

Trabajo Fin de Grado

Metodología para la optimización de procesos en celda robótica de soldadura de las bancadas base para los electrogeneradores.

Methodology for process optimization robotic welding workcells to create the generator skid base.

Autor/es

Noelia Matute Aranda

Director/es

Miguel Ángel Lope Domingo

Facultad / Escuela
Escuela de Ingeniería y arquitectura Universidad de Zaragoza
Año
2018

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

(Este documento debe acompañar al Trabajo Fin de Grado (TFG)/Trabajo Fin de Máster (TFM) cuando sea depositado para su evaluación).

D./Dª. Noelia Matute Aranda

con nº de DNI 25194560S en aplicación de lo dispuesto en el art.

14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de (Grado/Máster) Grado, (Título del Trabajo)

Metodología para la optimización de procesos en celda robótica de soldadura, para la creacion de bancadas como base de los electrogeneradores.

es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada debidamente.

Zaragoza, 28 de Junio de 2018



Fdo: Noelia Matute Aranda

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
2	OBJETIVOS	1
3	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SITUACIÓN.....	1
4	DESCRIPCIÓN DE PRODUCTO Y SITUACIÓN EN BANCADAS	2
5	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO GENERAL DE FABRICACIÓN	3
6	DESCRIPCIÓN DE PROCESO DE FABRICACIÓN DE BANCADAS ACTUAL	4
7	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO ACTUAL DE SOLDADURA EN ROBOT.....	6
8	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE PROBLEMAS PRINCIPALES.....	7
9	METODOLOGÍA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	10
9.1	LAS 5S.....	10
9.2	SMED	11
9.3	ESTANDARIZACIÓN	12
9.4	MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM.....	12
9.5	CONTROL VISUAL.....	13
9.6	KAIZEN	14
10	ANALISIS TIEMPOS CELDA ROBÓTICA.....	16
10.1	REDUCCIÓN BANCADAS PROMEDIO	17
10.1.1	<i>GESTION DE MERMAS</i>	18
10.1.2	<i>HERRAMIENTAS Y CONSUMIBLES</i>	19
10.1.3	<i>COMPONENTES DEL PUESTO DE TRABAJO</i>	21
10.2	REDUCIR EL TIEMPO DE CAMBIO DE REFERENCIA Y DE ROBOT	22
11	DOCUMENTACIÓN GENERADA DE LA MEJORA PREVIA.....	28
11.3	PROCESO DE SOLDADURA.....	32
11.3.1	Acciones y procesos de soldadura.PRS	33
11.3.2	Control específico de soldadura manual.SM	36
11.3.3	Descripción proceso fabricación.SR	37
12	MEJORAS OBTENIDAS.....	38
13	CONCLUSIÓN	41
14	BIBLIOGRAFÍA	42
15	AGRADECIMIENTOS.....	42
	ANEXO I Organigrama de la empresa.....	43
	ANEXO II: Uso y diseño del producto.....	41
	ANEXO III Listado bancadas.....	43

ANEXO IV: Proceso de fabricación estándar	47
ANEXO V: Recursos productivos	49
ANEXO VI: Plano nave industrial	55
ANEXO VII: OFs con programa EON.sb.....	58
ANEXO VIII: Planos celdas robóticas y distribución de bancadas.	66
ANEXO IX: Muestra toma de tiempos	69
ANEXO X: Distribución de tiempos bancadas	73

1 INTRODUCCIÓN

El enfoque de este trabajo de fin de grado es fundamentalmente práctico, ya que parte de las necesidades de una empresa real, analizando todos los problemas que ocurren dentro de un determinado proceso productivo y encontrando mejoras que puedan ser implantadas en él, para un mayor rendimiento y competitividad empresarial .Por otro lado, posee gran parte teórica debido a que uno de los objetivos principales de este trabajo es la correcta materialización de lo realizado en estos meses, tanto en la propia empresa, como a nivel propio de información y aprendizaje.

La empresa en cuestión sobre la que se ha realizado el proyecto es TECNOVEN SERVICIO Y TECNOLOGÍA S.L, situada en el polígono de plaza, en la localidad de Zaragoza. Tecnoven ofrece servicios de conformado de chapa metálica y recubrimientos de pintura en polvo.

Este trabajo se ha centrado en una parte del proceso productivo, la fase de soldadura en las celdas robóticas de la fabricación de bancadas como base de los grupos electrógenos, uno de los principales sustentos económicos para la empresa. Por eso ha sido necesario un amplio y exhaustivo trabajo de campo, como es la recopilación de información, como la toma de tiempos, datos y el conocimiento de la situación del proceso en sí, para que más tarde se analicen los problemas detectados y se propongan soluciones acordes a las necesidades económicas y materiales del negocio.

2 OBJETIVOS

La finalidad de este proyecto es reflejar el desarrollo de las propuestas y métodos aceptados para mejorar la calidad y la producción de este proceso tan importante para Tecnoven. Los objetivos principales en los que se basa el proyecto y que se pretenden lograr son, la reducción de los tiempos en las celdas robóticas de soldadura, la reducción de incidencias en robot , o incluso eliminación de estos problemas internos o externos que ralentizan la actuación de dichos robots y por ultimo aumentar el número de bancadas por turno.

Para alcanzar estos objetivos hay que resolver los problemas que los generan, para ello se estudiarán todas las posibles situaciones, siempre y cuando sean sostenibles al presupuesto y a la viabilidad a la hora de implantarlo en la propia empresa. Finalmente, se analizaran los resultados obtenidos, con sus conclusiones convenientes.

3 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SITUACIÓN

Tecnoven Servicio y Tecnología es una compañía con más de 25 años de historia , integradora de soluciones en el campo del conformado de chapa metálica y recubrimiento de pintura en polvo que se distingue por ofrecer productos a medida, de la máxima calidad que se han ido ajustando debido a la cambiante demanda.

Recientemente, las instalaciones productivas de Tecnoven se han trasladado a una nueva parcela de 16.000m² de los cuales 11.000m² están dispuestos como superficie cerrada productiva que cuenta con las más modernas instalaciones. En consecuencia, Tecnoven posee una gran capacidad de fabricación situándose entre los representantes más relevantes en el sector del conformado de chapa metálica y recubrimiento de pintura de la zona.

A día de hoy, Tecnoven cuenta con alrededor de 70 trabajadores, de los cuales aproximadamente el 70% son operarios de taller. Para conocer mejor la estructura de la empresa se adjunta el organigrama de la misma en el Anexo I.

Los principales sectores a los que se orienta la fabricación de la empresa van desde automoción y ferrocarril, hasta energías renovables y sector eléctrico pasando por ascensores, maquinaria y herramientas de electrogeneradores e incluso instalaciones de climatización o mobiliario para retailers.

La configuración y diseño de los productos depende del cliente, siendo un 70% del volumen total facturado producto repetitivo o de catálogo y el 30% restante enfocado a diseño, industrialización y fabricación de producto nuevo. Los productos fabricados por Tecnoven tienen como materia prima principal la chapa metálica de entre 0,5 y 20 mm de espesor que se somete a diferentes procesos industriales; corte en punzadora o láser 2D, plegado , diferentes procesos de soldadura (explicada detalladamente más adelante) y recubrimiento con pintura , entre otras.

4 DESCRIPCIÓN DE PRODUCTO Y SITUACIÓN EN BANCADAS

El producto que se va a estudiar en profundidad en este trabajo son las bancadas, como base de los electrogeneradores, junto con la carcasa (no se fabrica en Tecnoven) forman la protección necesario para almacenar todos los componentes necesarios para formar un grupo electrógeno móvil.

Un grupo electrógeno es una máquina que mueve un generador eléctrico a través de un motor de combustión interna y produce energía eléctrica suficiente para abastecer la zona donde se ha situado, [2] cubriendo las necesidades básicas. Son comúnmente utilizados cuando hay déficit de energía eléctrica, o cuando son frecuentes los cortes en el suministro eléctrico. A veces puede hasta obligarse a instalar un grupo electrógeno en lugares en los que haya grandes densidades de población, como pueden ser hospitales, centro de datos, centros comerciales, restaurantes, cárceles y edificios administrativos.

A menudo estos aparatos, se suelen encontrar en zonas de condiciones externas adversas ó inestables por eso, las características principales e imprescindibles que deben poseer las bancadas son: impermeabilidad y resistencia, junto con su espacio interno suficiente para el tipo y tamaño de electrogenerador. En el Anexo II, mostramos en imágenes la utilización en distintos ámbitos, de cada tipo que fabricamos en la empresa [3].

El diseño de las bancadas no es realizado por Tecnoven, sino otra empresa llamada GESAN S.L (Grupos electrógenos Europa) [3] envía al departamento comercial los planos del prototipo del producto que se estudian para saber si es viable ese prototipo y finalmente una vez aceptado, se procede a la industrialización y al desarrollo del proceso completo de fabricación en Tecnoven. Se fabrican 19 tipos distintos de bancadas que se les asigna un nombre y un código en función de sus características, su tamaño, sus componentes, de esta manera se facilita el trabajo. En el Anexo II se muestra un listado de las bancadas que actualmente se pueden fabricar, con las características principales de cada una. En la figura 1, se muestra una bancada real en 3D, de la cual se tomará como ejemplo para explicar todo el proceso en el proyecto.

El producto a analizar, tiene uno de los procesos más elaborados dentro de la empresa y es uno de los principales sustentos de su economía, es por eso, que se realizan unos controles minuciosos de calidad en cada proceso productivo, realizados también de manera exhaustiva, especialmente en corte y soldadura debido a su gran coste operacional.

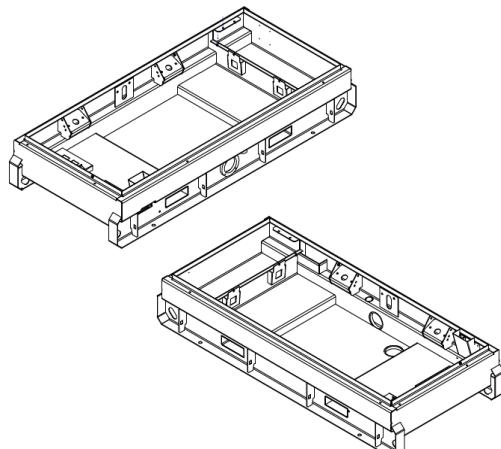


Figura. 1 Diseño 3D bancada.

5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO GENERAL DE FABRICACIÓN

La empresa posee un proceso completo estandarizado con el cual se producen la mayor parte de los productos de Tecnoven. Consta de operaciones de corte, plegado, soldadura, pintura y montaje de los componentes. En el Anexo IV se puede ver el diagrama del proceso de fabricación estándar, y seguidamente todos los recursos productivos que posee Tecnoven, en el Anexo V. Y en el Anexo VI se muestra el plano de las instalaciones de la empresa con la distribución de toda la maquinaria.

El proceso se inicia cuando el cliente realiza un pedido en Tecnoven en base a sus propios diseños, seguidamente los responsables del departamento comercial, calculan a partir de *lead times* fijos de operación, el plazo de entrega del producto terminado y se envían al cliente para su aceptación junto con el precio y otros detalles a tener en cuenta sobre el producto. Se muestra en la tabla 1 los actuales lead times que utilizan los comerciales.

OPERACIONES	DÍAS
Corte (láser / punzonadora)	1-2
Plegado	1-2
Soldadura	2
Montaje	1-2
Pintura:	3-5
Subcontratación	2-10

Tabla. 1 Lead Times fijos.

Tras la aceptación del pedido, que implica que se admiten los plazos de entrega estimados, se procede a verificar si es un artículo nuevo, modificado o ya fabricado. Si se trata de un artículo nuevo o modificado se pasa a departamento de proyectos donde es industrializado y se crea la estructura de fabricación (EF). Ejemplo grafico Anexo VII de una orden de fabricación de una bancada completa en soldadura y después su montaje y una orden de fabricación de un componente simple que forma parte de ella.

Con la EF ya creada, el departamento de producción es el encargado de realizar los lanzamientos de las órdenes de fabricación (OF), que son los documentos que orientan la fabricación del producto, donde aparece la información imprescindible para su correcta realización. Todo esto es creado un

programa particular de la empresa llamado EON.BS. Posteriormente se supervisa todo el proceso productivo, es decir, la materialización de esas órdenes de fabricación, con sus respectivas inspecciones de calidad. Mientras tanto el Departamento de compras se encarga de abastecer las necesidades de chapa y materiales indispensables para la producción hasta el momento.

Por otra parte, puede ocurrir que muchos artículos sean de una fabricación más simple y el proceso quede reducido y simplificado, por ejemplo, que se precise solo operación de corte y plegado ó de corte y soldadura con otras piezas. De esta forma se seguiría realizando de la misma manera que lo descrito en el apartado anterior.

Asimismo, en ciertas situaciones el proceso se deba externalizar, para realizar una operación en la pieza de la que no puede hacerse cargo Tecnoven (puede ser un roscado especial, un mecanizado etc.), después automáticamente se reincorpora al proceso interno en Tecnoven.

6 DESCRIPCIÓN DE PROCESO DE FABRICACIÓN DE BANCADAS ACTUAL

El proceso de producción de las bancadas es de los más completos, prácticamente pasa por todos los puestos operativos de la empresa.

La recepción de un nuevo proyecto de bancada se inicia con la recepción de los planos enviados por GESAN al departamento comercial, junto con las indicaciones exigentes que el cliente desea que se plasmen en el producto, una vez aceptado, se envía al departamento de proyectos, donde se analizan los planos, para desarrollar la EFs más óptimas.

Cada bancada está construida por unos 20 o 30 componentes de menor tamaño adheridos a las componentes centrales que son los largueros y la base o suelo de la bancada. Todas estas piezas requieren también de su EF particular.

Una vez creadas todas las OFs, el departamento de producción se encarga de lanzarlas todas agrupadas y en lotes óptimos, para que se realicen al mismo tiempo todas las piezas. Iniciado el proceso, primero pasan por corte, normalmente suele ser en láser. Las piezas que requieren un proceso de plegado, son enviadas a la máquina .Una vez creadas las piezas simples, se procede a realizar un paso intermedio a la soldadura general en Robot, que consiste en la soldadura manual de subconjuntos. Son conjuntos de piezas simples más complicadas de soldar con toda la bancada y por eso se realizan antes por separado. Una vez hecho esto todas las piezas son depositadas en palets para transportarse a la celda robótica asignada según el tipo de bancada. Y allí todas las piezas se unen con soldadura automática, para crear una bancada completa. Es de obligado cumplimiento que tras cada operación se envíen las piezas al departamento de calidad para que ser verificadas, ya que se trata de una bancada nueva y nunca antes se han hecho. El proceso de soldadura de la celda robótica se explicara en el apartado 7 con más detalle.

En el proceso de soldadura en Robot es donde se centra en este trabajo. Es el principal motivo para la mejora de la producción de bancadas, realizando una seria de cambios a mejor. Pero antes de todo se debe explicar el proceso detallado actual, desde la recepción de las piezas hasta la finalización de la bancada con las pruebas de calidad realizadas. El diagrama 1 de la pagina siguiente, se muestra un esquema de las fases en la creación de las bancadas y donde se va a centrar el trabajo.

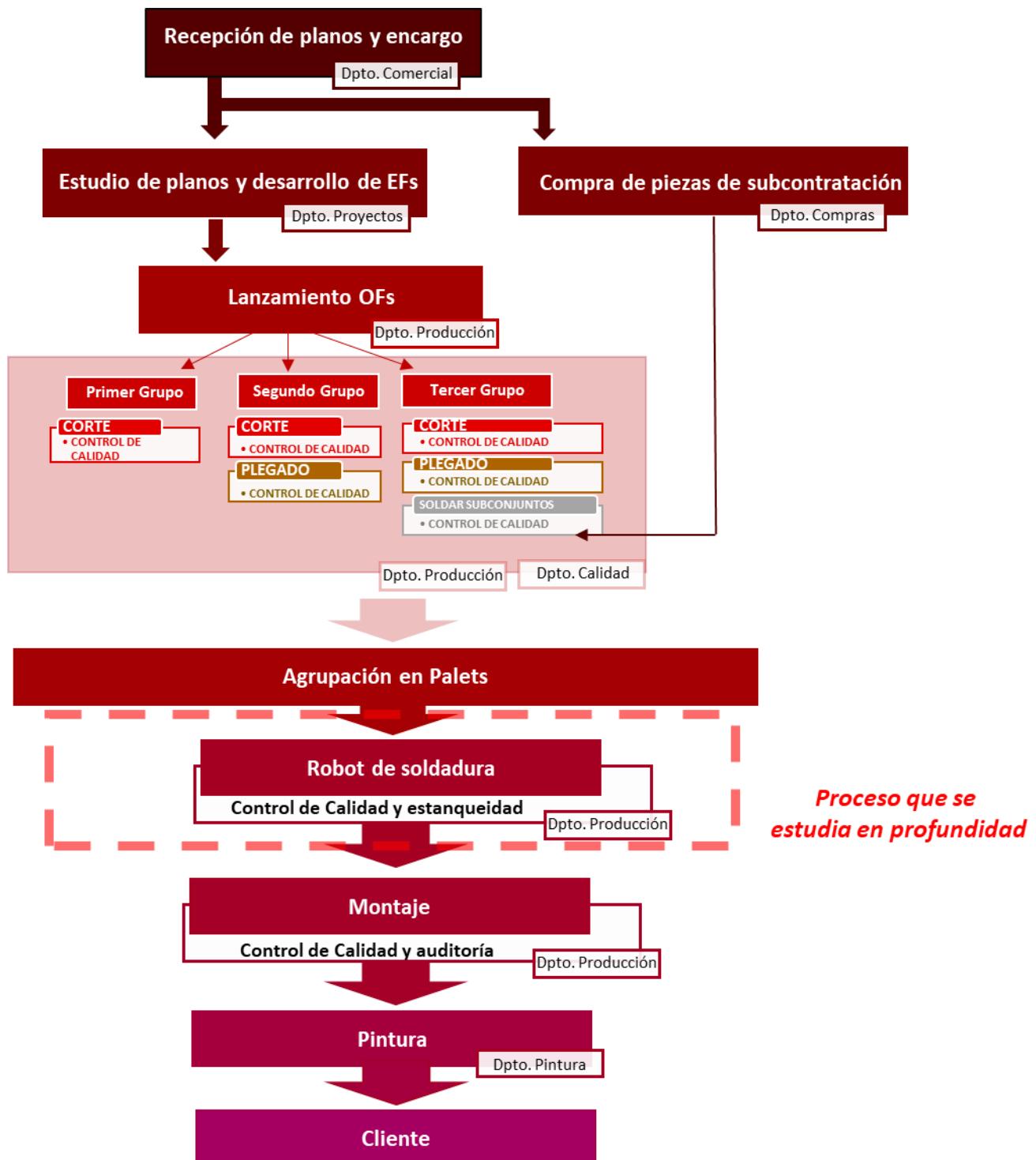


Diagrama. 1 Proceso de fabricación completo.

7 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO ACTUAL DE SOLDADURA EN ROBOT

Como ya se ha dicho antes se tomará como ejemplo para la descripción del proceso de soldadura actual el modelo de bancada QAS-A. Ya realizados todos los procesos de corte y de plegado necesarios para formar los componentes de la bancada, se sitúan en contenedores o palets y se transportan lo más cerca de la celda robótica. En el Anexo VIII se muestran los planos de las tres celdas robóticas de soldadura disponibles en Tecnoven y se indica en cada una de ellas los modelos de bancadas que se puede fabricar. La decisión de fabricar en un robot u otro es cuestión de espacio y disponibilidad.

A continuación, la imagen 1 muestra una del plano de la celda robótica 1, donde se fabrica la bancada ejemplo. En la imagen también aparece una enumeración que indica el orden de las distintas operaciones del proceso, esta numeración también se usará para explicar cada proceso con más detalle.

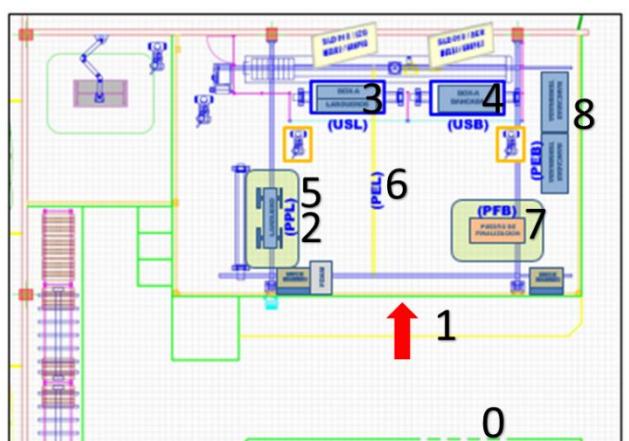


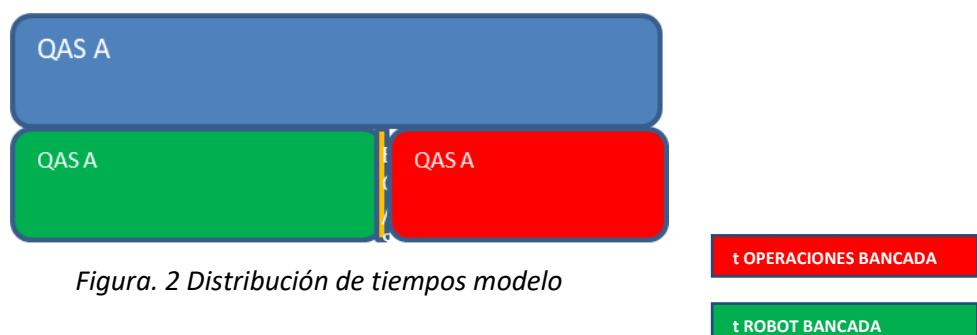
Imagen. 1 Celda Robótica 1.

0. Con las piezas finalizadas ya dispuestas en palets, el carretillero las moviliza lo más cerca posible de la celda robótica correspondiente, pero donde el espacio y la disponibilidad le permiten. (De manera caótica la mayoría de las veces).
1. El trabajo del soldador comienza localizando esos palets, después los organiza, agrupa las piezas y los va introduciendo en la celda según los va a utilizar (indicado con la fecha roja), mientras se carga el programa informático del modelo en el robot. Además de organizar los palets tiene que cambiar el utilaje, que es específico para cada bancada.
2. Una vez organizados los palets se procede a comenzar con el proceso de soldadura, es un trabajo dividido entre operario y robot. El proceso comienza en la parte izquierda de la imagen, llamada también zona de largueros. En el puesto de preparación de los largueros (PPL), los largueros se colocan con la ayuda del polipasto en unos caballetes, donde el operario coloca y puntea manualmente pequeñas piezas que tienen que ir adheridas al larguero. Se realizan los dos largueros, izquierdo y derecho a la vez.
3. Despues los largueros se transportan con el polipasto al utilaje situado ya en el robot, zona USL, el soldador en este momento se encarga de amarrar bien las piezas con gatos o material que necesite de manera que no se muevan y así accionar el robot, que comienza su trabajo realizando una soldadura en línea por todas las piezas que

- previamente se han punteado. Todo está programado funcionando mediante coordenadas, por eso la correcta colocación en el utilaje es muy importante.
4. Mientras el robot está ocupado en el USL , pueden ocurrir dos situaciones:
 - Si se trata de la primera bancada de lote, el PEL está vacío, esta zona es donde se depositan los largueros acabados a la espera de ser usados en la siguiente fase, como no hay ningún larguero terminado, el soldador para adelantar trabajo, realiza de nuevo el proceso 2 con otros dos largueros.
 - Si hay largueros terminados depositados en el PEL, el soldador comienza a ensamblar la bancada, que tiene lugar en la zona USB, unidad de soldadura de bancadas. Transporta todas las piezas grandes con el polipasto, la base y los largueros, y coloca correctamente los componentes más pequeños realizando un punteo manual para asegurar que no se muevan. Todo esto lo realiza mientras el robot termina en el lado izquierdo, USL.
 5. Una vez acabado el proceso 3, el robot se traslada al puesto 4 donde comienza el ensamblaje de la bancada en su totalidad. Mientras, los largueros que se acaban de soldar pasan otra vez por el PPL para ser examinados, en busca de fallos y se realiza un repasado para eliminar todas las rebabas.
 6. Este proceso es la simple colocación de los largueros terminados, a la espera de ser recogidos y llevados al USB, como se ha explicado antes.
 7. Después de acabar el robot el proceso 4, el operario examina a bancada creada en busca de imperfecciones, se solucionan allí en caso de ser necesario. Y si la bancada ya es correcta, se transporta al puesto de finalización de bancadas PFB, donde se realiza lo mismo que en el proceso 5, lijado, eliminar rebabas etc.
 8. Finalmente se dejan en el PEB donde el carretillero las recoge, pueden ocurrir dos situaciones:
 - Si es la primera bancada del lote, se envía a prueba de estanqueidad para comprobar existencia de filtraciones, es muy común entre cordones de soldadura. Es inevitable que el proceso este parado y hasta que no esté todo correcto, no se continua el proceso.
 - Si ya el proceso de estanqueidad está superado, se almacenan directamente en palets para después enviar a pintura o a que se realice el acabado final que corresponda.

8 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE PROBLEMAS PRINCIPALES

Para poder identificar todos los posibles problemas y poder solucionarlos, se ha procedido a una toma de tiempos exhaustiva de cada acción de robot y operario, para conocer en detalle todo aquello que puede ralentizar el proceso. En el anexo IX se puede observar una pequeña parte la toma de tiempos realizada de la bancada QAS-A. En la Figura 2, se muestra la distribución de tiempo entre operario y robot en la realización promedio de bancadas QAS-A. En el Anexo X se disponen el resto de distribuciones del resto de bancadas.



Dentro de todos los problemas que se van a explicar a lo largo del trabajo, cabe destacar la importancia de tres en concreto y de los que más preocupaciones abarcan:

- Tiempos innecesarios en el proceso de soldadura en celdas robóticas.

Se pretende eliminar aquellas acciones que se identifiquen como prescindibles, aquellas en las que se pierde tiempo y no producen ningún valor. También intentar optimizar al máximo las acciones identificadas como imprescindibles, que sigan aportando el mismo valor pero con una disminución de tiempo. El grafico 1 muestra una distribución de los tiempos relacionados con los operarios en bancadas promedio. Gracias a un estudio realizado se puede observar que un 9,37% se consideran operaciones innecesarias, de modo que se deben eliminar, y un 28,16% son aquellas que no aportan valor pero son necesarias, tanto estas como las que aportan valor, que son la mayoría un 62,47% deberían reducirse en la medida de lo posible sin alterar el valor que producen al producto.



Gráfico.1 Distribución tiempos operario.

- Reducción tiempo cambio de referencia y detención de robot.

Tecnoven se caracteriza por realizar fabricación de lotes de bancadas muy pequeños, suelen ser de 10-12 bancadas por lote óptimo. Cada bancada requiere de su utilaje específico y esto quiere decir que continuamente se realiza el cambio modelo, llamado cambio de referencia. Esta puesta en marcha es larga y pesada porque requiere la instalación del nuevo utilaje, introducir todas las piezas en la celda, y colocarlas, muchas cuestan mover debido a su envergadura. Todo esto provoca un uso desfavorable de la celda robótica ya que en ese momento no existe ningún beneficio y todo el tiempo invertido son gastos, por ejemplo cabe destacar que el Robot en todo este tiempo permanece parado, con una pérdida de dinero clara. Por esta razón se plantea modificar el tiempo de cambio de referencia y disminuir al máximo su durabilidad y por consiguiente empezar cuando antes el siguiente modelo de bancada.

El robot como parte muy importante y cara en el proceso y como ya se ha dicho antes muchas veces se detiene de repente, lo que produce una interrupción inesperada en el tiempo de proceso con una pérdida económica considerable. Por ello, se quiere reducir al máximo o incluso eliminar las incidencias con distintas soluciones. En la tabla 2 que aparece a continuación, se muestran los datos más relevantes del trabajo con robot a la hora de realizar las bancadas, como en el grafico 1, aquí se pueden observar aquellos tiempos que pueden ser eliminados o reducidos en el robot.

En el análisis de los tiempos, se ha tenido en cuenta todas las fases de soldadura del robot completas.

Tiempo necesario para la fabricación de una bancada promedio.	02:21:14
Tiempo de robot para la fabricación de una bancada promedio.	01:03:20
Porcentaje del tiempo de fabricación de una bancada promedio que se debe a PARO DEL ROBOT por incidencias.	1,36%
El tiempo medio de interrupción de la soldadura del robot en su tiempo de operación cuando se produce un paro.	3% (00:01:50)

Tabla.2 Datos tiempos en

Las principales causas observadas que provocan la detención del robot son:

- Paro por la limpieza manual de la boquilla.
- Contacto de hilo con pieza, problemas de colocación.
- Colisión.
- Enganche de la boquilla.
- Error humano: olvido de poner una pieza.
- Error humano: Interrupción de la barrera de seguridad.

➤ Escasa cadencia bancadas por turno.

Incrementar el número de bancadas por turno y por consiguiente tener una mayor productividad es uno del asunto que más apremian, debido a la alta competitividad que se está encontrando en el mercado. A continuación, se muestran en la tabla 3 todos los modelos de bancadas fabricados en la empresa con sus respectivos procesos productivos que han sido agrupados en 6 para su control, después se han tomado los tiempos de la duración de los mismos, junto con esto aparecen también dos apartados de subconjuntos u soportes pértiga, es para saber que modelo depende de subconjuntos soldados previamente y cuales necesitan soportes pértiga , de esta manera analizando todo con los cálculos pertinentes se estima la cadencia de bancadas por turno.

FASES	PREVIOS	QAS								QES					
		AC	A	A-24	B	B-24	C	C-24	C	C-SK	C-24	D	D-SK	D-24	
SUBCONJUNTOS	X									X			X		
R2: SOPORTES PERTIGA				X	X	X		X	X			X			
PREPARAR LARGUEROS	X	25	X			X		X							
INTRO LARGUEROS	X		X			X									
SUELDA EN UTIL LARGUEROS	X	23	X	36		X									
REVISAR LARGUEROS	X		X			X									
MONTAR BANCADA	X		X	33	X	28	X	35	X	34	X		X	X	X
SUELDA EN UTIL BANCADA	X		X	56	X		X	45	X		X		X	X	X
REVISAR BANCADA EN UTIL	X	32	X	35	X	35	X	39	X	35	X	40	X	29	X
ACABAR BANCADA FUERA	X		X		X		X		X		X		40	X	X
CADENCIA (UDS/TURNO):		5,5	5	2,75	4	2,5	4	2,75	4,5	3			3,5	2,5	

Tabla.3 Cadencia de bancadas/turno.

9 METODOLOGÍA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Todos estos problemas que se han ido encontrando, se intentan solucionar aplicando la filosofía Lean [4].Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producciones focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios” definidos estos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. Estos “desperdicios” que se observan en la producción pueden ser: tiempo de espera, transporte, sobreproducción, inventario, movimiento y defectos. Lean mira lo que no deberíamos estar haciendo porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo. Esta filosofía no es algo con fecha limitada sino que es una transformación cultural que pretende que los cambios sean duraderos y sostenibles.

El método Lean se materializa a través de una amplia variedad de técnicas, muy diferentes entre sí, Estas técnicas se puede implantar de forma independiente o conjunta atendiendo a las características específicas de cada caso.

A continuación vamos a explicar brevemente estas técnicas con algunas imágenes aclaratorias de algunas de ellas. Se comienza por aquellas técnicas que se pueden implantar en cualquier empresa/producto/sector.

9.1 LAS 5S

Herramienta utilizada para mejorar las técnicas de trabajo a través de una excelente organización, orden y limpieza en el puesto de trabajo. La imagen 3, muestra las 5 etapas en las que se basa las 5s, desde selección, primer paso para alcanzar el objetivo, después orden y limpieza, puntos clave a la hora de conseguir una estandarización y por último la autodisciplina, que sin ella es imposible. Superando estas etapas se consigue un lugar de trabajo mejor organizado y óptimo. El nombre de las 5s viene de las 5 palabras japonesas escritas en la parte derecha de la imagen que significan, las palabras numeradas del 1 al 5 es castellano.



Imagen.3 Técnicas del método 5S.

Los principios son fáciles de entender y su puesta en marcha no requiere ni un conocimiento particular ni grandes inversiones financieras. Pretende evitar síntomas disfuncionales muy sencillos de las empresas, que afectan decisivamente.

- Aspecto sucio de la planta: maquinas, instalaciones etc.
- Desorden: pasillos ocupados, técnicas sueltas, embalaje etc.
- Elementos rotos: mobiliario, cristales, señales, topes, indicadores etc.
- Falta de instrucciones sencillas
- Desinterés de los desempleados
- Movimientos innecesarios de personas, materiales, utillajes.
- Falta de espacio en general.

9.2 SMED

Es el sistema empleado para la disminución de los tiempos de preparación en máquina. Se estudia la maquina en profundidad y se evitan errores en los ajustes de útiles y técnicas. Se divide en una serie de 4 fases:

- Diferenciación de la preparación externa, aquellas actividades que se pueden llevar a cabo mientras la maquina funciona, y la interna, es necesario parar la máquina.
- Reducir el tiempo de preparación interna mediante la mejora de las operaciones.
 - ✓ Deben ser objeto de mejora y control continuo.
 - ✓ se deben estudiar la necesidades del personal y de la operación
 - ✓ Facilitar la introducción de los parámetros del proceso.
 - ✓ Reducir la necesidad de comprobar la calidad del producto.
- Reducir el tiempo de preparación interna mediante la mejora del equipo:
 - ✓ Organizar las preparaciones externas y modificar el equipo, para poder seleccionar distintas preparaciones de forma asistida.
 - ✓ Modificar la estructura del equipo o diseñar técnicas que permitan una reducción de la puesta en marcha y preparación.
 - ✓ Incorporar a las maquinas dispositivos que permitan fijar la altura o la posición de elementos como troqueles o plantillas mediante el uso de sistemas automáticos.
- Preparación cero: El tiempo ideal de preparación tiene que ser cero por lo que el objetivo final debe ser plantearse la utilización de tecnologías adecuadas y el diseño de dispositivos flexibles para productos pertenecientes a la misma familia.

En la imagen 3 se puede observar el proceso SMED de manera grafica clasificando aquello que se puede cambiar, se puede eliminar o es externo.



Gráfico.2 Diagrama de implantación SMED.

9.3 ESTANDARIZACIÓN

Esta técnica junto con SMED y 5s es uno de los cimientos sobre los que debe fundamentarse el resto de las técnicas. Es el punto de partida y la culminación de la mejora continua. Consiste primero en definir un estándar del modo de hacer las cosas después se mejora, se verifica el efecto de la mejora y se estandariza el nuevo método. La mejora continua es la repetición de este ciclo. Los estándares afectan a todos los procesos de la empresa de manera que donde exista el uso de personas, materiales, maquinas, métodos, mediciones e información (5M+1) debe existir un estándar. Como se puede observar en la imagen 4, todo puede ser estandarizado y pasar de un buen proceso, a asegurar un buen resultado con buenos estándares para mejorar en seguridad y eficiencia.

Para el trabajo, lo más recomendable sería realizar algunas de estas estandarizaciones:

- Estandarización para la gestión de equipos
- Estandarización para la gestión de operaciones y oficina técnica
- Estandarización para la gestión de control de la producción

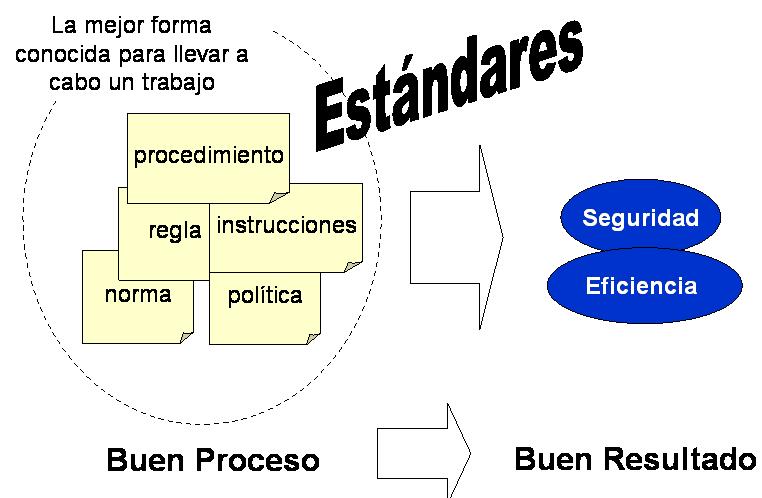


Imagen.4 Ejemplo estandarización de proceso

9.4 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM

Es un conjunto de técnicas orientadas a eliminar las averías a través de la participación de todos los empleados. La idea fundamental es la mejora y conservación de los activos productivos, cumpliendo los 4 objetivos principales:

- Maximizar la eficacia del equipo
- Desarrollar sistema de mantenimiento para toda la vida útil de la máquina, con acciones de mantenimiento preventivo.
- Implicar a todos los departamentos que planifican, diseñan, utilizan o mantienen los equipos

- Implicar a todos los empleados, desde la alta dirección a los operarios

Así se eliminan las 6 grandes pérdidas:

- Averías debidas a fallos en equipos
- Preparación y ajustes. Cambios de utillajes etc.
- Tiempo en vacío y paradas cortas, bloqueos.
- Velocidad reducida
- Defectos en procesos y repetición de trabajos. Desperdicios y defectos que requieren reparación.
- Menor rendimiento entre la puesta en marcha de las máquinas y producción estables.

9.5 CONTROL VISUAL

Conjunto de medidas prácticas de comunicación que persiguen plasmar de forma sencilla y evidente una situación del sistema de producción, especialmente en las anomalías y despilfarros.

Hay muchos métodos de aplicación para diferentes objetivos, entre los que se encuentran los que se van a usar en el proyecto:

- Control visual de espacios y equipos
 - Identificación de espacios y equipos.
 - Identificación de actividades, recursos y productos.
 - Información e instrucciones.
 - Limpieza.
- Documentación visual en el puesto de trabajo
 - Métodos de organización: hojas de instrucciones, estudios de tiempos / movimientos, planificación de trabajo, auto inspección, recomendaciones de calidad, procedimientos de seguridad.
 - Recursos y tecnología. Instrucciones de operación y mantenimiento, cambios y ajustes, descripción de procesos y tecnología.
 - Productos y materiales, especificaciones del producto, listas de piezas, requerimientos de empaquetados, identificación de defectos comunes en materiales y productos.
- Control visual de la producción
 - Identificación de trabajos en proceso (cargas retrasos etc.).
 - Indicadores de productividad.
 - Programa de mantenimiento.
- Control visual de la calidad
 - Control estadístico de proceso(SPC)
 - Registro de problemas
- Gestión de indicadores:
 - Objetivos, resultados y diferencias de indicadores de procesos.
 - Gestión de la mejora continua
 - Actividades de mejora
 - Proyecto en marcha

Existen muchas más técnicas no tan utilizadas en este método de optimización pero que pueden ser usadas más adelante:

- Jidoka
- Técnicas de calidad
- Sistemas de participación del personal
- Heijunka
- Kanban

9.6 KAIZEN

Complementando a todo lo explicado anteriormente, existe también Kaizen, Esta filosofía tiene un principio que se sustenta en base a integrar de forma activa a todos los trabajadores de una organización en sus continuos procesos de mejora, a través de pequeños aportes.

Por eso para aplicarla deberá cumplir con las siguientes condiciones:

- Alto compromiso de la dirección de la empresa (Creación de escenarios de participación)
- Alta receptividad y perspectiva respecto a nuevos puntos de vista y aportes
- Alta disposición de implementar cambios
- Actitud receptiva hacia errores identificados durante el proceso
- Alta valoración del recurso humano
- Disposición de elaboración de estándares (garantía para no depreciar las mejoras)

Llevar a la práctica la metodología Kaizen, y la aplicación de sus eventos de mejora se lleva a cabo cuando:

- Se pretende redistribuir las áreas de la empresa.
- Se requiere optimizar el tiempo de alistamiento de un equipo o un proceso.
- Se requiere mejorar un atributo de calidad.
- Se pretende optimizar el ciclo total de pedido.
- Se requieren disminuir los desperdicios.
- Se requieren disminuir los gastos operacionales.
- Se requiere mejorar el orden y la limpieza.

Metas de Kaizen:

- Reducir costo a través de la eliminación de desperdicios
- Mejora continua , gradual y ordenado
- Generar idea y conceptos y si no funcionan tratar otro.
- Realizar cambios significativos a bajo costo y en menos de 5 días

La imagen 5 muestra el método Kaizen desde 4 enfoques clave para éxito de este método. De manera más detallada en la imagen 6, muestra los pasos a desarrollar para concluir con éxito Kaizen. Son imágenes aclaratorias, que son muy útiles para entender la base del proyecto en cuestión.



METODOLOGÍA DE UN EVENTO KAIZEN



Imagen.5 Fases Metodología Kaizen.

Imagen.6 Proceso Metodología Kaizen.

10 ANALISIS TIEMPOS CELDA ROBÓTICA

Antes de comenzar con la explicación e implantación de las soluciones creadas, acordes a los problemas existentes que se puede observar con detenimiento un ejemplo de selección de toma de tiempos del proceso antiguo, explicado con detalle en el apartado 7.

La imagen 7 que se encuentra a continuación, muestra los tiempos de una situación real de proceso de creación de un lote de 12 bancadas, tipo A y tipo B con el cambio de referencia intermedio implantando el modelo B. Las primeras 12 bancadas son del tipo A, definidas en la columna azul, en la parte izquierda, después cada una de ellas esta destacada con un color diferente para que se puedan seguir los diferentes procesos de producción de cada una de ellas. Los procesos de producción se agrupan en 6 etapas y están definidos en el apartado 7 con más detalle, aquí se distribuyen en 6 columnas, con sus colores correspondientes plasmados en la parte de arriba de la imagen, y son PREP L, SOLD L, CARGA B, SOLD R, INSP B, FINAL B. FINAL B. Las etapas que se hacen en robot son las recuadradas en negro (SOLD L, SOLD R) y existe una línea negra en medio de la imagen que separa de manera clara los dos escenarios de actuación, la parte de largueros o parte izquierda y la parte de bancada o parte derecha. Las siguientes 12 bancadas que corresponden al tipo B, se disponen de la misma manera, pero distinguidas con una columna verde que las identifica. En medio, en rojo, se define el cambio de referencia, parte muy importante en el proyecto. Por último, en la parte derecha se muestra el tiempo que ha tardado cada bancada en fabricarse, el tiempo total y el promedio de cada tipo de bancada, que serán necesarios para cálculos posteriores.

MODO ANTIGUO											
			PREP L	SOLD L	CARGA B	SOLD R	INSP B	FINAL B	H/TOTAL BNCD		PROMEDIO
									2	3	4
									4	5	6
qas-A	antes 1	qas-A - antes 1	0:32:02								
qas-A	antes 2	qas-A - antes 2	0:23:59	0:25:23							
qas-A	antes 3	qas-A - antes 3	0:27:25	0:26:29	0:26:39						
qas-A	antes 4	qas-A - antes 4	0:30:35	0:27:59	0:22:34	0:43:01					
qas-A	antes 5	qas-A - antes 5	0:21:50	0:27:29	0:28:05	0:48:38	0:12:57				
qas-A	antes 6	qas-A - antes 6	0:26:15	0:24:27	0:25:15	0:47:14	0:09:38	0:28:55			
qas-A	antes 7	qas-A - antes 7	0:32:04	0:24:50	0:25:30	0:47:28	0:11:24	0:28:02			
qas-A	antes 8	qas-A - antes 8	0:36:42	0:24:36	0:25:33	0:47:35	0:12:57	0:23:09			
qas-A	antes 9	qas-A - antes 9	0:29:38	0:26:56	0:22:58	0:52:00	0:12:22	0:33:03			
qas-A	antes 10	qas-A - antes 10	0:30:20	0:25:57	0:31:25	0:53:22	0:12:41	0:37:39			
qas-A	antes 11	qas-A - antes 11	0:28:05	0:24:06	0:25:53	0:54:21	0:10:24	0:42:34			
qas-A	antes 12	qas-A - antes 12	0:26:23	0:25:12	0:23:06	0:52:59	0:21:11	0:26:30			
			0:28:07		0:26:23	0:48:09	0:15:46	0:37:32			
					0:28:24	0:50:26	0:13:05	0:31:13			
						0:48:06	0:14:28	0:24:36			
							0:17:44	0:25:04			
								0:29:06			
									2:57:50		
										20:00:00	
											1:16:13
CAMBIO ANTES			CAMBIO - ANTES			0:47:48			1:15:20		
										2:03:09	CAMBIO REF
MODO NUEVO											
			PREP L	SOLD L	CARGA B	SOLD R	INSP B	FINAL B	H/TOTAL BNCD		PROMEDIO
									2	3	4
									4	5	6
qas-B	antes 1	qas-B - antes 1	0:25:38								
qas-B	antes 2	qas-B - antes 2	0:19:11	0:22:51							
qas-B	antes 3	qas-B - antes 3	0:21:56	0:23:50	0:21:19						
qas-B	antes 4	qas-B - antes 4	0:24:28	0:25:11	0:18:03	0:45:37					
qas-B	antes 5	qas-B - antes 5	0:17:28	0:24:44	0:22:28	0:46:12	0:12:18				
qas-B	antes 6	qas-B - antes 6	0:21:00	0:22:00	0:20:12	0:44:52	0:09:09	0:21:41			
qas-B	antes 7	qas-B - antes 7	0:25:39	0:22:21	0:20:24	0:45:06	0:10:50	0:21:01			
qas-B	antes 8	qas-B - antes 8	0:29:22	0:22:08	0:20:26	0:45:12	0:12:18	0:17:22			
qas-B	antes 9	qas-B - antes 9	0:23:42	0:24:14	0:18:22	0:49:24	0:11:45	0:24:47			
qas-B	antes 10	qas-B - antes 10	0:24:16	0:23:21	0:25:08	0:50:42	0:12:03	0:28:14			
qas-B	antes 11	qas-B - antes 11	0:22:28	0:21:41	0:20:42	0:51:38	0:09:53	0:31:56			
qas-B	antes 12	qas-B - antes 12	0:21:06	0:22:41	0:18:29	0:50:20	0:20:07	0:19:52			
			0:25:18	0:21:06	0:45:45	0:14:59	0:28:09	0:28:38			
				0:22:43	0:47:55	0:12:26	0:23:25	0:36:30			
					0:45:42	0:13:45	0:18:27	0:21:03			
						0:16:51	0:18:48	0:26:42			
							0:21:50	0:33:30			
									11:57:36		

Imagen.7 Distribución tiempos modelo antiguo.

Con todos los datos recabados y los cálculos pertinentes para poder hacer el estudio, se ha llegado a la deducción de que se puede:

- Reducir el tiempo de fabricación de bancadas promedio.

La duración promedio de bancadas tipo A es de 2h 55min, y de tipo B es de 2h31min, es un ejemplo en el que muestra la diferente durabilidad de cada modelo de bancada. La cantidad de operaciones que se necesitan para fabricar ambos modelos son prácticamente semejantes, pero pueden existir pequeñas modificaciones que marquen la duración, es decir que sean más significativas y que modifiquen el proceso de una manera considerable (por ejemplo, puede tener más componentes a soldar en la bancada). Todo proceso ha sido detallado y discutido, y se ha llegado a la conclusión de que ciertos tiempos pueden ser reducidos con la precisa corrección de problemas que impiden el pleno desarrollo de estas operaciones. En el apartado 10.1 se va a definir todos los problemas encontrados y entonces se procederá a la explicación de la solución propuesta para cada uno de ellos. Así se reducirá el tiempo de fabricación de bancadas promedio.

- Reducir el tiempo de cambio de referencia y detención de robot.

A diferencia del punto anterior, la reducción del tiempo de cambio tras finalizar un lote va a tener un mayor alcance ya que el tiempo de cambio es posible que pueda verse reducido en mayor medida. Solo el tiempo de cambio de referencia, es de 2h 03 min, en él se hace un cambio completo en la celda robótica, se cambian los palets, se añaden los componentes, se implanta el nuevo utillaje, herramientas necesarias... Pero también hay que tener en cuenta que es importante reducir el proceso que transcurre desde ultima bancada correcta del primer modelo a primera bancada buena del segundo modelo, porque durante todo este tiempo, no se crea ningún beneficio y todo son costes. Es necesario reducirlo al máximo y empezar cuanto antes a obtener rentabilidad. Este tiempo es de 4h 32 min.

Los nuevos cambios propuestos para modificar este modelo antiguo referente al cambio de referencia se explica en el apartado 10.2.

10.1 REDUCCIÓN BANCADAS PROMEDIO

Para reducir los tiempos de operación en las bancadas, primero de sebe conocer con exactitud su procedimiento, explicado con detalle en el apartado 7. Lo necesario en estas fases de producción, es realizar una estandarización de proceso, es decir reducir al máximo de lo posible la variabilidad y homogeneizarlo. Y también disminuir todo tipo de incidencias que ralenticen el proceso.

Con todo este sistema se consigue proporcionar una calidad deseada, controlando todos los parámetros que pueden variar, pero también existen incertidumbres que no se pueden controlar. De todas formas siempre hay que tener presente que la calidad no se controla sino que se fabrica. Se procede a la descripción de los problemas detectados y a su correspondiente solución.

10.1.1 GESTION DE MERMAS

Puede ocurrir que en ciertos lotes de piezas, no todas se hayan fabricado correctamente. Puede ser que alguna de ellas esté dañada, tenga una dimensión incorrecta o llegue a estar incluso quebrada. Estos problemas ocurren debido a causas como, un fallo en la programación para producir esa pieza, que la chapa metálica, la materia prima, estuviese inicialmente en mal estado y no se retirara a tiempo o que algún proceso como corte, plegado, avellanad etc. se haya realizado de manera incorrecta. Esto finalmente ocasiona una incompleta finalización de lote, ya que las piezas se hacen bajo pedido con un número exacto a fabricar. No es muy común producir con stock. A continuación un listado de los problemas relacionados con la gestión de mermas.

Problemas

No se retiran los componentes dañados, se quedan en la celda impidiendo la correcta finalización del proceso.

Nadie sabe quién debe ocuparse del punto anterior, si es el soldador, el operario o el carretillero.

No se revisan las mermas antes de entrar a celda robot, tal cual se hacen se posicionan en palets y se trasladan a un lugar más cercano a celda. Allí se quedan a la espera de entrar a la célula sin ser inspeccionadas.

No se fabrican mermas extra, ni se reutilizan en otros procesos. Simplemente se fabrica bajo pedido y piezas que no sean óptimas para esa función son catalogadas como chatarra inmediatamente.

A continuación se presentan una serie de soluciones acordes a las diferentes situaciones que uno puede encontrarse.

Soluciones

En el caso de encontrar mermas que dificulten la finalización de bancadas:

El operario tendrá que avisar rápidamente al encargado, entonces él se encargará de hablar con el programador para informarle de que hay que fabricar lo antes posible la pieza o piezas que se necesitan, después el programador intentará introducir esas piezas en la orden de fabricación que antes vaya a ser lanzada y así restablecer la normalidad lo más rápido posible.

En caso de ser piezas que se fabrican con stock (poco usual en Tecnoven):

Si hay constancia de ello, el operario deberá ir al almacén y situarla en la celda lo antes posible, luego deberá documentarlo para que se pueda llevar un control de inventario. Si se llega al mínimo avisar a producción y realizar procedimiento anterior.

<p><i>Situación de las mermas:</i></p>	<p>Si las piezas “inútiles”, pueden tener alguna función, comunicar a dirección y encargado, para que decidan si puede llevarse a cabo.</p> <p>Con las piezas inútiles que no pueden usarse para ningún proceso llevar a zona de chatarra.</p>
--	--

Para que se solventen estos problemas, se ha decidido asignar este trabajo a un almacenero u operario de planta en cada turno y que se encuentre en zona cercana a la celda robótica. Tendrá que cumplir las siguientes soluciones acordadas tal como se le ha indicado y si tiene dudas, pregunte a encargado, que está informado de todo.

10.1.2 HERRAMIENTAS Y CONSUMIBLES

Cada celda dispone del material necesario para que pueda ser usado en cualquier momento del proceso productivo. Pero debido a la rotación de horarios y la gran afluencia de trabajadores que pasan a lo largo del día, crean problemas con estas herramientas que son tan usadas y que retrasan la fabricación. A continuación, se realizará el mismo procedimiento que en el apartado anterior, se explicarán los problemas y soluciones respecto al tema de las herramientas.

Problemas

Herramientas desaparecidas de su sitio a la hora de usarlas:

Con frecuencia, el soldador en su trabajo, necesita usar ciertas herramientas y a la hora de precisarlas, no las encuentra. Esto se debe a que algún otro trabajador la ha tomado prestada para usarla. Esto normalmente es consecuencia de que a ese trabajador también le falte en su puesto de trabajo. Al suceder esto, se paraliza la producción ya que el soldador o bien tiene que ir a buscar la herramienta en cuestión para poder continuar el proceso o simplemente esperar a que sea devuelta. A veces no se sabe el paradero de la herramienta y aún se espera más tiempo hasta que se la devuelvan o decide tomar prestada otra, cosa que ocasionaría el mismo problema.

Escasez en máquinas:

Hay situaciones en las que no hay suficiente maquinaria necesaria. Por ejemplo, actualmente no hay suficientes máquinas de soldar, hay un 100% de máquinas asignadas a puesto, es decir que hay una máquina para cada soldador, ninguna libre y en el momento en que se avería alguna o requiere de reparación, el operario se queda sin hacer nada o tiene que tomar prestada la de otro trabajador, lo que nos lleva al problema anterior.

Falta de radiales en la celda robótica:

El operario tiene que ir continuamente por la celda robótica buscando de la única radial de la que dispone. Nunca la tiene a mano debido a que la celda es grande y se necesita con asiduidad en ambos escenarios, tanto el de largueros como el de bancadas.

Falta continua de consumibles :

El propio operario cuando se queda sin algún consumible como lijas etc. tiene que ir particularmente a buscarlas al almacén para poder seguir su trabajo. Hay veces en las que ni en el almacén dispone del material y esto se debe a que no existe ningún control de la escasez de esos consumibles. Hay ciertas ocasiones que incluso el almacén está cerrado y no pueden entrar. Deben buscar al encargado para que les solucionen y evidentemente equivale a más tiempo de retraso.

A continuación se procederá a explicar las soluciones creadas para cada problema, dispuestas en el mismo orden respectivo de cada problema explicado anteriormente.

Soluciones

Todos aquellos trabajadores externos a celda serán abastecidos con las herramientas que necesiten así no tengan que utilizar herramientas de uso exclusivo de celda. Estas nuevas herramientas serán guardadas en un espacio próximo a sus puestos de trabajo, para una buena accesibilidad.

Para cada máquina en escasez se hará un estudio económico y se comprobará su rentabilidad. Por ejemplo, en el caso de la máquina de soldar, se aceptó la propuesta de comprar una máquina nueva, ya que se analizó la situación y se pudo ver que una máquina de esas características, que cuesta entorno a los 6000 euros, sería rentable en apenas un año de actividad.

Se tiene muy en cuenta la opinión de cada soldador. Se habló con ellos y se tomó la decisión de comprar 3 radiales por cada robot. Es muy recomendable ya que las radiales no suponen un gasto económico importante y al final se obtendrían más beneficios que inconvenientes. Este procedimiento se hará con frecuencia por si en un futuro ocurre con otras herramientas.
La disposición de las nuevas radiales sería la siguiente :

- 1 en zona largueros
- 1 Finalización Lija
- 1 Finalización Scotch

Este emplazamiento es inamovible, a no ser que el soldador crea conveniente otro lugar y en ese caso se debe comentar y decidir con personal de oficina :

Control de consumibles por un operario de planta/almacenero.

Como nueva norma, una vez al día el operario del turno correspondiente tendrá que dar una vuelta por la planta y celdas robóticas, para ver la cantidad de consumibles de los que disponen los trabajadores. Tendrá un documento en el que deberá apuntar aquello que se repone y en cuanto llegue el almacén a la cantidad mínima establecida en el documento, se avisará al departamento de compras para que se reponga lo antes posible.

10.1.3 COMPONENTES DEL PUESTO DE TRABAJO

Existen unas series de asuntos de menor importancia relacionados con el puesto de trabajo, se consideran poco importantes porque no ocasionan una gran paralización en la producción, pero se deberían tener en consideración ya que modificarían el proceso para bien. No son cambios que exijan gran esfuerzo ni económico, ni elaborado a nivel de control, de cambio o de tiempo de instalación.

Documentación de los componentes

 *Donde dejar las OFs de los componentes recibidos:*

Por cada lote de piezas que se fabrican, hay una orden de fabricación para llevar un control sobre los principales procesos que esa pieza recibe. Cuando se va finalizando el lote de bancadas y evidentemente los lotes de piezas se van acabando, dejan las órdenes de fabricación dispersas por la celda, desordenadas. Lo mejor es que el operario asignado del turno, encargado también del cambio de la celda, se ocupe de agrupar todas estas OFs y dejarlas en uno de los bancos de herramientas de la celda, disponibles para el soldador por si en algún momento necesita consultarlas.

Comunicación personal

 *Asistencia y Anticipación*

Es requerido un esfuerzo conjunto entre carretilleros, almaceneros, encargados y soldadores para que esto mejore, no es posible que el soldador se encargue el solo de todo lo que ocurre dentro de la celda robótica y que también tenga que solucionarse los problemas externos como el tema de herramientas o consumibles por ejemplo. Para que exista un correcto funcionamiento de la celda robótica, de aquí en adelante la comunicación entre operario y soldador tiene que ser perfecta, el operario de planta debe conocer a la perfección el trabajo de soldador y viceversa. De esta manera se comprenderán todas las necesidades y las limitaciones que se puedan tener durante el proceso.

Suministros y Servicios

 *Tomas de corriente y aire en lado opuesto a celdas:*

Ahora mismo, la situación de estas tomas de corriente, al utilizarlas ocasionan cables largos, que se reparten por el suelo de toda la celda, ya que tienen que llegar a lugares bastante alejados de donde están situadas. Lo que impide un correcto desplazamiento

de los palets o cualquier otro tipo de carrito o transporte que se necesite dentro de la celda.

Se propone crear dos tomas en los otros dos extremos de la celda que no disponen de ello, de esta manera se eliminarían los cables largos, porque según donde se necesitara se utilizaría una toma u otra. Pero Sería una solución menos económica ya que habría que realizar una obra para redireccionar la toma bajo tierra. Otra opción más antiestética pero económica sería enganchar en el techo las mangueras de suministro, de manera que bajaran cuando se necesite y al soltarlas se recolocarán en su sitio, suspendidas en lo alto.

 *Tomas de GAS-SOLD en Postes de Suministro:*



Los postes de suministro de GAS-SOLD, son aquellos con los que hacen las soldaduras manuales. Tienen una posición fija en la celda robótica, unos espacios definidos con líneas amarillas en el suelo de donde no se pueden mover, se pueden ver en el plano del apartado 1.5. Son máquinas con un nivel de peligro moderado y no conviene que sean manipuladas demasiado, debido al cableado o a que pueda verse dañado algún componente y no suelde de manera correcta. Por supuesto, tienen que ser usados correctamente por los soldadores, ya que son los únicos autorizados en manipularla.

 *Limpieza de contenedores Foam:*



Son contenedores donde se vierte el Foam que se retira de las piezas, Foam es un protector de espuma que llevan algunas piezas (sobre todo las grandes) para evitar que se dañen entre ellas en el transporte o al apilarlas en los palets. Conforme se van usando esas piezas, se va tirando la espuma a ese contenedor y así se pueda reutilizar.

 *Problemas con el Hilo:*

Puedes ocurrir en ocasiones que el Robot se detenga debido a:

- Fallo en cebado
- Desgaste en búsquedas por contacto. El robot por contacto con la chapa hace mediciones para realizar la soldadura correctamente situada.

Para solucionar estos problemas se necesita una rápida y concienciada actuación del soldador o con problemas más graves, el jefe de soldadura se encarga de solucionarlo y continuar el proceso cuanto antes.

Hay situaciones que se pueden evitar, con un correcto mantenimiento del robot, revisiones periódicas correspondientes y una constante limpieza de cascarilla, polvo o restos de material.

10.2 REDUCIR EL TIEMPO DE CAMBIO DE REFERENCIA Y DE ROBOT

La segunda parte y realmente importante en el proyecto es la reducción del tiempo empleado en el cambio de referencia. En Tecnoven, no se fabrican lotes grandes, sino lotes de pequeña envergadura, entre 6 y 12 bancadas, esto significa que el cambio de referencia se repite con

asiduidad en los turnos laborales y por tanto se convierte en una parte fundamental en el ahorro de tiempo y de dinero.

Se denomina cambio de referencia al proceso que hay que realizar cuando se finaliza la fabricación un lote de bancadas de un modelo y se tiene que empezar a fabricar otro lote de bancadas de un modelo diferente. Este proceso va a ser explicado detalladamente más adelante en este mismo apartado. Pero puede verse en el modelo antiguo, en la imagen 7 de inicio del apartado 10 y como está distribuido.

Todo este trabajo era únicamente realizado por el soldador, sin recibir ninguna ayuda él era el encargado de todo lo relacionado con el proceso de soldadura de las bancadas. Esto como bien se va a argumentar, era un gran error ya que producía:

- Cansancio del soldador, por hacer labores que a él no le corresponden.
- Frustración, ya que no le daba tiempo a acabar el objetivo que tenía en su trabajo diario.
- Malgasto de horas de trabajo en operarios cualificados.
- Derrochar horas de celda robótica inutilizada.
- Un menor beneficio económico para la empresa, que se fabrican menos bancadas por turno.

Debido a estas cosas se ha elaborado un nuevo plan de actuación en el cambio de referencia, que supondrá una mejoría considerable en el proceso. Los cambios en los que se centra el plan son los siguientes:

1º cambio:

Se añade un operario (no soldador) que se va a llamar *operario de cambio* a lo largo de toda la explicación. Este empleado se encargará de todo lo que gire en torno al proceso de cambio de referencia, de esta manera el soldador solo se centrará en realizar las bancadas y podrá acabar su trabajo perfectamente a tiempo. El operario de cambio, como su nombre indica es un operario de planta, que ejecuta su trabajo habitual durante su turno, y además, realizará el cambio de referencia. Si durante su turno se encuentra con este cambio tendrá que darle prioridad, paralizando así el resto de actividades que esté haciendo.

2º cambio:

El proceso de cambio antiguo se realiza en su totalidad junto, es decir, se cambiaba toda la celda completa tanto parte de largueros como de bancada. Pero ahora esto de modificado y se ha decidido dividirlo en dos etapas:

1. Cambio en el escenario izquierdo, el que respecta a largueros.
2. Cambio en el escenario derecho, el que respecta a bancadas.

De esta manera cuando el soldador finalice en la parte izquierda y pase a la parte derecha a finalizar la última bancada del antiguo lote, el operario de cambio comenzara realizando el cambio de referencia en la parte de la izquierda, la que queda disponible ya que de ese lote de bancadas el soldador ya no realizará más trabajo. Más tarde, cuando el soldador termine la ultima bancada y listo el escenario de largueros, comenzará de inmediato en el escenario de la izquierda, con la preparación de los largueros del nuevo modelo de bancada a fabricar, será entonces cuando el operario de cambio realizará lo mismo que en la parte de los largueros pero en el escenario derecho.



IMPORTANTE: Como el operario de cambio realiza más labores aparte del cambio de referencia, para que no esté todo el tiempo pendiente de la celda, se dispondrá de un sistema de aviso que consistirá en una simple bandera de color verde, mostrada en la Figura 3 que posicionará el soldador fuera de la celda robótica de forma visible y así avisará de que queda libre una parte de la celda y por tanto puede comenzar con el cambio. Esto se realizará tanto en un escenario como en el otro.

Figura.3
Prototipo aviso
de señal.

Ahora se va a explicar detalladamente las operaciones que se han asignado al operario de cambio y simultáneamente lo que hace el soldador durante cada actividad del cambio de referencia. Hay que tener en cuenta que hay ciertos huecos en las actividades del soldador en las que el operario no trabaja debidas a que la duración de sus actividades, es diferente y viceversa. La finalidad de esta tabla es tener en cuenta cada detalle de todo lo que realiza el operario, y saber que va haciendo el soldador más o menos al mismo tiempo. En el texto hay que tener en cuenta:

- **NB:** Se referirá a la nueva bancada que va a entrar a producirse.
- **VB:** Se referirá a la vieja bancada que se ha fabricado.
- **ZONA NARANJA:** Principalmente actúa el operario de cambio
- **ZONA AZUL:** Principalmente actúa el soldador.
- **ZONA VERDE:** actúan los dos simultáneamente.

OPERARIO DE CAMBIO	SOLDADOR
Recibe la información del cambio que se va a realizar, la toma de la biblioteca que hay en la celda robótica: listado de materiales y plano de la distribución de espacios. Ambos documentos son parte de la optimización del tiempo de cambio, <i>Lay Out</i> y <i>Check List</i> .	
Preparar en la parte exterior de la celda robótica, en la zona asignada el material para la NB, los palets suelen estar desordenados por la zona de las plegadoras, por lo tanto se deben encontrar y ordenar. En el documento <i>Lay Out</i> , se explica toda esta distribución.	El soldador es informado de que va a proceder a un cambio. Hay que tener una correcta comunicación.
Extraer los carros vacíos de la producción VB. Sacarlos fuera del área para llevarlos donde corresponda .Las jaulas, se llevan a su almacén y los carros los reparte por la fábrica (mayoritariamente en láser).	
Colocar en la mesa izquierda el material correspondiente a largueros, según <i>Lay Out</i> .	
Colocar los palos, donde se ubica el utilaje de VB y situarlo en el lugar asignado.	

Traer el carro del cambio y ponerlo fuera del área. Posicionarlo donde se va a realizar la adaptación del utilaje de bancada entrante.

Localizar la posición de los utilajes entrante y saliente y comprobar que los espacios que se necesitan para el movimiento de utilajes están disponibles. Colocar los carteles de señalización (prohibición de colocar elementos en el suelo de la zona de la estantería)

Disponer las cuñas a la medida adecuada para el correcto manejo de utilaje. Coger de la estantería de almacén de utilajes, correspondiente a la NB y posicionar la carretilla fuera del área en el lugar que se decida.

Realizar el Check List para verificar que el cambio es viable: OFs, materiales, utilaje, carro de cambio (carteles señalización estantería, tornillos, mazo, destornillador neumático, fijaciones, extractor de pasadores, vasos) cuñas en posición OK para manejo de utilaje, posición correcta de los utilajes entrante y saliente (localizada y disponible), área de maniobra practicable.

Valorar si es necesario adaptar el utilaje de bancada entrante.

1º Manualmente soltar posicionador o palometa y cambiarlo a posición correcta. Repetir la operación con los cuatro posicionadores o palometas.

2º Soltar el tornillo del soporte de la mordaza de presión, cambiarla de posición y atornillar. Repetir la operación en los cuatro soportes de mordaza de presión.

Colocar el utilaje sobre los palos dispuestos para ese fin.

Colocar el carro de cambios dentro del área en la zona de la mesa izquierda.

Adaptar el utilaje de la mesa izquierda a los largueros de la NB: Cambiar de posición las cuatro fijaciones e incorporar las fijaciones.

1º se colocan los tornillos manualmente y después se aprietan con atornillador neumático. Se realiza todo el proceso para una fijación antes de pasar a la siguiente. Se sigue el orden de fijaciones indicado en el propio utilaje.

NOTA 1: En el momento que se vayan soltando los elementos de fijación, se revisará su estado y se tirarán aquellos que están deteriorados.

Repasar penúltima VB (El robot está soldando la última bancada QAS B) y llenar Check List de la bancada saliente

NOTA2: Toda esta adaptación se debe hacer por la zona delantera de la mesa adecuando la posición de la misma.	
<p>Durante este tiempo el operario de cambio realiza otras tareas ajenas al cambio de referencia.</p>	<p>Comprobar si el programa está cargado en el Teach. Caso que no, cargarlo.</p> <p>Abrir OFs</p> <p>Preparar largueros de NB en puesto de preparado e ir cargando la mesa Izquierda con los largueros.</p> <p>Esperar a que termine el robot</p> <p>Calibrar (Quitar tobera y punta de contacto, poner punta de calibración y accionar programa de calibrado. Al terminar quitar la punta de calibración y poner la de contacto y tobera) y Accionar robot mesa izquierda para largueros NB. Poner mampara.</p> <p>Avisar a Logística de que tras el repaso de la última VB (12 min), se puede proceder al cambio en mesa derecha. Con la bandera verde.</p> <p>Repasar última VB en robot</p> <p>Retirar imanes (fase intermedia de la soldadura de largueros)</p> <p>Seguir repasando la última VB en robot.</p> <p>Sacar última VB y repasarla.</p>
<p>Colocar carretilla en el lugar señalado y situar las cuñas sobre el suelo.</p> <p>Soplar utilaje VB.</p>	<p>Preparar segundos largueros.</p>
<p>Colocar cuatro cáncamos en el utilaje VB y amarrar el puente grúa a los mismos. Poner el polipasto en tensión pero no en carga.</p>	<p>Seguir preparando segundos largueros.</p>
<p>Soltar utilaje VB de bancadas de la mesa Derecha: Aflojar ocho tornillos (20-22) por cada lateral. Los no pintados de rojo.</p>	
<p>Soltar utilaje VB de la mesa Derecha: Retirar dos pasadores (uno por cada lateral): apuntar con el extractor de pasadores y golpear el mismo con el mazo. Retirar al carro del cambio de pasadores.</p>	<p>Sacar del robot primeros largueros y cargar segundos largueros.</p>
<p>Soltar: Retirar los tornillos que se habían aflojado.</p>	<p>Poner mampara y accionar robot mesa Izquierda. Largueros NB.</p>
<p>Soltar utilaje VB de la mesa Derecha: Comprobar que los tornillos soltados son funcionales (si no, tirar los no OK y sustituirlos por otros tornillos en el carro)</p>	<p>Repasar largueros primeros</p>
<p>Elevar con el polipasto el utilaje que se ha soltado.</p>	<p>Retirar imanes (fase intermedia de la soldadura de largueros).</p>

Trasladar el utilaje VB a la carretilla (con el polipasto) y colocarlo sobre las cuñas.	Seguir repasando largueros primeros.
Elevar las cuñas de la carretilla hasta que soporten el utilaje.	
Desamarrar el utilaje del polipasto y retirar polipasto.	
Llevar el utilaje a su posición en la estantería y almacenarlo.	Repasar última bancada VB (El robot está soldando los segundos largueros NB) rellenar Check List de la bancada saliente.
Amarrar utilaje NB que está sobre los maderos al polipasto.	NOTA: Si operario de cambio termina, interrumpir y hacer una de estas dos cosas (*): <ul style="list-style-type: none">▪ Cargar elementos para bancada NB en mesa Derecha.▪ Cargar programa, calibrar y accionar robot mesa Derecha. Para después retomar.
Llevar el utilaje de la VB a la mesa Derecha y presentarlo (con el polipasto)	
Posicionar el utilaje NB a la mesa Derecha (marrado a polipasto).	
Instalar el utilaje NB: Colocar el pasador en la zona del "conducido". Usando mazo y extractor de pasadores.	
Instalar el utilaje NB: En la zona del "conducido" ajustar manualmente el plato y colocar el pasador en la zona conductora	
Instalar el utilaje NB: Apuntar 8 tornillos en la zona del "conducido" y en la del "conductor".	
Instalar el utilaje NB: Apretar en cruz los 8 o 4 tornillos en las zonas del "conducido" y del "conductor". Con atornillador neumático.	Cerrar OFs de VB y colocar la OFs en papel en la mesa de herramientas. Si operario de cambio termina, interrumpir y pasar a las operaciones nombradas anteriormente con (*) para luego retomar
Desamarrar el utilaje del polipasto, retirar polipasto y retirar los cáncamos.	Sacar largueros segundos NB y repasar en la mesa Si operario de cambio termina, interrumpir y pasar a (*) para luego retomar.
Entrar los carros de materia prima para la fabricación de bancadas. Colocarlos en el lugar asignado.	Seguir con el proceso de fabricación normal.
Colocar en la zona de la mesa derecha el material correspondiente a bancadas en los lugares asignados según plano tanto carros como pequeño material. TIENE QUE SER POSTERIOR A CAMBIO DE UTILAJE EN MESA DERECHA.	Determinar que la primera NB es OK (Al hacer el Check List). Si no es OK: 1-Corregir en el momento con un retrabajo. 2-Si requiere de reprogramación, se reprograma.
Colocar un palet vacío del almacén para próxima NB que se está fabricando y una vez depositado ahí llevar a prueba de estanqueidad y traer un nuevo palet vacío.	

11 DOCUMENTACIÓN GENERADA DE LA MEJORA PREVIA

Para que el operario de cambio y el soldador sepan cómo realizar correctamente todos los procesos, se crearán a su disposición unos documentos, que se localizarán en la estantería de cada celda robótica. En ellos tendrán toda la información necesaria para realizar el cambio y la soldadura correctamente. Antes, esta documentación no existía, lo que significa que el soldador que realizaba el proceso, en caso de duda tenía que usar su propia memoria y decidir qué hacer. Creando estos documentos, se proporciona una clara exposición de los puntos clave para no perder tiempo en dudas sobre la fabricación y también se solucionan problemas de desorden. De esta manera se crea una estandarización de proceso, con tiempos precisos. A continuación se procede a explicar los problemas que se ocasionaban y las soluciones que se han plasmado en forma de documentos escritos.

11.1. RECEPCION COMPONENTES:

Problemas como por ejemplo no disponer de un sitio adecuado para dejar los componentes o un desconocimiento de la ubicación de estos componentes dentro y fuera de la celda etc. Se pueden observar en la tabla 4, problemas relacionados con la puesta a punto aquellos componentes que se necesitan en la realización de bancadas. Antiguamente no existía documentación aclaratoria al respecto. Y son solucionados con la creación de un Check List de componentes.

RECEPCION DE COMPONENTES	
Orden de Fabricacion	
	Asegurar Estado de recepcion:
	Check List de componentes y situación. - Repasados - Subconjuntos - Tuerca soldadas
	Definir Ubicación frente a celda robot
	Agrupacion de componentes
	Definir en que palet debe ir cada componente - Se puede hacer en fabricacion - Transaccion manual - Quien lo Hace
	Componentes comerciales y de subcontratacion
	Matriculas y Etiquetas

Tabla.4 Problemas Recepción de componentes.

Check List de los componentes: Es un documento que recopila toda la información principal que se debe saber en el procedimiento inicial de una bancada. De esta forma se asegura el estado y recepción de los componentes, la ubicación de estos correctamente en cada palet, la compra de componentes comerciales necesarios y que no haya problemas de insuficiencia a la hora de realizar el lote de bancadas. Como ejemplo, se muestra en las imágenes 7, 8,9 de las páginas siguientes el *Check List* de la bancada modelo, con una explicación detallada de cada información destacada en recuadros amarillos junto a una enumeración para una mejor localización.

- 1) Cabecera informativa: Nombre del cliente, articulo de cliente, articulo en la empresa, modelo de bancada , numero de plano y versión de bancada, si hay modificaciones se

corre una versión (para saber en qué bancada se encuentra ya que puede ocurrir que haya pedidos de antiguas versiones). Esto sirve para localizar antes las bancadas.

- 2) Código del artículo identificativo correspondiente a cada componente, cada pieza tiene uno distinto, puede ser que algunas piezas se usen en varios modelos de bancadas y de esta manera no hay que realizar otra vez estructura de fabricación.
 - 3) Número de piezas necesaria por lote. Es necesario contabilizarlo para que luego no falten en el momento de ensamblar la bancada. De esta manera no se pierde tiempo en ir a buscarla o incluso esperar a que se fabriquen.
 - 4) Imágenes identificativas por palet: lo que tiene que ir en cada palet y su colocación.
 - 5) Operaciones previas: que deben de tener realizadas cuando llegan a celda, muchas veces se encuentran los subconjuntos sin soldar o piezas sin tuercas soldables y son operaciones simples que detienen la fabricación de la bancada.
 - 6) Tipo de palet: donde van las piezas, que puede ser palet europeo, palet estándar etc
 - 7) Distribución en palet: Cada pieza en el número de palet correspondiente.
 - 8) Componentes comerciales: Los que posee la bancada, los cuales tienen que ser comprados previamente.
 - 9) Imagen identificativa pieza en particular: para una localización más rápida.
 - 10)
 - 11) Componentes que deben ser movidos una vez introducidos en la celda.

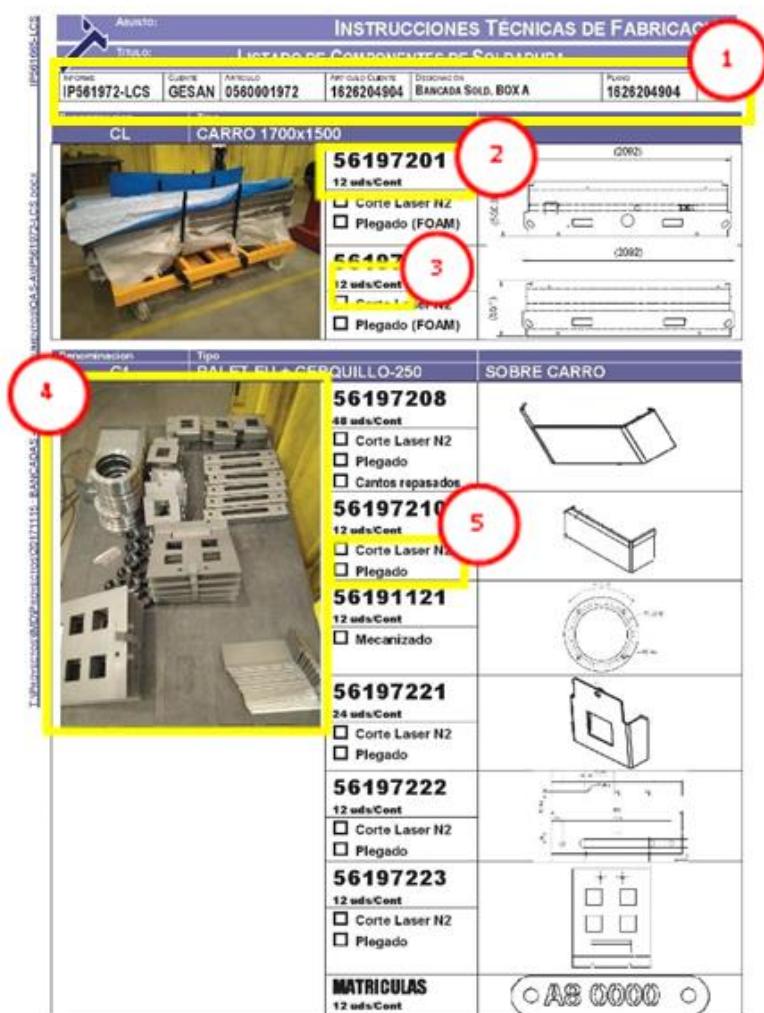
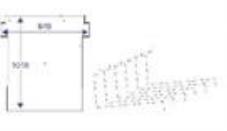


Imagen.7 Listado de componentes 1 Documento Check list.

Denominación		INSTRUCCIONES TÉCNICAS DE FABRICACIÓN	
TIPO: PALET EU		LISTADO DE COMPONENTES DE SOLDADURA	
C2; C3; C4	PALET EU	<p>56197205 12 mds/Cest C2</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Corte Laser N2 <input type="checkbox"/> Plegado 	SOBRE CARRO 
		<p>56197206 12 mds/Cest C3</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Corte Laser N2 <input type="checkbox"/> Plegado (FOAM) 	
<p>56197203 12 mds/Cest C4</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Corte Laser N2 <input type="checkbox"/> Plegado (FOAM) <input type="checkbox"/> 1x DIN929 M8 		<p>SOBRE CARRO</p> 	
<p>56197206 12 mds/Cest</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Corte Laser N2 <input type="checkbox"/> Plegado 			
			
Características	Tipo		
C. COMERCIAL			
26 (x12) = 312	TUE0000774		TUERCA SOLDADIBLE DIN929 M8
4 (x12) = 48	TUE0000778		TUERCA SOLDADIBLE DIN929 M10

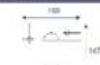
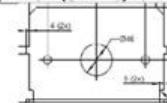
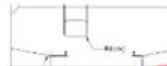
Anexo:		INSTRUCCIONES TÉCNICAS DE FABRICACIÓN	
Título:		LISTADO DE COMPONENTES DE SOLDADURA	
Denominación	Tipo		
C8	PALET EU + CERQUILLO-250	SOBRE CARRO	
		56197207 24 uds/Cont <input type="checkbox"/> Corte Laser SIN TURECAS	
			
56197211 48 uds/Cont - s/plano 48 uds/Cont - simétrica		56197211 48 uds/Cont - s/plano 48 uds/Cont - simétrica	
<input type="checkbox"/> Corte Laser N2 <input type="checkbox"/> 2x DIN929 M8 50% S/PLANO 50% SIMÉTRICAS		<input type="checkbox"/> Corte Laser N2 <input type="checkbox"/> Plegado 2x DIN929 M8	
56197212 24 uds/Cont <input type="checkbox"/> Corte Laser N2 <input type="checkbox"/> Plegado 2x DIN929 M8			
56197215 12x8=96 uds/Cont <input type="checkbox"/> Corte Laser N2 <input type="checkbox"/> Cantos repasados			
56197213 12 uds/Cont <input type="checkbox"/> Corte Laser N2 <input type="checkbox"/> Plegado <input type="checkbox"/> Subej. Soldado			
56197220 24 uds/Cont <input type="checkbox"/> Corte Laser N2			
UNA VEZ INTRODUCIDO C2 EN LA CELDA DISPONER ESTOS ELEMENTOS SOBRE EL BANCO			
56197209 12 uds/Cont <input type="checkbox"/> Corte Laser N2 <input type="checkbox"/> Plegado			
56197219 12 uds/Cont <input type="checkbox"/> Mecanizado			
C00000316 12x		CASQUILLO SOLDABLE 1-1/4" GAS L= 35MM	

Imagen.9 Listado de componentes 3 Documento Check list.

11.2. LAY OUT- PREPARACION CELDA ROBOTICA

En cuanto a la preparación del puesto de trabajo se observó que no había ningún orden a seguir ni ninguna distribución establecida. Según el trabajador, el tipo de bancada o el turno, se hacía de una manera diferente. En estas situaciones muchas veces pueden surgir dudas y ralentizar el proceso. Todos los problemas son descritos en la tabla 5 y para solucionarlos se ha decidido crear un *Lay out*, que es un documento que muestra la disposición exacta de donde deben estar los componentes antes de entrar en la celda junto con la distribución dentro de ella. A continuación en la imagen 10 se muestra el ejemplo de la bancada modelo con su explicación detallada.

PREPARACION DE PUESTO	
PREPARACION, CARGA Y CONFIGURACION DE UTILAJES	
Colaboracion del personal externo a la celda en la preparación	
	Que es lo que hay que preparar
	Quien prepara el puesto, palets, herramientas
	Cuando se prepara el puesto, palets, herramientas
	Como se realizan todos los preparativos.
RETIRADA Y ALMACENAMIENTO DE UTILAJES	
Colaboracion por personal externo a la celda en la retirada	
	Que es lo que hay que retirar
	Quien retira los palets y el utilaje
	Cuando se retira el palets y el utilaje.
	Como se realizan todos los preparativos.
DEFINIR CORRECTAMENTE LAS ZONAS	
	Puesto de preparacion de Largueros.
	Zona de espera de largueros y Subconjuntos

Tabla.5 Problemas preparación del puesto de trabajo.

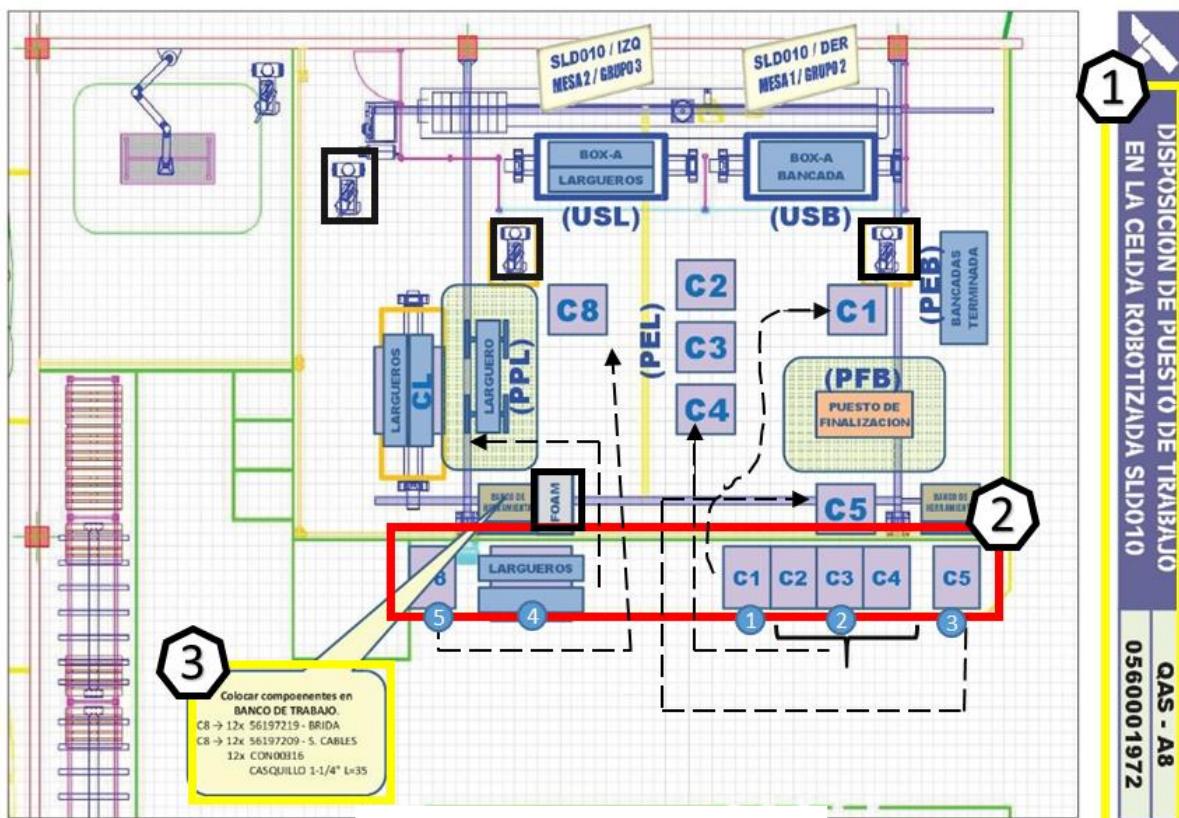


Imagen.10 Lay out celda robótica.

- ① Cabecera informativa, donde indica el nombre del tipo de documento , el modelo que se dispone, su artículo identificativo y el numero de la celda robótica donde se realiza.
- ② El recuadro rojo muestra cómo se colocan ordenadamente los palets que contienen todos los componentes de la bancada, el orden no se puede cambiar, el carretillero recoge alguno de estos números de palet y deberá colocarlo en la zona correspondiente a su número, para que luego al introducirlo en la celda sea más sencillo y rápido.
- ③ Hay una pequeña pestaña en color amarillo que nos indica, la necesidad de movilización de algunos componentes en una mesa de herramientas. Pero esto se realiza una vez introducido todo en la celda.

1 2 3 4 5

Estos números, nos indican el orden en el que tienen que entrar los palets, para que sea algo sencillo y eficaz, sino puede causar atasco y desorden. Antes, al no tener una plano con la distribución, las cosas se colocaban según como llegaban y el operario perdía mucho tiempo buscando la pieza que necesitaba en ese momento.



Junto a los números, aparecen unas flechas negras dibujadas que indican el recorrido que deben hacer los palets para su correcta colocación.

El resto de distribución de espacios queda ya explicado en la página 9, en la descripción del proceso y no ha sido modificado.

11.3 PROCESO DE SOLDADURA

<u>PROCESO</u>	
Problemas en la realizacion del proceso	
	El operario sabe lo que tiene que hacer pero tiene que estar continuamente improvisando debido a: <ul style="list-style-type: none"> - Incidencias en componentes y robot - Falta de Herramientas y Componetes - Falta de rigurosidad en el orden de las operaciones - Olvidos

Tabla.6 Problemas proceso de soldadura.

El proceso de soldadura tiene un mismo orden de procesos en todos los modelos de bancadas, pero tiene ciertas variantes en alguno de ellos: los componentes, ciertas disposiciones y organizaciones en algunos de ellos. Gracias a la toma de tiempos y a su análisis, se ha observado que los diferentes operarios realizan el mismo proceso base pero que en algunos momentos lo realizan de manera intuitiva o instintiva, de esta manera el proceso nunca es completamente igual que el anterior porque se realiza en distinto orden, se organizan los

componentes de manera caótica, y surgen imprevistos como se muestra en la tabla 6 una lista de problemas que ocasiona todo esto.

Todos suelen finalizar su trabajo correctamente, pero en ciertas ocasiones se improvisa y esto retrasa el proceso. Para que estas situaciones no ocurran se ha creado como muestra de mejora unos documentos explicativos, que servirán como guía en esos momentos de duda. En ellos se explican diferentes partes del proceso como la soldadura de componentes, los pasos a seguir en la celda, como poner el utilaje etc. A continuación se muestra como ejemplo imágenes que completa la documentación de la bancada modelo.

Respecto a los componentes, herramientas y robot ya se han solucionado en los apartados anteriores. Para los problemas que se refieren al orden en las operaciones del proceso y a los distintos fallos humanos que pueden producirse, se ha creado:

11.3.1 Un documento-guía describiendo el proceso de fabricación completo.

11.3.2 Un documento de control específico de la soldadura manual.

11.3.3 Un documento de descripción del proceso mediante imágenes.

11.3.1 Acciones y procesos de soldadura.PRS

Estas imágenes son una guía explicando los puntos más importantes, donde más se suelen producir el error, incluyendo claves para la correcta colocación del utilaje o un uso correcto de las herramientas necesarias. En cada imagen se puede ver indicado el tiempo medio que debería durar cada proceso, es una manera de que el soldador se autogestione. Cada una va a ser explicada a continuación.

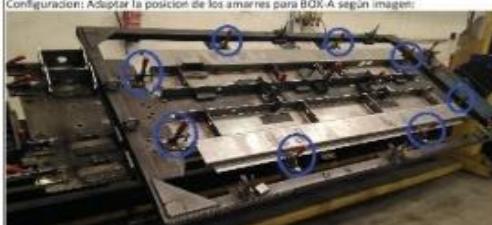
PROCESO STANDAR	SIT	Anotaciones: QAS A	Actuaciones
03: PREPARACION PUESTO LARGUEROS	OK	SLD010 / IDG	LARGUEROS + 4xSOP. MOT/ALT + 2x SOP.PERTIGA
Utilaje	OK	BOX-A / BOX-B - Largueros	
Programa	OK	LAT_A_M2.ip	
			Configuración: Adaptar la posición de los amarres para BOX-A según imagen:
			
05: PREPARACION PUESTO BANCADAS	OK	SLD010 / DER	
Utilaje	OK	BOX-A / BOX-A24 - Bancada	
Programa	OK	BOX_A_2	
			Configuración: Adoptar la posición de los amarres para BOX-A según imagen:
			

Imagen.11 Preparación de largueros y bancadas.

En la imagen 11 se habla de la preparación de puesto de largueros y del de bancadas. Se indica un manual básico que te indica cuando y como realizar el cambio de utilaje y el proceso de cambio general. Añade unas imágenes del utilaje usado donde señala los amarres necesarios (azul), para cada modelo es diferente, de esta manera se asegura la sujeción. Por último, se informa del programa de soldadura que se debe seleccionar en el Robot para su activación.

PROCESO STANDARD		SIT	Anotaciones: QAS-A	Actuaciones		
CICLO STD. DE FABRICACION						
IP-CARGA ROBOT		OK	IP561972-SR	T:\articulos\VAR55610_GESAN\IP561972-SR.PDF		
IP-OPERACIONES MANUALES		OK	IP561972-SM	T:\articulos\VAR55610_GESAN\IP561972-SM.PDF		
IP-FINALIZACION		OK	IP561972-RF	T:\articulos\VAR55610_GESAN\IP561972-RF.PDF		
CHECK LIST DE SOLDADURA Y ESTANQUEIDAD		OK	HC561972 V03	T:\articulos\VAR55610_GESAN\HC561972 V03.PDF		
ROBOT	Ciclo Operario					
BC	02-A Preparacion de Largueros (Puntear en PPL)	0:26:19		Largueros y Subconjuntos se Sueldan en USL		
	LARGUERO			SOLDAR / PUNTEAR Componentes - CASQUILLO: Soldar COMPLETO - SOP. ESCAPE: Puntear (Posicionador) - TUERCA TT: Soldar DIN929 - M8 (1x) - BRIDA: Punt & Sold Zonas sin acceso - SOP BRIDA: CABLES : Soldar REPASADO DE CANTOS (Americano)		
	BRIDA Manipulacion con Polipasto. Dejar preparado en PEL para carga en USB					
	FINALIZACION DE LARGUERO SOLDADO		- Verificar&Finalizar LOLD - Depositar LOLD en PEL	Revisar y reparar soldaduras Repasar Cordon superior de soporte pertiga		
	Manipulacion con Polipasto.					
	LARGUERO		- Punteo y Soldadura - Sacar LOLD de USL a PPL - Trasladar LNEW a USL - Amarra a Utilaje	SOLDAR / PUNTEAR Componentes - SOP. ESCAPE: Puntear (Posicionador) REPASADO DE CANTOS (Americano)		
	CIEGO Manipulacion con Polipasto. Dejar Preparado sobre PPL para Soldar en USL					
	FINALIZACION DE LARGUERO SOLDADO		- Verificar&Finalizar LOLD - Depositar LOLD en PEL	Revisar y reparar soldaduras Repasar Cordon superior de soporte pertiga		
	Manipulacion con Polipasto.					
BC	CARTELAS		- Retirada Subc. de USL - Carga deSubc. En USL	- CARTELAS (4 Uds por Larguero). Fijar con ESCUADRAS MAGNETICAS		
	SUBCONJUNTOS					
BC	Asegurar AMARRES y APLICAR SPRAY ANTIPROY.		- SOP. MOTOR y ALTERNADOR (4x) - SOP. PERTIGA (2x) - SOP. MOTOR y ALTERNADOR (4x) Se reciben con las tuercas soldadas - SOP. PERTIGA (2x) Posicionar DIN929 con centradores			
	02-B Finalizacion BANCADA en PFB					
	Extraccion de PFB a PEB					
REVISION DE SOLDADURAS		0:19:03				

Imagen.12 Preparación de largueros en PPL.

En la imagen 12 se comienza a explicar el ciclo estándar de fabricación que comienza con la preparación de largueros, recordando todos los elementos que se deben soldar manualmente al larguero y añadiendo imágenes de los utilajes extra necesarios. También indica donde se debe colocar el larguero una vez finalizado, trasladado con el polipasto y por ultimo te recuerda que hay que realizar una revisión y un correcto repasado.

PROCESO STANDARD	SIT	Anotaciones: QAS-A	Actuaciones
<p>- Desbastado: CUBITRON 36</p> <p>- Repasado: SCOTCH NEGRO</p>	REPASADO DE ESQUINAS	OBLIGATORIO UTILIZAR EPI PROTECCION OCULAR: - GAFAS o PANTALLA	Proceso STD de repasado esquines TIPO: QAS
<p>- Achaflanado de Cantos vistos</p> <p>- Marcas de soldadura: Orbital</p> <p>- Cascarillas: Orbital Gr60 / SCOTCH-ROJO de mano</p> <p>- Proyecciones: Cortafrios</p>	REPASADO DE LATERALES	OBLIGATORIO UTILIZAR EPI PROTECCION OCULAR: - GAFAS o PANTALLA	Proceso STD de LATERALES TIPO: QAS
<p>Repasado con Macho de roscar para asegurar que la soldadura no ha deformado la rosca.</p> <p>Dejar puestos los tornillos de proteccion de roscas</p>	REPASADO DE ROSCAS		M10: SOPORTES DE FERTIGA (4x) PROTEGER ROSCAS CON (4x) TORNILLOS M10 M8: TUERCA DE TOMA DE TIERRA (1x)
<p>Verificar puntos incluidos en CHECKLIST</p> <ul style="list-style-type: none"> - Corregir deficiencias Observadas. - Cumplimentar datos cabecera. - Identificar y Firmar como OPERARIO - Adjuntar Documentacion a BANCADA 	INSPECCION Y CHECK_LIST		
<p>- Limpieza de interior bancada y Extraccion a PEB</p> <p>- Manipulacion con Polipasto</p>	EXTRACCION DE PFB A PEB		
BC	Fin Programa Soldadura en USL		
LG	Inicio Programa Soldadura Largueros en USL	0:24:12	
	<ul style="list-style-type: none"> - Correr las cortinas a estacion USL - Arrancar programa 		Durante el proceso de soldadura de los largueros se producirán 1 paradas en las que el operario tendrá que intervenir manualmente: - Retirada de las escuadras magnéticas que sujetan las cartelas.
LG	02-C Inspección de BANCADA en USB	0:07:32	
	<p>FONDO (Por exterior)</p> <ul style="list-style-type: none"> - El programa finaliza con la bancada boca abajo. - Revisar, Completar SOLD y Reparar. 		

Imagen.13 Finalización de bancadas e inicio programa soldadura larqueros.

El siguiente paso, que comienza en la imagen 12 y continua hasta la mitad de la imagen 13 muestra el proceso de finalización de bancadas, debe manipularse con el polipasto para el PFB, donde se realiza la revisión de imperfecciones y se corrigen las deficiencias y zonas cortantes, y también para el PEB donde se colocan las bancadas terminadas dispuestas para ser recogidas por el carretillero. Debe limpiarse antes de cascarilla y suciedad que pueda llevar. Todo esto recordado con la colocación de los EPIs necesarios.

Después, se explica el proceso de inicio de soldadura del robot en largueros, desde la mitad final de la imagen 13 hasta mitad de la imagen 14, en ellas aparecen puntos importantes del comienzo de programa junto con pautas para inspección de la bancada en USB, y correcto uso de utilajes extra.

PROCESO STANDARD	SIT	Anotaciones: QAS-A	Actuaciones
LATERAL (Por exterior)		LATERAL CIEGO	
- Girar bancada - Revisar, Completar SOLD y Reparar			
INTERIOR BANCADA			
- Girar bancada - Revisar, Completar SOLD y Reparar - Completar RINCONES ESTANOS			- SOPORTE: 56197223 Puntear con POSICIONADOR; Soldar - CJ. TOLVA: 56197213 Posicionar manual y Soldar Estanca - MATRICULA - Puntear en posicion
LATERAL (Por exterior)		LATERAL BRIDA	
- Girar bancada - Revisar, Completar SOLD y Reparar			
LIBERAR BANCADA DE USB			
- Retirar: gatos y accesorios de amarre - Liberacion de amarres de utilaje - Amarre de Bancada a Polipasto			
EXTRACCION USB a PFB			Extracción colgando de los laterales con Amarres de 'Tijera'
- Extraccion controlada de Bancada - Trasladar a (PFB) - Manipulacion con Polipasto.			
02-D Carga de proxima Bancada en USB	0:25:13		
CARGA DE COMPONENTES EN TOOL			
Manipulacion con Polipasto en elementos pesados como: - Laterales - Suelos - Frontales y Traseras Pesadas.			- LARGUERO CIEGO - Al fondo. - BRIDA - SUELO - Puntear BRIDA - FRENTE - Puntear a SUELO y LC - SEPARADOR - Puntear Suelo y LC - FONDO - Puntear a Suelo y LC - LARGUERO BRIDA - Centrar en Utilaje - Colocar SARGENTA a traves hueco - Utilizar SARGENTA encajar PIEZAS - AJUSTAR Y CERRAR AMARRES TOOL

Imagen.14 Continuación soldadura y carga en USB.

En la carga de la bancada en USB parte explicada en imagen 14 y 15. Se mueven todas las partes pesadas con el polipasto al USB, se ajustan y posicionan todos los elementos y se inicia la soldadura, después se repasa en busca de imperfecciones. Como indica es la columna de actuaciones se debe respetar el orden como se indica en el documento: bancada boca abajo, lateral ciego, interior bancada y lateral brida (ambos por el exterior) se finaliza con el ajuste de las esquinas, el posicionamiento del remate y con las comprobación de que los amarres están cerrados para la soldadura sin olvidarse del amarre posicionando los elementos interiores. Todo esto sirve para asegurar la bancada y que este correcta la soldadura. Finalmente se inicia el programa de soldadura y se vuelve a empezar.

PROCESO STANDARD	SIT	Anotaciones: QAS-A	Actuaciones
AJUSTE, REMATES PATIN Y CONSOLIDACION			Ajuste Y Nivelacion de esquina Usar Sargentas pequeñas.
Repetir proceso (S/Modelo) en cada una de las esquinas.			- Punteos de esquina para consolidar Retirar SARGENTA - Posicionamiento de REMATE Ajuste Y Punteo Salir de fondo ROBOT comprobando que los AMARRES estan cerrados
POSICIONAMIENTO ELEMENTOS INTERIORES			GIRO 45º - Al frente - SOP. INT. LARGO en FONDO Registrar en las catas y puntear - SOP. DEPOSITOS en SEPARADOR Registrar en las catas y puntear - Puntear en puntos estrategicos para asegurar bancada durante soldadura GIRO 45º Horizontal - Retirada de SARGENTA central
LG Fin Programa Sold Langueros en USL			
BC Inicio Programa Soldadura Bancada en USB	0:46:42		
- Arrancar programa			
BC Bucle...			

Imagen.15 Finalización soldadura largueros e inicio de soldadura bancadas.

En la imagen 16 se muestran imágenes explicativas del aspecto correcto que deben tener esquinas, elementos interiores y partes problemáticas al finalizarla la bancada completamente.

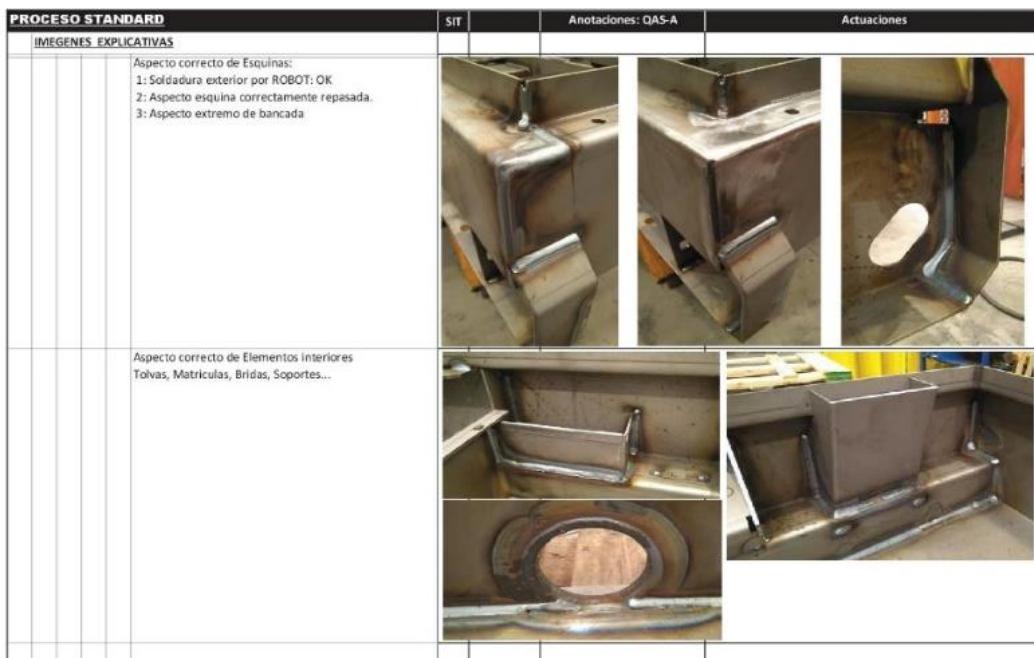


Imagen.16 Imágenes explicativas finalización proceso.

11.3.2 Control específico de soldadura manual.SM

En este documento se muestra el lugar donde deben realizarse las soldaduras manuales necesarias, de esta manera no se olvida ninguna y se pueden realizar en el orden que crean convenientes siempre y cuando realicen todas de manera optima. La explicación más detallada de utilajes extra viene en el documento del apartado 11.3.1

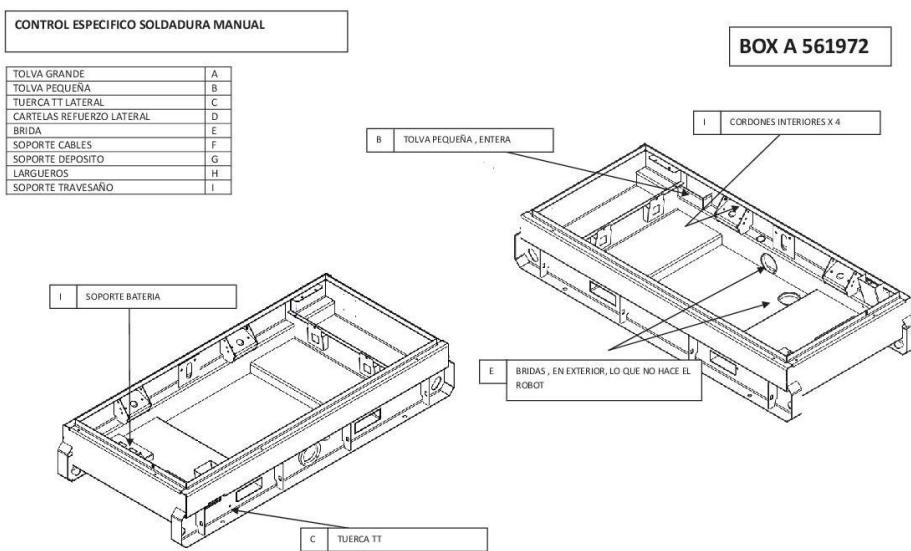


Imagen.17 Hoja control soldadura manual.

11.3.3 Descripción proceso fabricación.SR

Son las indicaciones más importantes a la hora de fabricar la bancada, pero de manera visual, sin apenas explicación, de forma que quede visible como deben ir quedando los distintos escenarios, los útiles de soldadura y también indican los EPIS necesarios. Las imágenes 18 y 19 muestran un ejemplo del modelo de bancada utilizada. La extensión de estos documentos puede variar en función de la dificultad de cada bancada, pero más o menos todas son similares.

 ARRIBA: <babajo:< b=""> </babajo:<>	INSTRUCCIONES TÉCNICAS DE FABRICACIÓN				
DESCRIPCIÓN DE PROCESO DE FABRICACIÓN					
PROceso:	CÓDIGO:	ARTÍCULO:	DISEÑO:	PLANO:	VERGÓN:
W561972 REPASO	GESAN	W561972	BOX A	#561972	V00
PREPARACIÓN PUESTO DE TRABAJO					
Procesos de soldadura:			Sectores de Soldadura:		
<p>Proceso: REPASO FINAL</p> <p>Cuelga el imánmetro y se establece el robot hasta que la bancada se depósita en el palet de salida del puesto robot dd 10</p> <p>Incluye las operaciones de repaso y comprobación de soldaduras en el volteador del robot.</p>					
DESCRIPCIÓN DE PROCESO					

INSTRUCCIONES TÉCNICAS DE FABRICACIÓN			
DESCRIPCIÓN DE PROCESO DE FABRICACIÓN			
			
LIBERAR AMARRES LATERALES Y LIBRAR CARROS	COLOCAR LAS BRIDAS RÁPIDAS DE ELEVACIÓN	AERIR LOS CIERRES LATERALES	COLOCAR EN PALET, DEJAR LAS BRIDAS PUESTAS
CUBITRON GRANO 36			
			
LIMAR ESQUINA PARTE SUPERIOR, X4 EMPEZAR REDONDO REVISAR VENTANAS PASO UNAS	NIVELAR LA ZONA PLANA Y REDONDEAR LA ESQUINA SUPERIOR	EL RADIO DEBE DE QUEDAR SIN BACHES	REPASAR LA PARTE TRASERA DE LAS PATAS, QUITAR CASILLITA Y PROY.
			
REPASAR LOS CORDONES POR LA PARTE EXTERIOR	QUITAR PROYECCIONES USAR CORTAFILOS	ACABAR DINDE UNA PASADA EN LA ZONA INFERIOR CON SCOTCH ROJO	INGRIR EN CINTURAS CASCARELLAS, ZONAS DE SOLDADURA
			
AMERICANO			
REPASAR LOS PASOS DE UNAS POR EL INTERIOR CON AMERICANO	REPASAR LAS TUERCAS DE SOPORTE PERÍTICA Y COLOCAR TORNILLOS M8X25	CUMPLIMENTAR EL CHECK LIST	DEJAR LA BANCADA EN EL PALET
			
DEJAR CHECK LIST EN LA PARTE NO ESTANCA.	ABRIR LA CORTINA PARA QUE EL CARRETELLERO SEPA QUE TIENE QUE		

ELABORADO POR	Rafael Navarro	REVISADO POR IGNACIO MIRGEN	APROBADO POR: IGNACIO MIRGEN
FECHA:	CALIDAD	FECHA:	PRODUCCION FECHA:

02 de junio de 2017 RNG Página 2 de 2

Imagen 18 Descripción visual de proceso 1.

Imagen 19 Descripción visual de proceso 2

12 MEJORAS OBTENIDAS

Después de desarrollar todos los cambios explicados anteriormente, de manera que los trabajadores entiendan los nuevos cambios en el modelo y que sean implantados de manera correcta y progresiva, se debe realizar de nuevo un control de tiempos para obtener en cifras los resultados obtenidos (Imagen 20). Esta imagen se asemeja a lo mostrado en el apartado 10 (Imagen 7), que corresponde a los tiempos reales del modelo antiguo. En ese apartado, se explica con detalle el significado de cada una de las columnas y partes significativas de la tabla (Imagen 7), que son iguales en la imagen del nuevo modelo. Sin embargo, ahora se puede observar como ha cambiado el proceso debido a las nuevas técnicas utilizadas. Se aprecia una reducción del tiempo promedio de bancada, que se reduce en el “tipo A” antiguo, de 2h54min a 2h39min del proceso nuevo, un total de 15 minutos de ahorro de media por bancada. En la bancada “tipo B” se produce una reducción similar de 14 minutos, pasando de 2h30min a 2h16min promedio. Pero lo más destacado es la considerable disminución del tiempo del cambio de referencia, con un ahorro total de 35 minutos, debido a la separación en dos etapas de cambio, señalado con una línea negra de cruza la imagen entre las etapas 3 y 4, separa los dos escenarios en los que se opera, tanto la parte izquierda de largueros como la derecha para bancada completa. Estas reducciones se deben a la estandarización por las técnicas utilizadas, pero además, en el cambio de referencia hay que hacer hincapié en el avance con la nueva incorporación de personal adecuado para realizar esa actividad y con los recursos necesarios.

MODO NUEVO											
	1	2	3	4	5	6	7	H/TOTAL BANCADA	PROMEDIO		
qas-A	despues 1	qas-A - despues 1	0:27:29								
qas-A	despues 2	qas-A - despues 2	0:24:00	0:23:03							
qas-A	despues 3	qas-A - despues 3	0:26:25	0:24:09	0:22:02						
qas-A	despues 4	qas-A - despues 4	0:25:56	0:25:39	0:23:04	0:45:31					
qas-A	despues 5	qas-A - despues 5	0:26:00	0:25:09	0:21:48	0:46:08	0:12:25				
qas-A	despues 6	qas-A - despues 6	0:25:27	0:22:07	0:21:27	0:44:44	0:13:54	0:24:23	2:40:44	17:36:00	1:08:34
qas-A	despues 7	qas-A - despues 7	0:24:29	0:22:30	0:22:09	0:44:58	0:13:12	0:25:11	2:36:26	10:24:00	1:10:17
qas-A	despues 8	qas-A - despues 8	0:28:07	0:22:16	0:22:06	0:45:05	0:13:34	0:24:56	2:36:44	17:36:00	1:10:23
qas-A	despues 9	qas-A - despues 9	0:28:57	0:24:36	0:24:25	0:49:30	0:14:24	0:27:23	2:38:27	10:48:00	1:10:07
qas-A	despues 10	qas-A - despues 10	0:27:51	0:23:37	0:23:56	0:46:11	0:14:05	0:25:26	2:35:11	4:24:00	1:07:12
qas-A	despues 11	qas-A - despues 11	0:27:26	0:21:46	0:22:10	0:46:25	0:15:24	0:27:06	2:40:44	17:36:00	1:12:00
qas-A	despues 12	qas-A - despues 12	0:25:39	0:22:52	0:23:54	0:50:29	0:13:22	0:26:25	2:39:10	4:00:00	1:08:27
			0:25:47	0:21:29	0:45:39	0:12:59	0:25:59	2:42:25	10:00:00	1:11:01	
				0:22:27	0:47:56	0:14:11	0:25:28	2:43:40	16:00:00	1:14:06	
					0:45:36	0:13:23	0:24:58	2:38:19	7:36:00	1:07:25	
						0:12:24	0:26:56	2:40:02	0:48:00	1:10:48	
							0:27:59	2:39:52	20:48:00	1:11:23	
								1:30:00	1:35:00	CAMBIO REF	
qas-B	despues 1	qas-B - despues 1	0:21:15								
qas-B	despues 2	qas-B - despues 2	0:24:02	0:20:51							
qas-B	despues 3	qas-B - despues 3	0:25:36	0:21:50	0:18:19						
qas-B	despues 4	qas-B - despues 4	0:20:05	0:23:11	0:15:03	0:42:37					
qas-B	despues 5	qas-B - despues 5	0:20:27	0:22:44	0:19:28	0:43:12	0:09:52				
qas-B	despues 6	qas-B - despues 6	0:23:39	0:20:00	0:17:12	0:41:52	0:06:43	0:19:04	2:11:58	23:08:24	1:03:28
qas-B	despues 7	qas-B - despues 7	0:21:16	0:20:21	0:17:24	0:42:06	0:08:24	0:18:24	2:09:15	6:00:00	1:05:02
qas-B	despues 8	qas-B - despues 8	0:23:25	0:20:08	0:17:26	0:42:12	0:09:52	0:14:45	2:13:16	6:22:48	1:05:03
qas-B	despues 9	qas-B - despues 9	0:22:28	0:22:14	0:15:22	0:46:24	0:09:19	0:22:10	2:14:09	3:38:24	1:04:50
qas-B	despues 10	qas-B - despues 10	0:22:59	0:21:21	0:22:08	0:47:42	0:09:37	0:25:37	2:15:00	23:52:48	1:02:13
qas-B	despues 11	qas-B - despues 11	0:23:37	0:19:41	0:17:42	0:44:23	0:07:27	0:29:19	2:26:46	18:20:24	1:06:45
qas-B	despues 12	qas-B - despues 12	0:23:57	0:20:41	0:15:29	0:47:20	0:17:41	0:17:15	2:09:11	4:28:48	1:07:50
			0:23:18	0:18:06	0:42:45	0:12:33	0:24:36	2:34:28	11:08:24	1:06:37	
				0:19:43	0:44:55	0:10:00	0:20:48	2:22:12	4:52:48	1:08:41	
					0:42:42	0:11:19	0:15:50	2:06:43	17:24:00	1:02:26	
						0:14:25	0:16:11	2:14:48	19:24:00	1:05:35	
							0:19:12	2:23:17	7:00:00	1:06:00	

Imagen.20 Distribución tiempos modelo nuevo.

Para comprender mejor los resultados obtenidos y poder explicar el alcance de estas mejoras en productividad y ahorro., se ha diseñado gráficamente lo que se muestra a continuación. En el grafico 2 se puede apreciar de forma visual la duración en minutos de cada actividad. A pie de grafico existe una pequeña explicación de lo que significa cada color. Cabe destacar la gran reducción del tiempo sin producir en la celda. Este tiempo es definido como el periodo en el que la celda se encuentra parada, es decir el robot y el soldador no trabajan.

Cada color está asignado a una acción diferente, el eje horizontal representa la duración en minutos (se ha redondeado a múltiplos de 5 minutos). El modelo antiguo muestra, de color verde, la duración de la fabricación de la última bancada del modelo antiguo y, en azul, la fabricación de la primera bancada del modelo nuevo. El naranja se atribuye al tiempo de cambio de referencia, y por tanto al tiempo que se queda la celda parada, sin producir. EL color morado indica el tiempo que se tarda en volver a hacer una nueva bancada completa.

Respecto al modelo nuevo los colores se asignan de la misma forma, pero al estar ya implantadas las nuevas técnicas. Se ve como el cambio queda dividido en dos partes, primero se realiza la parte de largueros (primera parte amarilla) y después la parte de bancadas (segunda parte amarilla), Consecutivamente empieza antes la fabricación de la bancada nueva (en azul) que también es dividida en dos etapas.

La principal mejora del este nuevo modelo, es que se reduce considerablemente el tiempo sin producir, como se puede ver en los dos modelos, el color naranja, y marcado con el texto “sin producir” disminuye.

Otra observación es que se ha reducido la zona morada, esto quiere decir que se reduce el tiempo empleado para fabricar una bancada nueva completa. Este ahorro de tiempo se puede aprovechar es producir otra nueva bancada, queda indicado en color rosa.

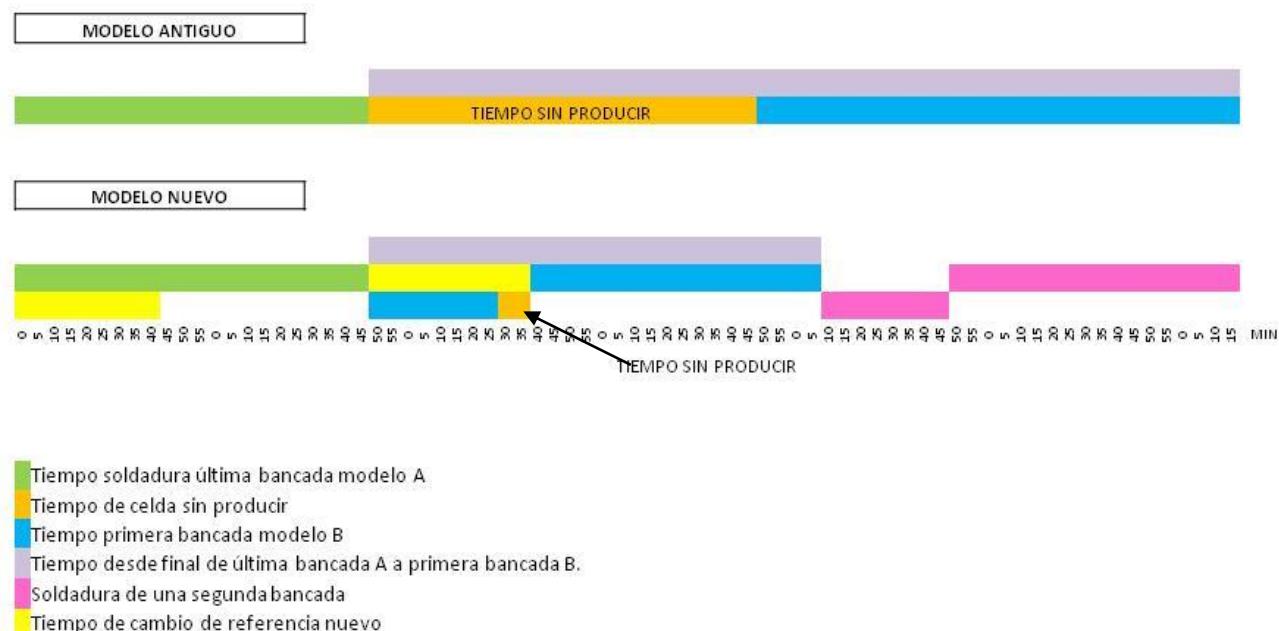


Diagrama 2. Distribución de tiempos en bloques.

Por ejemplo, en el caso de fabricar lotes de 12 bancadas, cuando el modelo antiguo haya fabricado el lote completo, en el modelo nuevo se habrá fabricado una más, pero en el mismo

periodo de tiempo. Queda detallado en la tabla 8, un incremento de un 8% en la productividad.

LOTE	12	UD
OPORTUNIDAD	1	UD
INCREMENTO. PROD.	8%	BANCADAS MAS EN EL MISMO TIEMPO

Tabla.7 Incremento productivo.

Además, con el cálculo de cadencia media por bancada fabricada, obtenido gracias a tablas de tiempos como la mostrada en la imagen 21. Se pueden calcular todas las cifras significativas que demostrarían las mejorías.

LARGUEROS		BANCADA						
PREP	ROBOT	CARGA	ROBOT	INSP	FINAL			
	0:24:27	B4	13:08:19	0:11:24				B3
13:12:01	13:10:16	0:25:15		13:12:51				
		13:24:59	B4	13:24:15	B3			
L6	13:34:43		0:47:28		0:23:09			
0:26:15		13:50:14	13:50:26		13:50:34			
14:13:51	L6			B4	14:13:43			1:24:14
	0:24:50		14:37:54	0:12:57				B4
14:40:06	14:40:24	B5		15:13:27	0:31:18			
	0:28:13	0:25:30		15:26:24	B4			
		15:26:30	B5					
L7	15:33:27		0:47:35		0:33:03			
0:32:04		15:52:00	15:52:08		15:52:35			
16:26:25	L7				16:25:38			1:40:37
	0:24:36		16:39:43	B5				B5
	16:52:26	B6		0:12:22				
16:58:29		0:25:33		17:01:02				
		17:13:30		17:13:24				
	17:17:02		B6		B5			

Imagen.21 Cadencia de bancadas.

Con una cadencia media de bancadas del tipo A de 1h 40min, que son 100 minutos, y sabiendo que se fabrican bancadas durante 22 días al mes durante 3 turnos de 8 horas, se calcula el numero de lote que se fabrica al año y la facturación total de dichas bancadas. Demostrado queda gracias a la siguiente tabla 8, donde se presentan los resultados económicos más significativos que hacen atractiva una oferta de mejora, como son el beneficio debido al ahorro en el cambio, el incremento económico de facturación y el incremento del 8% de facturación

CONCLUSION				
LOTES AÑO ANTIGUO	255,170	50%	12.630,92 €	BENEFICIOS SOBRE AHORRO
LOTES AÑO NUEVO	279,332		181.565,58 €	INCREMENTO FACTURACIÓN
FACTURACION NUEVA	2.171.892,11 €			
FACTURACION ANTIGUA	1.990.326,53 €	8%		INCREMENTO SOBRE FACTURACIÓN
COSTE BANCADA	650,00 €			

Tabla.8 Resultados incremento facturación.

Las técnicas utilizadas para mejorar el proceso se van a realizar en todos los modelos de bancadas que se fabrican en Tecnonen. Pero gracias al estudio que se ha hecho en este trabajo sobre un único modelo de bancada se puede afirmar y asegurar que se puede conseguir un ahorro en costes y un incremento de beneficio considerable. A continuación se dispone de la tabla 8 para demostrar el ahorro económico. Según lo recabado durante este trabajo mostrado en la tabla en relación con los tiempos de operación y de cambio y el coste de operario y celda robótica tanto en €/h como en €/min, se llega a unos porcentajes de ahorro en torno al 50 en pérdidas netas, asumiendo mismos beneficios. También, un 50% de porcentaje de ahorro en el coste de fabricación de última bancada vieja a primera bancada nueva. Y por último, se ahorra en un 15% el coste de producción de la primera bancada.

AHORRO ECONOMICO								
ANTES			DESPUES					
TIEMPO CAMBIO	123	MIN	LARGUEROS	35	MIN	TOTAL	85	
TIEMPO 1ª bancada	155	MIN	BANCADAS	50	MIN			
COSTE ULTIMA A PRIMERA	222,4	€	LARGUEROS	42	MIN	TOTAL	132	
COSTE PRODUCCION 1ª BND	124,0	€	BANCADAS	90	MIN	€	AHORRO	50%
COSTE OP/EXTRA	0,0	€		112	€	110,4		
PERDIDA NETA	98,4	€		105,6	€	18,4		15%
				42,5	€			
				48,9	€	49,5		50%

COSTE CELDA	0,800	€/MIN	48€/H
COSTER OP/EXTRA	0,500	€/MIN	30€/H

Tabla.9 Resultados ahorro económico.

13 CONCLUSIÓN

El análisis o diagnóstico de la situación actual bajo las herramientas de Lean Manufacturing y Kanban permitieron identificar los problemas o desperdicios en el proceso productivo de las bancadas, los cuales no se habrían podido detectar de no haber realizado un trabajo de campo en profundidad.

Sin embargo, este proceso de mejora continua se encuentra todavía en la fase de finalización. Desde principios de año se ha procedido a la implantación de estos métodos en los modelos mencionados en el proyecto, pero todavía no están asentados en todas las bancadas que se fabrican en Tecnonen, ya que es un cambio progresivo y lento. Porque estas técnicas de Lean manufacturing se deben organizar mediante reuniones y talleres con mandos y directivos para que todos estén involucrados y compenetrados. Esto implica, un compromiso por parte de todos los componentes de la empresa para conseguir los objetivos del proyecto. Es un proceso duro y constante, pero a la vista de este nuevo sistema se pueden conseguir cambios considerables en el proceso, priorizando temas como las mejoras organizativas y las mejoras técnicas fundadas en esta metodología.

Además, los resultados obtenidos en estos seis meses de desarrollo, son fiables ya que se han definido con exactitud todos los procesos involucrados y también los recursos materiales y humanos disponibles. Utilizando en el análisis información real de la empresa para calcular los distintos porcentajes y cifras de ahorro y facturación.

En resumen, se puede afirmar que, mediante las nuevas técnicas empleadas basada en sólidos métodos de producción, se alcanzarán objetivos importantes en lo que se refiere al ahorro económico y productivo, sin requerir gastos notables en la empresa, pero si con una gran cooperación de todos su trabajadores.

14 BIBLIOGRAFÍA

- [1] www.tecnoven.es
- [2] https://es.wikipedia.org/wiki/Grupo_electr%C3%B3geno
- [3] <http://www.gesan.com/>
- [4] Libro: El Lean y la Mejora Continua, Modulo I, Lean Manufacturing Consultnnts LEMAN
- [5] <https://manuelguerrerocano.com/kaizen-mejora-continua-mediante-una-filosofia-lean/>
- [6] <http://www.leanroots.com/estandares.html>
- [7] <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-y-control-de-calidad/kaizen-mejora-continua/>

15 AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de fin de grado no hubiera sido posible sin la ayuda que Tecnoven.s.l, me han proporcionado sin problemas la documentación necesaria para su realización. Además, agradecer la paciencia, tiempo y dedicación que ha tenido Ignacio Marcen Domínguez, jefe del departamento de proyectos de Tecnoven quien me ha ayudado a su completo desarrollo.