

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

Implantación de Sistema Karakuri y redistribución de AGVs para descarga automática en línea



Grado en Ingeniería Mecánica

Trabajo Fin de Grado

Autor: Patricia Astiz Murillo

Director en la UPNA: Juan José Aguas Alcalde

Pamplona, Junio 2020

Agradecimientos

El resultado de este proyecto es en gran parte gracias a todo el personal de la empresa Tecnoconfort S.A en la cual he tenido la posibilidad de tener mi primer contacto con el mundo laboral. Agradecer a todos y cada uno de ellos que este proyecto haya sido posible:

- A todo el Departamento de Logística de Tecnoconfort por sus conocimientos compartidos, la paciencia infinita a la hora de responder a mis preguntas y explicármelas siempre con una sonrisa. En especial a María Tasende, directora de departamento, por priorizar mi proyecto frente a otros trabajos y ser la persona más persistente cuando se propone algo y a Zuriñe San Vicente, ingeniera de procesos de logística, por explicarme detalladamente y con cariño todas mis inquietudes.

- Al Departamento de Ingeniería por todos los datos facilitados y las horas pasadas, en especial a Francisco Javier Cano por sus ánimos constantes y a Diego Gutiérrez.

- A Juan José Aguas por el continuo seguimiento y perfeccionamiento de este nuestro proyecto en común.

- A todos mis amigos y amigas tanto a la cuadrilla de siempre como a los Ingenieros que son ya familia, por hacer que este recorrido sea mucho más ameno.

-Por último, a toda mi familia, en especial a mi madre, por el apoyo incondicional de principio a fin tanto en los buenos momentos, pero sobre todo en los malos.

A todos vosotros, gracias.

Patricia.

Resumen

Este proyecto se ha desarrollado en la empresa Tecnoconfort S.A cuyo título es:
**IMPLANTACIÓN DE SISTEMA KARAKURI Y REDISTRIBUCIÓN DE AGVS PARA
DESCARGA AUTOMÁTICA EN LÍNEA.**

El objetivo del proyecto es estudiar la viabilidad de una reducción de operarios o lo que se llama productividad. Hay unos objetivos marcados para cada departamento y en este caso los departamentos implicados son el de Logística y el de Ingeniería.

La idea principal es implantar un sistema Karakuri el cual está muy bien visto por ser un sistema mecánico y sin ningún uso o fuerza manual ni automatizada, por lo que también es bien visto a nivel medio ambiental.

A la hora de realizar este proyecto se toman medidas de tiempos tanto de línea como de los actuales AGVs, de espacios y cruces entre ellos y de alturas para operaciones ergonómicas en todo momento, determinando así la propuesta es viable en cuanto a tiempos y posteriormente con el ahorro que supone la reducción de los operarios y la inversión que se estima realizar, ver si la amortización es favorable.

Este proyecto embarca tanto a la línea de cojín y respaldo anteriores de ambos modelos VW 270 Y VW 216.

Palabras clave

AGV (Vehículo Automatizado)

Karakuri

Timing

Picking

Amortización

Productividad

Mano de Obra Directa

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: LA EMPRESA	13
1.1 HISTORIA	14
1.2 ORGANIZACIÓN.....	15
1.2.1 GRUPO FAURECIA.....	15
1.2.2 TECNOCONFORT S.A	17
1.3 JUST IN TIME.....	18
1.4 PRODUCTO	19
1.5 CLIENTES	20
1.6 PROVEEDORES	20
1.7 LAYOUT	21
CAPÍTULO 2: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO.....	24
2.1 ANTECEDENTES	25
2.1.1 SITUACIÓN ACTUAL	25
2.1.2 PUESTOS Y OPERACIONES.....	27
2.1.3 CARROS	30
2.1.4 AGVs Y RECORRIDOS	31
2.2 OBJETIVO.....	32
2.3 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO.....	33
2.4 RESTRICCIONES	33
2.4.1 TIEMPOS.....	33
2.4.2 ERGONOMÍA.....	34
2.4.3 ESPACIO	34
2.4.4 CARROS	35
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO.....	37
3.1 SISTEMA KARAKURI.....	38
3.1.1 DESCRIPCIÓN	38
3.1.2 ORIGEN.....	39
3.1.3 IMPLANTACIÓN EN LA INDUSTRIA	41
3.2 SISTEMAS AGV.....	42
3.2.1 DESCRIPCIÓN Y COMPONENTES	42
3.2.2 ORIGEN.....	45
3.2.3 VENTAJAS E INCONVENIENTES.....	46
CAPÍTULO 4: ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN.....	49

4.1 OPCIÓN 1: CINTAS TRANSPORTADORAS.....	50
4.2 OPCIÓN 2: SISTEMA KARAKURI.....	51
4.3 SELECCIÓN.....	53
CAPÍTULO 5: SOLUCIÓN PROPUESTA.....	58
5.1. ESPUMAS Y FUNDAS.....	61
5.1.1 ZONA DE PICKING.....	61
5.1.2 CARROS.....	66
5.1.3 AGV Y RECORRIDO.....	68
5.1.4 ZONA DE LÍNEA.....	69
5.1.5 ALTURAS Y ERGONOMÍA.....	71
5.2 ARMAZONES.....	73
5.2.1 ZONA DE PICKING.....	73
5.2.2 CARROS Y AGV.....	75
5.2.3 AGV Y RECORRIDO.....	76
5.2.4 ZONA DE LÍNEA.....	77
5.2.5 ALTURAS Y ERGONOMÍA.....	79
5.3 CÁLCULO DE TIEMPOS Y AGVs.....	80
5.4 REMODELACIÓN DEL LAYOUT.....	83
5.5 TIMING DE DISEÑO.....	85
5.5.1 INICIAL.....	85
5.5.2 TRAS COVID-19.....	86
5.6 PRODUCTIVIDAD.....	87
CAPÍTULO 6: IMPLANTACIÓN.....	89
6.1 OPCIONES.....	90
6.1.1 IMPLANTACIÓN EN UNA FASE.....	90
6.1.2 IMPLANTACIÓN EN DOS FASES.....	91
6.2 TIMING.....	92
6.3 IMPLANTACIÓN TRAS COVID-19.....	93
CAPÍTULO 7: PRESUPUESTOS Y AMORTIZACIÓN.....	96
7.1 PRESUPUESTOS.....	97
7.2 AMORTIZACIÓN.....	99
CAPÍTULO 8: LINEAS DE MEJORA.....	101
CAPÍTULO 9: BIBLIOGRAFÍA.....	105
CAPÍTULO 10: PLANOS.....	108
CAPÍTULO 11: ANEXOS.....	111

TABLA DE IMÁGENES:

Imagen 1: Modelo VW270.....	14
Imagen 2: Modelo Modelo VW216	14
Imagen 3: Accionistas y gestores de la empresa	15
Imagen 4: Grupo de negocio 1, Asientos	16
Imagen 5: Grupo de negocio 2, Interiores	16
Imagen 6: Grupo de negocio 3, Movilidad limpia	16
Imagen 7: Grupo Faurecia en España	17
Imagen 8: Estructura de la empresa	18
Imagen 9: Layout actual de la planta.....	21
Imagen 10: Detalle de líneas actuales.....	22
Imagen 11: Layout actual de 2ª planta	22
Imagen 12: Detalle del sistema actual en planta	26
Imagen 13: Detalle de Picking, transporte y línea actual de espumas y fundas.....	28
Imagen 14: Detalle de Picking, transporte y línea actual de armazones.....	30
Imagen 15: Carro actual de armazones	31
Imagen 16: AGV Kivnon K5	31
Imagen 17: Recorridos actuales de los AGVs	32
Imagen 18: Alturas permitidas según el peso, Memento de Ergonomía	34
Imagen 19: Ejemplo de sistema karakuri.....	38
Imagen 20: Ejemplo de sistema automatizado	39
Imagen 21: Muñecas karakuri	40
Imagen 22: Ejemplo de sistema karakuri en forma de U	41
Imagen 23: Partes De un AGV.....	42
Imagen 26: Tipos de sistemas de navegación de un AGV	43
Imagen 25: Detalle de la opción del sistema de cintas.....	50
Imagen 26: Detalle de la opción Karakuri.....	52
Imagen 27: Detalle del sistema final en planta	59
Imagen 28: Ejemplos de sistemas karakuri con y sin retorno	60
Imagen 29: Zona final de Picking de espumas y fundas.....	61
Imagen 30: Detalle de los puestos finales de espumas y fundas	63
Imagen 31: Boceto inicial del karakuri de espumas y fundas, Zona picking	64
Imagen 32: Diseño final del karakuri de espumas y fundas, Zona picking.....	65
Imagen 33: Sección del perfil D30 de item	65
Imagen 34: Boceto inicial del carro de espumas y fundas	66
Imagen 35: Sección del perfil 40x40 light de item	67
Imagen 36: Diseño final del carro de espumas y fundas	67
Imagen 37: Recorridos actuales de AGVs.....	68
Imagen 38: Recorrido final de AGV de espumas y fundas	68
Imagen 39: Zona final línea de espumas y fundas	69
Imagen 40: Std. Reader-2000 998	70
Imagen 41: Boceto inicial de karakuri de espumas y fundas, Zona línea.....	70
Imagen 42: Diseño final de karakuri de espumas y fundas, Zona línea	71
Imagen 43: Detalle de Memento de Ergonomía 1	71

Imagen 44: Alturas del sistemas de espumas y fundas	72
Imagen 45: Cuna de armazones	73
Imagen 46: Zona final de picking de armazones	74
Imagen 47: Diseño final del karakuri de armazones, Zona picking	75
Imagen 48: Diseño final del carro de armazones	76
Imagen 49: Recorridos actuales de los AGVs vs recorridos finales de AGVs de armazones	76
Imagen 50: Zona final de línea de armazones.....	77
Imagen 51: Ejemplo del método Pick By Beam.....	78
Imagen 52: Diseño final del karakuri de armazones, Zona línea	78
Imagen 53: Alturas del sistema karakuri de armazones	79
Imagen 54: Detalle planta actual con zonas de remodelación	83
Imagen 55: Detalle planta final con zonas remodeladas	84
Imagen 56: Situación inicial.....	87
Imagen 57: Situación final.....	87

TABLA DE TABLAS

Tabla 1 : Tipos de configuraciones de asientos.....	19
Tabla 3: Numeración del criterio de selección IMPLANTACIÓN.....	53
Tabla 4: Numeración del criterio de selección ESPACIO	53
Tabla 5: Numeración del criterio de selección MANTENIMIENTO	54
Tabla 6: Numeración del criterio de selección PRESUPUESTO	54
Tabla 7: Numeración del criterio de selección PRODUCTIVIDAD	54
Tabla 8: Numeración del criterio de selección SOSTENIBILIDAD.....	54
Tabla 9: Resultados de la ponderación de ambos sistemas.....	55
Tabla 10: Tiempos de proceso de anterior	80
Tabla 11: Cálculos de AGV	81
Tabla 12: Total AGVs con gestión de flotas	82
Tabla 13: Total AGVs por ciclo.....	82
Tabla 14: Timing de diseño inicial	85
Tabla 15: Timing de diseño tras COVID-19.....	86
Tabla 16: Timing para una fase.....	91
Tabla 17: Timing para dos fases	92
Tabla 18: Timing de implantación inicial.....	93
Tabla 19: Timing de implantación tras COVID-19	94
Tabla 20: Presupuesto de karakuri de armazones	97
Tabla 21: Presupuesto de karakuri de espumas y fundas	97
Tabla 22: Presupuesto de AGVs	98
Tabla 23: Presupuesto de implantación	98
Tabla 24: Presupuesto total	98
Tabla 25: Amortización en años	99

TABLA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Organización del segregado	20
Gráfico 2: Criterios y porcentajes de selección.....	53
Gráfico 3: Valores de puntuación de ambos sistemas.....	55

CAPÍTULO 1: LA EMPRESA

Las prácticas de empresa ofertadas por la Universidad Pública de Navarra en mi caso las he realizado en la empresa automovilística Tecnoconfort S.A., la cual pertenece al Grupo Faurecia. En este apartado se presentarán las principales características de esta empresa y se describirá el ámbito laboral en el que se han desarrollado las prácticas de empresa y el consiguiente proyecto transformado en Trabajo de Fin de Grado.

1.1 HISTORIA

- Tecnoconfort S.A. nació en 1.984 como una sociedad anónima. La planta se situó en un principio en Landaben teniendo como cliente VW Navarra y trabajando para el modelo Polo A02.
- En 1.990 cambió de ubicación y se trasladó a la planta actual situada en el polígono de Agustinos calle B (Pamplona) empezando a producir con el método Just In Time, suministrando al cliente al instante.
- En 1.994 Tecnoconfort S.A. empezó a producir los asientos para el nuevo modelo A03.
- Cuatro años más tarde, en 1998, Volkswagen hizo cambios en el modelo para incrementar la demanda y a éste nuevo modelo le llamó a A03-GP.
- Con el nuevo siglo surgió el nuevo modelo de polo A04, concretamente en 2001.
- En 2005 hicieron la correspondiente remodelación del modelo A05, llamado A05 GP.
- En 2009, Tecnoconfort S.A. empezó a producir el nuevo modelo de asiento A05 como consecuencia del lanzamiento del nuevo modelo Polo A05.
- Cuatro años después en 2014, se remodela y surge el Polo A05-GP.



Imagen 1: Modelo VW270

- Actualmente, se produce el modelo de asiento A07 para el nuevo modelo VW270, cuya remodelación está prevista para 2021.



Imagen 2: Modelo Modelo VW216

- El último modelo producido en Volkswagen Navarra es el VW216 o comúnmente conocido como T-Cross.

El próximo proyecto de producción de Volkswagen Navarra es el modelo CUV cuya fecha de implantación en la empresa y por tanto también en Tecnoconfort S.A es a finales de 2021 coincidiendo prácticamente con la remodelación del Polo A07 previsto para mediados de ese año.

1.2 ORGANIZACIÓN

Tecnoconfort es una empresa propiedad de la multinacional francesa Faurecia y de la empresa alemana AUNDE, aunque la gestión de la planta recae en su totalidad sobre el Grupo Faurecia.

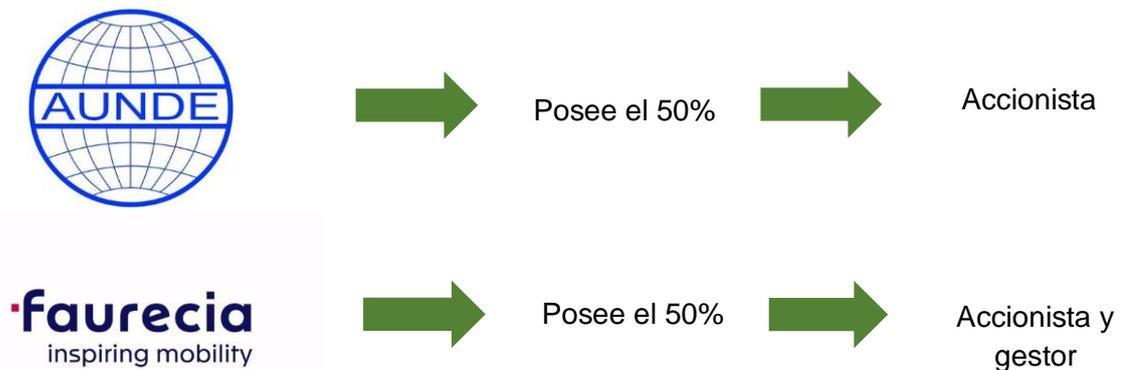


Imagen 3: Accionistas y gestores de la empresa

1.2.1 GRUPO FAURECIA

El Grupo Faurecia es una empresa fabricante y proveedora de componentes para el sector de la automoción con sede en Nanterre, Francia.

El Grupo Faurecia nace en 1997 con la adquisición de la oferta pública de la empresa Ecia (fabricante de sistemas de escape) sobre el fabricante de asientos para automóviles Bertrand Fauré.

Sus tres grupos de negocio son los siguientes:



Imagen 4: Grupo de negocio 1, Asientos

Asientos (Estructuras de asiento, mecanismos de asientos manual y eléctricos, productos y sistemas confort, asiento y sistemas completos)



Imagen 5: Grupo de negocio 2, Interiores

Interiores (Paneles de instrumentos, paneles de puerta, consolas centrales y módulos acústicos)



Imagen 6: Grupo de negocio 3, Movilidad limpia

Movilidad limpia (Tecnología para el control de emisiones, recuperación de la energía, reducción de peso y rendimiento acústico).

En España, Faurecia cuenta con unos 4000 empleados. Estos se reparten por las 18 plantas de producción, de las cuales 6 plantas son de movilidad limpia, 7 de sistemas de interiores, 4 de asientos y 1 centro de calidad, añadiendo 3 centros de I+D.



Imagen 7: Grupo Faurecia en España

1.2.2 TECNOCONFORT S.A

TECNOCONFORT, S.A. fue fundada en el mes de abril de 1.984 y tiene su domicilio social en Pamplona (Navarra). La empresa fue creada por FAURECIA & AUNDE con el 100% de la gestión de Faurecia.

Su objetivo es la fabricación de asientos de automóvil, actividad que realiza en sus instalaciones situadas en el Polígono de Agustinos, en Pamplona, inauguradas en 1.990. Desde su constitución, TECNOCONFORT, S.A. produce y suministra mediante la modalidad “Just in Time” la totalidad de asientos completos para el modelo POLO que VW-Navarra, único cliente, que fabrica en su Planta de Landaben. Actualmente produce y suministra el nuevo modelo VW T-CROSS.

La plantilla total es de unos 293 empleados siendo de estos, 56 personas de Mano de Obra Indirecta frente a los 237 de mano de obra directa.

La empresa tiene una organización muy específica. El objetivo de la organización consiste en transferir la autonomía y responsabilidad en la producción para alcanzar los resultados de Calidad, Coste, Plazo, Personas; para ello necesitamos que los empleados estén organizados en grupos manejables y con pocos niveles jerárquicos.

Dentro de lo que es la producción la organización se divide por líneas, siendo éstas la línea de anterior (asientos de piloto y copiloto, indistintas para los dos modelos), posterior del modelo VW 270 y posterior del modelo VW216. Cada línea tiene sus operarios los cuales tienen un líder. Estos a su vez están dirigidos por un supervisor que depende del UAP Manager.

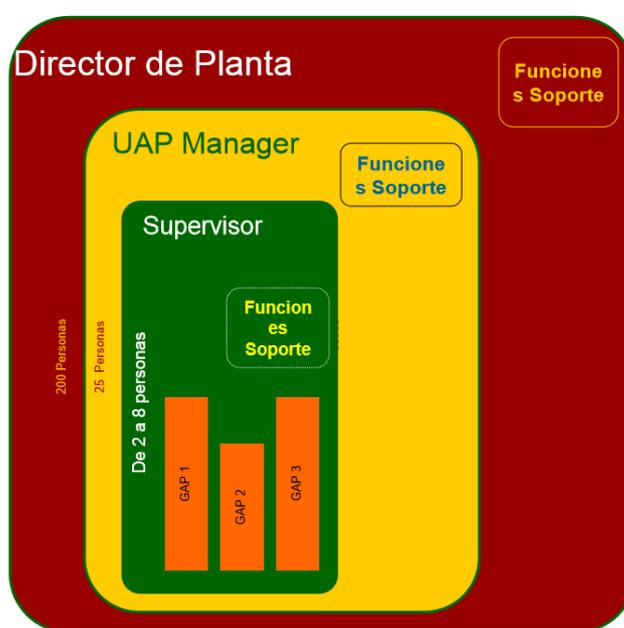


Imagen 8: Estructura de la empresa

1.3 JUST IN TIME

Tecnoconfort utiliza el método de fabricación JIT "Just In Time. La principal característica de este sistema es producir en base a las exigencias variables del cliente en cada momento para suministrarlo cuanto antes. Por tanto, no tener stock y eliminar los elementos innecesarios del proceso de producción, consiguiendo así reducir gastos, es el objetivo.

La producción al momento obliga a tener una perfecta comunicación con los proveedores; ya que se produce justo lo necesario y en el momento preciso. Todo el exceso de material o producción se considera una pérdida de dinero.

Los principales objetivos de esta implantación son: minimizar el stock, debido a que el espacio es un punto clave en la empresa, acortar el tiempo de espera de la producción, una rápida reacción a la demanda y optimización de los sistemas de producción.

1.4 PRODUCTO

Esta planta se dedica única y exclusivamente a la producción de asientos del modelo Polo y el T-Cross de Volkswagen.

La planta de Tecnoconfort se ocupa únicamente del proceso productivo del montaje del asiento, no se encarga de la fabricación de ninguna de las piezas de los asientos.

Tanto el Polo como el T-Cross Polo tienen 5 plazas y por ello, están compuesto por asientos anteriores y posteriores. Cada uno de los asientos que elige el cliente varía dependiendo de los suplementos que este elija.

Actualmente se combina la producción del VW270 con la del VW216 repartidos en varias líneas. Las dos anteriores donde se montan los asientos delanteros de ambos coches. Por un parte el cojín y por otra el respaldo. Sin embargo, los asientos traseros o posteriores varían de un modelo a otro por lo que existen dos líneas separadas.

Algunas de las combinaciones de los asientos se muestran en la siguiente tabla:

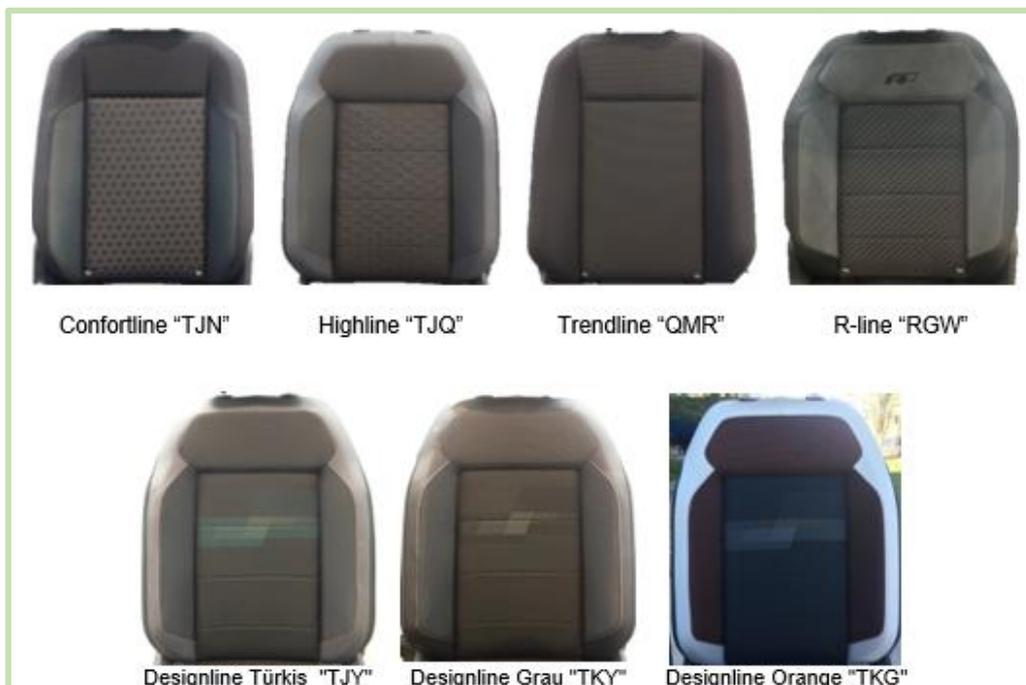


Tabla 1 : Tipos de configuraciones de asientos

1.5 CLIENTES

El único y exclusivo cliente de Tecnoconfort S.A. es Volkswagen Navarra. Volkswagen demanda el producto según los requisitos de sus clientes. Tecnoconfort depende completamente de Volkswagen por lo que tiene un modelo de producción JIT (Just in Time) que suministra en el momento el producto. Las exigencias del cliente, en este caso Volkswagen, se especifican día a día con una antelación de 4 horas, margen suficiente para que el producto sea elaborado y entregado.

Según el sistema de organización se tienen, 3 turnos diarios de 8 horas cada uno de lunes a viernes.

1.6 PROVEEDORES

Tecnoconfort S.A. se encarga exclusivamente de montar los asientos con las diferentes especificaciones del cliente por lo que todas y cada una de las partes del asiento las suministra un proveedor desde los almacenes del propio asiento hasta el piecerío usado para su montaje. La gran mayoría de los proveedores los dictamina directamente el cliente por lo que la principal función de logística en la empresa es la correcta distribución de los camiones para minimizar costes.

Al tener un sistema Just inTime el inventario en planta tiene que ajustarse al máximo a lo que se va a consumir diariamente por lo que el inventario de cada material fluctúa de la siguiente forma:

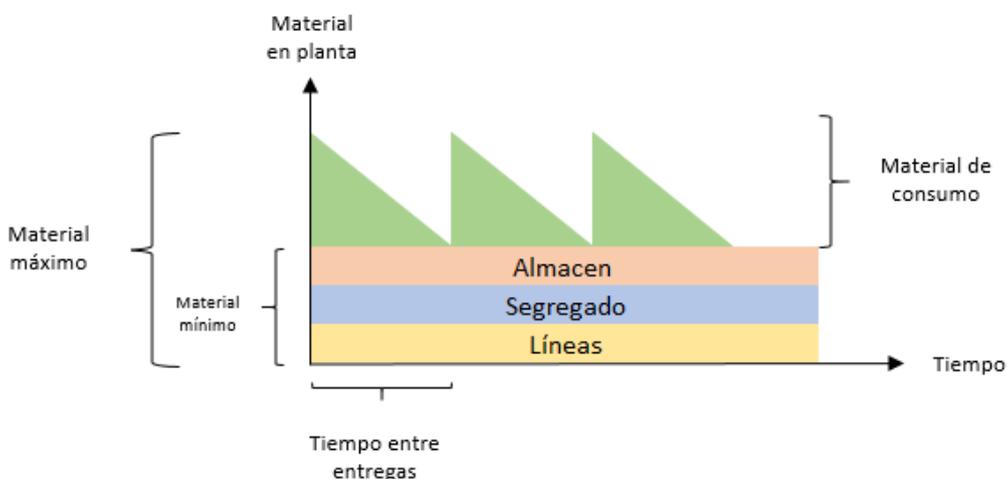


Gráfico 1: Organización del segregado

1.7 LAYOUT

Esta planta comenzó produciendo única y exclusivamente para un solo modelo de coche, con el paso de los años y la introducción de nuevos modelos en la planta de Volkswagen, Tecnoconfort S.A. ha tenido que adaptarse a las modificaciones en planta necesarias para poder producir según las especificaciones del cliente. El espacio es reducido, no es una planta diáfana sino más bien una planta en la que todo el espacio está perfectamente aprovechado. En la siguiente imagen se muestra el Layout con las diferentes zonas en las que se divide la planta baja de la nave:

- 1) Muelles de salida de producto terminado.
- 2) Zona de producción incluyendo las cuatro líneas, las de anterior, la de posterior del VW 270 y la de posterior de VW 216.
- 3) Departamento de calidad y zona de pruebas.
- 4) Salas de Sindicatos laborales, salas de reuniones, Oficina de HSE y Prevención de riesgos laborales, oficina de UAP y Almacén de mantenimiento.
- 5) Despachos de supervisor del turno y piloto de recepciones. Zona de inspección de calidad del incomming.
- 6) Muelles de entrada de material.
- 7) Zona de embalajes vacíos y retornos.
- 8) Stock de segregados (almacén de seguridad).
- 9) Almacén dinámico de asiento anterior.
- 10) Almacén de materia prima. Zona de logística (departamento PC&L). Estanterías distribuidas a lo largo de la planta.

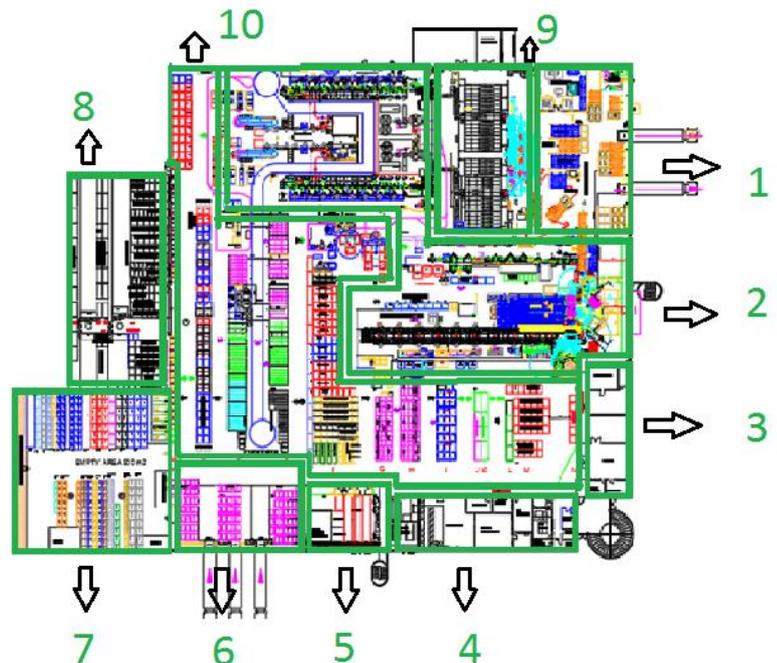


Imagen 9: Layout actual de la planta

En la siguiente imagen se puede observar un detalle más a fondo de las líneas de producción

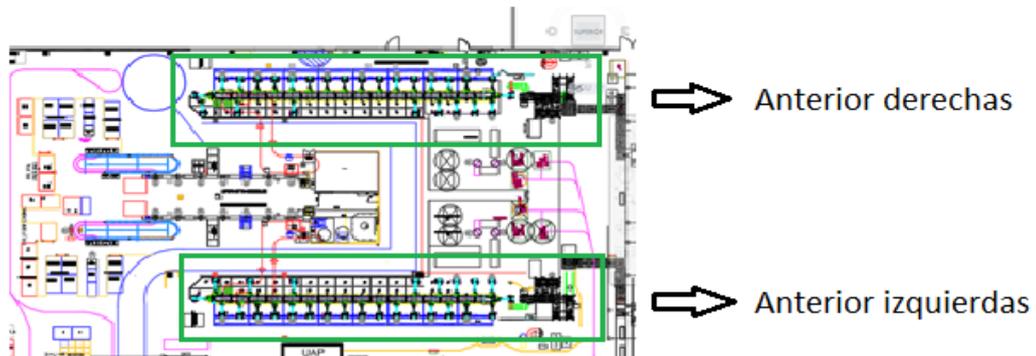


Imagen 10:Detalle de líneas actuales

En la siguiente imagen se observa la 1ª planta de la empresa compuesta íntegramente de oficinas

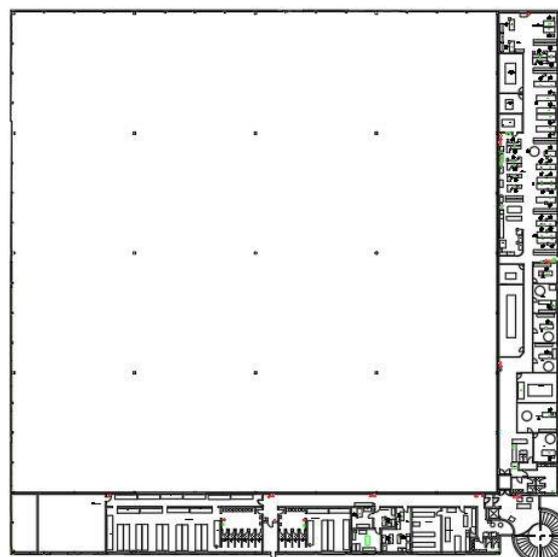


Imagen 11:Layout actual de 2ª planta

CAPÍTULO 2: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

2.1 ANTECEDENTES

La planta de Tecnoconfort es una planta Just inTime que implica la constante remodelación y actualización de procesos de producción en función de la demanda del cliente que en este caso es el grupo Volkswagen Navarra. Esto quiere decir que el cliente exige un producto y en un corto periodo de tiempo, en este caso 4 horas, el resultado debe ser el correcto. Esto mismo implica un correcto funcionamiento de la parte de logística, así como de los tiempos de producción.

La mayoría de los proveedores que tiene la planta de Faurecia vienen impuestos por el propio grupo Volkswagen Navarra dejando poco margen de maniobra para beneficios en cuanto a ese tema. Por lo tanto, la principal fuente de ingresos recaería en una buena gestión de los tiempos y personal de producción. Otro de los departamentos clave en la empresa es el de Logística ya que la gestión de tiempos, rutas y la sincronización entre distintas plantas para el desaprovechamiento mínimo de camiones es fundamental.

Otro inconveniente de la planta de Tecnoconfort es que al ser tan pequeña impide hacer grandes remodelaciones en cuanto a su layout el cual está cuidadosamente estudiado para la producción deseada.

En este proyecto nos vamos a enfocar en las líneas de anterior (piloto y copiloto) que sirven para ambos modelos, el VW 270 y el VW 216. Centrándonos sobre todo en las transmisiones desde la zona de logística hasta la propia línea e intentar sacar productividad.

2.1.1 SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente las líneas de anterior tanto la de izquierdas como la de derechas se encuentran juntas y ambas realizan la misma serie de operaciones ya que para los asientos de anterior tanto para el modelo VW270 y el modelo VW 216 son los mismos asientos, cada uno con las especificaciones propias y requeridas por el cliente.

La mayoría de los materiales utilizados en el montaje de los asientos se trasladan por carretilleros directamente a la línea, pero los principales componentes como son los armazones, fundas y espumas se transportan de otras maneras.

Las espumas y fundas vienen preseleccionadas desde la zona de logística y son transportadas mediante un tren de material que lleva un operario de logística. Sin embargo, los armazones desde hace unos años se llevan a través de un par de AGVs que transportan una serie de carros previamente llenados en la zona de logística y llevados hasta la propia línea.

La actual distribución en planta de estas líneas incluyendo las transmisiones desde logística hasta las mismas es la siguiente:

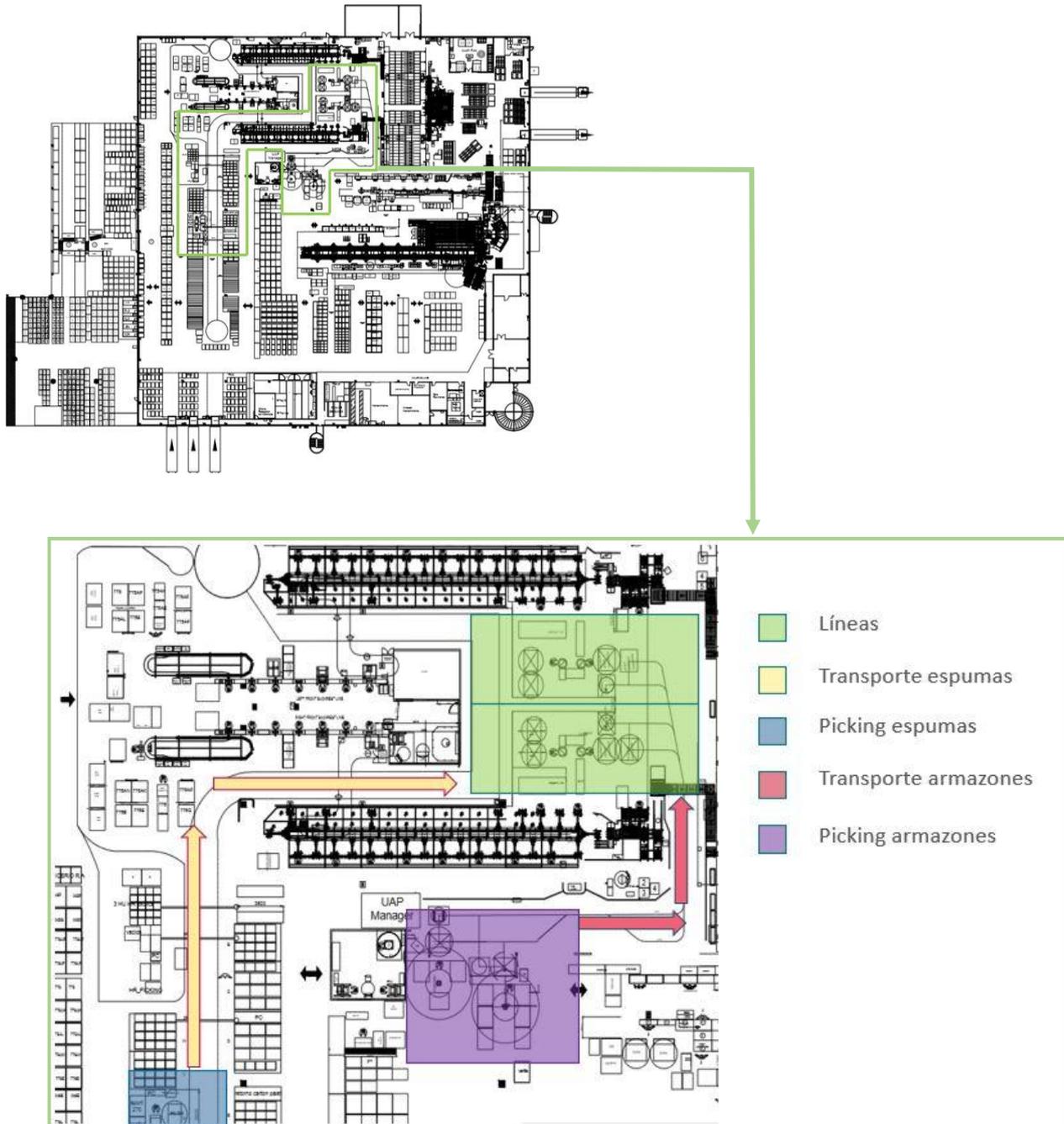


Imagen 12: Detalle del sistema actual en planta

2.1.2 PUESTOS Y OPERACIONES

Para describir bien cada una de las operaciones, puestos y operarios implicados en esta zona de producción vamos a separar en dos conjuntos, en uno hablaremos de espumas y fundas y en el otro de los armazones.

2.1.2.1 FUNDAS Y ESPUMAS:

Los primeros puestos son los llamados de Picking, en los cuales el operario presecuencia ya sea fundas o espumas y las coloca en el carro correspondiente en dicho orden. En este caso existe un operario, para fundas y para espumas que presecuencia en un mismo puesto y que coloca en el mismo carro, para que después otro operario transporte dicho carro mediante un tren.

Acciones del operario en Picking:

- Lectura de secuencia de espuma en pantalla
- Coger espuma
- Lectura de etiqueta de espuma
- Colocación de espuma en carro
- Lectura de secuencia de fundas en pantalla
- Coger funda
- Lectura de etiqueta de funda
- Colocación de funda en carro
- Anotación de numero de carro cuando está lleno

Una vez se coloca el carro en la zona de las líneas (izquierdas y derechas) en cada una de ellas un operario coge una espuma y una funda, previamente secuenciadas, y las grapa para pasar este conjunto al operario que recibe los armazones.

Acciones del operario en la zona de línea:

- Lectura de secuencia de espuma en pantalla
- Coger espuma del puesto correspondiente del carro

- Lectura de etiqueta de espuma
- Colocación de espuma en puesto
- Lectura de secuencia de fundas en pantalla
- Coger funda del puesto correspondiente del carro
- Lectura de etiqueta de funda
- Colocación de funda en puesto
- Grapado del conjunto
- Anotación de conjunto hecho
- Pasar conjunto al operario de armazones

En total, para espumas y fundas hacen falta 3 operarios de Mano de Obra Directa (MOD).

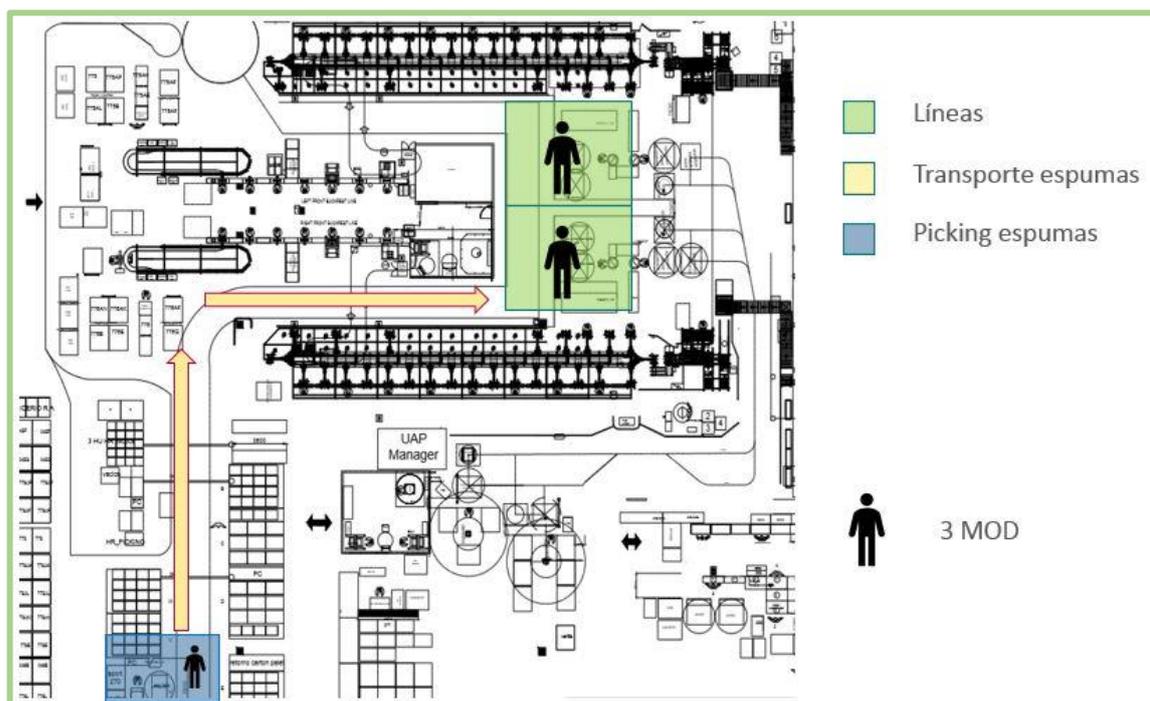


Imagen 13: Detalle de Picking, transporte y línea actual de espumas y fundas

2.1.2.2 ARMAZONES:

Los armazones se transportan por otra zona distinta y de otra manera diferente. La zona de logística más próxima a las líneas de anterior está aprovechada para cargar los carros y minimizar el tiempo de transporte de estos. Esta sería la zona de Picking en la cual existen dos puestos, uno para izquierdas y otro para derechas y en los que los operarios agarran mediante un ingrúvido los armazones presecuenciadas y los colocan en el carro.

Acciones del operario en el Picking:

- Lectura de la secuencia en pantalla
- Coger con ingrúvido el armazón correspondiente
- Colocación de armazón en carro
- Lectura de etiqueta del armazón
- Anotación del número de carro una vez está lleno
- Giro del carro cuando este la mitad lleno

Una vez transportados el carro se deja junto a la línea y el AGV retorna a por otro carro a la zona de logística.

Una vez en la línea, el operario que recibe el armazón coloca la espuma y funda que ha presecuenciadas su compañero y los monta para pasarle el conjunto al primer operario de la cadena.

Acciones del operario en línea:

- Lectura de secuencia de armazón en pantalla
- Coger armazón del puesto correspondiente del carro
- Lectura de etiqueta de armazón
- Coger conjunto de espuma y funda
- Montaje del nuevo conjunto
- Anotación del conjunto hecho

En total para almacenes 3 operarios de Mano de Obra Directa.

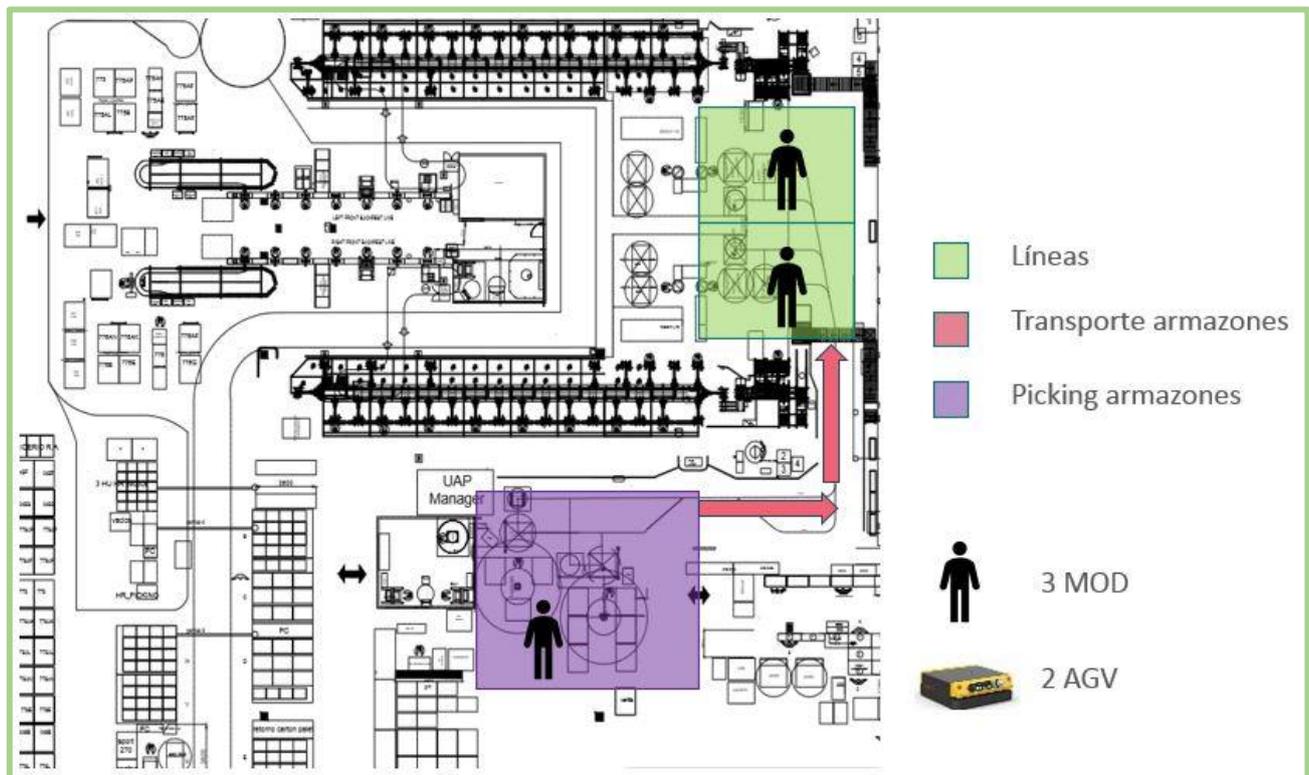


Imagen 14: Detalle de Picking, transporte y línea actual de almacenes

2.1.3 CARROS

2.1.3.1 FUNDAS Y ESPUMAS:

En el caso de fundas y espumas, una vez preseleccionadas, ambas se transportan en el mismo carro el cual alberga 14 espumas y sus correspondientes fundas. El carro tiene un enganche para su posterior transporte con el tren.

2.1.3.2 ARMAZONES:

En el caso de los almacenes, estos se colocan mediante un ingrúvido de forma horizontal, con un espacio para 16 almacenes por carro. Existen tres carros por mano, tres para izquierdas y tres para derechas que van llenándose y vaciándose y son transportados desde la zona de logística hasta la línea por dos AGVs, uno para cada mano.



Imagen 15: Carro actual de armazones

2.1.4 AGVs Y RECORRIDOS

Los AGVs son los vehículos automatizados que transportan o mueven los carros de armazones. Son de la marca Kivnon y el modelo es un K5.



Imagen 16: AGV Kivnon K5

Actualmente se utilizan dos AGVs, uno para cada mano, que tienen recorridos distintos, con zonas de espera y paradas para no interferirse entre ellos en el pasillo central. También cuentan cada uno de ellos con una zona de carga automática del mismo.

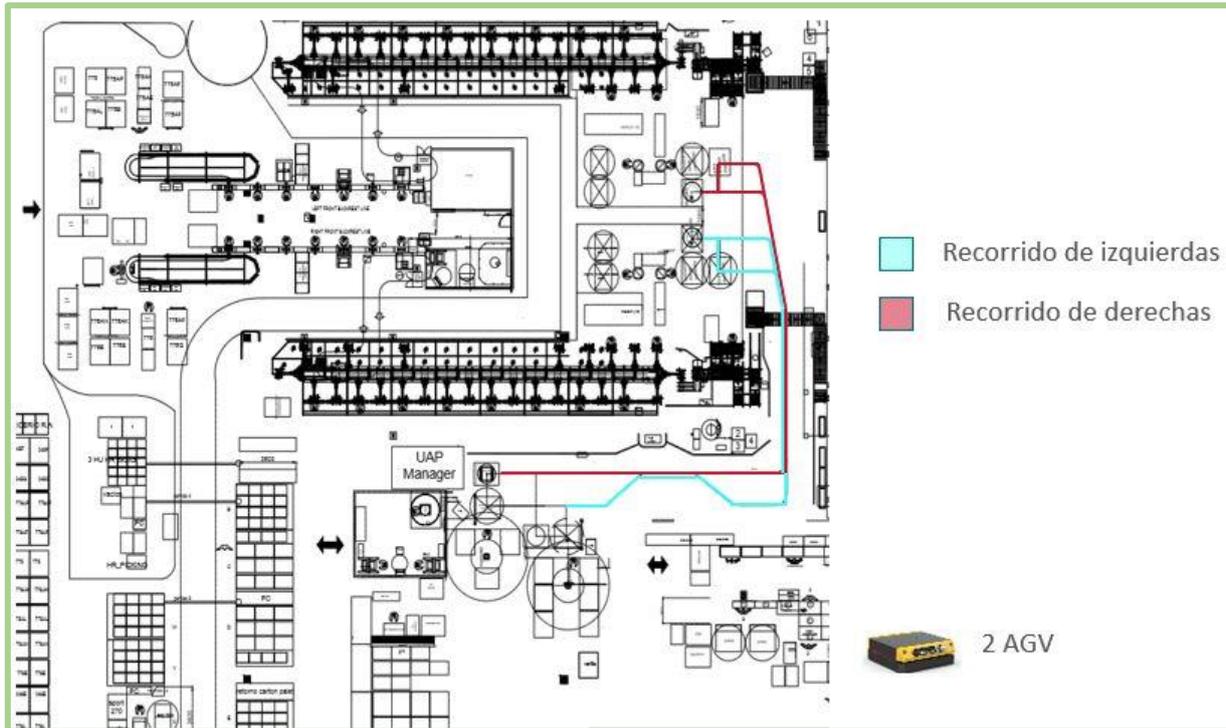


Imagen 17: Recorridos actuales de los AGVs

2.2 OBJETIVO

Entre los objetivos de una empresa está el máximo beneficio y en este caso la productividad requerida mejora notablemente al reducirse personal en cada turno.

Para ello la gerencia de la empresa ha encargado un estudio a fondo a los departamentos de Ingeniería y de Logística para tratar de llevar a cabo lo antes posible esa productividad. Tras el estudio detallado habría que analizar si realmente la amortización es favorable o en realidad es un proyecto demasiado costoso y ambicioso.

El hecho de que los únicos departamentos implicados en el proyecto sean el de Ingeniería y el departamento de Logística quiere decir que las remodelaciones tienen que darse en la zona de Logística, es decir, en el trayecto entre la acogida de materiales directamente del proveedor y su posterior entrega a la línea.

2.3 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

Lo que se quiere conseguir es la productividad disminuyendo dos operarios por turno, pero este objetivo está marcado para una fecha específica, 1 de junio, a partir de ese día el proyecto debe estar funcionando perfectamente y sin complicaciones.

Otro de los requisitos indispensables es buscar la manera más económica o economizarla al máximo posible.

En los últimos años, no solo se busca economizar sino también un proyecto sostenible y compatible con el medio ambiente, siendo este el punto más importante del proyecto.

2.4 RESTRICCIONES

2.4.1 TIEMPOS

El principal inconveniente de este proyecto y del que dependes todos y cada uno de los pasos de este es el tiempo para cada operación y el tiempo en conjunto. En este caso existen varios Tacktime dependiendo de los procesos a llevar cabo.

La mayoría de los procesos, por no decir todos, tienen un tiempo ya medido que es fácilmente aplicable al cálculo de tiempos generales.

En este proyecto, el tiempo que se utiliza para las operaciones de secuencia y premontaje depende en gran parte de la distribución de los materiales en torno al operario, los pasos que tenga que dar, y las frecuencias con las que se utiliza cada material. Lo mismo ocurre con la zona de la línea.

La zona de transporte o los recorridos del AGVs dependen del mismo y de las interferencias, zonas comunes, paradas y giros que estos hagan, por lo que es imprescindible distribuir de la forma más adecuada los recorridos economizando al máximo el tiempo.

2.4.2 ERGONOMÍA

La ergonomía es una parte importante y decisiva del proyecto que tenemos que respetar en todo momento. Si no se respetan las condiciones de ergonomía que aparecen en el Memento de Ergonomía el departamento de HSE (Healthy, Safety and Environment, en castellano Salud, Seguridad y Medioambiente) puede echar para atrás el proyecto entero.

En este proyecto las principales recomendaciones ergonómicas que se deben seguir son las alturas de manipulación de materiales representadas en las siguientes figuras:

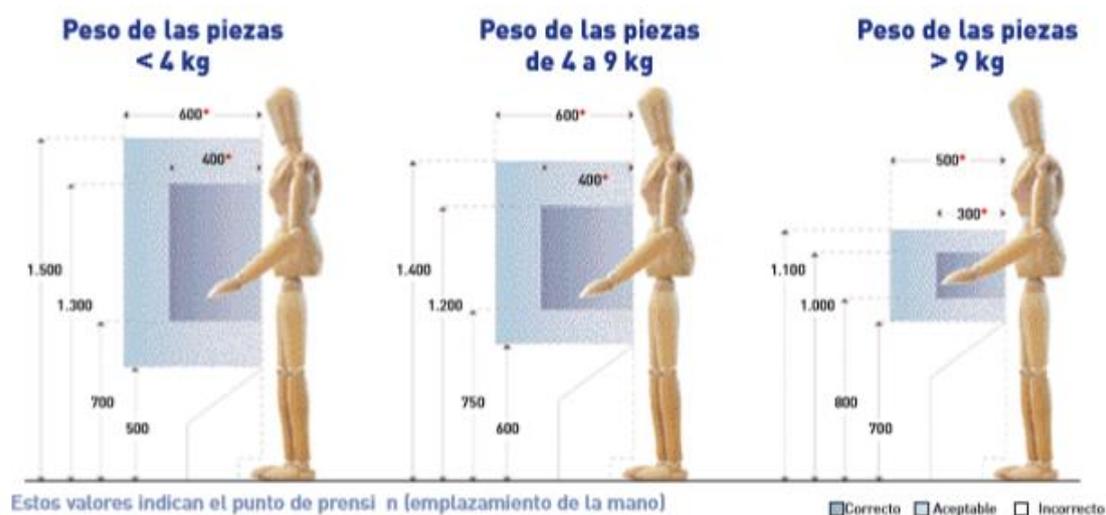


Imagen 18: Alturas permitidas según el peso, Memento de Ergonomía

2.4.3 ESPACIO

El principal defecto de la empresa es la falta de espacio, con el paso de los años y la introducción de nuevos modelos el espacio inicial se ha ido ocupando y cada vez es más reducido por lo que es un punto importante en el proyecto. Las dimensiones de los carros y sobre todo la cantidad de material serán decisivos a la hora de diseñarlos.

2.4.4 CARROS

Los carros que transportarán el material deben cumplir las condiciones de seguridad impuestas por el departamento de HSE (Healthy, Safety and Enviroment). Las dos condiciones son:

Debe llevar incorporada una seta de emergencia acoplada en un lateral accesible para su posible parada en caso de incidente.

Debe llevar incorporado un sensor frontal o de 180° para la detección de personas y así reducir la velocidad y en su defecto, pararse si es estrictamente necesario.

CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

3.1 SISTEMA KARAKURI

3.1.1 DESCRIPCIÓN

Un sistema Karakuri Kaizen es un mecanismo que mejora y facilita el trabajo utilizando únicamente elementos mecánicos y evita la energía eléctrica, hidráulica o neumática. Tampoco está controlado por un ordenador, sino por el propio diseño de la mecánica.

Los sistemas Karakuri, como elementos Kaizen, se centran en la implantación de soluciones de automatización sencillas haciendo uso de forma eficiente de la energía cinética y de la gravedad.



Imagen 19: Ejemplo de sistema karakuri

Mediante los sistemas Karakuri se consigue la automatización de tareas estandarizadas, de manera que los trabajadores pueden centrar su actividad en aquellas operaciones que sí aportan valor. Tareas como el movimiento continuo de materiales suponen casi siempre un gasto innecesario tiempo invertido en un operario y por tanto de dinero.

Si los sistemas no son muy caros, siendo más baratos cuanto más sencillos, la amortización suele dar buenos resultados. En el sector automovilístico las tareas repetitivas son muy frecuentes y este tipo de sistemas son muy eficaces.

Los dos principales sistemas de automatización son el eléctrico y el mecánico. Sus principales diferencias se basan en que la automatización eléctrica tiene un presupuesto más alto y un periodo de fabricación e implementación bastante más amplios que los de la automatización mecánica. Sin embargo, la automatización eléctrica tiene la mayoría de los procesos ya

diseñados y estandarizados por lo que la fase del diseño sería menos costosa en cuanto a tiempo, en cambio, en la automatización mecánica, la fase de diseño es crucial y probablemente la más costosa debido a que cada sistema depende en mayor parte del espacio, los lotes, las transmisiones, los retornos y el tiempo.



Imagen 20: Ejemplo de sistema automatizado

Otras de las principales ventajas de la automatización mecánica es la escasa necesidad de mantenimiento de los sistemas debido a que si el sistema es puramente Karakuri carece de sensores, controladores o incluso programación. Sin embargo, también existen los sistemas mixtos en los que se combinan los sistemas Karakuri con alguna implementación como las anteriormente señaladas que ayudan en el diseño.

Sin embargo, a la hora de implantar soluciones Karakuri en las plantas, las empresas suelen meter varios errores si trabajan desde la inexperiencia. Muchas empresas intentan desarrollar la mecánica del sistema primero sobre el papel, lo cual suele trasladar muchos errores a la práctica. Es mejor diseñar y fabricar un prototipo de la pieza y realizar un proceso de perfeccionamiento continuo sobre ella.

3.1.2 ORIGEN

El origen de los sistemas Karakuri proviene de unas tradicionales muñecas japonesas llamadas `Karakuri`. Estas muñecas trataban de sorprender a la gente con algo que no esperaban. Surgieron en Japón en el periodo Edo (s.XVII – s.XIX) y fueron un tipo de muñeca de cuerda, la más representativa es la “portadora de té”, se colocaba la taza de té sobre el platillo, empezaba a transportar dicha taza de té hacia el invitado. Cuando este recogía la taza, la muñeca se detenía y, al terminar el té el invitado y depositar la taza de nuevo en la

muñeca, esta da media vuelta y regresa a la posición original. Estas muñecas representan la mejor analogía con este sistema de automatización mecánica, combinando la máxima funcionalidad con la mínima fuerza.



Imagen 21: Muñecas karakuri

Hace muchos años estas muñecas servían para entretener a aristócratas en fiestas y banquetes hasta que cayeron en desuso. Sin embargo, últimamente han experimentado un resurgimiento, aunque modificadas. Las muñecas se mueven por medio de muelles y sus movimientos son controlados por medio de ruedas dentadas.

Estas estructuras comparten la misma tecnología que muchas máquinas automatizadas que se presentan en la industria, de la manera en la que los automatismos mecánicos realizan movimientos transformando energía.

La elaboración de estas muñecas y su técnica era un conocimiento que se transmitía de maestro artesano al discípulo. El artesano Hosokawa Karakuri publicó en el año 1796 un libro, *Karakuri zui*, revelando la fabricación y estas artes mecánicas ilustradas. Este fue el primer documento escrito en el que se describían estas artes en Japón. En la filosofía de Hosokawa, este establecía que “Si damos a conocer las técnicas para fabricar objetos, podremos hacer que surja una nueva forma de pensamiento”. Él mismo afirmaba que gracias a esta labor las muñecas mecánicas Karakuri cobrarían fama y reconocimiento. Tras la Restauración Meiji, el país japonés comenzó a incrementar los avances tecnológicos, hasta el punto en el que llegó a convertirse en la potencia robótica que conocemos hoy en día; mucho de este desarrollo tecnológico se debe al Karakuri.

3.1.3 IMPLANTACIÓN EN LA INDUSTRIA

La implantación de los sistemas karakuri en la industria se utiliza especialmente en la función de aprovisionamiento a la cadena de producción. Cabe recordar que estos sistemas facilitan el movimiento de pequeñas cargas, tales como cajas llenas de piecero plástico, tornillería...etc. Además, mediante retornos, permiten la evacuación de las cajas una vez se han vaciado y la evacuación de estas de nuevo a la zona de la cual proviene.

La complejidad de estos sistemas puede ser elevada, permitiendo cambios de altura, giros de 90°, disposiciones de los racks en forma de U...



Imagen 22: Ejemplo de sistema karakuri en forma de U

3.2 SISTEMAS AGV

3.2.1 DESCRIPCIÓN Y COMPONENTES

Un AGV (Automated Guided Vehicle, o lo que es lo mismo, Vehículo Guiado Automáticamente) es un robot capaz de desplazarse, con un control mediante un ordenador utilizado para el transporte de materiales.

Si existe un conjunto de vehículos guiados automáticamente a este se le llama una batería de vehículos con la capacidad de programar destinos, trayectorias y posicionamientos. Los sistemas AGVs son muy flexibles teniendo en cuenta su versatilidad para transportar materiales desde diversos puntos de carga a lo largo de las instalaciones de una planta.

Los diferentes componentes de un AGV son:

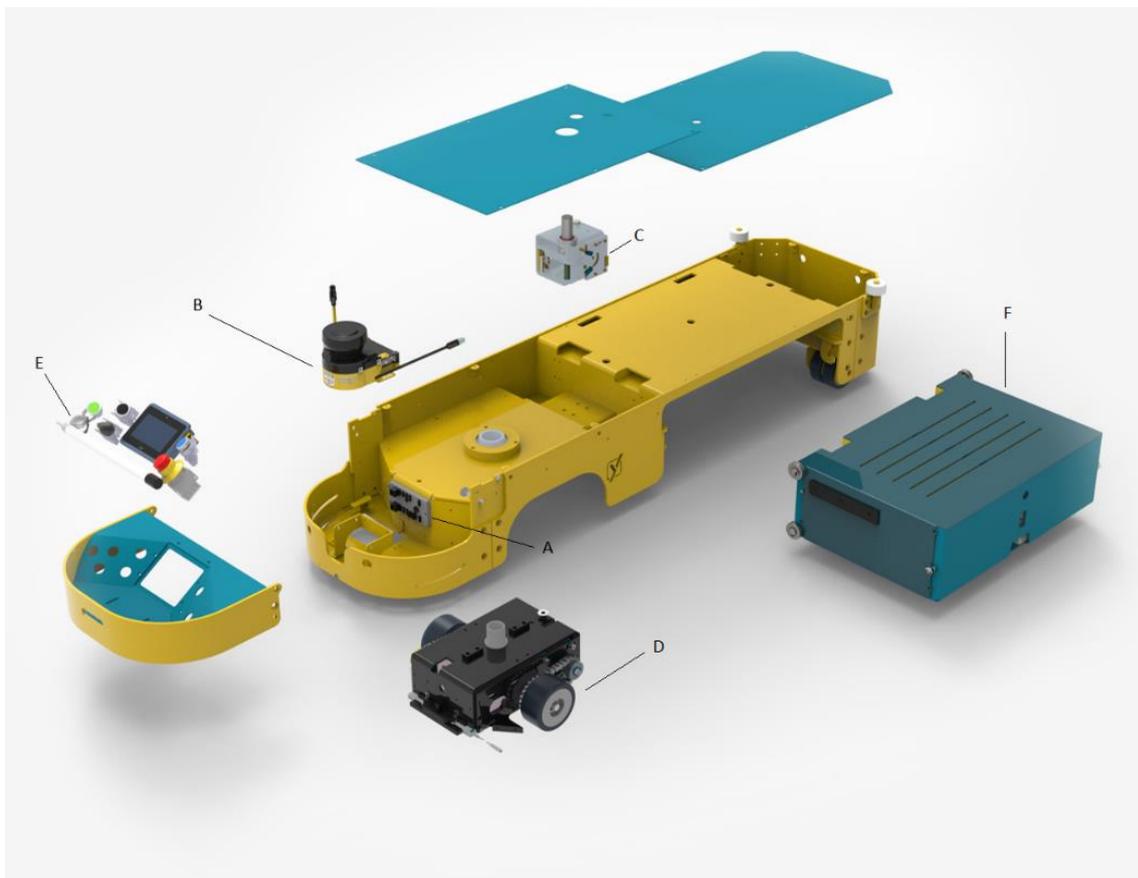


Imagen 23: Partes De un AGV

A) Sistema de Navegación

Existen diferentes sistemas de navegación autónoma desde la navegación por cinta magnética o el guiado óptico, hasta la navegación por láser. Cada una las máquinas han adoptado el sistema de navegación que mejor se adapta a la aplicación para la que ha sido concebida, teniendo en cuenta aspectos como la flexibilidad, la precisión y el medio con el que interactúa. Los diferentes tipos de sistemas de navegación son los siguientes:



Imagen 24: Tipos de sistemas de navegación de un AGV

B) Sistema de Seguridad

Los sistemas de seguridad que integran los AGVs cumplen la normativa exigente en esta materia. Así, todos están equipados con escáneres de seguridad para la detección de obstáculos y personas, con pulsadores de emergencia para asegurar la parada bajo cualquier circunstancia, sistemas mecánicos de freno y señales luminosas y acústicas que advierten del estado de la máquina y de sus movimientos

C) Sistema de Transporte

Los AGVS están concebidos para llevar a cabo operaciones de transporte de cargas. En el conjunto de máquinas se encuentra un abanico muy amplio de potencias, tanto para el transporte de cargas ligeras como pesadas, por superficies planas o en pendiente.

Los sistemas mecánicos para portar la mercancía podrán ser de arrastre (mecanismo de PIN), práctico para desplazamientos a velocidad moderada en superficies planas; de enganche o fijación para el desplazamiento seguro de la carga en superficies inclinadas y/o a velocidades altas; y de elevación de la carga, para las operaciones de apilamiento o transporte de palés

D) Sistema de Propulsión

La energía acumulada en las baterías se gestiona por el variador según indicaciones del control de potencia para dar a los motores la corriente exacta para cada situación.

El conjunto de transmisión se encarga de transmitir la potencia del motor a las ruedas y éstas a su vez empujan la máquina

E) Sistema de Control

Formado por la Consola LCD situada en la parte frontal del AGV y la CPU además de los botones de interacción (Start/Stop/Reset/Emergency Stop/On-Off) constituyen la manera de interactuar con la máquina.

En la Consola se puede navegar por el menú para ver estados de máquina y cambiar configuraciones con las que adaptar el AGV a la instalación y la tarea. La CPU se encarga de leer todas las variables y configurar adecuadamente el estado de la máquina enviando órdenes, supervisando eventos e interpretando comunicaciones internas o desde el exterior.

F) Sistema de Alimentación

Existen varias soluciones para mantener la carga de las baterías.

El Cambio Manual es la solución más simple en la que se requiere la intervención de operarios para la sustitución de la batería descargada por una cargada además de una reserva de baterías en fase de carga. La Carga On-Line permite cargar las baterías cuando el AGV detecta nivel bajo. La estrategia de carga es adaptable al ritmo y necesidades de la implantación

3.2.2 ORIGEN

Los sistemas de vehículos de guiado automático (AGVs) existen desde 1953. El inventor Mac Barrett ideó un método de automatizado del carro de remolque con hombre a bordo denominado "Guide-O-Matic", que ha sido utilizado en las fábricas durante años.

Mac Barrett desarrolló una "pista" para que los vehículos la siguieran a través de un sistema compuesto por un alambre en la planta de la fábrica. El primer sistema de guiado fue creado mediante unos sensores en el fondo del vehículo que buscaban un campo magnético. Un campo que fue creado a través de una corriente que atravesaba un alambre o serie de alambres en el suelo. Los códigos de las estaciones consistían en una serie de imanes (combinaciones norte/sur) en el suelo, que un vehículo leería para detenerse en dicha estación. Los sistemas AGVs existieron a este nivel de tecnología hasta mediados de los años setenta.

En 1973, la multinacional automovilística Volvo, en Kalmar, Suecia, desarrolló 280 vehículos de montaje controlados por ordenador para una nueva fábrica. Se trataba de equipos de montaje no sincronizados como alternativa a la línea de montaje de transportadores convencionales. Estos AGVs de carga unitaria fueron ganando una gran aceptación dentro del mercado de manipulación de materiales.

El mayor impacto en el desarrollo de los AGVs provino gracias a la potente tecnología de microprocesadores y control que se puso a disposición a finales de los años 70 a precios más asequibles para las empresas que decidían incorporar AGVs a su actividad laboral, dotando a estos sistemas de una mayor flexibilidad y capacidad. Los ordenadores utilizados para los sistemas de AGVs pueden llegar a almacenar instrucciones, tomar decisiones y ejecutar procedimientos. En la práctica, los sistemas AGV tienen la capacidad de realizar casi todas

las decisiones y funciones de control que actualmente realiza un ser humano en la gestión del proceso de manipulación de materiales.

3.2.3 VENTAJAS E INCONVENIENTES

Los vehículos guiados de forma automatizada o AGVs son comúnmente considerados como máquinas simples que realizan tareas simples en lugar del personal. Y aunque esto es cierto en algunos aspectos, la última década ha visto AGVs integrarse en muchas industrias y sectores diferentes. Con este creciente auge en el uso de los AGVs es necesario analizar las ventajas e inconvenientes que tienen estos:

3.2.3 1 VENTAJAS:

- Solución de diseño dinámica: Mediante el uso de los AGVs y sus enrutamientos inalámbricos, los vehículos de transporte pueden reprogramarse rápidamente para cambiar una determinada ruta u operación, eliminando la necesidad de costosos equipamientos. De esta forma las nuevas direcciones, tareas o celdas de bajo se pueden crear de forma casi instantánea sin necesidad de instalar equipos físicos.
- Aumento de la seguridad: Los AGVs se programan teniendo en cuenta la seguridad y, como tal, están llenos de cámaras, láseres y otros sensores que les permiten trabajar con seguridad, por el contrario, los equipos manejados por operadores humanos, como las carretillas elevadoras, no tienen tantos mecanismos de seguridad incorporados y, en última estancia dependen de la entrada/acción humana.
- Aumento de la precisión y productividad: Al reemplazar el elemento humano por AGVs, se elimina parte del potencial de flujos de trabajos inexactos, aumentando el rendimiento, permitiendo que las operaciones sean más productivas y precisas.
- Sistemas modulares fáciles de expandir: A medida que se expanden sus operaciones, es fácil añadir AGVs adicionales según sean necesarios, debido al diseño modular de los mismos. Esto le permite evitar una inversión inicial increíblemente alta, porque en lugar de comprar 20 o 30 AGVs a la vez, se puede comenzar con uno y dos y realizar

una transición lentamente, expandiendo la flota a una operación parcial o completamente automatizada.

3.2.3.2 INCONVENIENTES:

- Inversión inicial alta: Básicamente, los AGVs aumentan el resultado neto para una operación reduciendo los costes laborales e incrementando la producción, pero tiene una gran inversión inicial.
- Costes de mantenimiento: Al igual que con cualquier equipo, los AGVs tendrán que ser sometidos a mantenimientos rutinarios y reparaciones ocasionales. Y aunque los AGVs no sean manejados directamente por los operarios, es probable que hay algún tiempo de inactividad operacional.
- No adecuado para tareas no repetitivas: Los AGVs tienen más sentido en operaciones que se ocupan de tareas repetitivas, ya que eso es lo que están programadas para hacer. Si las tareas de sus operaciones tienden a ser no repetitivas, es probable que se puedan hacer más rápida y eficientemente por el personal que opera otros

CAPÍTULO 4: ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN

Las dos principales alternativas que se propusieron para conseguir la productividad de 6 operarios menos son la del transporte mediante cintas transportadora y la opción de la implantación de un sistema Karakuri.

4.1 OPCIÓN 1: CINTAS TRANSPORTADORAS

Esta primera idea surgió por el simple hecho de ser la más fácil de diseñar. Se trataría de la implantación de una serie consecutiva de cintas transportadoras, las mínimas posibles que comunicarían la zona de logística más próxima a las líneas con el comienzo de estas. Por estas cintas se transportarían los materiales.

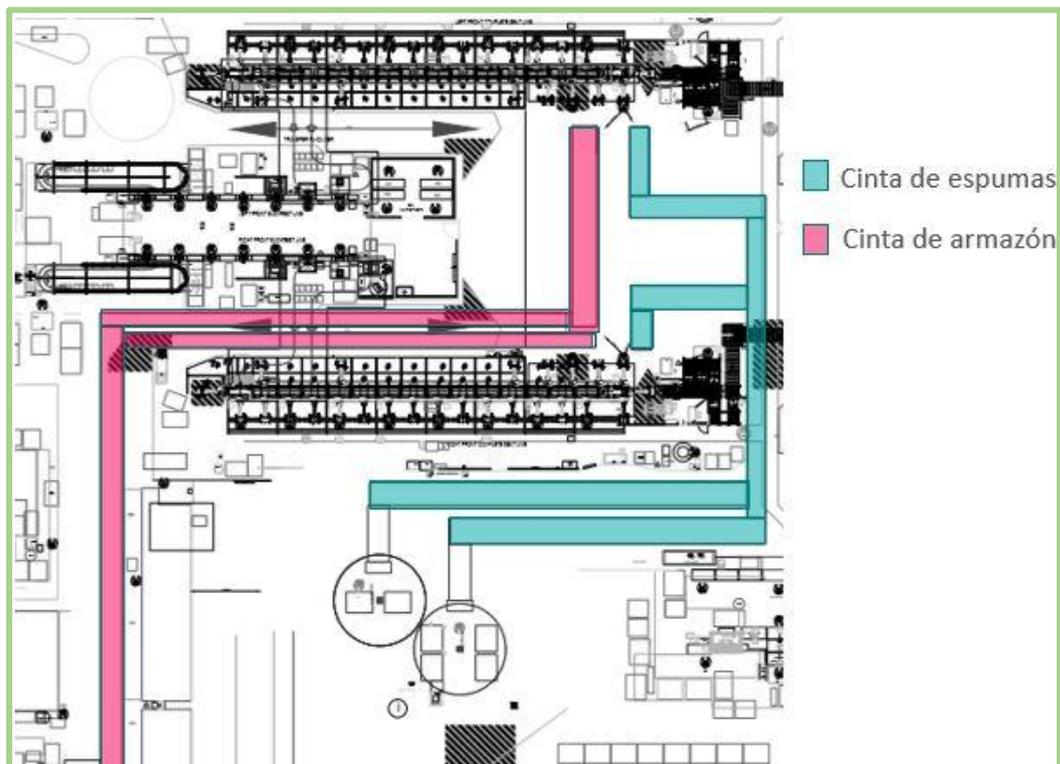


Imagen 25: Detalle de la opción del sistema de cintas

El inconveniente de esta propuesta es el espacio, que como pasa actualmente, solo podrían transportarse simultáneamente por la zona más próxima de logística los armazones, no el conjunto de armazones, fundas y espumas. La solución sería alternar lotes en las cintas o colocar otra serie consecutiva de cintas por la zona en la que actualmente se transportan las

espumas y fundas. Por lo que el espacio requerido para su implantación sería más o menos el actual, pero manteniendo la productividad de 6 operarios.

La implantación es rápida ya que el diseño es meramente dirigido a la distribución de las cintas y el cálculo del número de ellas necesarias y lo único que tendríamos que esperar es a que el proveedor las enviara. La implantación sería inmediata una vez en planta ya que es un diseño que se sabe que funciona.

Los principales inconvenientes de esta propuesta son tanto el presupuesto como la sostenibilidad con el medio ambiente. Actualmente la sostenibilidad se valora potencialmente en las empresas por la aspiración de éstas a ser las más competitivas en este tema para así tener una buena imagen por lo que este diseño, al ser completamente eléctrico, no cumple este requisito en mayor parte.

En cuanto al presupuesto, es el diseño más caro debido a su completa automatización que deriva principalmente en un continuo tanto preventivo como correctivo.

4.2 OPCIÓN 2: SISTEMA KARAKURI

La idea de la implantación de un sistema Karakuri surgió tras la revisión de los transportes de material en otras plantas del Grupo Faurecia. La idea es trasladar esos conocimientos de plantas del grupo y aplicarlos en la planta de Tecnoconfort adaptándolos en la medida de lo posible.

Consistiría en una única zona destinada al Picking localizada en la parte de logística y lo más cerca posible de las líneas para reducir tiempos de transporte. Una vez colocada todo el lote en el carro este se transportará hasta el comienzo de cada línea mediante una serie de AGVs. Existirán tres diferentes zonas, una para el Picking de armazones izquierdos, otra para el Picking de armazones derechos y otra para el Picking de espumas y fundas simultáneamente que repartirá el lote tanto a izquierdas como a derechas.

La idea de una sola zona de Picking y por tanto una única zona de transporte de material implica una reducción de espacio respecto al actual considerable manteniendo la productividad exigida de 6 operarios.

En este caso la implantación del sistema es bastante más costosa que la de las cintas por el hecho de que este sistema implica un estudio específico de las necesidades, de los tipos de

carros y sistemas Karakuri que se van a emplear, su reproducción como diseño inicial y perfeccionamiento in situ a lo largo del proceso de creación que lleva tiempo. También hay que tener en cuenta que se trata del transporte de dos tipos diferentes de material que implicaría dos estudios simultáneos, pero totalmente diferentes.

Al contrario que las cintas, las principales ventajas de este diseño son el presupuesto y la sostenibilidad con el medio ambiente. Al tratarse de sistemas sencillos en cuanto a mecánica se refiere, prácticamente sin automatizar si se tratase de un sistema Karakuri puro o en su defecto con algún tipo de automatización simple los presupuestos de estos mecanismos bajan considerablemente respecto a los elementos automatizados de las cintas. Por la misma razón, al no incluir, o reducir considerablemente el número de automatismos se trata de un sistema mucho mejor visto en cuanto a sostenibilidad se refiere y que necesitaría únicamente un mantenimiento correctivo.

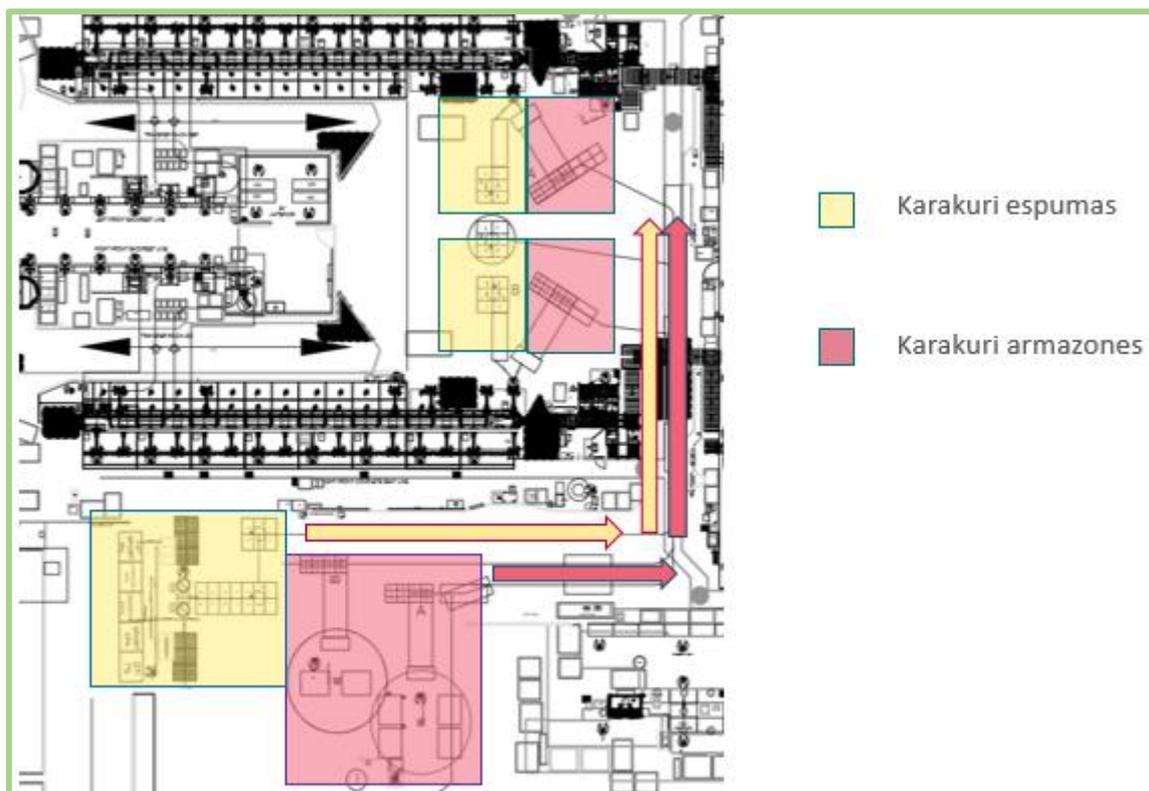


Imagen 26: Detalle de la opción Karakuri

4.3 SELECCIÓN

Para una correcta selección de la propuesta más ajustada a las exigencias de la empresa se tienen en cuenta una serie de factores a los que la empresa ha dado gran importancia en el proyecto y a los cuales se le asignarán un porcentaje en cuanto a importancia se refiere dentro de él. Los principales factores y su importancia dentro del proyecto son los siguientes:

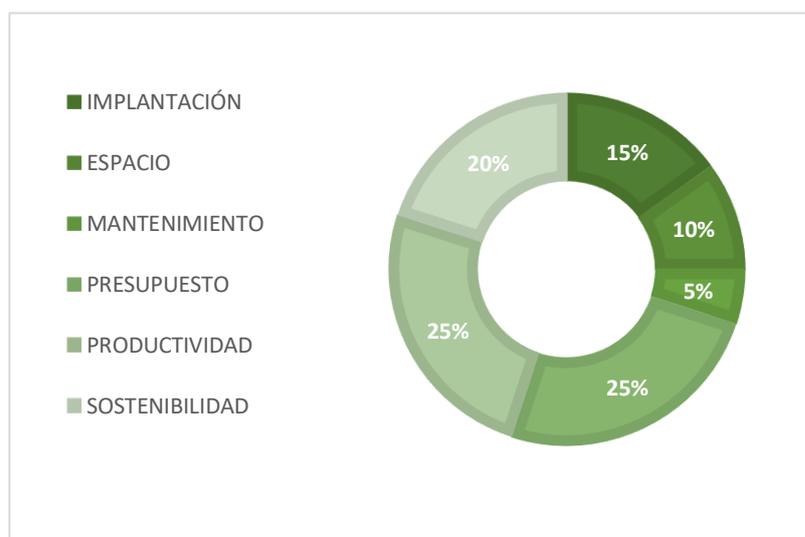


Gráfico 2: Criterios y porcentajes de selección

Para cada uno de los factores se han asignado valores del 1 al 5 siendo el 1 la peor valoración y el 5 el mejor valor. Estos son los correspondientes valores según el factor:

IMPLANTACIÓN	
1	9-10 semanas
2	7-8 semanas
3	5-6 semanas
4	3-4 semanas
5	1-2 semanas

Tabla 2: Numeración del criterio de selección IMPLANTACIÓN

ESPACIO	
1	Mucho más espacio
2	Más espacio
3	Mismo espacio
4	Menos espacio
5	Mucho menos espacio

Tabla 3: Numeración del criterio de selección ESPACIO

MANTENIMIENTO	
1	Correctivo y preventivo diario
2	Correctivo diario y preventivo eventual
3	Correctivo y preventivo eventuales
4	Solo correctivo
5	Sin mantenimiento

Tabla 4: Numeración del criterio de selección MANTENIMIENTO

PRESUPUESTO	
1	400.000-350.000 €
2	350.000-300.000 €
3	300.000-250.000 €
4	250.000-200.000 €
5	200.000-150.000 €

Tabla 5: Numeración del criterio de selección PRESUPUESTO

PRODUCTIVIDAD	
1	0 operarios
2	1-2 operarios
3	3-4 operarios
4	5 operarios
5	6 operarios

Tabla 6: Numeración del criterio de selección PRODUCTIVIDAD

SOSTENIBILIDAD	
1	Totalmente automático
2	Mayormente automático
3	Mixto
4	Mayormente mecánico
5	Totalmente mecánico

Tabla 7: Numeración del criterio de selección SOSTENIBILIDAD

Una vez asignados los valores de cada factor a cada propuesta el resultado es el siguiente:

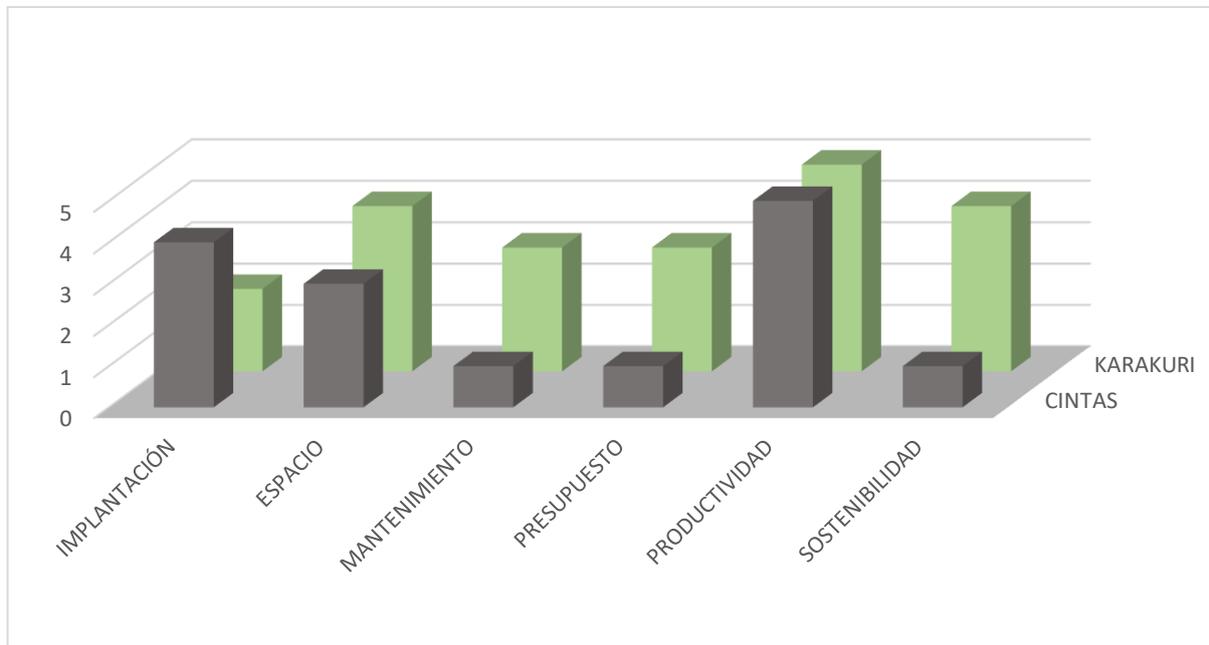


Gráfico 3: Valores de puntuación de ambos sistemas

Multiplicando el porcentaje de cada factor por su valor en cada propuesta los resultados son los siguientes:

CRITERIOS	PONDERACIÓN CINTAS	PONDERACIÓN KARAKURI
IMPLANTACIÓN	0,60	0,30
ESPACIO	0,30	0,40
MANTENIMIENTO	0,05	0,15
PRESUPUESTO	0,25	0,75
PRODUCTIVIDAD	1,25	1,25
SOSTENIBILIDAD	0,20	0,80
	2,65	3,65

Tabla 8: Resultados de la ponderación de ambos sistemas

Según la anterior tabla, los datos obtenidos son para las cintas un 2,65 sobre 5 y para el sistema Karakuri un 3,65 sobre 5. Estos valores nos llevan a la selección definitiva del sistema Karakuri y a empezar a diseñar el propio sistema a partir de esta decisión.

Como se puede observar, el sistema Karakuri ha sido el elegido por sus mejores puntuaciones en los factores claves como son el presupuesto y la sostenibilidad.

CAPÍTULO 5: SOLUCIÓN PROPUESTA

Este proyecto tiene dos partes muy diferenciadas debido a que en el sistema anterior al que ahora se va a describir. Los transportes y localizaciones de ambos materiales son distintitos y por ello ahora se van a describir detalladamente ambas partes formando el sistema a instalar.

El diseño se va a centrar en tres partes muy diferenciadas que son el Picking, el transporte o carros de transporte y la línea, mostrados en la siguiente imagen, que se han ido diseñando de forma simultánea y modificando una en base a la otra a lo largo de todo el proceso pero que claramente son partes diferenciadas y por tanto se describirán por separado.

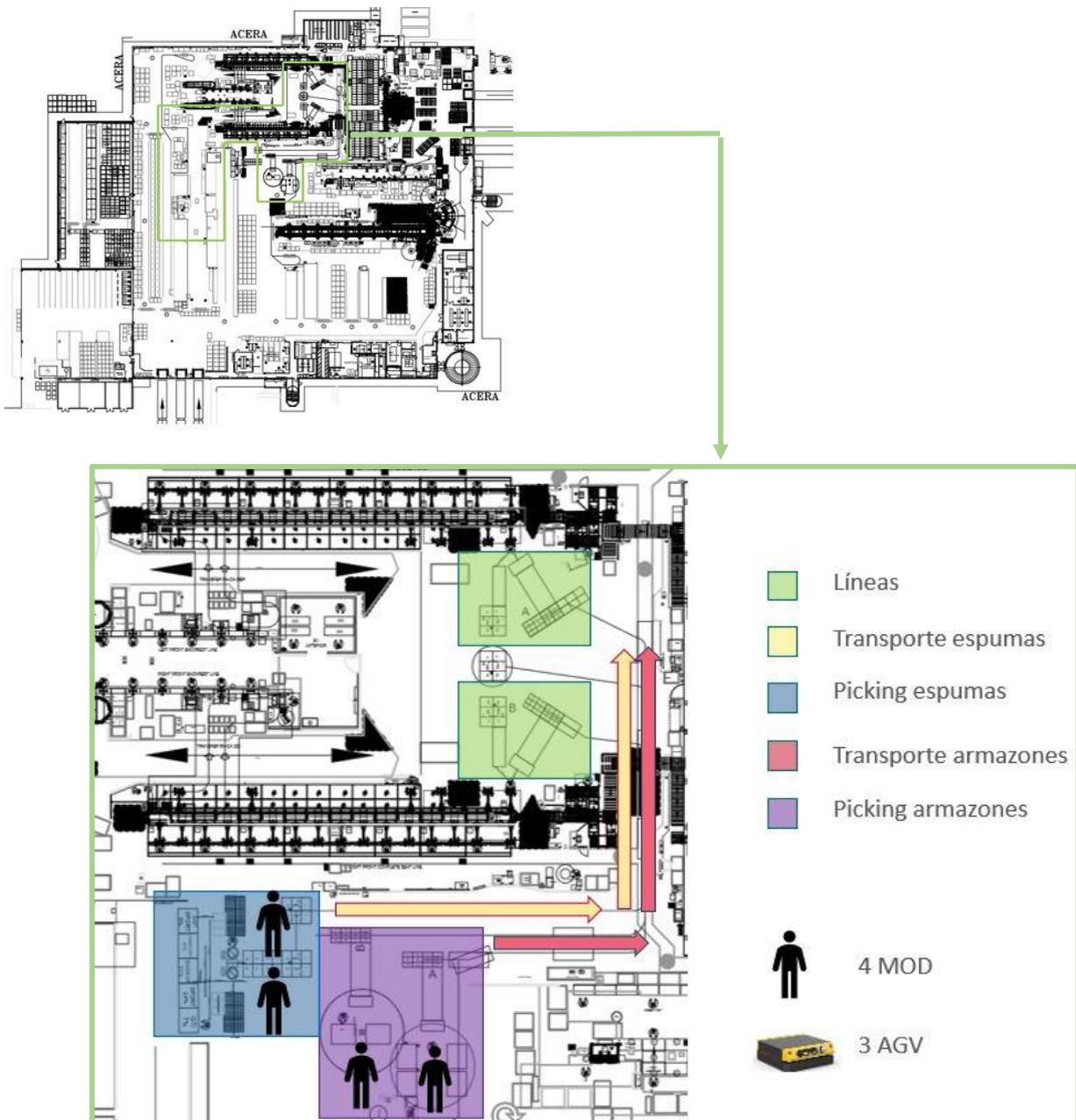


Imagen 27: Detalle del sistema final en planta

La principal incógnita del sistema Karakuri a implantar antes de empezar a diseñar en detalle es el transporte, es decir, si los materiales van a necesitar para desplazarse por gravedad unas bandejas y lo que eso implicaría, retornos en todos los Karakuri, o simplemente que los materiales fluyeran sin necesidad de bandejas o algún sistema similar y por tanto no hicieran falta retornos.

Teniendo como referencia a otras empresas del grupo que realizan transportes de los mismos materiales su consejo es que las espumas y fundas pueden desplazarse perfectamente sin necesidad de bandejas deslizantes, sino que con unos rodillos adecuados y lo bastante juntos como para impedir que se atasquen en el camino valdría. Esto nos llevaría a un diseño de Karakuri sin retorno, lo que nos facilita el diseño de este.

Sin embargo, en cuanto a los armazones la respuesta es completamente opuesta. Debido a su gran peso, por mucho que quisiéramos los armazones no deslizarían del todo bien llegando a atascarse e incluso deteriorarse, por lo que necesitarían algún tipo de bandejas o cunas que transporten estos armazones por separado evitando esas posibles deformaciones y que supondrían un diseño de los Karakuri con retorno más laborioso.



Imagen 28: Ejemplos de sistemas karakuri con y sin retorno

5.1. ESPUMAS Y FUNDAS

5.1.1 ZONA DE PICKING

Como ya se ha descrito en el apartado de alternativas del anterior capítulo, la nueva localización y transporte de las espumas y fundas se situará en conjunto con los armazones en la zona más próxima a la línea. Esto significa que las dos zonas de Picking, tanto de espumas y fundas como la de armazones, izquierdos y derecho, se sitúan en la misma zona. La zona más próxima a la línea para poder hacer el Picking es la zona actual en la que se sitúan los Picking de armazones.

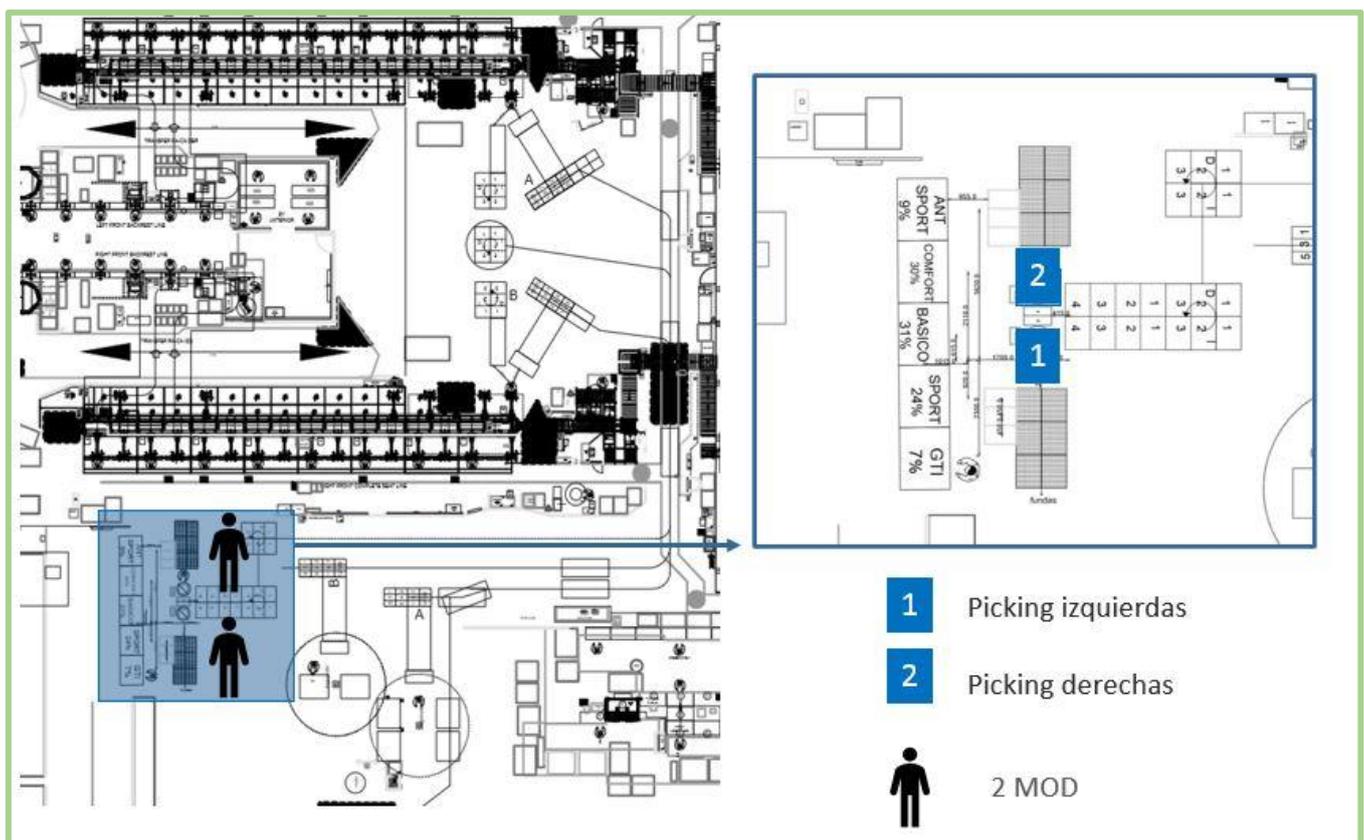


Imagen 29: Zona final de Picking de espumas y fundas

El cambio más significativo del sistema de espumas y fundas, aparte de tratarse de un sistema Karakuri, es que este implica un premontaje de espuma más funda antes del transporte a la línea. Es decir, donde antes había un puesto con un operario en el que este montaba en el tren las espumas y fundas presecuenciadas y estas se grapaban en los puestos de la línea posteriormente, el nuevo sistema implicaría una única zona con dos puestos de trabajo en los cuales cada operario monta y grapa la espuma con su respectiva funda para colocarla sobre el karakuri y posteriormente ser transportada.

Acciones del operario en el Picking de espumas:

- Lectura de secuencia de espuma en pantalla
- Coger espuma
- Lectura de etiqueta de espuma
- Colocación de espuma en puesto
- Lectura de secuencia de fundas en pantalla
- Coger funda
- Lectura de etiqueta de funda
- Colocación de funda en puesto
- Grapado de conjunto
- Anotación del conjunto realizado

Esto implicaría el traslado de puestos de dos operarios colocados anteriormente en los puestos de la línea, tanto izquierdas como derechas, cuya función anterior era precisamente esa, premontar las espumas y fundas que llegaban por separado a la línea, a la nueva zona de Picking de espumas y fundas con las mismas acciones a llevar a cabo.

Por otro lado, el antiguo operario que presecuenciaba espumas y fundas y las colocaba en el tren desaparece, y con esto llegaríamos a una productividad de 3 operarios, uno por turno.

El diseño de la zona de Picking es la más importante de las tres, ya que cambia totalmente la forma de trabajo respecto a la anterior, teniendo una carga de trabajo mucho mayor que implicaría una redistribución de materiales en torno a los trabajadores muy estudiada para perder el mínimo tiempo posible. Principalmente esta distribución depende en gran medida del tamaño y disposición de sistema Karakuri.

Ordenando y distribuyendo los materiales en torno a lo que serían los puestos de trabajo según sus frecuencias de uso, el número de pasos, las distancias y el espacio el nuevo puesto de trabajo queda tal y como se muestra en la imagen:

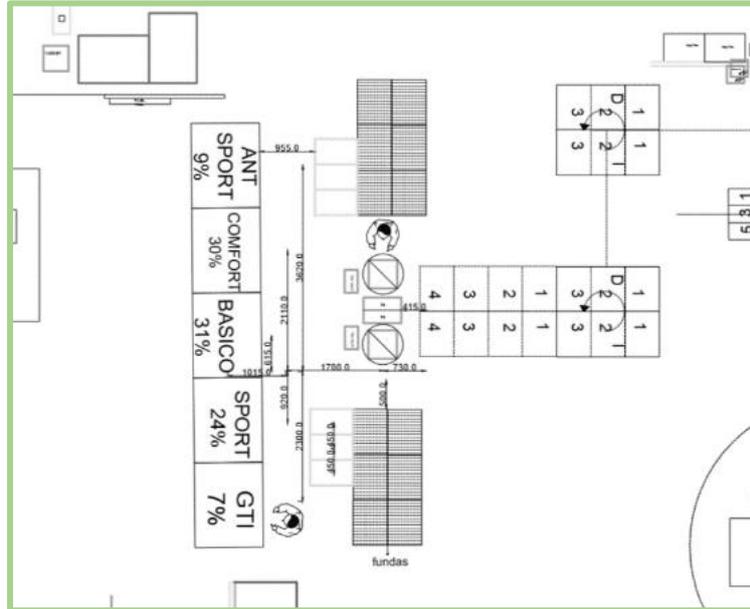


Imagen 30: Detalle de los puestos finales de espumas y fundas

En la imagen también se puede observar las dimensiones de lo que sería el Karakuri de espumas y fundas. Como el lote mínimo es de 12 por mano, es decir 24 en total, y para que no se sature el Karakuri si un AGV llega tarde o hay una sobreproducción en el puesto, el lote mínimo de 1,5 que en nuestro caso serían 36 piezas montadas, pero como se distribuyen en columnas de 4 piezas se diseña para 32.

Para su diseño se pusieron sobre la mesa dos opciones, la de hacerlo a una altura, que implicaría hacer todo el proceso a una altura, o a dos, reduciendo así el espacio de todos los Karakuri, pero con más complejidades técnicas. Finalmente se concretó que había espacio suficiente para una sola altura si las piezas se apilaban en columnas de 4. Se realizaron pruebas de deslizamiento y caída en los prototipos de los proveedores y funcionaba correctamente así que con las medidas mayoradas de una columna de 4 piezas que son 80x60x60 se dibujó un primer boceto de lo que iba a ser el Karakuri de espumas y fundas de Picking.

El boceto presenta las medidas mínimas y sin inclinaciones de los rodillos que a la hora del montaje se ajustarán con 5, 5° de inclinación. En el boceto viene dibujada una sola mano, pero el Karakuri sería para ambas manos por lo que sería el doble de tamaño. El Karakuri estará pensado como 4 compartimentos de las medidas de las columnas de 4 piezas de forma que la parte de ancho de la columna sea la que va en cabeza. A la altura de un lote completo, 24 piezas, se instalará un sensor a cada lado, es decir, uno para cada mano, que comunicarán con el propio AGV y con las transmisiones del Karakuri para que en caso de que exista un lote en el Karakuri deje pasar el mismo al carro de transporte y en caso de no ser así retener el AGV y las transmisiones hasta el momento en el que esté listo el material.

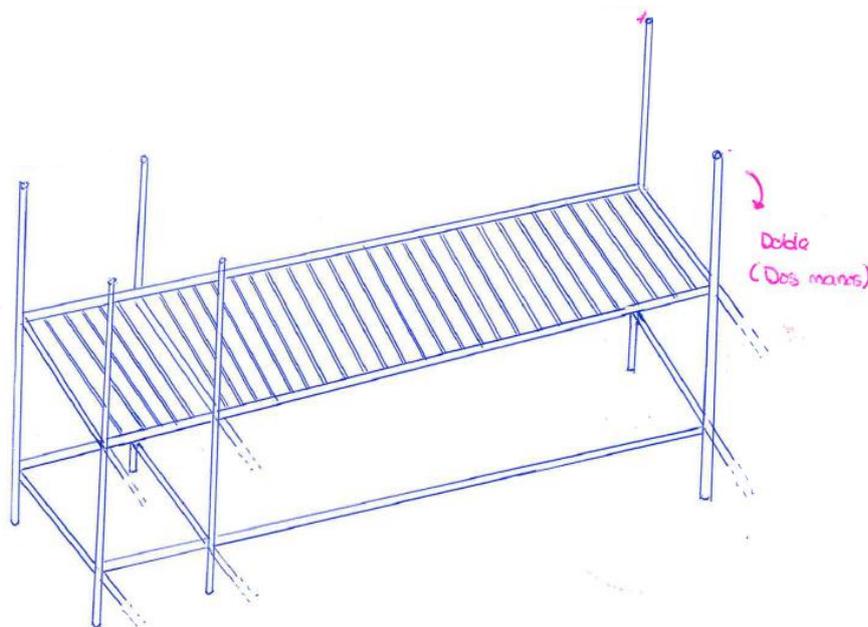


Imagen 31: Boceto inicial del karakuri de espumas y fundas, Zona picking

Las transmisiones las diseña Kivnon así como las comunicaciones entre AGVs. Cuando el AGV se coloca en posición para la descarga transmite una señal a las transmisiones para indicar que está ahí colocado y en el caso de que los sensores detecten el lote entero en el Karakuri procederán a la descarga, en caso de no ser así esperará. Una vez cargado el AGV, volverá a lanzar la señal para que se cierren las transmisiones.

Con todas las especificaciones anteriores el diseño final a implantar es el siguiente:

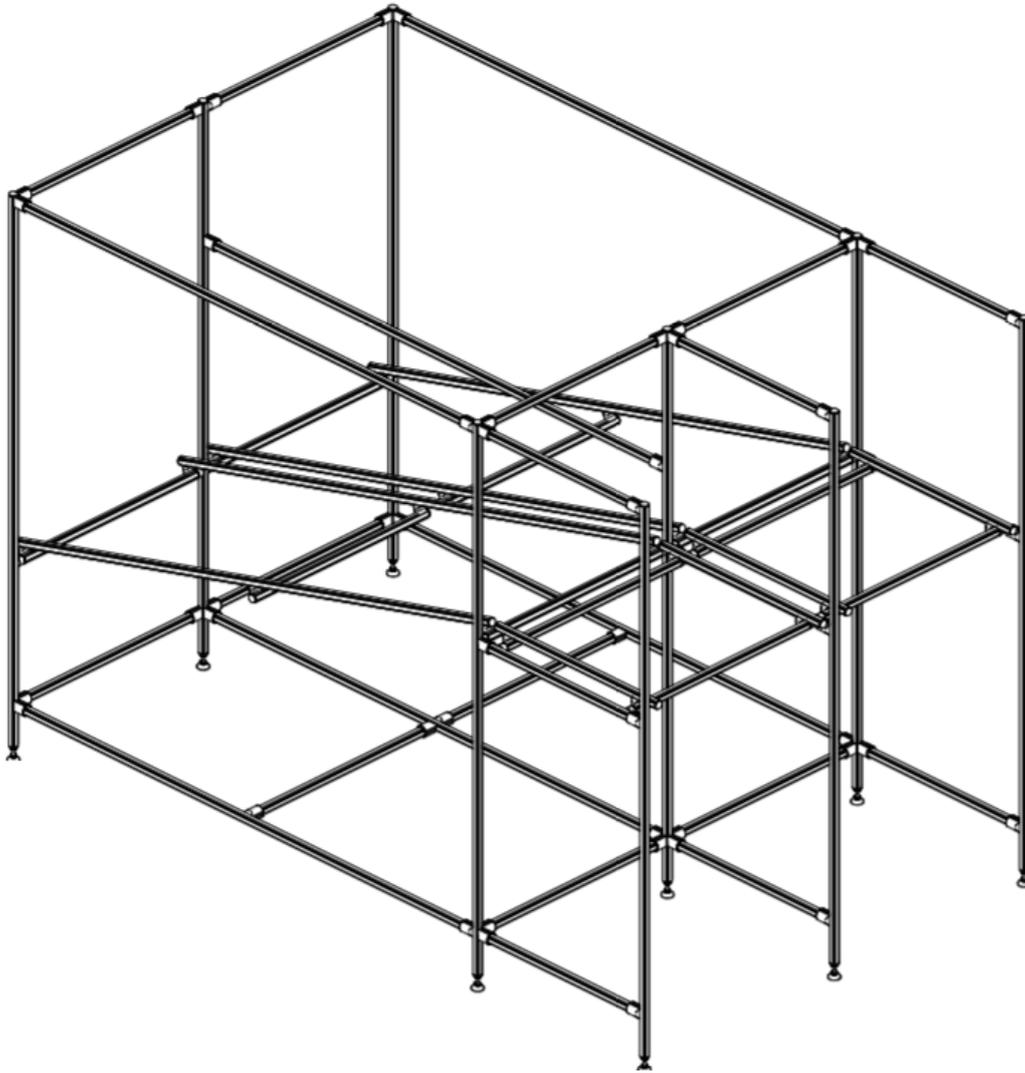


Imagen 32: Diseño final del karakuri de espumas y fundas, Zona picking

Se compone de perfiles como el que se muestra en la siguiente imagen que son fácilmente ajustables a alturas y anchuras deseadas con las uniones específicas. Por ello, las alturas no se diseñaron hasta el último momento.

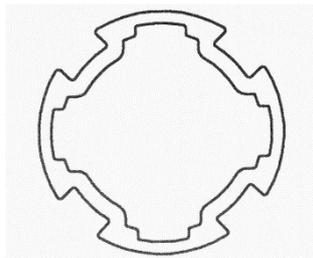


Imagen 33: Sección del perfil D30 de item

5.1.2 CARROS

Los carros para el transporte de materiales es la parte más complicada del diseño del sistema. La falta de espacio en planta tampoco es una ventaja a nuestro favor por ello en el diseño de los carros se pusieron sobre la mesa varias opciones, todas ellas implicaban un sistema Karakuri.

Teniendo en cuenta que para que el ciclo se llevase a cabo el número mínimo de espumas y fundas por mano tiene que ser de 12 por tanto en total 24 juegos de espumas y fundas preseleccionadas y montadas. Las medidas son las utilizadas para el Karakuri del Picking y por tanto es un módulo más pequeño y en la misma disposición. Los carros dispondrán de dos transmisiones, una para el Picking y otra para la línea que se abrirán y cerrarán cuando el AGV y los sensores lo ordenen

. Las dimensiones del carro se plasman en el siguiente boceto:

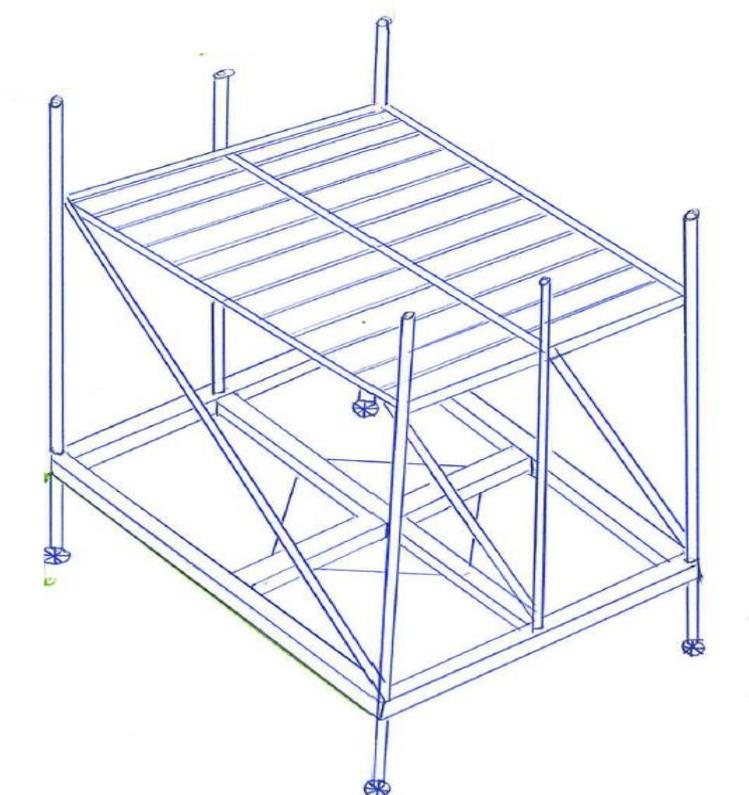


Imagen 34: Boceto inicial del carro de espumas y fundas

Los carros llevarán en la parte inferior un ajuste para encajar el AGV previamente diseñado y usado en la empresa. Los perfiles de la sujeción de la parte inferior serán diferentes a los usados en el resto del carro los cuales son los mismos que los usados en el Karakuri de Picking y en la línea.

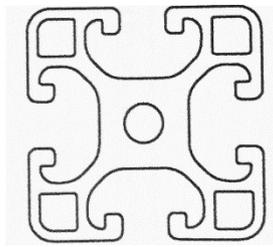


Imagen 35: Sección del perfil 40x40 light de item

Con todos los detalles especificados anteriormente el diseño final del carro es el siguiente:

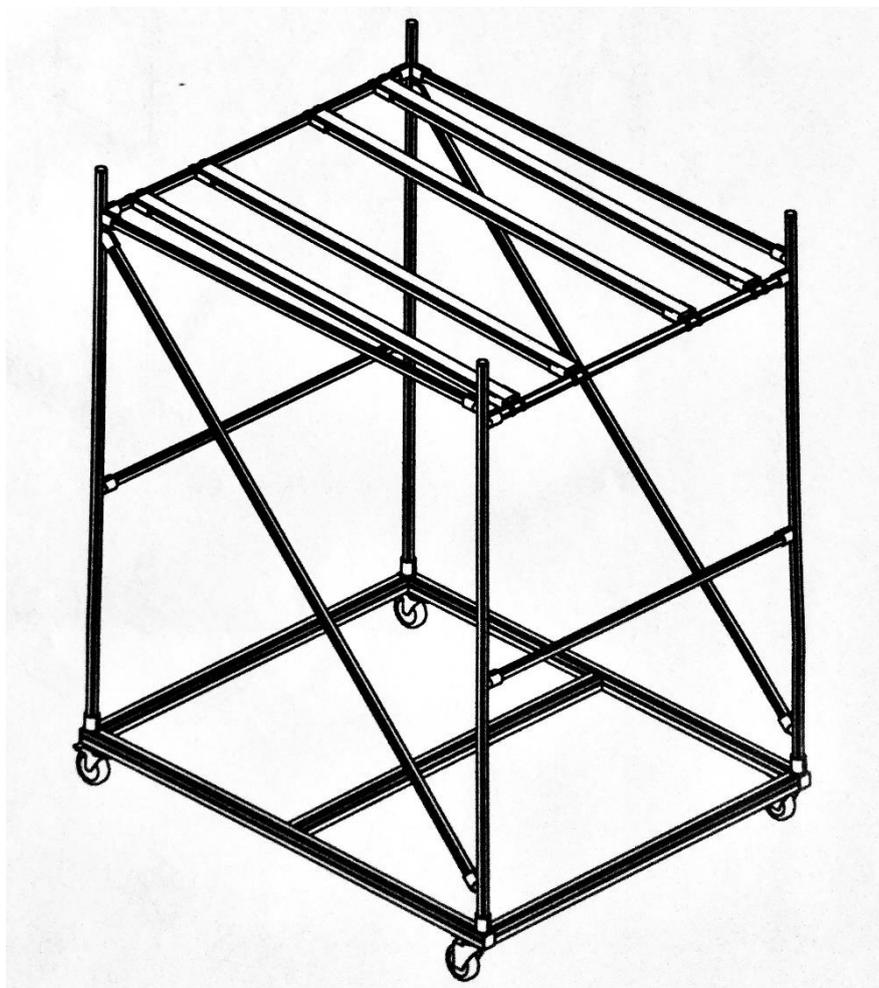


Imagen 36: Diseño final del carro de espumas y fundas

5.1.3 AGV Y RECORRIDO

Cada AGV realiza un ciclo distinto y es controlado por el mismo PLC, pero lo interesante en esta parte del diseño era estudiar la compatibilidad de los antiguos recorridos de AGVs con los que se pretenden instalar.

Anteriormente existía un recorrido dedicado exclusivamente para el transporte de armazones izquierdos, pero como estos van a ser trasladados a otra ubicación el recorrido queda libre.

La mejor opción de aprovechamiento de esta cinta magnética era diseñar el carro teniendo en cuenta sus medidas y distancias que puedan interferir con los carros. Este ahorro abarataría los costes de forma significativa ya que no solo eliminaríamos la compra de metros de cinta sino también la mano de obra. Por esta razón, las dimensiones y disposición de todos los Karakuri buscan favorecer la compatibilidad de recorridos.

En las siguientes imágenes se muestran el antes y el después:

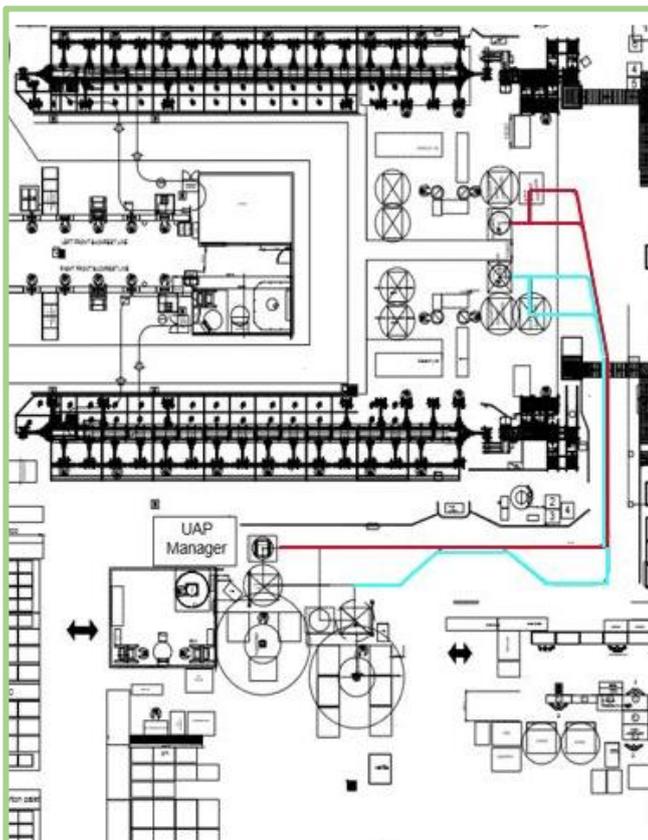


Imagen 37: Recorridos actuales de AGVs

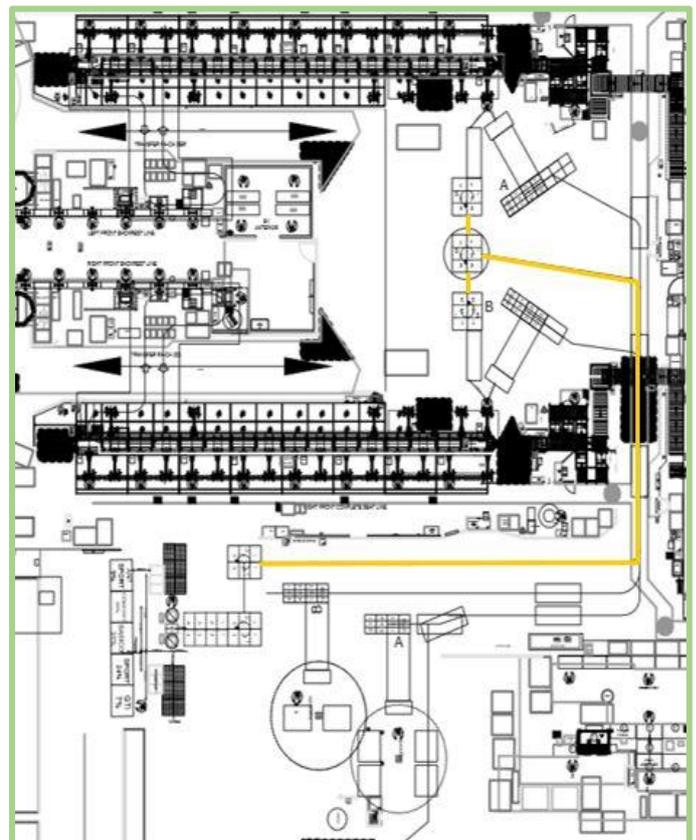


Imagen 38: Recorrido final de AGV de espumas y fundas

5.1.4 ZONA DE LÍNEA

El Karakuri de la línea es el más sencillo de diseñar debido a que es prácticamente el mismo que el de la zona de Picking, pero con un módulo más, 4 conjuntos más. En este caso ambas manos están ubicadas en diferentes lugares y su vaciado o descarga será, por tanto, la mitad de material en cada uno de ellos.

La vista en planta de la zona de la línea es la siguiente:

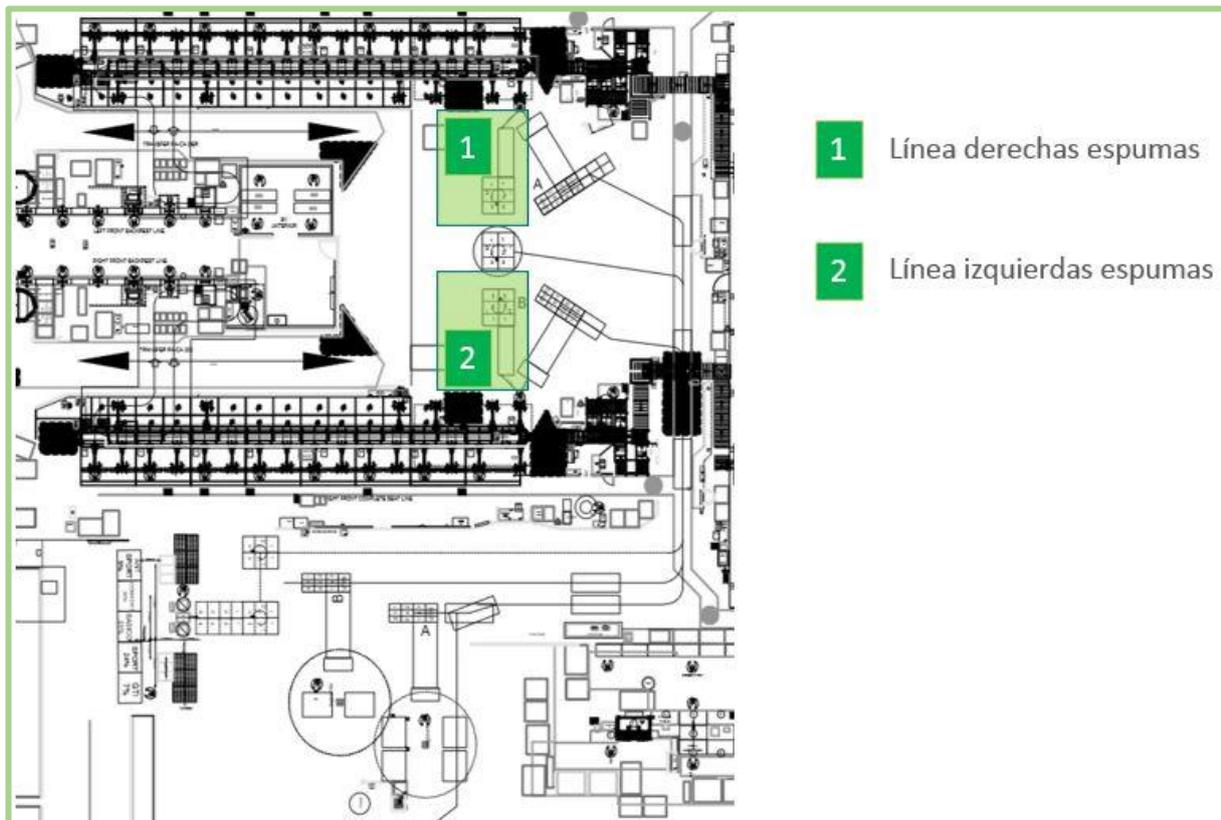


Imagen 39: Zona final línea de espumas y fundas

Como se observa la Mano de Obra Directa en estos puestos ha desaparecido debido a que como se ha explicado anteriormente en el apartado del Picking de espumas y fundas estos 2 operarios han sido ubicados en la zona de Picking final. Los materiales van directamente al primer operario de la cadena, el cual solo tiene que coger los materiales como realizaba anteriormente.

El lote que albergan dichos Karakuri es el mismo que el de los Karakuri de Picking ya que el diseño es el mismo, pero para una sola mano. Por tanto, se divide en 4 módulos para las columnas de 4 conjuntos de espumas y fundas.

En la parte superior del último módulo del Karakuri se ha diseñado una estructura lo suficientemente alta como para que pase una columna de 4 conjuntos de espumas y fundas y en la que irá colocada una cámara que leerá las etiquetas preseleccionadas para así eliminar una acción que antes realizaba el operario y reducir tiempos. La cámara que lee las etiquetas es una Std. Reader SR-2000 998 y para la línea de espumas y fundas son necesarias dos, una para cada línea. Como las espumas y fundas vienen colocadas en orden gracias a su preselección el primer operario de la cadena no tiene que pensar en el orden.



Imagen 40: Std. Reader-2000 998

El boceto inicial con las medidas correspondientes:

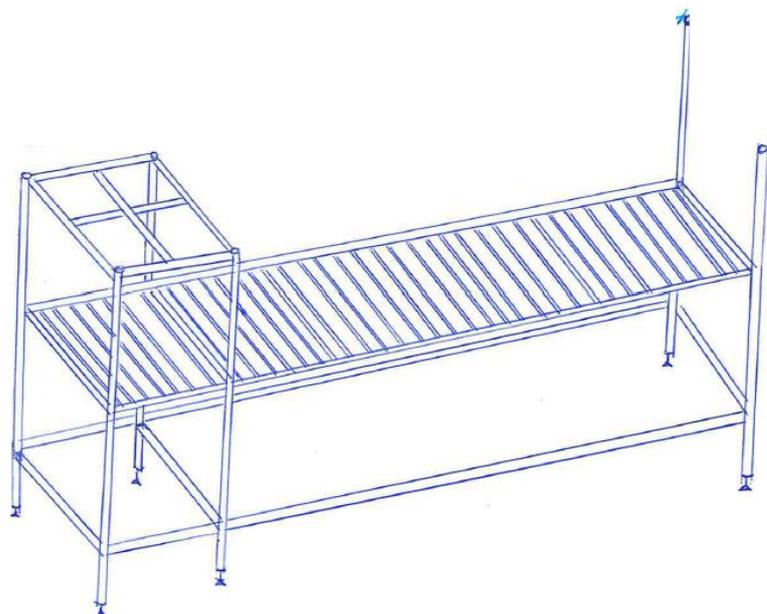


Imagen 41: Boceto inicial de karakuri de espumas y fundas, Zona línea

Al igual que los demás Karakuri lleva sensores y transmisores para comunicarse con el AGV y que impiden la descarga en caso de no haber espacio para el lote completo.

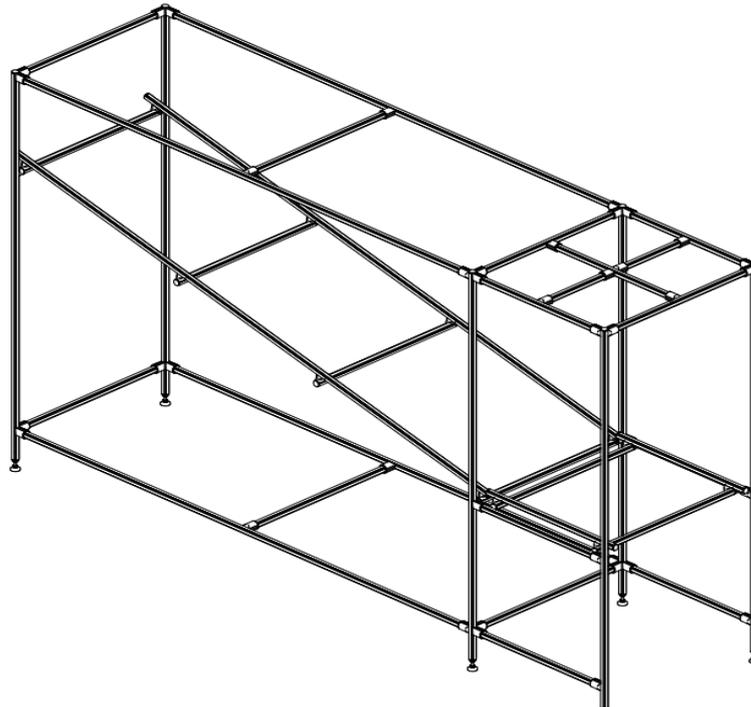


Imagen 42: Diseño final de karakuri de espumas y fundas, Zona línea

5.1.5 ALTURAS Y ERGONOMÍA

En el momento de ergonomía de la empresa se especifican las alturas idóneas sobre las que se pueden manejar los materiales en función del peso a manipular. En este caso, el conjunto de 4 espumas con sus correspondientes fundas está en el rango de menos de 4 Kg por lo que las alturas permitidas son las siguientes:

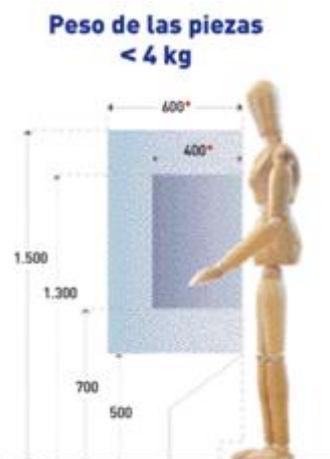


Imagen 43: Detalle de Memento de Ergonomía 1

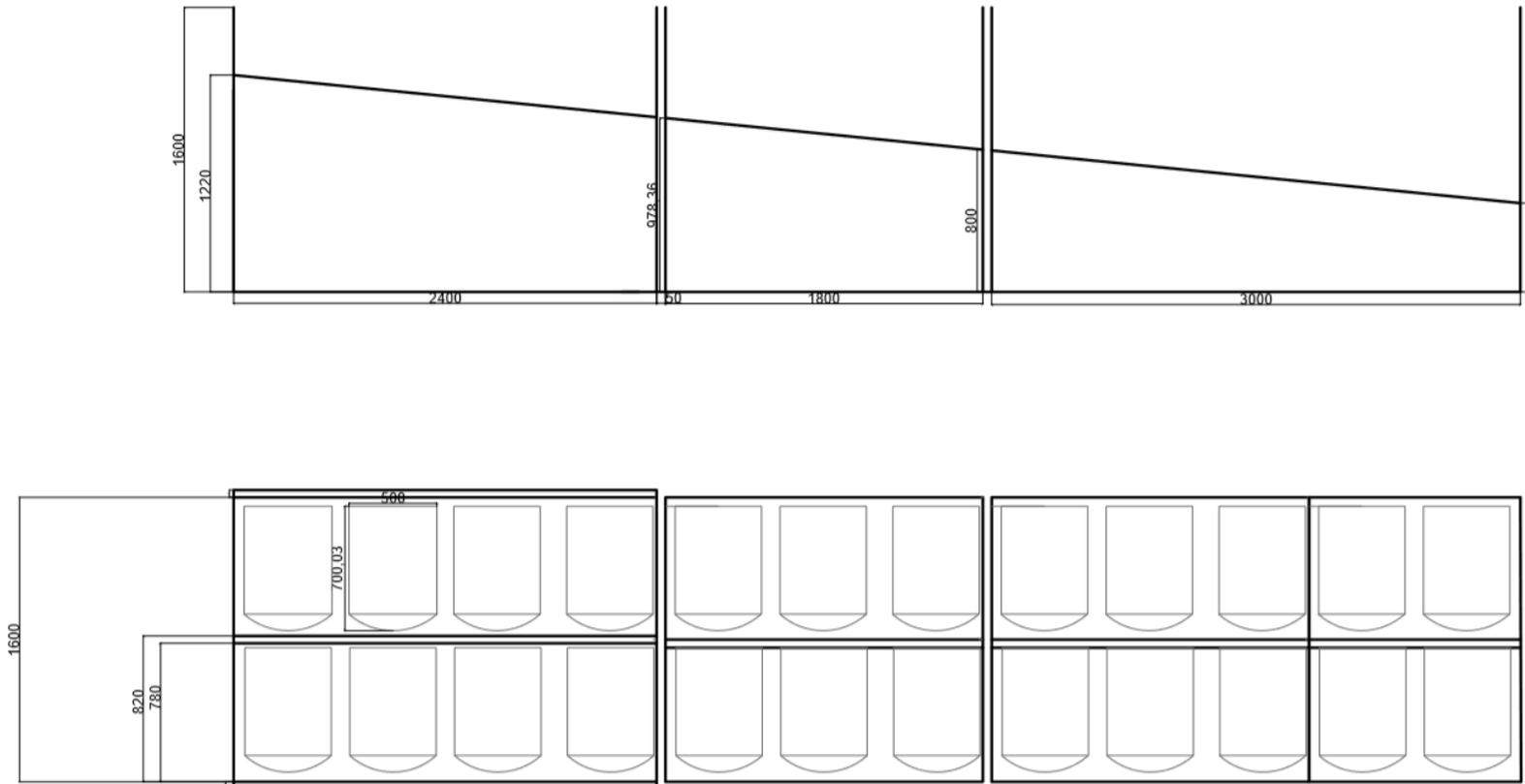


Imagen 44: Alturas del sistemas de espumas y fundas

Como se observa en la imagen el límite inferior de medio metro no se supera y el superior de 1500 mm tampoco ya que queda un límite superior de 1220 mm por lo que cumple el memento de ergonomía.

5.2 ARMAZONES

El principal reto que supone este sistema en el caso de los armazones son las llamadas `cunas` o bandejas de transporte de estos que hacen que se necesiten retornos y por tanto la ergonomía tenga especial importancia en la fase de diseño.

Las cunas recogen el armazón y hacen su transporte mucho más sencillo pero el diseño de estas es complicado para que no dañe el armazón ni surjan imperfecciones durante el trayecto. Consultando otras empresas del grupo y a los proveedores finalmente el diseño de las cunas es el siguiente:

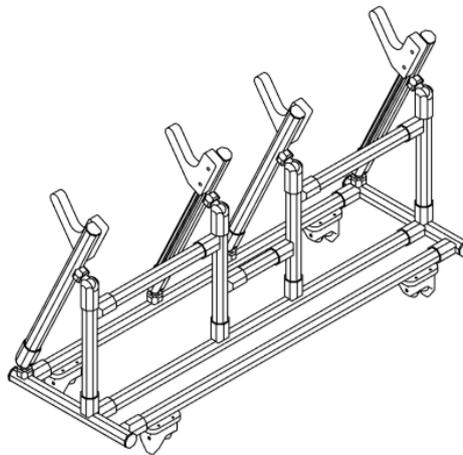


Imagen 45: Cuna de armazones

Este sistema Karakuri no es puro ya que interviene en gran parte los automatismos como pistones para elevaciones, sensores, barreras, etc.

5.2.1 ZONA DE PICKING

La localización de los Picking de armazones se encuentra en el mismo lugar que antes pero un poco desplaza junto a la línea de posterior 270. Se moverán tal cual están los materiales e ingravidos de una zona a otra.

Al igual que las espumas y fundas, el lote mínimo es de 12 y en el caso de los Karakuri de Picking y línea tienen que albergar lote y medio, es decir, 36 piezas que en este caso irán distribuidas de la siguiente forma:

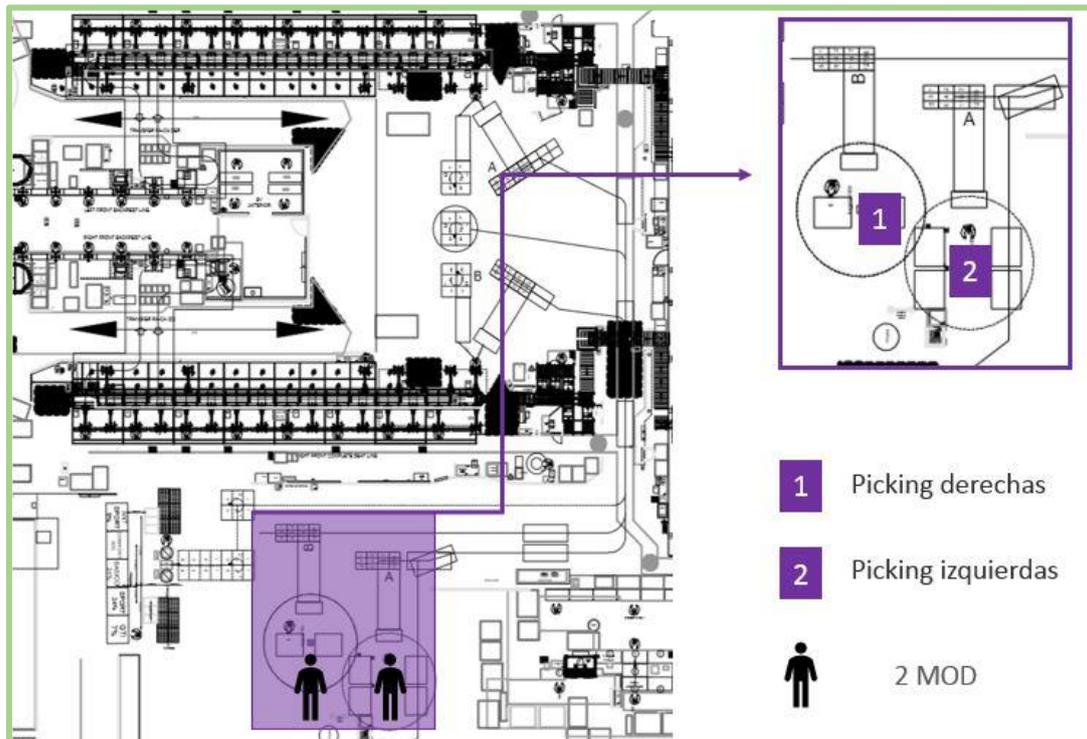


Imagen 46: Zona final de picking de armazones

Una vez cogido el armazón con el ingrívido este se coloca en el puesto y un doble pistón lo eleva hasta la altura del Karakuri para depositarlo en él. Al igual que en las espumas y fundas, cuenta con sensores para captar si está en el Karakuri el lote indicado y que comunican con el AGV para permitir o no descargar los armazones en el carro.

Acciones del operario en el Picking:

- Lectura de la secuencia en pantalla
- Coger con ingrívido el armazón correspondiente
- Colocación de armazón en cuna
- Lectura de etiqueta del armazón
- Pulsar cuando las dos cunas están llenas

En este caso no se descargará el lote completo en una sola fase, sino que lo hará en dos. Primero descargará los 6 primeros, el carro con el AGV avanzará hasta colocarse en la segunda posición para descargar el resto del lote. El proveedor es el que se ha encargado del diseño de este sistema.

El diseño final del Picking de armazones es el siguiente:

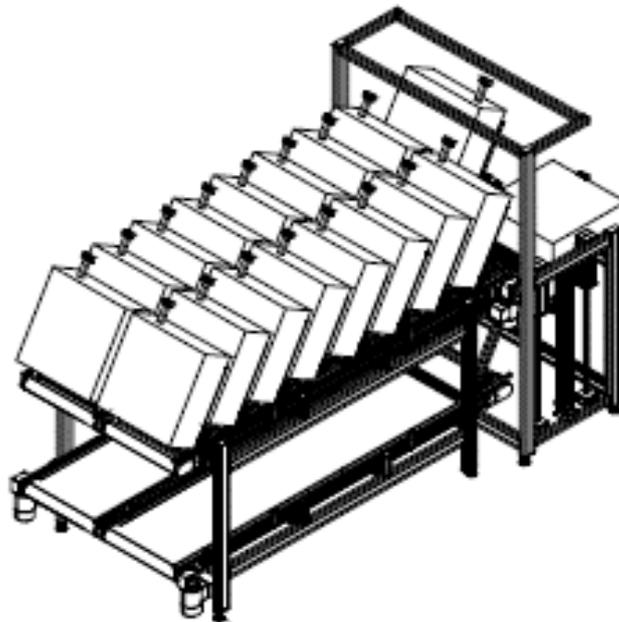


Imagen 47: Diseño final del karakuri de armazones, Zona picking

5.2.2 CARROS Y AGV

Al igual que en espumas y fundas el lote del carro es de 12 piezas por mano y las transmisiones son las empleadas también en los Karakuri de armazones.

Cuando el AGV llega a la posición estos se descargan en dos turnos, teniendo que avanzar para ello y retroceder o girar para moverse hacia la línea. En carro se alojan las cunas con los armazones en ellas y son transportados hacia las líneas y descargados con el mismo método anterior, en dos fases.

De la misma forma que los carros de espumas y fundas estos llevan en su parte inferior el soporte para que encaje el AGV que está en uso en la empresa.



Imagen 48: Diseño final del carro de armazones

5.2.3 AGV Y RECORRIDO

En este caso la compatibilidad de recorridos es prácticamente nula porque ya está siendo utilizado por el carro de espumas y fundas. Por ello se diseñan dos nuevos recorridos lo más simples posibles y pensando en el ahorro de espacio dejando mínimo de 20 cm de espacio entre carro y carro por seguridad. En la siguiente imagen se muestra el antes y el después de los recorridos:

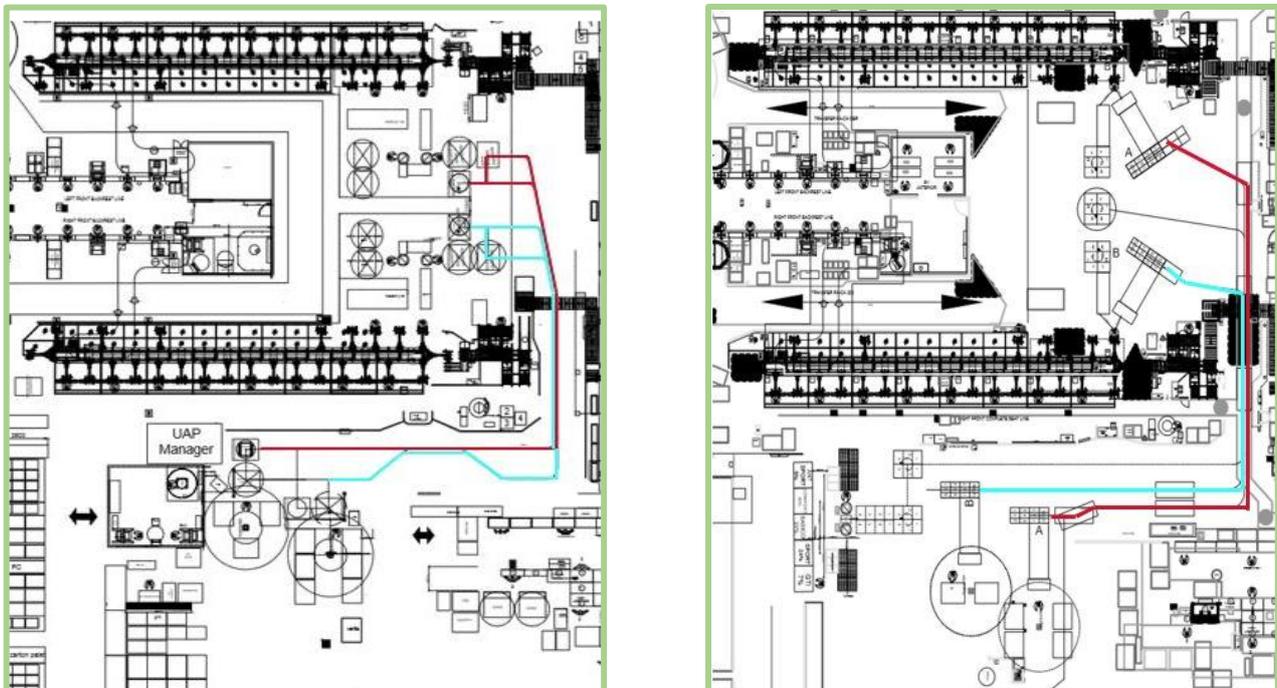


Imagen 49: Recorridos actuales de los AGVs vs recorridos finales de AGVs de armazones

5.2.4 ZONA DE LÍNEA

La zona de línea es prácticamente igual que la de Picking, pero con la inclinación invertida. Los armazones se descargan en 2 fases y en el Karakuri cabe lote y medio de piezas.

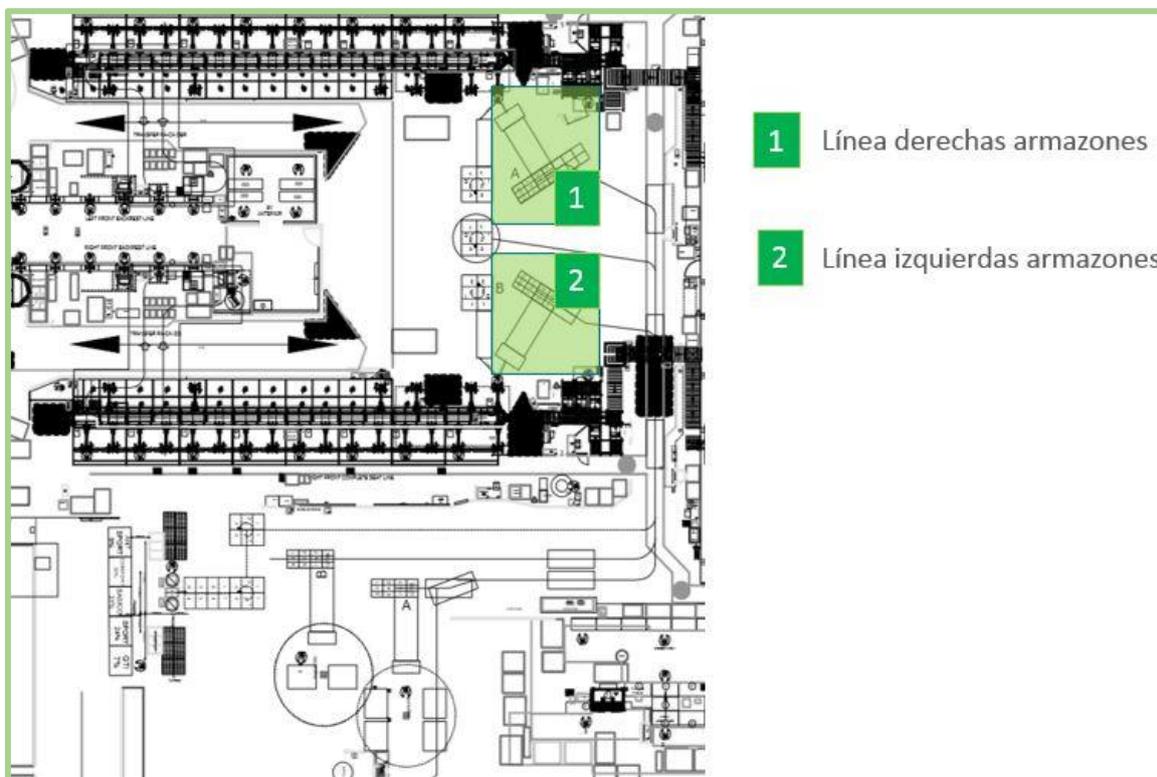


Imagen 50: Zona final de línea de armazones

Los dos operarios que estaban anteriormente en estos puestos tienen distintos caminos, uno pasa al Picking de armazones nuevo debido a que hacen falta dos operarios y el otro puesto desaparece consiguiendo una productividad de 3 operarios, uno por turno.

Como en la línea de espumas, aquí tampoco hay operarios y esto quiere decir que el material llega directamente al primer operario de la cadena. Como las cunas llegan albergan dos armazones y el operario puede dudar de cual coger primero se ha optado por el sistema Pick By Beam. El método Pick By Beam se utiliza en estaciones de trabajo donde se recogen artículos pequeños o en pequeños compartimentos. Este método consiste en la iluminación mediante LEDs de la zona de trabajo o la zona en la que se encuentra el material que se debe manipular para evitar errores o confusiones.

Este sistema cuenta con sensores para la detección de los materiales y de su retirada. Cuando el material se ha retirado la luz ED se apaga y se ilumina la siguiente. En este sistema harían falta dos sistemas Pick By Beam ya que se cuenta con dos Karakuris, uno para izquierdas y otro para derechas.



Imagen 51: Ejemplo del método Pick By Beam

Este es el diseño final de la línea de armazones:

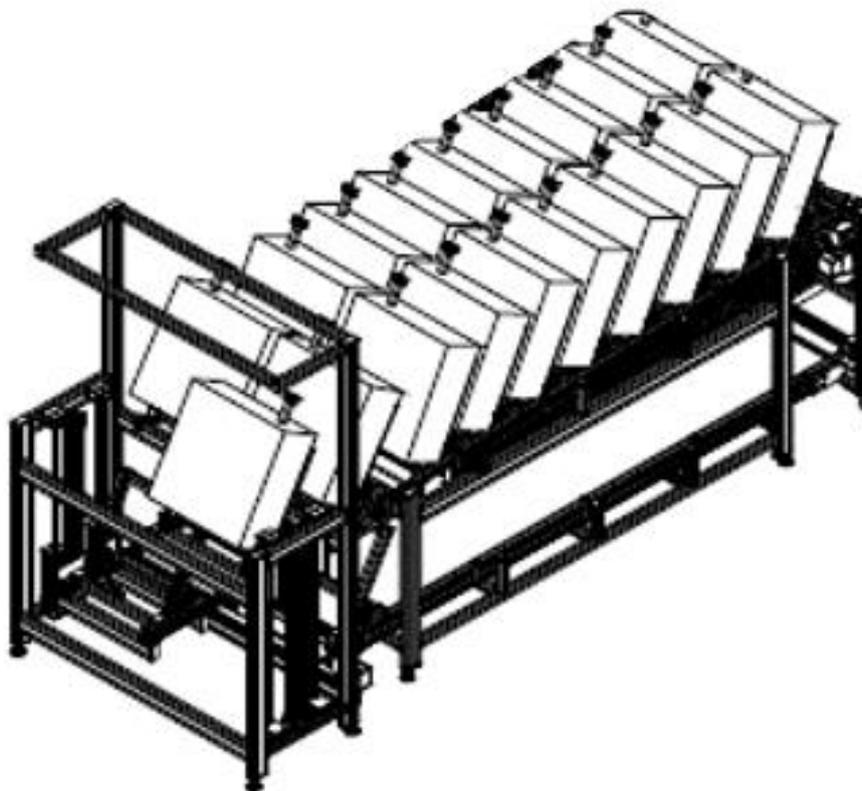


Imagen 52: Diseño final del karakuri de armazones, Zona línea

5.2.5 ALTURAS Y ERGONOMÍA

Al igual que en espumas, el rango de peso de los armazones es menor a 4Kg por lo que los límites son los mismos.

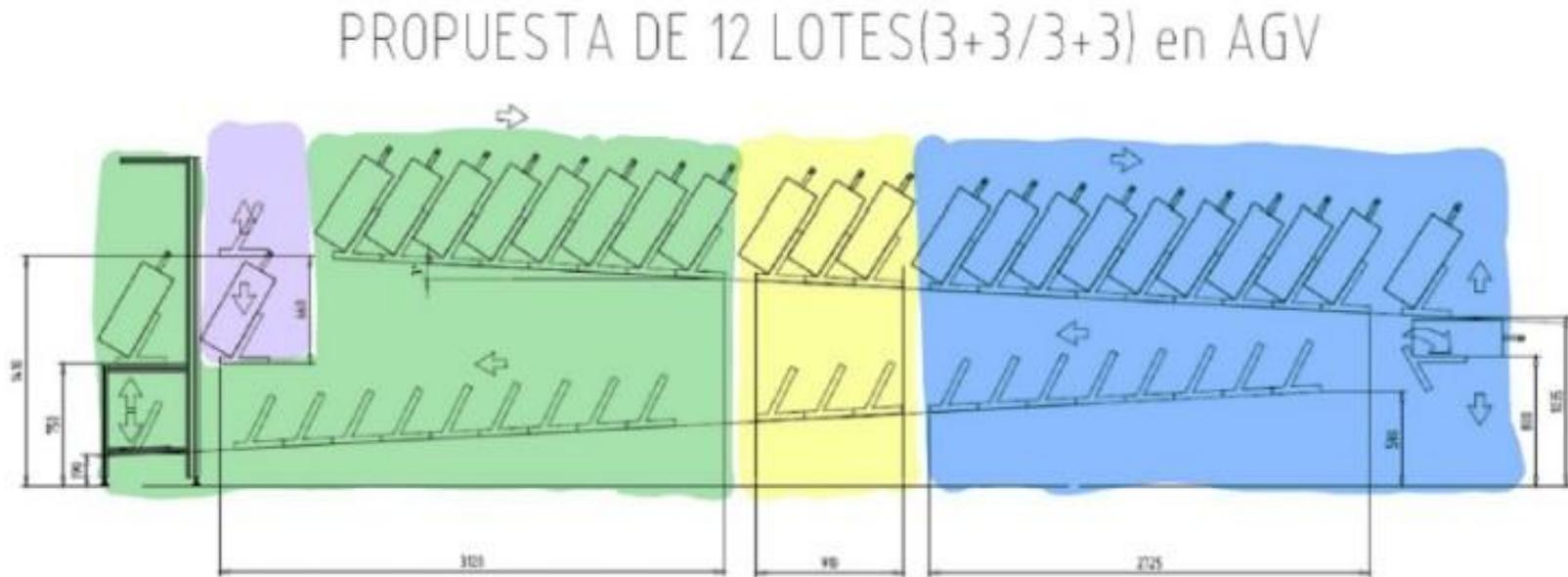


Imagen 53: Alturas del sistema karakuri de armazones

Poniendo el retorno de la línea a 500 mm sobre el suelo (límite inferior) ya que la parte más baja del Picking no nos interesa porque las cunas subirán mediante pistones y el operario no tiene que agacharse, el límite superior en la zona del Picking que es la zona más alta queda 1430 mm sobre el suelo, dentro del rango permitido por el memento de ergonomía.

5.3 CÁLCULO DE TIEMPOS Y AGVs

El único cálculo de tiempos necesario es el de espumas y fundas debido a su reubicación y redistribución de materiales en torno al puesto. Con las especificaciones y acciones de cada operario detalladas anteriormente hay que calcular si realmente el tiempo del que disponemos es suficiente, si sobra tiempo y realmente es viable.

ANTERIOR DERECHAS (ESPUMAS Y FUNDAS)	
	seg.
Situación Inicial (tiempo ciclo a 100%)	52.8
Takt time (509 piezas 2,5+8+1 Operarios)	49.3
Carga máxima x estación (110%)	54.3

OPERACIONES A ELIMINAR	
Pegado etiqueta O.F. a funda	0.0
Lectura etiqueta de funda	2.1
Retorno caja vacía fundas (1/14)	0.0
Intercambio de trolley (1/28)	0.7
Rotar trolley (1/14)	0.5

Operaciones a eliminar	3.3
Nuevo tiempo ciclo (eliminando oper.)	50.5
Excedente de tiempo para cargar al máximo	3.8
Pasos a incrementar (2 pasos a añadir total para espumas + fundas)	1.2
Nuevo tiempo ciclo	51.7
Excedente de tiempo para cargar al máximo	2.6
OK	

ANTERIOR IZQUIERDAS (ESPUMAS Y FUNDAS)	
	seg.
Situación Inicial (tiempo ciclo a 100%)	52.7
Takt time (525 piezas 2,5+8+1 Operarios)	47.8
Carga máxima x estación (110%)	52.6

OPERACIONES A ELIMINAR	
Pegado etiqueta O.F. a funda	0.0
Lectura etiqueta de funda	2.1
Retorno caja vacía fundas (1/14)	0.0
Intercambio de trolley (1/28)	0.7
Rotar trolley (1/14)	0.5

Operaciones a eliminar	3.3
Nuevo tiempo ciclo (eliminando oper.)	50.4
Excedente de tiempo para cargar al máximo	2.2
Pasos a incrementar (6 pasos a añadir total para espumas + fundas)	1.2
Nuevo tiempo ciclo	51.6
Excedente de tiempo para cargar al máximo	1.0
OK	

Tabla 9: Tiempos de proceso de anterior

Como para ambas manos existe un excedente de tiempo eso quiere decir que nos daría tiempo a realizar todas las acciones y por lo tanto es viable.

Una vez se ha demostrado que es viable se calcula el número de AGVs necesarios para ello teniendo en cuenta todos los tiempos, distancias y lotes a transportar añadiendo paradas e ineficiencias e incluso recargas de AGVs.

Cálculo automático																			
Valor clave																			
Información																			
Standard																			

0.58	35 m/min
0.67	40m/min
0.75	45 m/min
0.83	50 m/min

Carga online
30%

Uds/hora	Uds/AGV	Material	Picking	Línea	Distancia ida (m)	Distancia vuelta (m)	Carros/AGV	Viajes por hora	Velocidad teórica (m/s)	Paradas por viaje	Tiempo por parada (s)	Eficiencia de embotellamiento (standard)	Perdidas por giros (standard)	Tiempo por ciclo (s)	Tiempo de uso de AGV por hora	Ciclo teórico de AGV	Carga en línea (NOK significa que se necesita 1 AGV más)	AGV por ciclo en práctica	Frecuencia AGV en el flujo (mn)
78	16	Espumas y fundas	P1	D1	62	48	1	4.9	0.35	3.00	15.00	90%	90%	443.56	2,162.37	0.60	OK	1.00	12.31
78	12	Armazones izda	P2	D2	44	44	1	6.5	0.35	2.00	15.00	90%	90%	347.44	2,258.38	0.63	OK	1.00	9.23
78	12	Armazones dcha	P3	D3	32	32	1	6.5	0.35	2.00	15.00	90%	90%	262.79	1,708.11	0.47	OK	1.00	9.23

Tabla 10: Cálculos de AGV

El número de AGVs necesarios se calcula a partir de la tabla anterior y existen dos opciones del control de estos, una sería que cualquier AGV pudiera hacer cualquier recorrido en función de la demanda y disponibilidad de estos ya sea en línea o en el Picking. Este sería su cálculo:

Con gestión de flotas	Nº de AGVs	AGV adicional para cubrir el tiempo de carga	Total AGV
Cada AGV puede hacer todo el flujo. Obtienen la ruta a seguir desde un sistema central de gestión de flotas.	1.70	0	2

Tabla 11: Total AGVs con gestión de flotas

Por otro lado, está la opción más sencilla que no implica tantos sensores ni transmisores pero que también supondría un mayor número de AGVs ya que cada uno transportaría un solo carro y por tanto haría un solo ciclo. Este sería su cálculo:

Un AGV por ciclo	Nº de AGVs	AGV adicional para cubrir el tiempo de carga	Total AGV
Cada AGV hace un ciclo.	3.00	0	3

Tabla 12: Total AGVs por ciclo

Como se ha dicho la forma más simple necesita menos transmisores y sensores y requiere un menos tiempo de diseño y de implantación por lo que la opción elegida es esa lo que nos lleva a la necesidad de 3 AGVs para la implantación del sistema.

Teniendo en cuenta que ya existen 2 AGVs para el transporte de armazones en planta y que la supresión de otro AGV para el transporte de cabezales nos deja uno libre los tres AGV ya se tienen en la empresa.

5.4 REMODELACIÓN DEL LAYOUT

La implantación del nuevo sistema implicará la remodelación de gran parte del Layout actual de la planta.

Para la colocación de la zona de Picking lo más próxima posible a las líneas y compartiendo zona tanto espumas y fundas como armazones varias zonas de trabajo van a ser redistribuidas por la planta.

Estas son las principales zonas que se ven afectadas por la implantación del sistema:

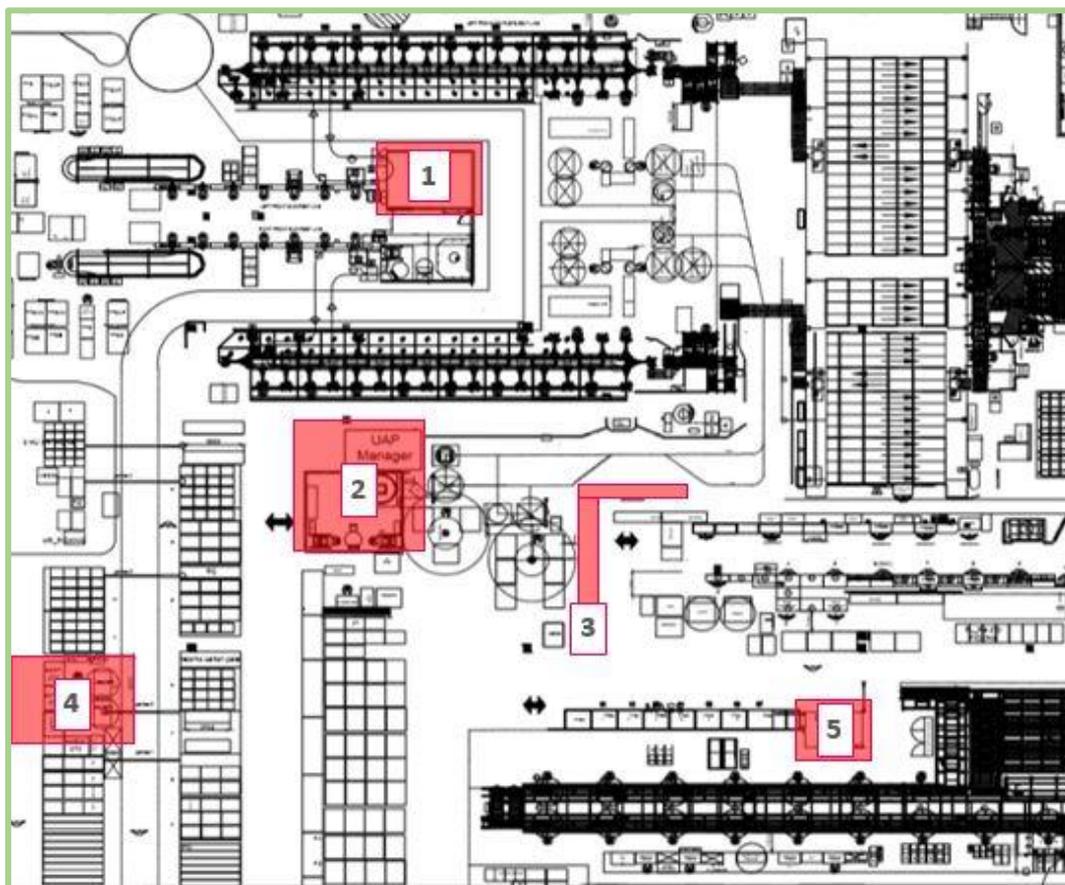


Imagen 54: Detalle planta actual con zonas de remodelación

Zona 1 y zona 2: La zona 1 prácticamente se traslada porque era demasiado pequeña para todo el personal que trabaja en ella y se reubica en la nueva zona que queda diáfana junto a las líneas. En ella se incluirá sitio para la UAP Manager cuyo despacho era la antigua zona 2 que tiene que ser reubicado debido a la nueva colocación del Picking de espumas y fundas en la zona más próxima a las líneas junto al de armazones. Es una ventaja mover el despacho del UAP Manager cerca de las líneas porque es un requisito indispensable en el trabajo de un Manager, tener todo bajo control.

Zona 3: La aproximación de los Picking de armazenes hacia las líneas de posterior hace que no quede sitio para el transporte de materiales mediante AGV de fundas de posterior a la línea por lo que la solución es eliminar ese AGV recolocándolo en el nuevo sistema y transportando esas fundas de posterior directamente el carretillero al cual se le ha dejado el sitio necesario.

Zona 4: El puesto donde se preseleccionadas tanto espumas como fundas se traspa a donde ahora sería la zona 2. Con el puesto hay que trasladar todos los materiales para evitar viajes innecesarios y reubicar los materiales más próximos a la actual zona dos para dejarlos en la actual zona 4.

Zona 5: La actual zona 5 es la oficina del supervisor de posterior y en la que también trabajan ayudantes o personal en prácticas. La idea es trasladarlo a la zona marcada con un recuadro verde en la que se montará un despacho más grande con espacio para ayudantes e incluso para reubicar gente de la zona 1.

Por tanto, el nuevo Layout incluyendo estas modificaciones y el nuevo sistema queda así:

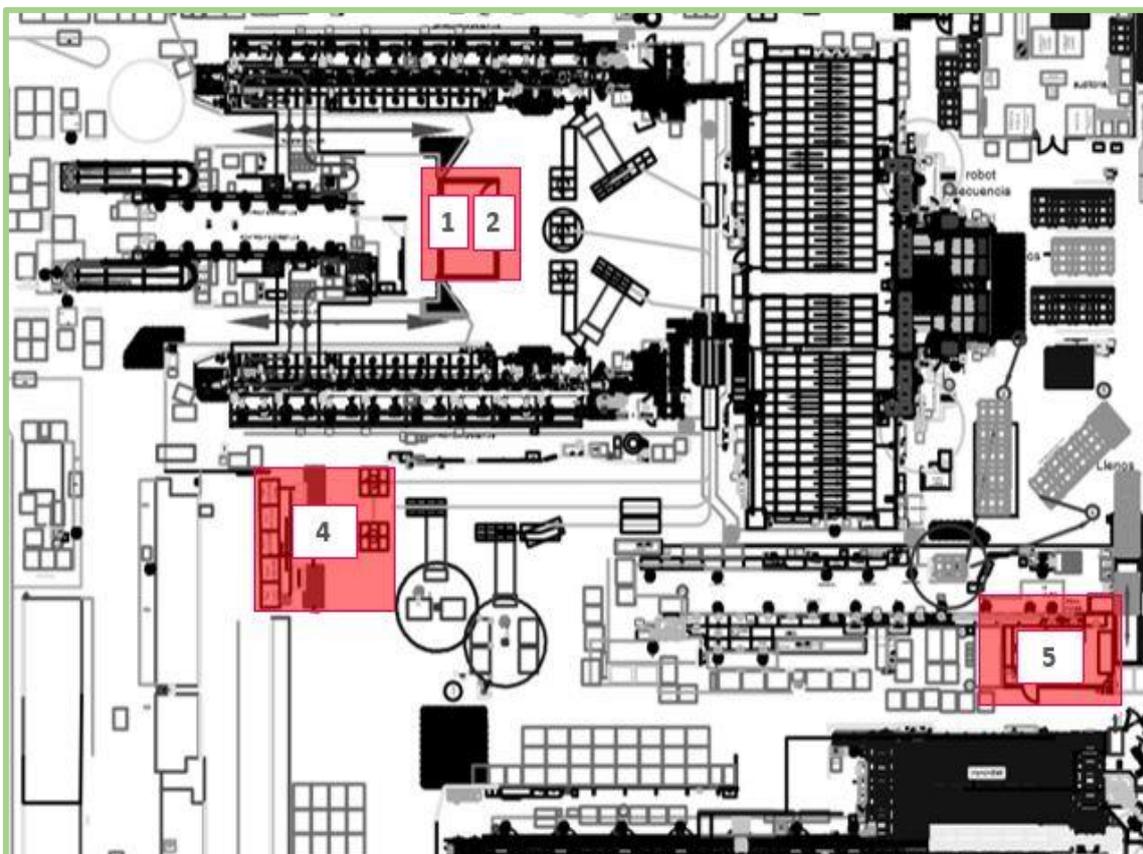


Imagen 55: Detalle planta final con zonas remodeladas

5.5 TIMING DE DISEÑO

5.5.1 INICIAL

Teniendo en cuenta que la fecha de implantación prevista, al menos de la primera fase de implantación, es la semana 15 o lo que es lo mismo la festividad de Semana Santa, el Timing de diseño se estableció de la siguiente forma:

TIMING DE DISEÑO INICIAL	
Semana 7	<ul style="list-style-type: none"> * Presentación de propuestas. * Estimaciones de criterios aproximados. * Selección de alternativa definitiva.
Semana 8	<ul style="list-style-type: none"> * Toma de medidas de materiales y diseño preliminar del sistema. * Creación del sistema por Autocad. * Añadir dimensiones en el Layout inicial.
Semana 9	<ul style="list-style-type: none"> * Distribución de carros y RAC en Layout, compatibilidad de espacios y materiales.
Semana 10	<ul style="list-style-type: none"> * Redistribución de recorridos de AGVs, compatibilidad con los actuales, interferencias. * Selección de la implantación.
Semana 11	<ul style="list-style-type: none"> * Montaje de prototipos de espumas y fundas físicamente y perfeccionamiento del diseño final.
Semana 12	<ul style="list-style-type: none"> * Diseño con Kivnon de los recorridos finales de los AGVs y materiales a necesitar.
Semana 13	<ul style="list-style-type: none"> * Obtención de presupuestos totales y lanzamiento de la CAR.
Semana 14	<ul style="list-style-type: none"> * Diseño y formación de los nuevos puestos de trabajo a los operarios.

Tabla 13: Timing de diseño inicial

5.5.2 TRAS COVID-19

El COVID-19 afectó en mayor parte al planning de implantación, aunque también en la última fase del diseño alargando estas 4 semanas en las que la empresa cesó su producción y las cuales sirvieron para un diseño más detallado del conjunto.

TIMING DE DISEÑO FINAL	
Semana 7	* Presentación de propuestas. * Estimaciones de criterios aproximados. * Selección de alternativa definitiva.
Semana 8	* Toma de medidas de materiales y diseño preliminar del sistema. * Creación del sistema por Autocad. * Añadir dimensiones en el Layout inicial.
Semana 9	* Distribución de carros y RAC en Layout, compatibilidad de espacios y materiales.
Semana 10	* Redistribución de recorridos de AGVs, compatibilidad con los actuales, interferencias. * Selección de la implantación.
Semana 11	* Montaje de prototipos de espumas y fundas físicamente y perfeccionamiento del diseño final.
Semana 12	* Diseño con Kivnon de los recorridos finales de los AGVs y materiales a necesitar.
Semana 13	FÁBRICA CERRADA POR COVID-19
Semana 14	
Semana 15	
Semana 16	
Semana 17	
Semana 18	* Formación de los nuevos puestos de trabajo a los operarios.

Tabla 14: Timing de diseño tras COVID-19

5.6 PRODUCTIVIDAD

Si comparamos la Mano de Obra Directa de la situación actual con la final se puede observar una disminución de 2 operarios de MOD de una respecto a la otra. Uno de ellos es del actual Picking de espumas, perteneciente a logística, y otro de ellos de la línea de armazones, perteneciente a ingeniería. Esto nos lleva a 6 operarios en total, 2 por turno, consiguiendo la productividad deseada inicialmente de 3 en el Departamento de Logística y 3 en el de Ingeniería.

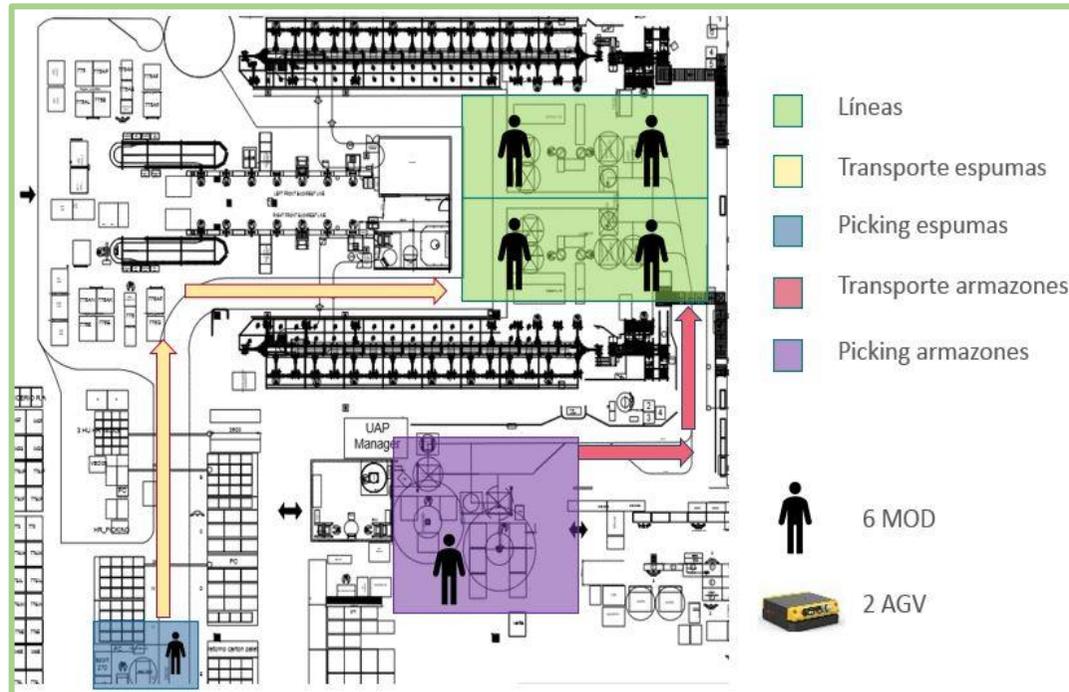


Imagen 56: Situación inicial

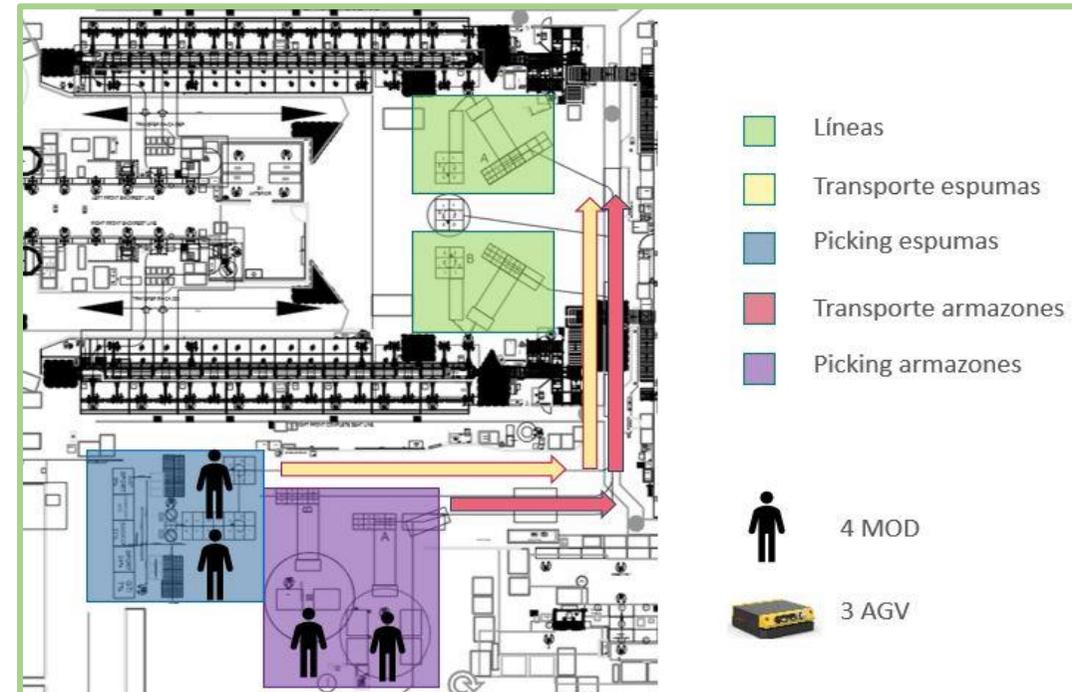


Imagen 57: Situación final

CAPÍTULO 6: IMPLANTACIÓN

La implantación del sistema seleccionado antes del 1 de junio para poder lograr la productividad señalada de 6 operarios menos fue uno de los requisitos fundamentales a cumplir en la selección de las alternativas.

Para la implantación se barajaron dos opciones distintas, una la de instalar todo simultáneamente y la otra por fases. Sin embargo, la parada de producción y por tanto el cierre de la empresa debido al COVID-19 hizo modificar por completo la implantación. Por ello, en los siguientes apartados se han separado en primer lugar las opciones a seguir, el planning de implantación inicial y por último el planning de implantación tras la parada por COVID-19.

6.1 OPCIONES

6.1.1 IMPLANTACIÓN EN UNA FASE

Como en la mayoría de los casos, las implantaciones suelen realizarse en una sola fase lo que implica menos tiempo para llevarla a cabo. Esto puede ser una ventaja en un marco global del proyecto porque la productividad se lograría antes, pero una desventaja teniendo en cuenta que el margen de tiempo para la implantación en una empresa en la cual la producción es continua las 24 horas exceptuando fines de semana y festivos contados.

En este caso, la fecha adecuada y programada se concluyó que sería los días de festividad de Semana Santa, es decir, los días 9, 10, 11, 12 y 13 de abril de 2020 en los cuales la planta estaría cerrada.

La principal desventaja sería la comentada anteriormente, el poco tiempo para implantar un sistema que aparentemente resulte simple y sencillo de instalar pero que en realidad tiene muchísimos factores a revisar durante la implantación. Por ejemplo, los AGVs y sus recorridos, así como los sensores y transmisores, necesitan un periodo de tiempo de prueba y error, el cual lleva varios días, para poner a punto todos y cada uno de ellos al unísono y funcionen correctamente.

Otra desventaja es la complejidad del diseño de los Karakuri de armazones y por tanto el tiempo de fabricación de estos. El proveedor prevé que puedan llegar para esa fecha, pero no con total seguridad lo que puede convertirse en un retraso de llegada y que desmonte todo el plan inicial de implantación. A parte de esto, aunque llegasen a tiempo no daría tiempo a

haber montado anteriormente el sistema en el almacén del proveedor como inicialmente se planeó para evitar fallos con anterioridad a la implantación.

La remodelación del Layout, tanto estanterías como despachos se llevaría a cabo durante esos días solamente.

Por otra parte, tampoco daría tiempo a la prueba con operarios y a su formación fuera de horario laboral.

La implantación en una sola fase quedaría de la siguiente forma:

TIMING IMPLANTACIÓN EN UNA FASE				
9 de Abril	10 de Abril	11 de Abril	12 de Abril	13 de Abril
<ul style="list-style-type: none"> * Instalación de los karakuri de armazones y espumas y fundas. * Desmontaje y montaje del resto del Layout (despachos y estanterías). * Colocación de recorridos y PLC para AGVs. 			<ul style="list-style-type: none"> * Pruebas de transmisiones y funcionamiento de AGVs y sensores (PLC). * Interferencias entre carros y tiempos. * Pruebas de conjunto. 	

Tabla 15: Timing para una fase

6.1.2 IMPLANTACIÓN EN DOS FASES

Para proyectos de gran tamaño que involucran diferentes departamentos o incluso diferentes zonas de la empresa lo conveniente es la implantación por fases.

En el caso de este proyecto, las dos fases serían los dos sistemas diferenciados de diseño, es decir, el de espumas y fundas por un lado y el de armazones por el otro.

Teniendo en cuenta que el sistema más simple de diseño y por tanto el más rápido de fabricación e implantación es el de espumas y fundas esta será la primera fase que en principio se instalaría en las mismas fechas que el de una única fase dejándonos tiempo suficiente para comprobar si verdaderamente existe algún fallo durante su colocación.

La principal desventaja es la compatibilidad del sistema actual de transporte de armazones con el nuevo de espumas y fundas que es complicado de diseñar, pero no imposible.

Sin embargo, las ventajas son mayores que en la otra opción ya que la disposición de tiempo para validar el correcto funcionamiento de los componentes asegura con mayor probabilidad un mejor funcionamiento a corto y largo plazo del sistema. Por una parte, los operarios tendrán tiempo para su formación en los nuevos puestos en la primera fase mientras que en los almacenes del proveedor se harán pruebas del sistema Karakuri de armazones (2ª fase).

La segunda fase se llevaría a cabo en diferentes fines de semana instalando primero una mano de armazones, el derecho, y posteriormente la otra mano que como ya habrán comprobado anteriormente su funcionamiento los proveedores no habrá más problema que las transmisiones contando para ello esos fines de semana especificados.

La remodelación del Layout, tanto estanterías como despachos se llevaría a cabo durante esos las dos fases según sea más conveniente.

Teniendo en cuenta que la fecha límite es el 1 de junio las dos fases se distribuirían tal que así:

IMPLANTACIÓN EN DOS FASES	
1ª Fase	2ª Fase
9 de Abril - 3 de Mayo	4 de Mayo - 1 de Junio

Tabla 16: Timing para dos fases

6.2 TIMING

Barajando entre las dos opciones los directores de los diferentes departamentos de la empresa decidieron que el mejor sistema de implantación es el de dos fases asegurando así con certeza la buena implantación frente a la rapidez de la primera opción.

Así pues, repasando el timing de diseño e incluyendo las nuevas fechas de implantaciones este queda tal que así:

TIMING INICIAL		
D I S E Ñ O	Semana 7	* Presentación de propuestas. * Estimaciones de criterios aproximados. * Selección de alternativa definitiva.
	Semana 8	* Toma de medidas de materiales y diseño preliminar del sistema. * Creación del sistema por Autocad. * Añadir dimensiones en el Layout inicial.
	Semana 9	* Distribución de carros y RAC en Layout, compatibilidad de espacios y materiales.
	Semana 10	* Redistribución de recorridos de AGVs, compatibilidad con los actuales, interferencias. * Selección de la implantación.
	Semana 11	* Montaje de prototipos de espumas y fundas físicamente y perfeccionamiento del diseño final.
	Semana 12	* Diseño con Kivnon de los recorridos finales de los AGVs y materiales a necesitar.
	Semana 13	* Obtención de presupuestos totales y lanzamiento de la CAR.
	Semana 14	* Diseño y formación de los nuevos puestos de trabajo a los operarios.
I M P L A N T A C I Ó N	Semana 15	* Implantación de la 1ª fase (espumas y fundas).
	Semana 16	* Detección y corrección de fallos en la 1ª fase.
	Semana 17	* Contrucción de 2ª fase en talleres de Sinerges para puesta a punto.
	Semana 18	* Corrección de errores en talleres Sinerges y transporte a planta.
	Semana 19	* Implantación de la 2ª fase (armazones) en planta.
	Semana 20	* Detección y corrección de fallos en la 2ª fase (recorridos AGVs).
	Semana 21	* Detección y corrección de fallos en la 2ª fase (PLCs, comunicaciones).
	Semana 22	* Detección y corrección de fallos en la 2ª fase (interferencias).

Tabla 17: Timing de implantación inicial

6.3 IMPLANTACIÓN TRAS COVID-19

Tras el paro de producción por el COVID-19 la implantación y parte del diseño se vio totalmente paralizada por lo que tras este parón el nuevo timing seguiría el curso del anterior, pero retrasando la implantación las semanas en las que no hubo producción, aunque la fase

de diseño se mantendría y extendería durante el parón y las fechas de implantación variarían y se fijarían en fines de semana posteriores hasta una total implantación la semana 26, es decir, la semana del 22 al 28 de Junio. El nuevo timing queda de la siguiente forma:

TIMING FINAL		
D I S E Ñ O	Semana 7	* Presentación de propuestas. * Estimaciones de criterios aproximados. * Selección de alternativa definitiva.
	Semana 8	* Toma de medidas de materiales y diseño preliminar del sistema. * Creación del sistema por Autocad. * Añadir dimensiones en el Layout inicial.
	Semana 9	* Distribución de carros y RAC en Layout, compatibilidad de espacios y materiales.
	Semana 10	* Redistribución de recorridos de AGVs, compatibilidad con los actuales, * interferencias. Selección de la implantación.
	Semana 11	* Montaje de prototipos de espumas y fundas físicamente y perfeccionamiento del diseño final.
	Semana 12	* Diseño con Kivnon de los recorridos finales de los AGVs y materiales a necesitar.
	Semana 13	<div style="border: 1px solid red; padding: 5px; display: inline-block;">FÁBRICA CERRADA POR COVID-19</div>
	Semana 14	
	Semana 15	
	Semana 16	
Semana 17		
Semana 18	* Formación de los nuevos puestos de trabajo a los operarios.	
I M P L A N T A C I Ó N	Semana 19	* Implantación de la 1ª fase (espumas y fundas).
	Semana 20	* Detección y corrección de fallos en la 1ª fase.
	Semana 21	* Contrucción de 2ª fase en talleres de Sinerges para puesta a punto.
	Semana 22	* Corrección de errores en talleres Sinerges y transporte a planta.
	Semana 23	* Implantación de la 2ª fase (armazones) en planta.
	Semana 24	* Detección y corrección de fallos en la 2ª fase (recorridos AGVs).
	Semana 25	* Detección y corrección de fallos en la 2ª fase (PLCs, comunicaciones).
	Semana 26	* Detección y corrección de fallos en la 2ª fase (interferencias).

Tabla 18: Timing de implantación tras COVID-19

CAPÍTULO 7: PRESUPUESTOS Y AMORTIZACIÓN

Para lograr que se acepte el proyecto, este debe tener una amortización menor a 1,5 años. Esta norma es impuesta por el propio Grupo Faurecia en todos los proyectos que se diseñan en ella y que son revisados por el propio Grupo antes de lanzar la llamada CAR. La CAR es un documento en el cual se detallan todos los procesos que se van a llevar a cabo y sus correspondientes precios, así como la amortización del proyecto.

Una vez aprobada la CAR, el Grupo facilita la inversión a la empresa y se lleva a cabo el proyecto.

7. 1 PRESUPUESTOS

ARMAZONES

	Unidades	€/ud	Total €
Karakuri picking (instalación incluida)	2	15015,30	30030,60
Carro (instalación incluida)	2	9890,15	19780,30
Karakuri linea (instalación incluida)	2	15015,30	30030,60
Cunas	48	190,00	9120,00
Reubicación de puestos	2	1000,00	2000,00
Pruebas en taller	2	5000,00	10000,00
Precio total sin IVA			€ 100.961,50
Precio total con IVA (21%)			€ 122.163,42

Tabla 19: Presupuesto de karakuri de armazones

ESPUMAS Y FUNDAS

Elemento	Unidades	€/ud	Total €
Karakuri picking (instalación incluida)	1	9007,12	9007,12
Carro (instalación incluida)	1	5450,50	5450,50
Karakuri linea (instalación incluida)	1	8560,00	8560,00
Estanterías nuevas	10	150,00	1500,00
Reubicación del puesto	1	1000,00	1000,00
Precio total sin IVA			€ 25.517,62
Precio total con IVA (21%)			€ 30.876,32

Tabla 20: Presupuesto de karakuri de espumas y fundas

AGVs

	Unidades	€/ud	Total €
PLC	1	4500,00	4500,00
Sensores	12	95,00	1140,00
Mantenimiento 10 años	1	6000,00	6000,00
Seta de seguridad	3	500,00	1500,00
Línea magnética	100	2,23	223,00
Programación	1	5816,00	5816,00
Boxes	5	412,13	2060,65
Precio total sin IVA			€ 21.239,65
Precio total con IVA (21%)			€ 25.699,98

Tabla 21: Presupuesto de AGVs

IPLANTACIÓN

	Unidades	€/ud	Total €
Movimiento de estanterías	1	2000,00	2000,00
Movimiento de puestos	1	2000,00	2000,00
Pintura de suelo	50	14,16	708,00
Rubicación despachos	1	5000,00	5000,00
Modulos de trabajo	3	2930,45	8791,35
Precio total sin IVA			€ 18.499,35
Precio total con IVA (21%)			€ 22.384,21

Tabla 22: Presupuesto de implantación

PRECIO TOTAL	€	201.123,93
---------------------	---	-------------------

Tabla 23: Presupuesto total

7.2 AMORTIZACIÓN

AMORTIZACIÓN			
Inversión inicial		€ 201.123,93	
Ahorro por año	24,000 € x 6 operarios	€ 144.000,00	
	Amortización final	1,40	Años

Tabla 24: Amortización en años

La amortización es menor a 1,5 por lo que el proyecto es aprobado por el Grupo Faurecia.

CAPÍTULO 8: LINEAS DE MEJORA

Debido a la falta de tiempo que inicialmente se tenía tanto para el diseño del sistema como para su implantación y el posterior inconveniente de la parada debido al COVID-19 existen varios imprevistos que podían haberse evitado en el caso de disponer de ese tiempo.

Las dos principales ideas de mejora que siempre han estado encima de la mesa pero que por motivos de falta de tiempo de diseño no se pudieran realizar son las siguientes:

Realizar un sistema Karakuri puro: Para que un sistema Karakuri sea totalmente puro debe de carecer de energía eléctrica, hidráulica o neumática. Tampoco está controlado por un ordenador, sino por el propio diseño de la mecánica. En este proyecto se ha intentado principalmente en el Karakuri de espumas y fundas, llevara cabo este diseño de un Karakuri puro pero la falta de tiempo para su diseño y la seguridad que aportan los sensores no lo hicieron posible. Con los armazones ocurre exactamente lo mismo pero el inconveniente del peso era incluso mayor.

La idea de que el sistema pueda llegar a ser puramente Karakuri no está lejos de conseguirse si se invierte tiempo en el diseño de buenas transmisiones, topes y mecanismos movidos por el propio peso de los materiales.

El hecho de que sea exclusivamente movido por el diseño de la mecánica genera una buena visión de la empresa al utilizarse sistemas sostenibles que cada vez son más buscados por estas y sobre todo la mayor ventaja sería la casi nula necesidad de un mantenimiento correctivo por parte de la empresa. El mantenimiento se centraría en lo preventivo mayormente y los sistemas no dependerían de la corriente eléctrica y por tanto de los llamados degradados, sistemas alternativos a seguir si el principal no funciona.

Reducción del número de AGVs: Si bien es cierto que los AGVs al fin y al cabo son elementos automatizados que ayudan al transporte de materiales reduciendo el número de operarios implicados en él, estos requieren de un mantenimiento exhaustivo y constante tanto correctivo como preventivo ya experimentado durante años por la propia empresa en cuestión.

Lograr el correcto funcionamiento del sistema con el mínimo número de AGVs posible ha sido siempre una meta a alcanzar en el proyecto y que en gran medida se cumplió pero que siempre puede mejorarse con el tiempo.

Las interferencias de recorridos entre unos AGVs y otros son constantes y reducen la efectividad debido al tiempo que pierden en ellas. El principal inconveniente como ya se ha repetido a lo largo de todo el proyecto ha sido la falta de espacio y en este caso los AGVs tienen que pasar por el mismo trayecto en parte, siendo este estrecho y sin posibilidad de pasar simultáneamente dos o más AGVs lo que implica paradas y por tanto pérdidas de tiempo.

Las dos posibles líneas de mejora para este asunto son, en primer lugar, un correcto diseño de carros y recorridos totalmente estudiados, lo que implicaría mucho tiempo de diseño de estos. Y, en segundo lugar, una alternativa más ambiciosa que al fin y al cabo algún día deberá de tomar la empresa si quiere seguir aumentando la producción que demanda el cliente es la de la remodelación total de la distribución de la planta evitando la necesidad del transporte de materiales por AGVs y reubicando los materiales lo más cerca posible de las líneas y no realizando varias viajes hasta llegar a ellas.

CAPÍTULO 9: BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Castleberry, G. A. (1991). *The AGV handbook: a handbook for the selection of automated guided vehicle systems*.
- Faurecia. (2010). Memento de ergonomía. En G. Faurecia.
- item. (2006). *Soluciones Karakuri para proveedores en automoción*. Obtenido de <https://item24us.news/es/solucion-karakuri-para-proveedores-de-automocion/>
- KIVNON. (s.f.). *Kivnon*. Obtenido de <https://www.kivnon.com/> (21/04/2020)
- Nippon. (2007). *Muñecas mecánicas Karakuri*. Obtenido de Muñecas mecánicas Karakuri
- Stephen Cameron, P. P. (1994). *Advanced guided vehicles aspects of the Oxford AGV project*.
- Synersight. (2018). *Synersight Smart Logistics*. Obtenido de <https://synersight.es/agvs-parts-and-technologies/> (15/04/2020)
- Tecnoconfort.SA. (2019). *Ingeniería de procesos*. Pamplona.
- Tecnoconfort.SA. (2019). *RRHH, Presentación de acogida*. Pamplona.
- UPC. (2015). *Origen de los AGVs*. Obtenido de http://www-assig.fib.upc.es/~rob/protegit/treballs/Q2_03-04/agvs/index.htm (16/03/2020)

CAPÍTULO 10: PLANOS

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO Nº 1 : PLANO DE SITUACIÓN

PLANO Nº 2 : PLANO DE EMPLAZAMIENTO

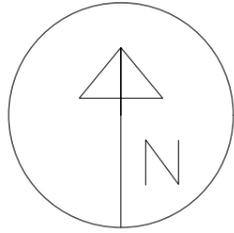
PLANO Nº 3 : PLANO ACTUAL DE LA PLANTA BAJA

PLANO Nº 4 : PLANO ACTUAL DE LA 1ª PLANTA

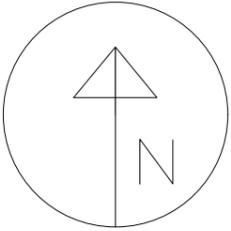
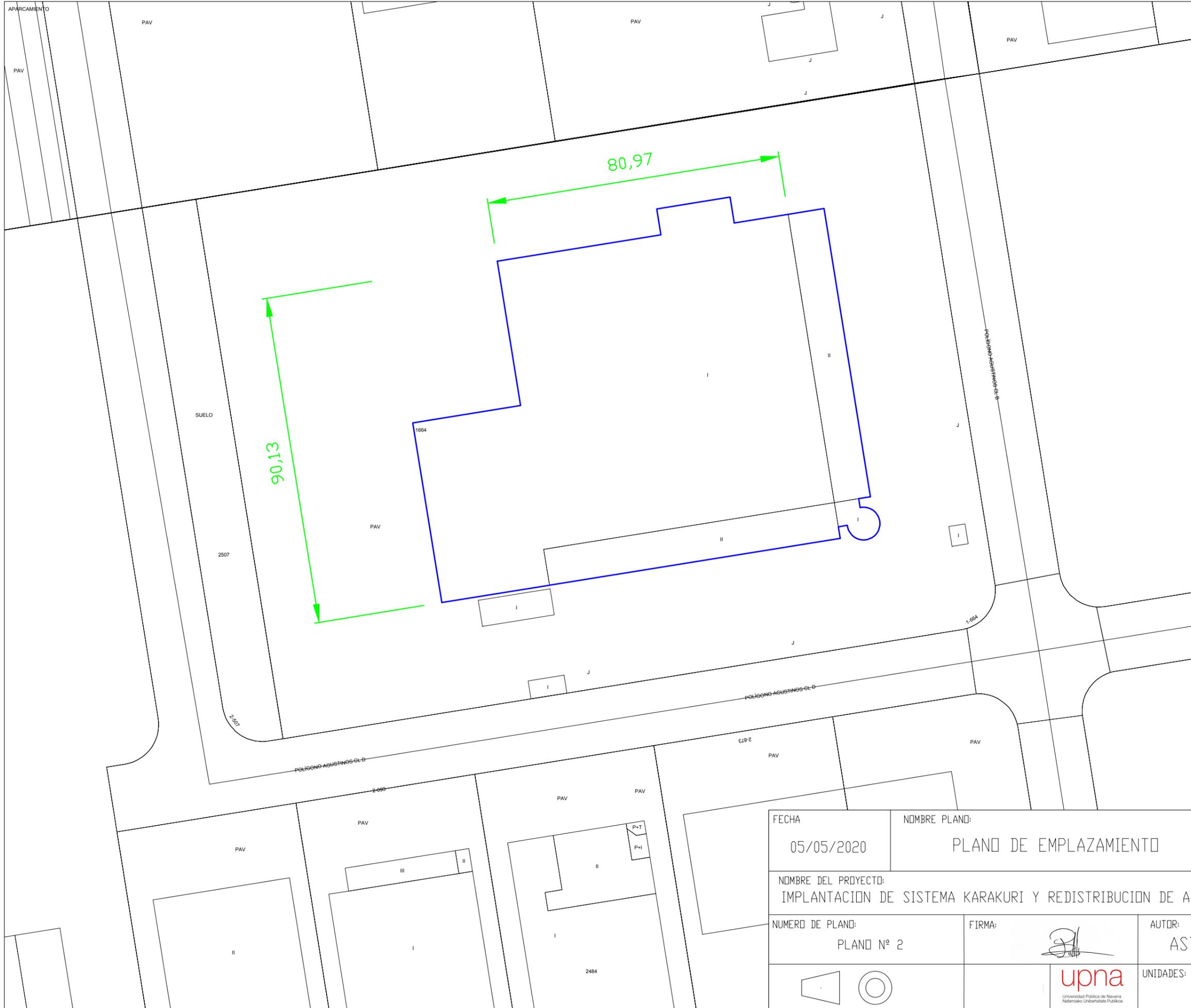
PLANO Nº 5 : PLANO ACTUAL DEL SISTEMA

PLANO Nº 6 : PLANO FINAL DE LA PLANTA

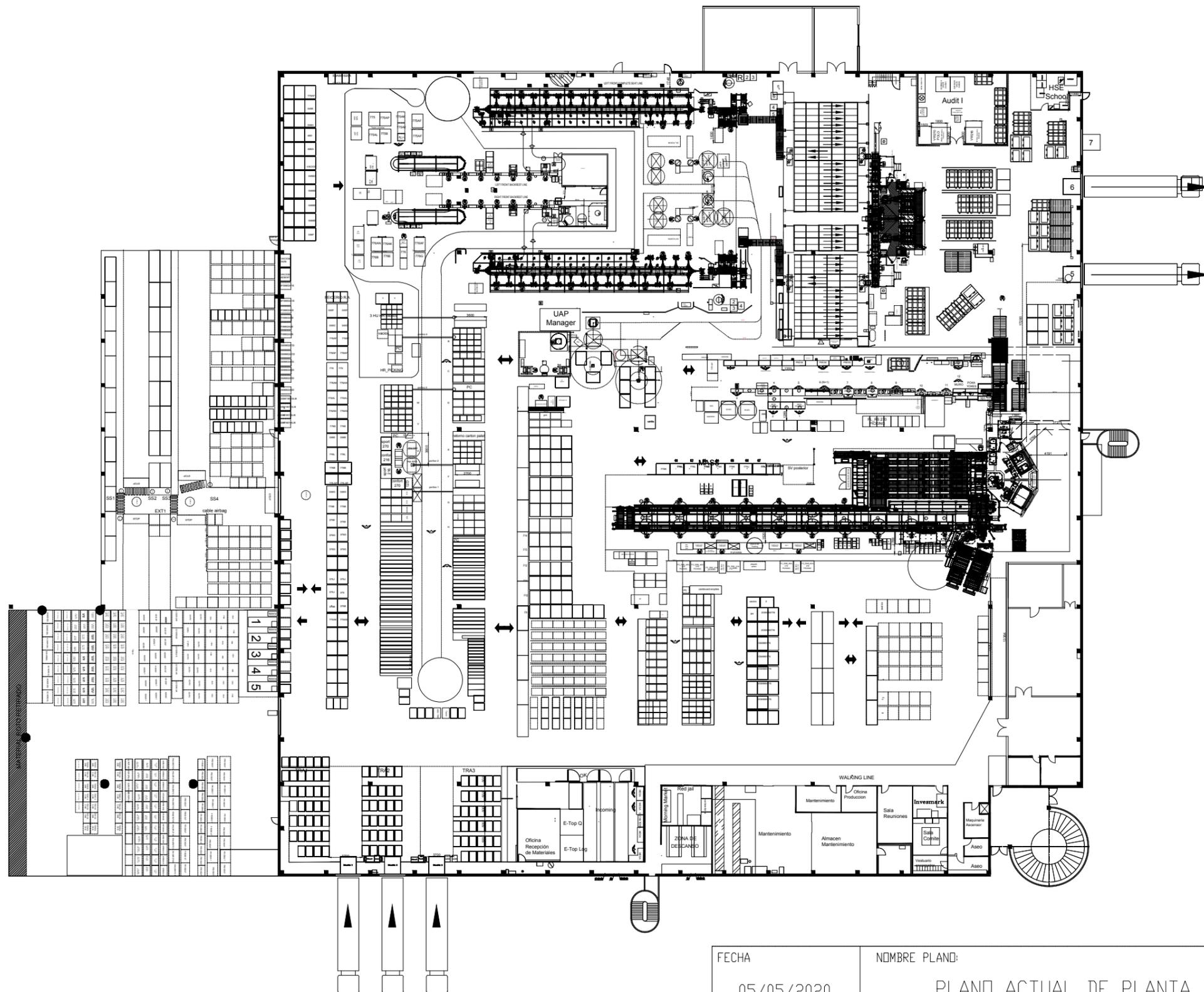
PLANO Nº 7 . PLANO FINAL DEL SISTEMA



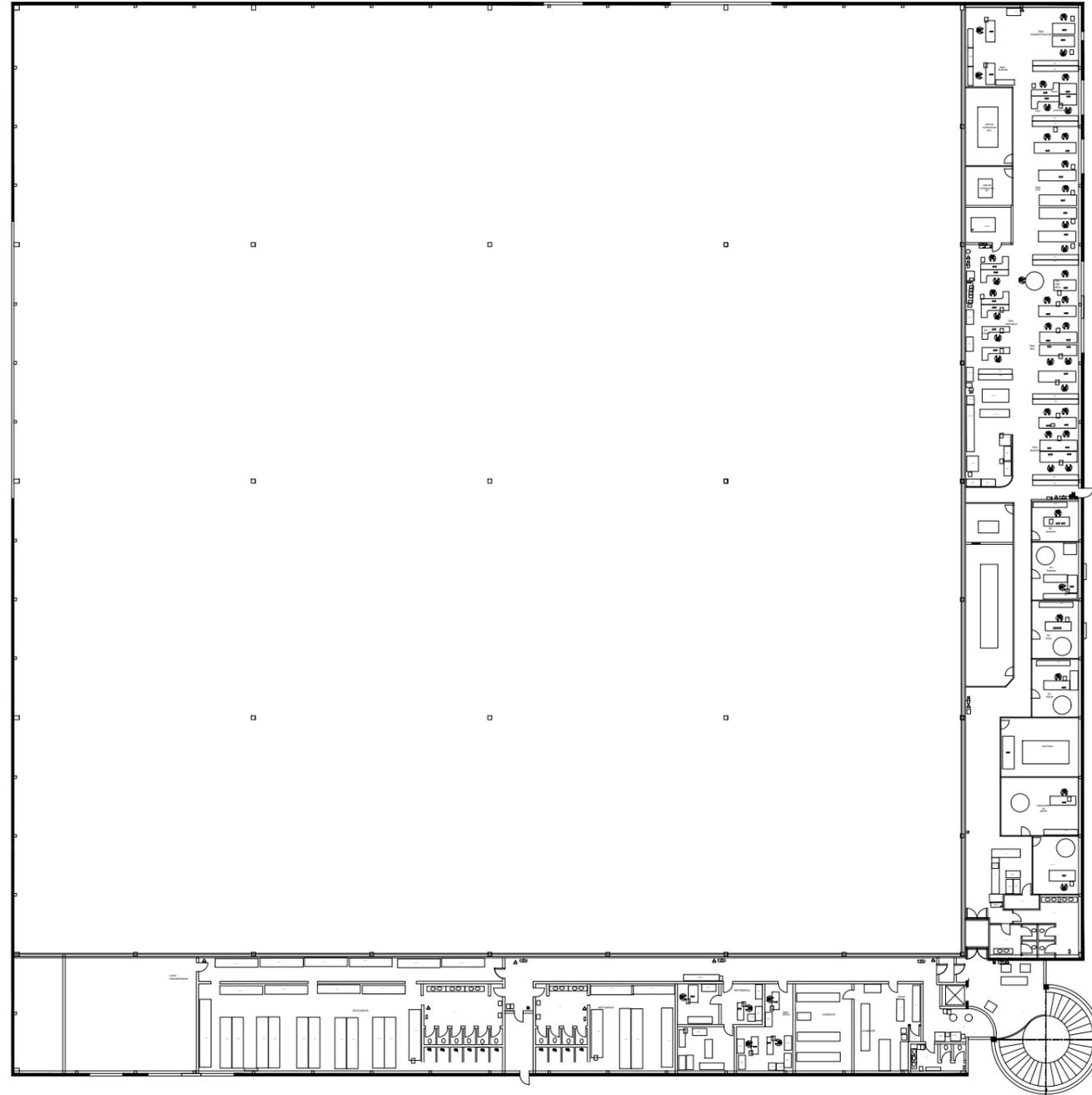
FECHA 05/05/2020	NOMBRE PLANO: PLANO DE SITUACION	TRABAJO DE FIN DE ESTUDIOS	
NOMBRE DEL PROYECTO: IMPLANTACION DE SISTEMA KARAKURI Y REDISTRIBUCION DE AGVS PARA DESCARGA AUTOMATICA			
NUMERO DE PLANO: PLANO Nº 1	FIRMA: 	AUTOR: ASTIZ MURILLO, PATRICIA	
 		UNIDADES: mm	ESCALA: 1/1000



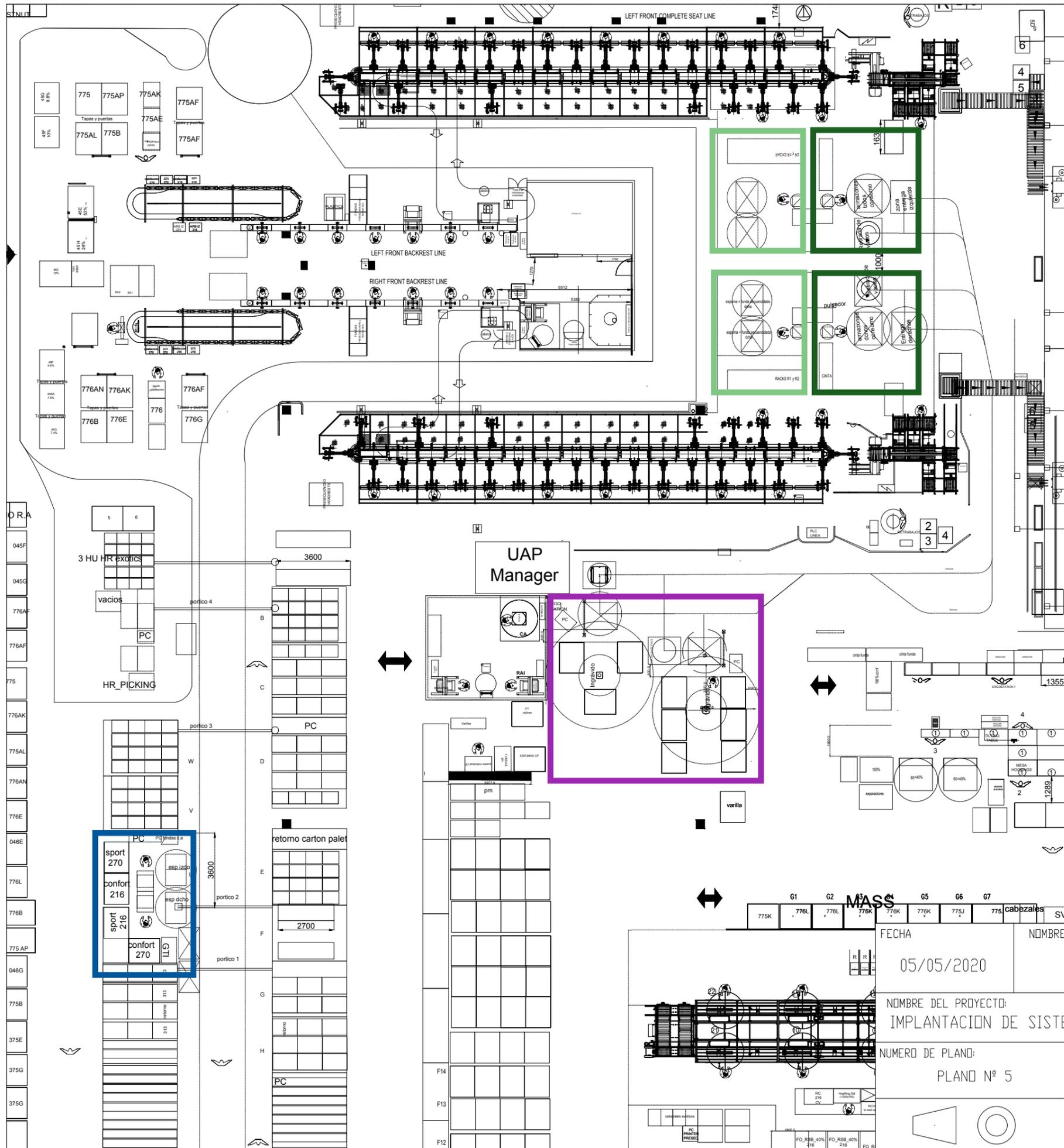
FECHA 05/05/2020	NOMBRE PLANO: PLANO DE EMPLAZAMIENTO	TRABAJO DE FIN DE ESTUDIOS
NOMBRE DEL PROYECTO: IMPLANTACION DE SISTEMA KARAKURI Y REDISTRIBUCION DE AGVS PARA DESCARGA AUTOMATICA		
NUMERO DE PLANO: PLANO Nº 2	FIRMA: 	AUTOR: ASTIZ MURILLO, PATRICIA
	 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	UNIDADES: mm
		ESCALA: 1/1000



FECHA 05/05/2020	NOMBRE PLANO: PLANO ACTUAL DE PLANTA BAJA	TRABAJO DE FIN DE ESTUDIOS
NOMBRE DEL PROYECTO: IMPLANTACION DE SISTEMA KARAKURI Y REDISTRIBUCION DE AGVS PARA DESCARGA AUTOMATICA		
NUMERO DE PLANO: PLANO Nº 3	FIRMA: 	AUTOR: ASTIZ MURILLO, PATRICIA
 	 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	UNIDADES: mm
		ESCALA: 1/500



FECHA 05/05/2020	NOMBRE PLANO: PLANO ACTUAL DE 1ª PLANTA	TRABAJO DE FIN DE ESTUDIOS	
NOMBRE DEL PROYECTO: IMPLANTACION DE SISTEMA KARAKURI Y REDISTRIBUCION DE AGVS PARA DESCARGA AUTOMATICA			
NUMERO DE PLANO: PLANO Nº 4	FIRMA: 	AUTOR: ASTIZ MURILLO, PATRICIA	
	 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitatea Publikoa	UNIDADES: mm	ESCALA: 1/500

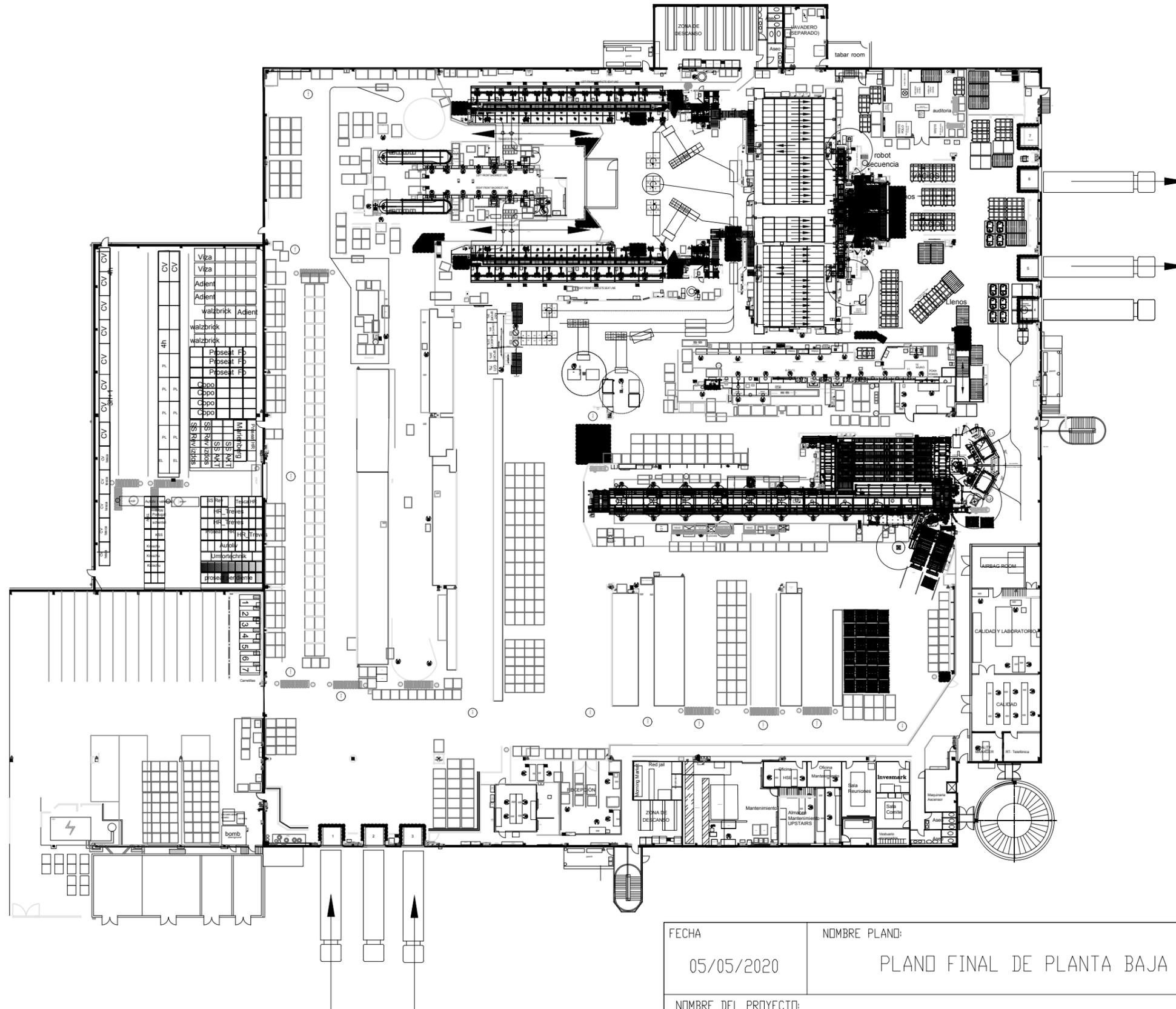


- PICKING DE ESPUMAS Y FUNDAS
- LÍNEA DE ESPUMAS Y FUNDAS
- PICKING DE ARMAZONES
- LÍNEA DE ARMAZONES

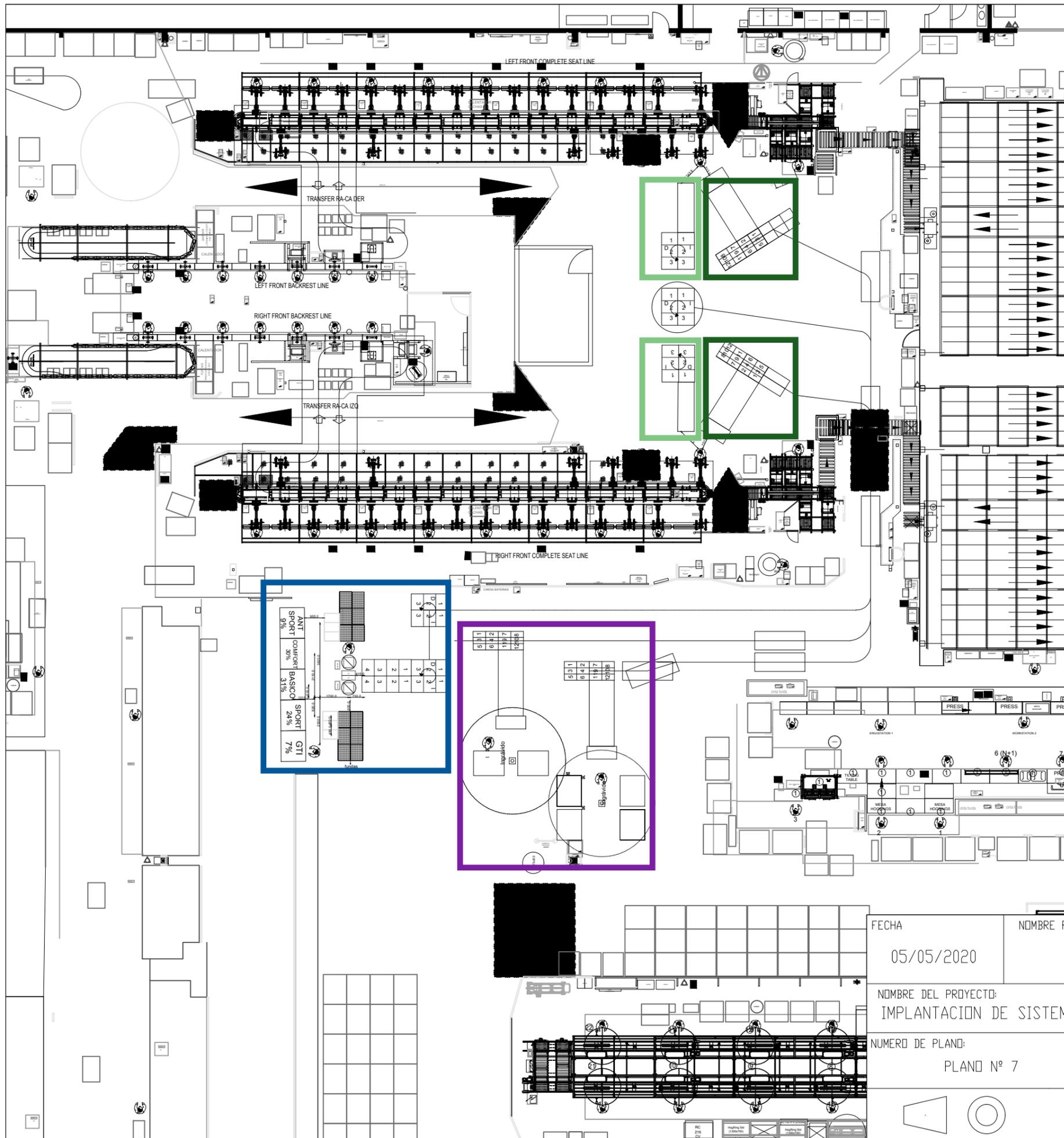


FECHA 05/05/2020	NOMBRE PLANO: PLANO ACTUAL DEL SISTEMA	TRABAJO DE FIN DE ESTUDIOS
NOMBRE DEL PROYECTO: IMPLANTACION DE SISTEMA KARAKURI Y REDISTRIBUCION DE AGVS PARA DESCARGA AUTOMATICA		
NUMERO DE PLANO: PLANO Nº 5	FIRMA: 	AUTOR: ASTIZ MURILLO, PATRICIA
UNIDADES: mm		ESCALA: 1/200





FECHA 05/05/2020	NOMBRE PLANO: PLANO FINAL DE PLANTA BAJA	TRABAJO DE FIN DE ESTUDIOS
NOMBRE DEL PROYECTO: IMPLANTACION DE SISTEMA KARAKURI Y REDISTRIBUCION DE AGVS PARA DESCARGA AUTOMATICA		
NUMERO DE PLANO: PLANO Nº 6	FIRMA: 	AUTOR: ASTIZ MURILLO, PATRICIA
 	 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	UNIDADES: mm ESCALA: 1/500



 PICKING ESPUMAS Y FUNDAS

 PICKING ARMAZONES

 LÍNEAS ESPUMAS Y FUNDAS

 LÍNEAS ARMAZONES

 4 MOD

 3 AGV

FECHA 05/05/2020	NOMBRE PLANO: PLANO FINAL DEL SISTEMA	TRABAJO DE FIN DE ESTUDIOS
NOMBRE DEL PROYECTO: IMPLANTACION DE SISTEMA KARAKURI Y REDISTRIBUCION DE AGVS PARA DESCARGA AUTOMATICA		
NUMERO DE PLANO: PLANO Nº 7	FIRMA: 	AUTOR: ASTIZ MURILLO, PATRICIA
		UNIDADES: mm
		ESCALA: 1/200

CAPITULO 11: ANEXOS

DOCUMENTACIÓN DEL PROVEEDOR SOBRE EL SISTEMA DE ESPUMAS Y FUNDAS

E-MAIL: zurine.sanvicente@faurecia.com
TECNOCONFORT

TECNOCONFORT -GRUPO FAURECIA-

Att. de : SRA. ZURIÑE SAN VICENTE (LOGISTIC ENGINEER)
Telefono: 948303630ext119 FAX:

CALLE B S/N POL.IND. AGUSTINOS

31013-PAMPLONA

(NAVARRA)

OFERTA NUM. 4003.266

13/03/20

[PICKING C0101-007P88XXC](#)

Pàg. 1

POS.	CODIGO	DESCRIPCION	LONGITUD (mm)	U/C	CANTIDAD	PRECIO UND.	TOTAL
------	--------	-------------	---------------	-----	----------	-------------	-------

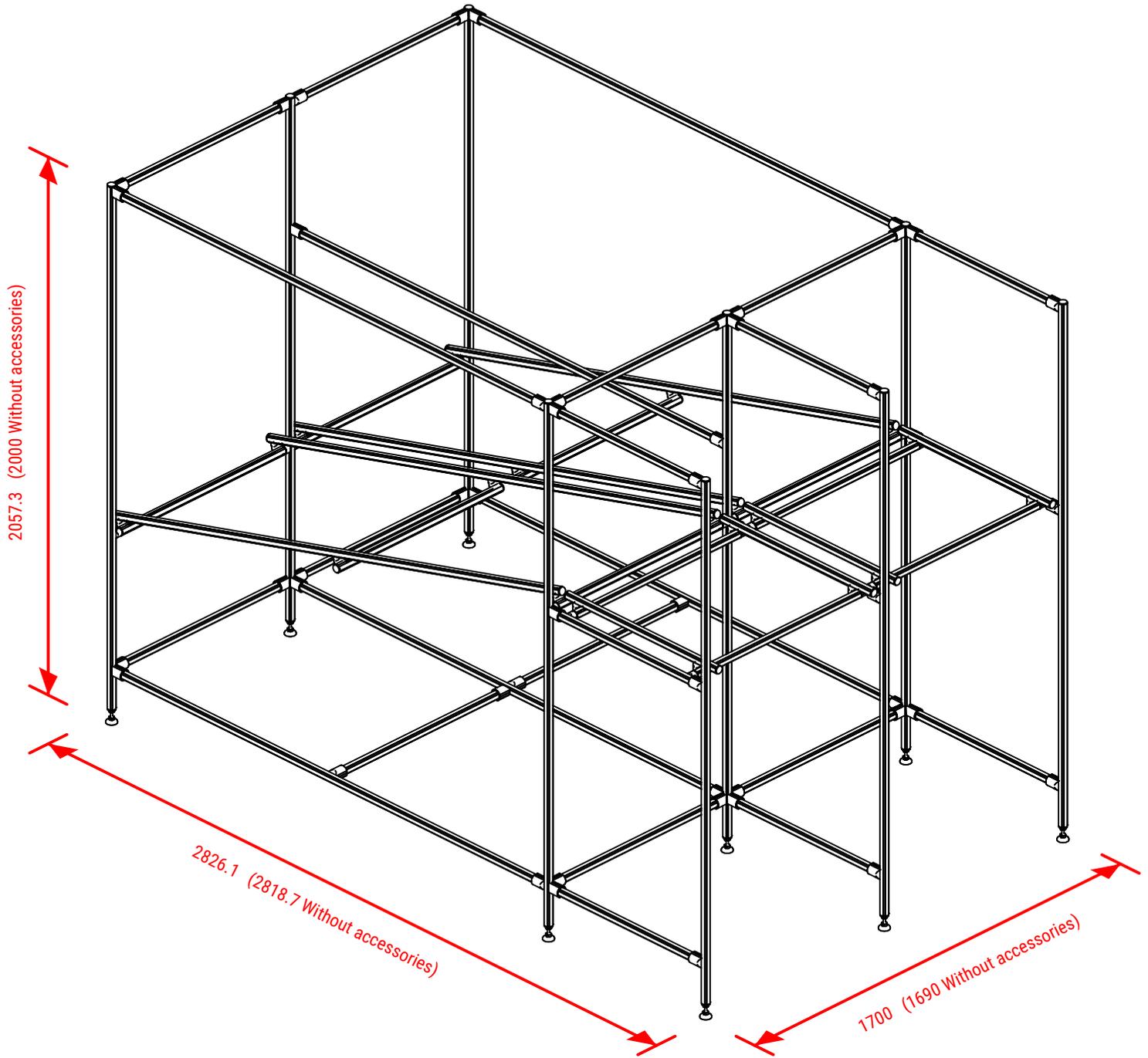
PICKING S/PROYECTO
C0101-007P88XXC
ENTREGA KIT LISTO PARA MONTAR
ADEMÁS, SE INCLUYE:
- BLOQUE RODAMIENTO D30 100
D5-33 (X116)
- RODILLO TRANSPORTADOR TR30
(X348)
- TUBO D30 L645 MM (X174)
- PREMONTAJE RODILLOS

IMPORTE TOTAL 3,495.00

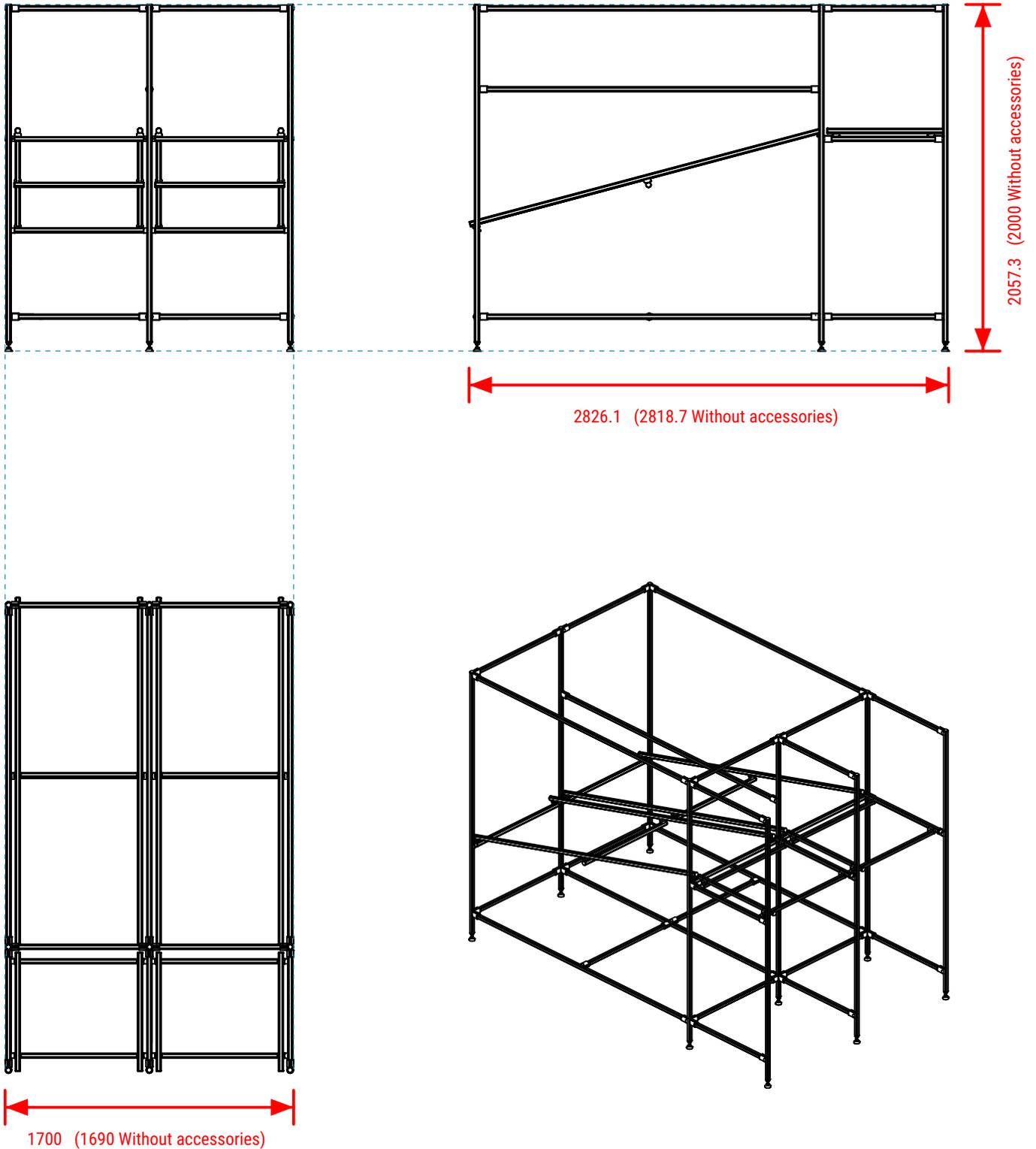
PLAZO DE ENTREGA 10-15 DIAS LABORABLES
PORTES [INCOTERMS]..... PAGADOS. DAP[PAMPLONA]
AGENCIA T.GALLASTEGUI (93.676.88.11)
EMBALAJES SIN CARGO

CONDICIONES DE PAGO TRANSFERENCIA A 60 DIAS
IVA NO INCLUIDO 21 %
VALIDEZ DE LA OFERTA.... 30 DIAS

Isometric view



Multiview projection



E-MAIL: zurine.sanvicente@faurecia.com
TECNOCONFORT

TECNOCONFORT -GRUPO FAURECIA-

Att. de : SRA. ZURIÑE SAN VICENTE (LOGISTIC ENGINEER)
Telefono: 948303630ext119 FAX:

CALLE B S/N POL.IND. AGUSTINOS

31013-PAMPLONA

(NAVARRA)

OFERTA NUM. 4003.267

13/03/20

[PUESTO LINEA C0101-770VFF111](#)

Pàg. 1

POS.	CODIGO	DESCRIPCION	LONGITUD (mm)	U/C	CANTIDAD	PRECIO UND.	TOTAL
------	--------	-------------	---------------	-----	----------	-------------	-------

PUESTO LINEA S/PROYECTO
C0101-770VFF111
ENTREGA KIT LISTO PARA MONTAR
ADEMÁS, SE INCLUYE:
- BLOQUE RODAMIENTO D30 100
D5-33 (X68)
- RODILLO TRANSPORTADOR TR30
(X204)
- TUBO D30 L645 MM (X102)
- PREMONTAJE RODILLOS

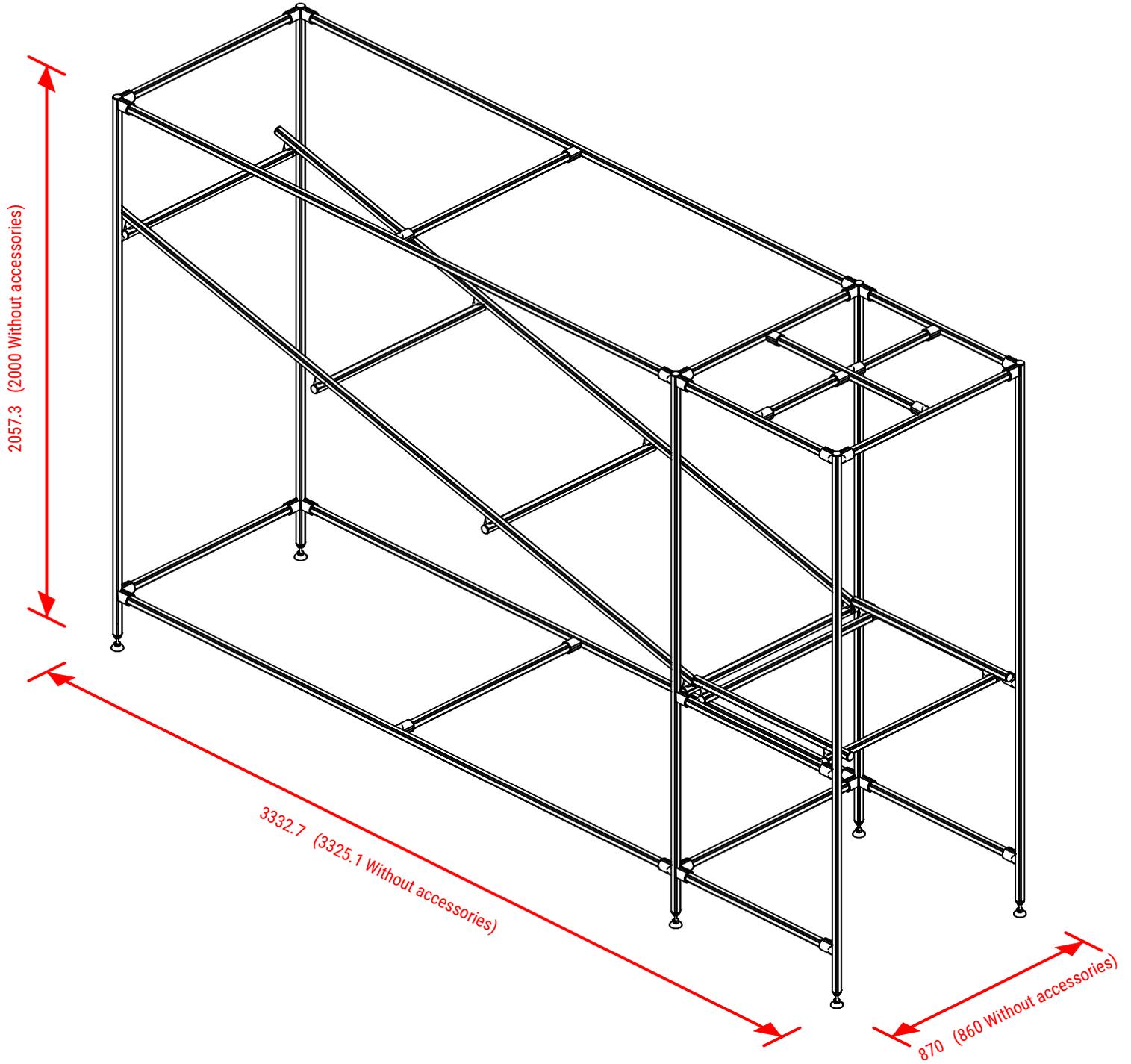
IMPORTE TOTAL UNITARIO 2,165.00

IMPORTE TOTAL PARA 2 UNIDADES .. 4,330.00

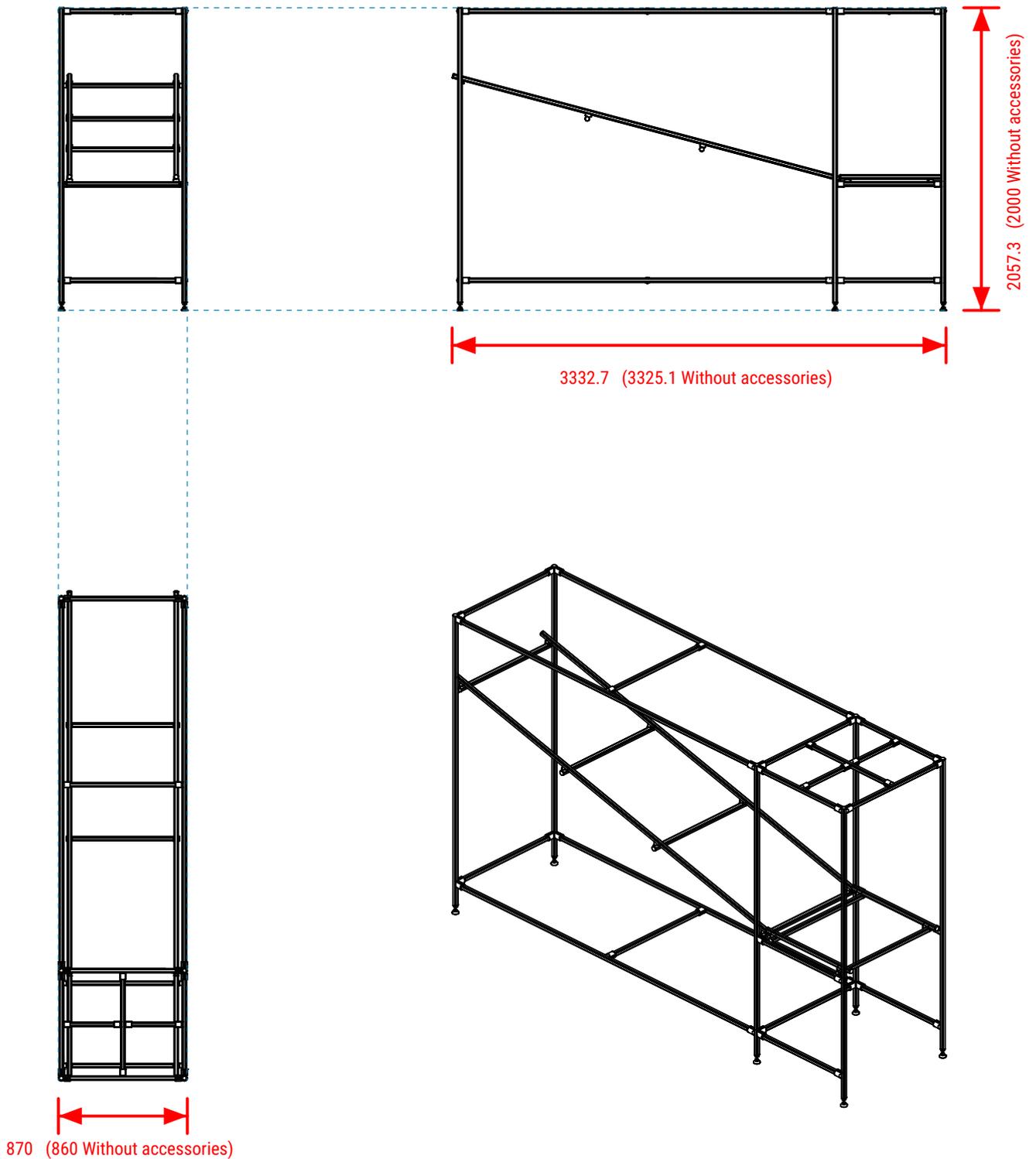
PLAZO DE ENTREGA 10-15 DIAS LABORABLES
PORTES [INCOTERMS]..... PAGADOS. DAP[PAMPLONA]
AGENCIA T.GALLASTEGUI (93.676.88.11)
EMBALAJES SIN CARGO

CONDICIONES DE PAGO TRANSFERENCIA A 60 DIAS
IVA NO INCLUIDO 21 %
VALIDEZ DE LA OFERTA.... 30 DIAS

Isometric view



Multiview projection



DOCUMENTACIÓN DEL PROVEEDOR SOBRE EL SISTEMA DE ARMAZONES

Faurecia Pamplona

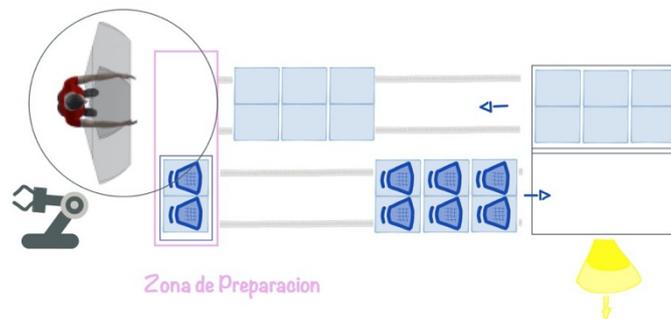
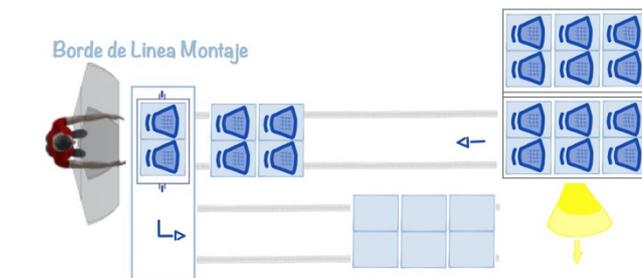
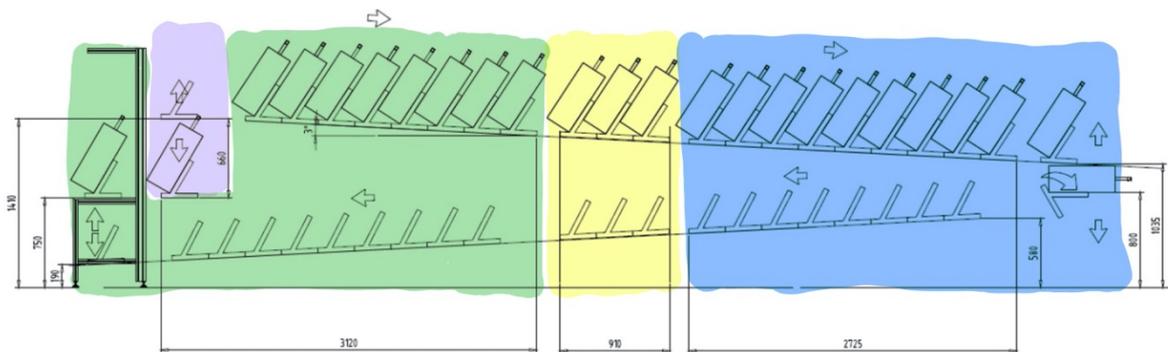
Circonscription électorale de Navarra
31013 Pamplona

Pessac, le 17 mars 2020

Offer reference : 1912 035 NC-2 (Please indicate this reference on the order)

To Mr. Francisco Javier Cano

PROPUESTA DE 12 LOTES(3+3/3+3) en AGV



Faurecia Pamplona

Circonscription électorale de Navarra
31013 Pamplona

Pessac, le 17 mars 2020

Offer reference : 1912 035 NC-2 (Please indicate this reference on the order)

To Mr. Francisco Javier Cano

➤ **Lead Time Intallation**

6 to 8 weeks after order

➤ **Limitations**

Please note that the following items are not taken into account in our offer above:

- To be compatible with our equipment, the current AGV stop precision must be < or = to +/- 5 mm and be repeatable.
- Requirements for setup services:
 - Faurecia must give access to AIO personal to realise the setup and provide them with any information needed (Opening hours, access badge, security brief and mandatory safety gear, etc...).
 - Faurecia must clear, clean and secure the setup zone.



Faurecia Pamplona

Circonscription électorale de Navarra
31013 Pamplona

Pessac, le 17 mars 2020

Offer reference : 1912 035 NC-2 (Please indicate this reference on the order)

To Mr. Francisco Javier Cano

➤ **Conditions of the offer**

- Transport conditions:** Integrated into the cost structure
- Payment terms:** 50% when ordering by bank transfer down payment,
Balance on delivery by bank transfer 30 days invoice date
- Validity of the offer:** 60 days
- Delivery date:** To be defined

Thank you for your interest in our products. We remain at your entire disposal for any further information and wish you a good reception of this letter.

Sincerely,

Mr. Nicolas Carrillo

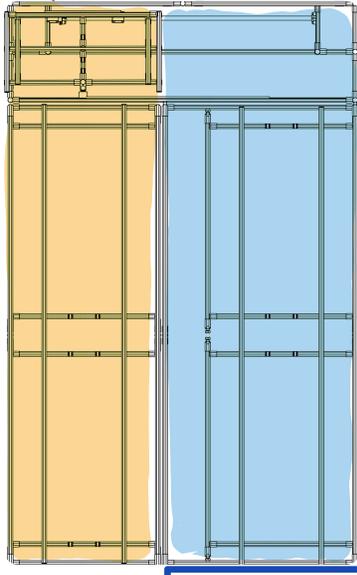


Kitting area



Flowsack return empty shuttles

Flowsack sending full shuttles

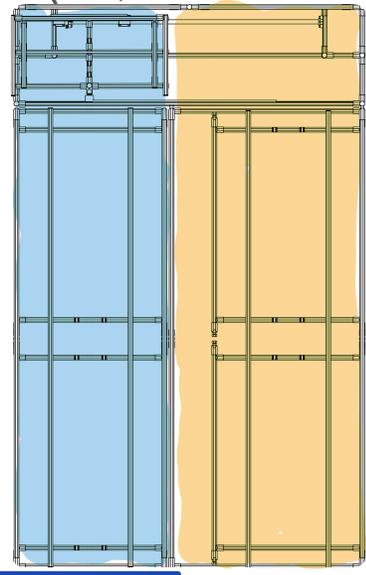


5	9	11	12
3	4	6	10
1	7	8	2

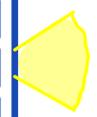


Flowsack sending full shuttles

Flowsack return empty shuttles

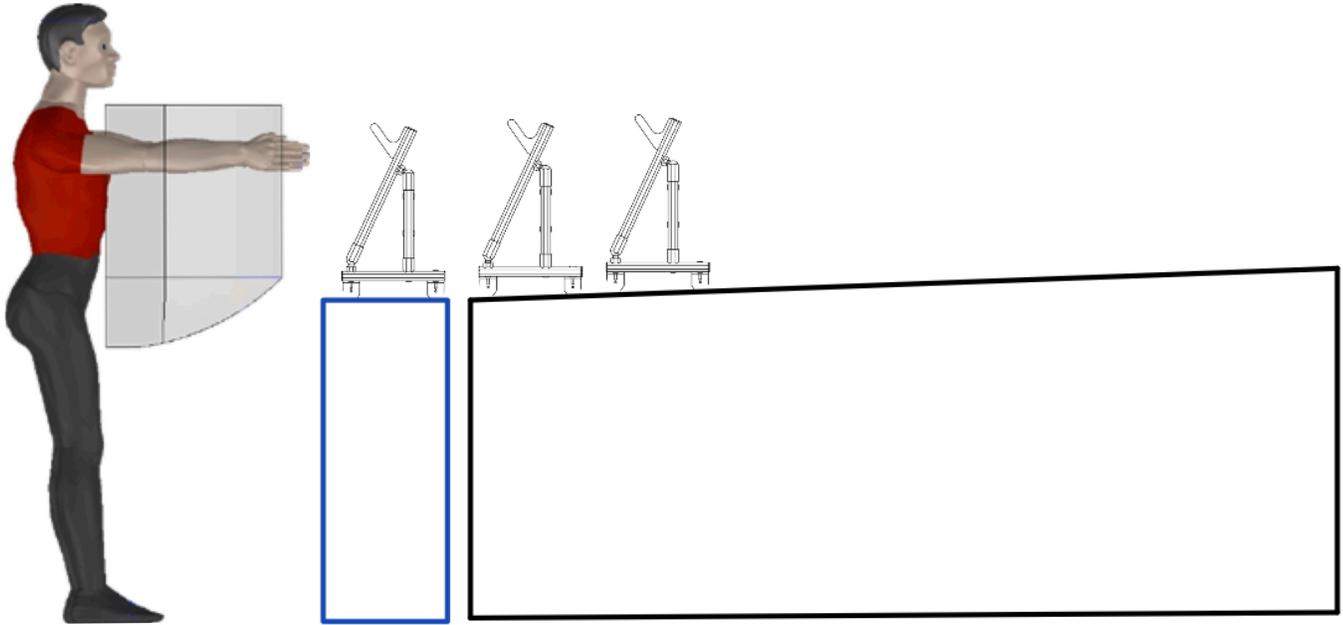


8	7	9	1
10	6	4	3
12	11	6	5



Line area

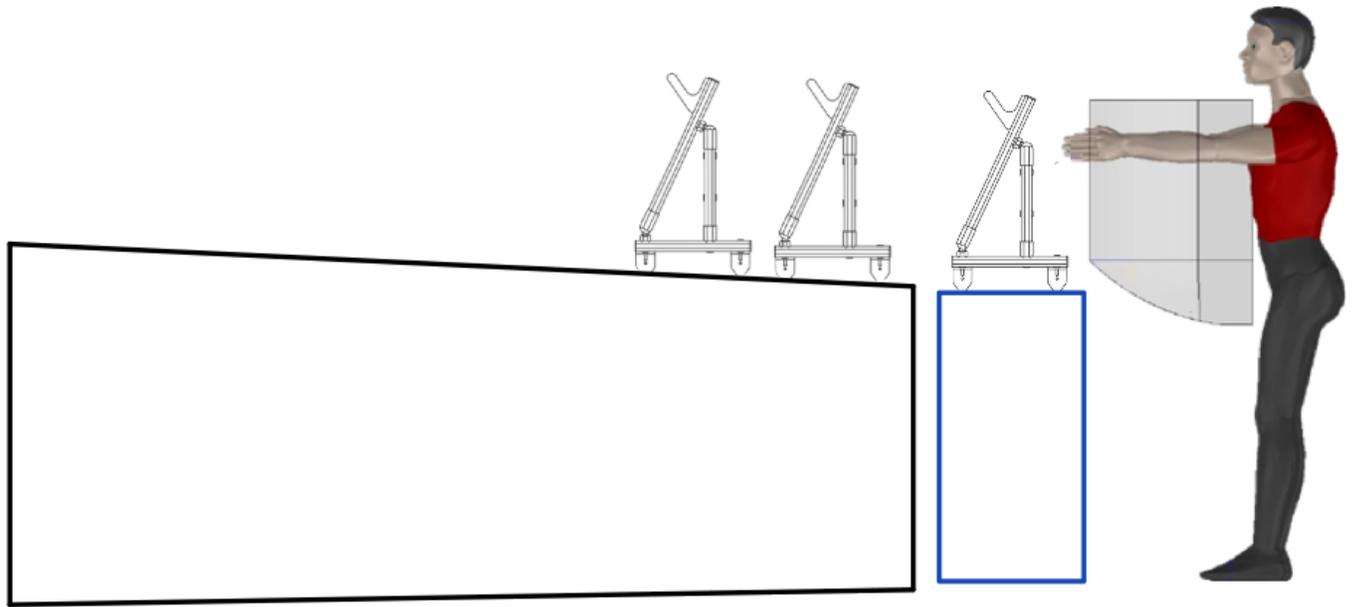
Kitting area operator station



Actions:

- place the piece
- press pedal for evacuation

Line area operator station

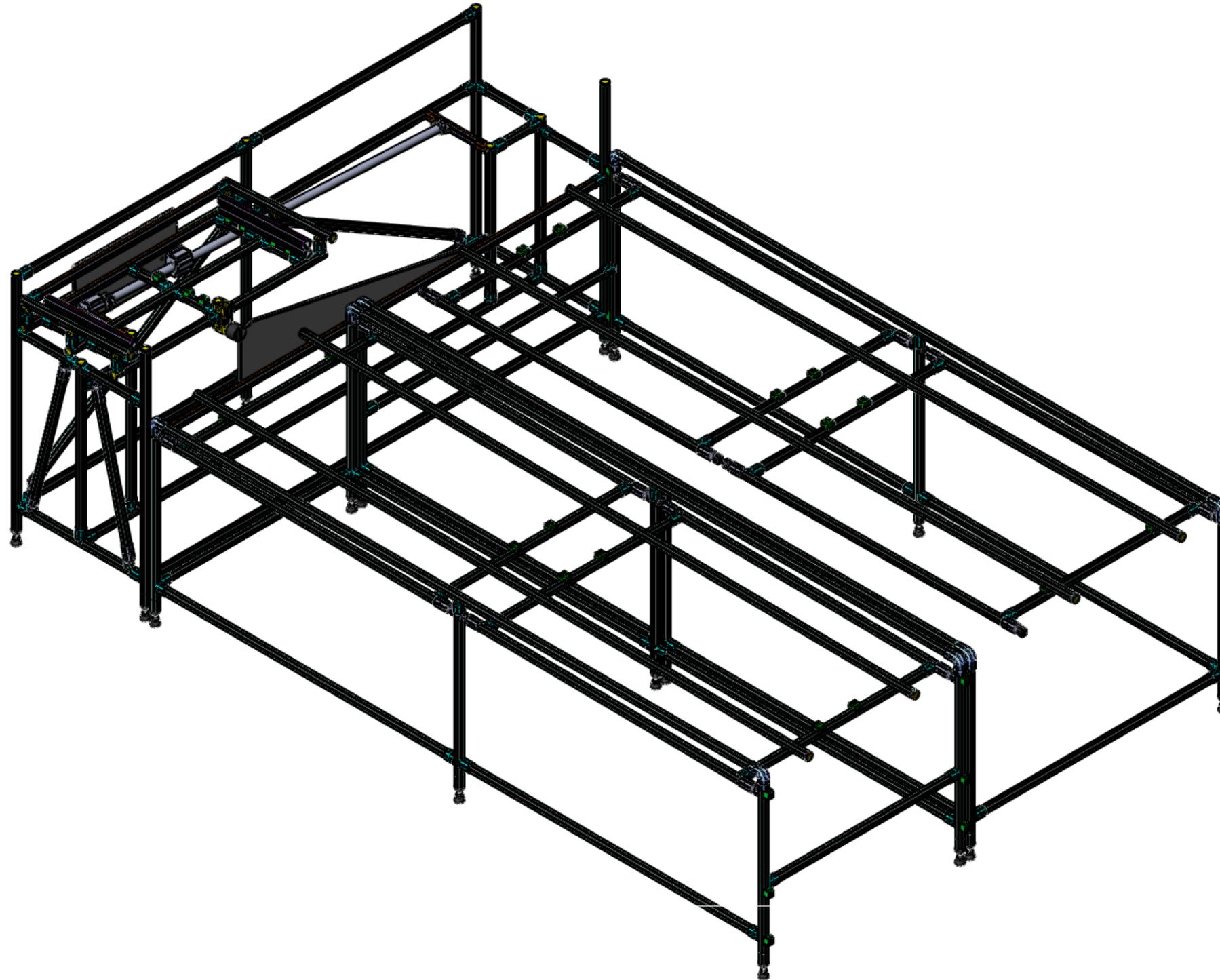


Actions:

- Shuttle tilt
- acceptance of both parts
- Shuttle Replacement
- press pedal for evacuation

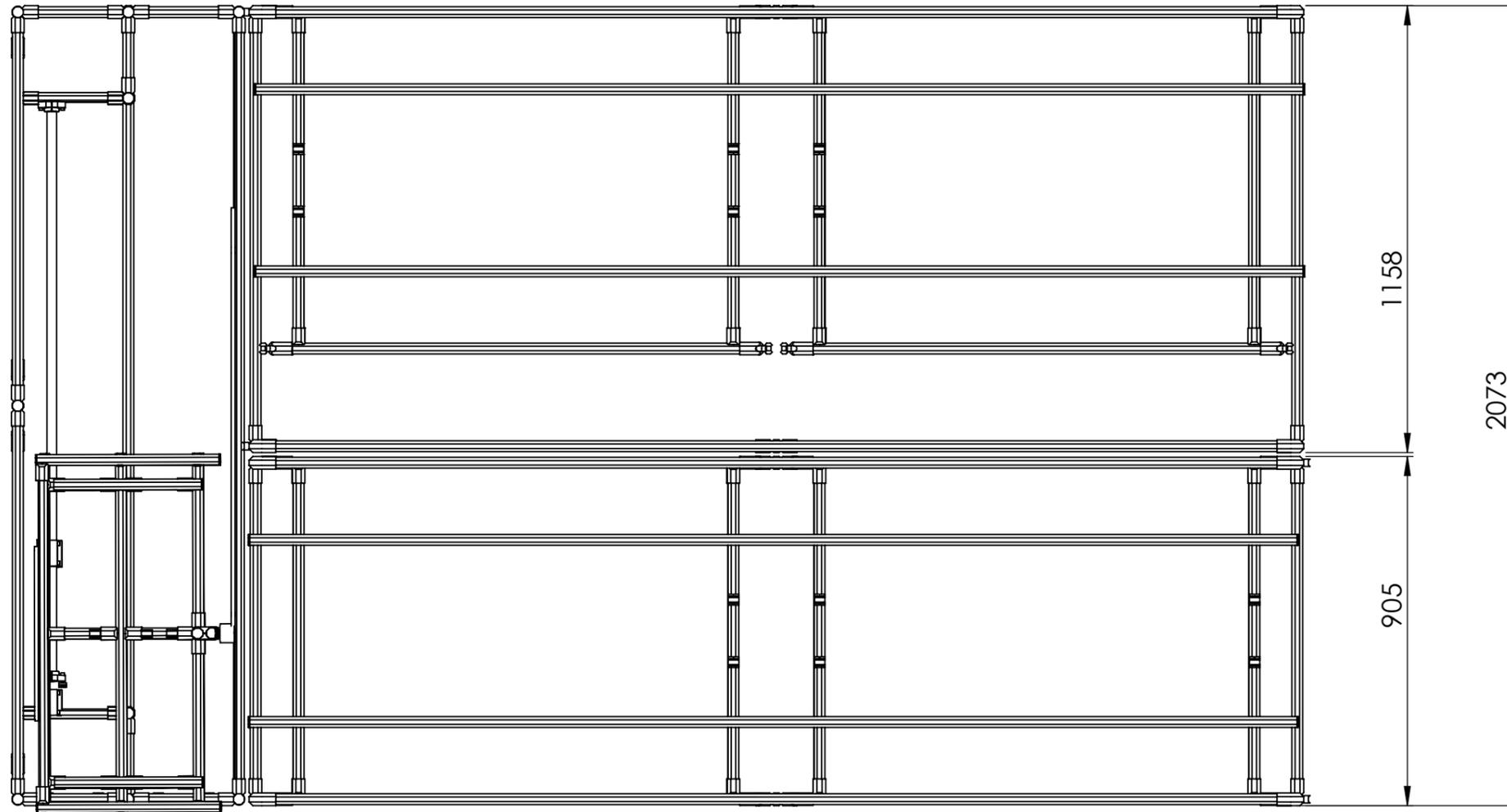
Customer	Faurecia Pamplona
ORDER NO	

DWG NO	Name
1912035-A01-001-002	Show all unit



4					ASSEMBLY NAME	Seats transfer		SCALE 1:15	DATE	DRAWN1	DRAWN2	CHECKED	APPROVED
3								A3	18/03/2020	SMOU			
2								DWG No.					REV.
1	18/03/2020	SMOU	Création de la référence			contact@aio.eu +33 5 56 64 80 70		1912035-A01				001	01
No.	DATE	NAME	REVISION	CHECKED									

Customer	Faurecia Pamplona
ORDER NO	

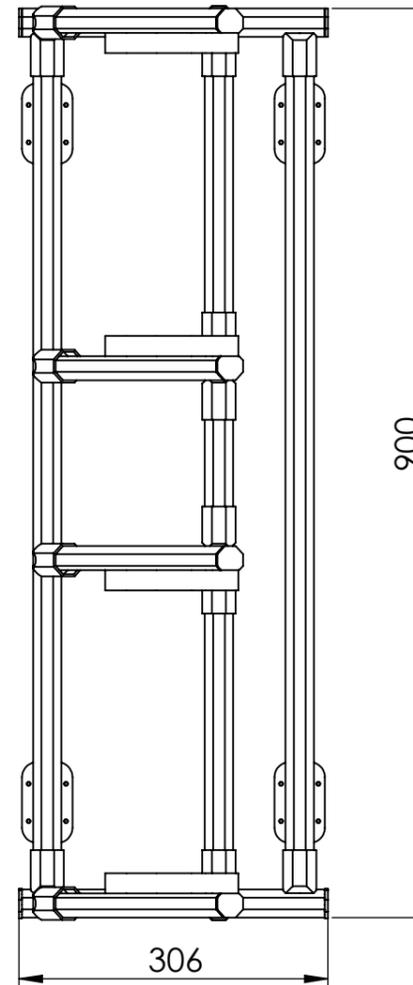
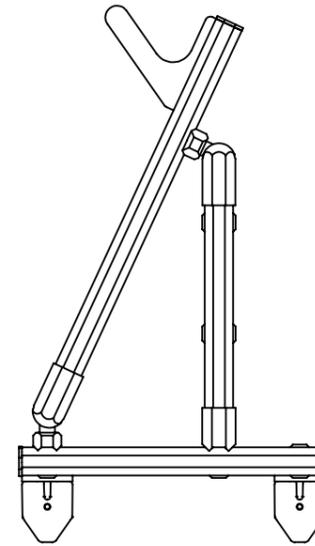
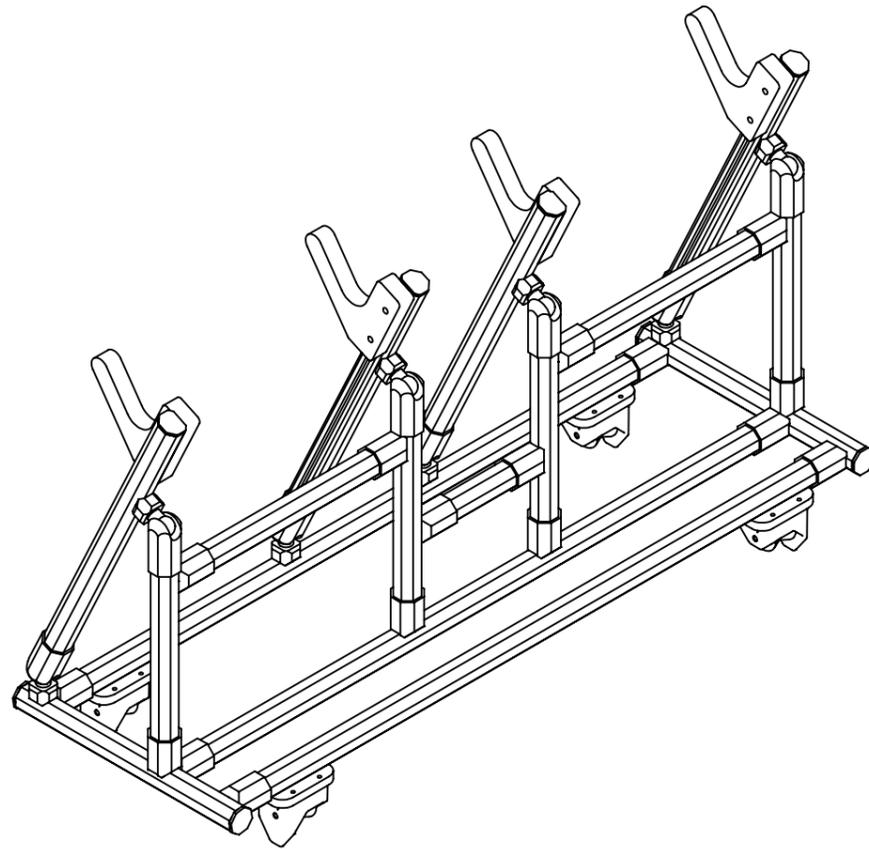


If the 3 AGV stops option is chosen, This length would be 2331mm

4					ASSEMBLY NAME	Seats transfer		SCALE 1:15 A3	DATE 18/03/2020	DRAWN1 SMOU	DRAWN2	CHECKED	APPROVED
3					 SUSTAINABLE INNOVATION	contact@aio.eu +33 5 56 64 80 70	DWG No.	1912035-A01	REV. 002 01				
2													
1	18/03/2020	SMOU	Création de la référence										
No.	DATE	NAME	REVISION	CHECKED									

Customer	Faurecia Pamplona
ORDER NO	

DWG NO	Name
1912035-B01-001-002	Show all unit



4					ASSEMBLY NAME	Shuttle Seats transfer		SCALE 1:7 A3	DATE 18/03/2020	DRAWN1 SMOU	DRAWN2	CHECKED	APPROVED
3						contact@aio.eu +33 5 56 64 80 70	DWG No.	1912035-B01	REV. 001 01				
2													
1	18/03/2020	SMOU	Création de la référence										
No.	DATE	NAME	REVISION	CHECKED									