



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE
HORNOS ROTATIVOS A CONVECCIÓN EN LA EMPRESA
HORMED SAS. UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SABANETA,
ANTIOQUIA.**

Autor(es)

Juan Camilo Pérez White

Universidad de Antioquia

**Facultad de Ingeniería, Departamento de
ingeniería mecánica**

Medellín, Colombia

2021



Estandarización de los procesos de producción de hornos rotativos a convección en la empresa Hormed SAS. ubicada en el municipio de sabaneta, Antioquia

Juan Camilo Pérez White

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero Mecánico

Asesores (a):

Silvio Andrés Salazar Martínez. Ing. Mecánico

Luis Arango Muñoz. Ing. Mecánico

Universidad de Antioquia
Facultad de ingeniería, Departamento de ingeniería mecánica.
Medellín, Colombia
2021.

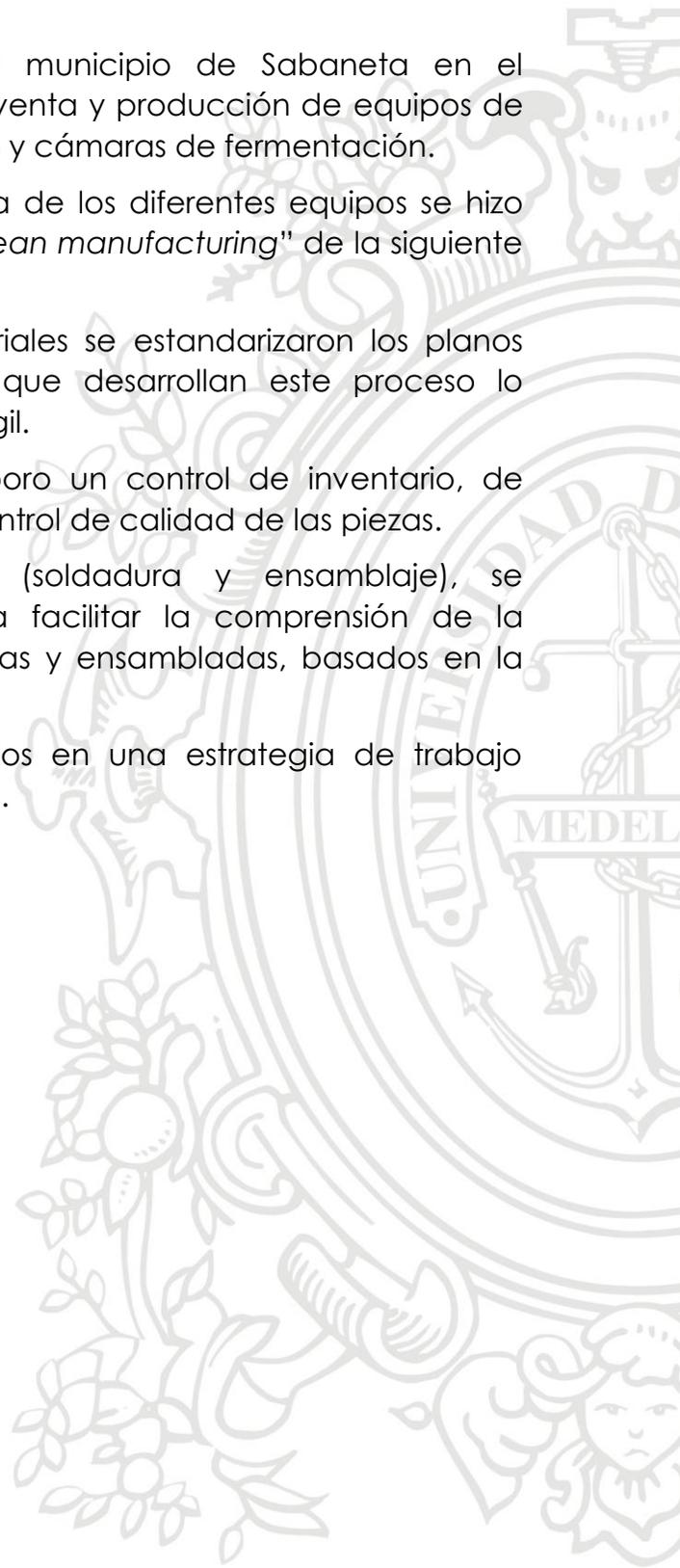
1 RESUMEN

La empresa Horned SAS ubicada en el municipio de Sabaneta en el departamento de Antioquia se dedica a la venta y producción de equipos de panadería tales como hornos de convección y cámaras de fermentación.

Con el fin de mejorar los tiempo de entrega de los diferentes equipos se hizo necesario implementar la metodología de "*lean manufacturing*" de la siguiente manera:

- Para la gestión de compra de materiales se estandarizaron los planos para que los terceros que son los que desarrollan este proceso lo pudieran hacer de una manera más ágil.
- En la recepción de material se elaboro un control de inventario, de manera que se pudiera efectuar un control de calidad de las piezas.
- En los procesos de manufactura (soldadura y ensamblaje), se implementaron fichas de taller para facilitar la comprensión de la disposición de las piezas a ser soldadas y ensambladas, basados en la metodología de 5S.

Todos estos procesos estuvieron enmarcados en una estrategia de trabajo donde el orden fuera el elemento dominante.



2 INTRODUCCIÓN

Cuando se tiene relación con líneas de producción es importante conocer sobre el concepto de manufactura esbelta (lean manufacturing) (Neto, 2013) un concepto de organización secuencial surgido en Japón más precisamente en Toyota Motor Company. La compañía implementó una metodología basada en la mejora continua y optimización del sistema de producción mediante la eliminación de desperdicios y actividades que no suman ningún tipo de valor al proceso, su objetivo fundamental es el de minimizar las pérdidas que se producen en cualquier proceso de fabricación, y en utilizar solo aquellos recursos que son indispensables de manera que se mejore la calidad de la producción y se reduzca el tiempo de fabricación y costos.

Conociendo el enfoque que se le viene dando a las áreas que componen una línea de producción, se puede hacer uso de las múltiples herramientas que facilitan la implementación de esta metodología.

No existe una metodología universal, que indique cuándo, cómo o en qué orden hay que poner las herramientas del Lean en práctica, sino que se puede considerar que estos datos serán específicos para cada caso de acuerdo con el proceso en cuestión y las etapas en las que se encuentre, por ejemplo, una empresa actualmente.

La necesidad se centra en reducir los tiempos muertos que no le aportan ninguna utilidad a la producción, es decir, que únicamente las operaciones que se efectúen a la hora de realizar un montaje sean lo más concisas y precisas, de manera que se reduzcan tareas como reprocesos, tiempos de espera en materiales y desconocimiento del proceso.

La propuesta para atacar esta necesidad se basa en la optimización del proceso de compra, la actualización constante de materiales entrantes y salientes y el uso de fichas de procesos para el manejo de los operarios. Se espera que los resultados tengan un impacto organizacional positivo que permita expandir la capacidad de producción actual y sea una brecha para la mejora continua de los proceso de producción.

Las limitantes que se establecen se centran en el diseño de los equipos, los cuales no serán intervenidos, únicamente se realizará propuesta de rediseño y en caso de ser convenientes se entrará a una etapa de rediseño que no se incluye en los alcances de este proyecto, por otra parte, el proceso de compra será lo más desglosado y entendible para el prestador de servicios, no está bajo responsabilidad de este proyecto incursionar en búsqueda de nuevos proveedores.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Implementar la metodología de “lean manufacturing” en los procesos de producción y montaje de hornos de panadería presentes en la empresa Horned SAS.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Implementar fichas de procesos, donde se identifiquen las diferentes etapas de la manufactura.
- Generar un control adecuado y total del inventario de piezas.
- Emplear un plan de chequeo para el pedido y recepción de material.
- Disminuir el tiempo de fabricación de los hornos.



4 MARCO TEÓRICO

Siendo estrictos, un proceso industrial añade valor únicamente durante el tiempo en el que se transforma forma del producto para lograr los requisitos que el cliente valora.

Por esto se definen 2 conceptos: valor añadido y valor no añadido (despilfarros). En términos generales el lean manufacturing persigue la mejora de la eficiencia del proceso tratando de eliminar los desperdicios.

Taichi Ohno, ingeniero japonés conocido por diseñar el sistema de producción de Toyota pudo identificar siete desperdicios y los denominó de la siguiente manera:

- Sobreproducción
- Inventario innecesario
- Movimientos innecesarios de materiales
- Espera del operario
- Movimientos del operario que no añaden valor
- Reprocesos
- Sobre procesos.

Para reducir los desperdicios se han implementado una gran variedad de herramientas que facilitan y dan una mirada diferente y organizada de realizar las labores productivas de un proceso.

4.1 CINCO S

La expresión «cinco S» (López, 2019) proviene de las cinco palabras japonesas *seiri* (separar), *seiton* (ordenar), *seiso* (limpiar), *seiketsu* (control visual) y *shitsuke* (disciplina), que resumen los cinco pasos a seguir para implantar esta metodología. Las cinco S son una metodología enfocada a mejorar las condiciones del puesto de trabajo, que propicia:

- Mejorar la seguridad y calidad.
- Reducir las averías.
- Reducir los tiempos de cambio de labores y su variación, al eliminar las búsquedas y minimizar desplazamientos a la hora de manipular los utillajes y herramientas necesarios para el cambio.
- Reducir el tiempo de ciclo del operario y su variación (mura) al disponer de forma adecuada las herramientas y útiles necesarios para realizar el ciclo de trabajo.

Las cinco S son una metodología muy sencilla que requiere, como el resto de las metodologías del lean manufacturing, rigor y constancia.

Para garantizar el correcto funcionamiento de las tareas de producción es importante tener a disposición y en buen estado todas las herramientas que desempeñan un papel importante en el desarrollo.

El mantenimiento preventivo es una herramienta importante para minimizar las acciones correctivas y reducir los gastos por reparaciones, también ayuda a alargar la vida útil de los equipos y reducir los riesgos de accidentalidad laboral, este método proporciona un control de las acciones de mantenimiento en cada equipo y a su vez gestiona eficientemente los recambios para asegurar su disponibilidad.

En comparación con un plan de mantenimiento correctivo se requiere de un gasto monetario mayor, pero que a largo plazo se traduce en ahorro ayudando a la reducción de despilfarros.

4.2 JUSTO A TIEMPO

Se requiere un orden para darle continuidad a un proceso de producción es por esto que el concepto “just in time” (Neto, 2013) es una de las columnas estructurales del lean manufacturing que consiste en hacer llegar los materiales a las fábricas y los productos a los clientes “Justo a Tiempo”.

Para ello, solo se van a usar los recursos estrictamente necesarios, tanto en variedad como en cantidad, un buen ejemplo es el caso de Toyota, recibe los materiales y monta los coches para sacarlos de la línea de producción en un solo día. Así se reducen los costos de gestión, los de revisión de inventarios y las posibles pérdidas que se puedan producir en los almacenes.

Esta filosofía logra que la empresa pueda reducir notablemente su necesidad de almacenaje, ahorrando costes y tiempo. Además, este propósito va unido a otras herramientas que persiguen el cero errores, la mejora continua o la reducción de los tiempos de producción.

Para poder implementar el método Just in Time, se deben utilizar una serie de recursos que abarquen todo el proceso productivo, desde la llegada de materiales hasta su almacenaje, pasando por la planta de producción y la organización de los trabajadores.

Uno de los elementos más importantes dentro de la filosofía JIT es el de la mejora continua. El Justo a Tiempo es, por definición, un método que busca mejorar al máximo los niveles de inventario, así como la calidad y los tiempos.

Esto conlleva necesariamente un manejo continuo del proceso que permita eliminar los posibles errores y alcanzar la Calidad Total.

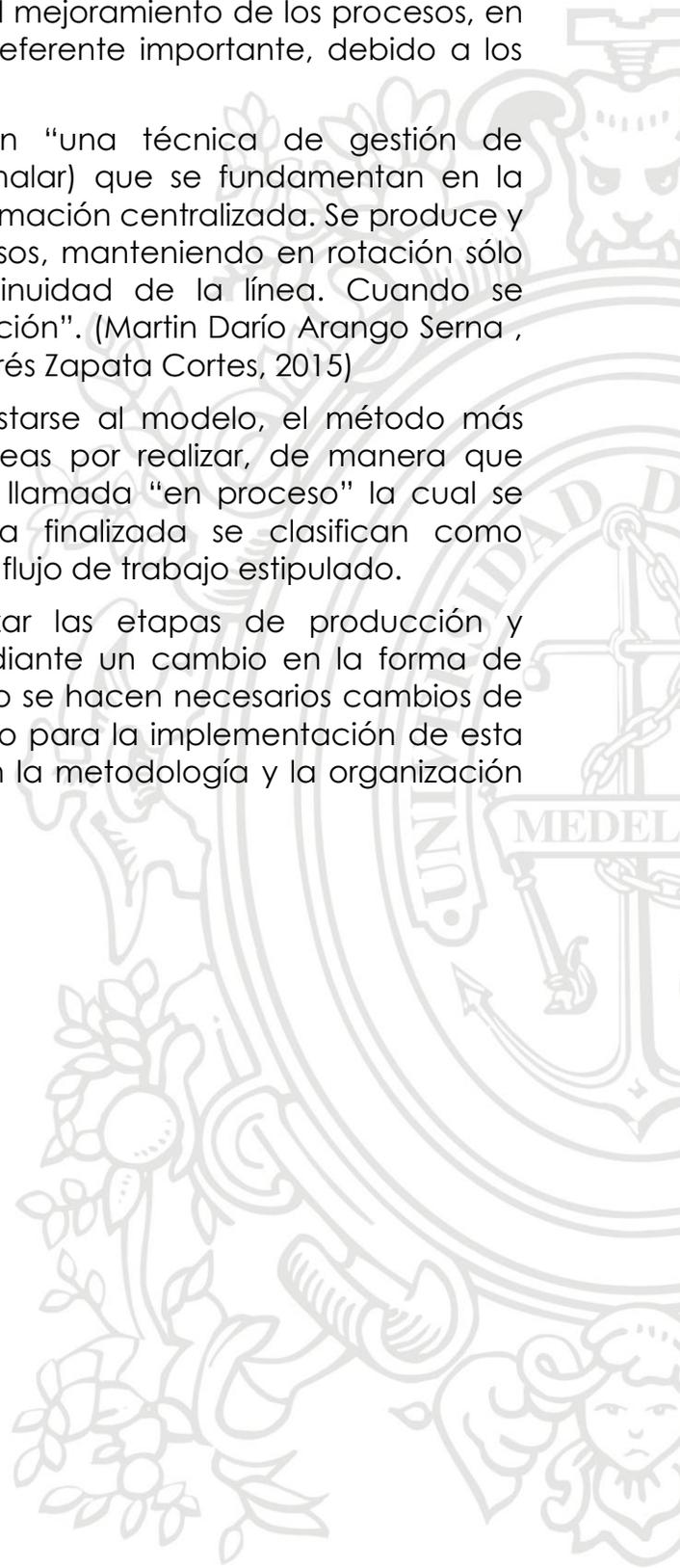
4.3 KANBAN

Existen varias metodologías que conducen al mejoramiento de los procesos, en donde las técnicas japonesas han sido un referente importante, debido a los resultados que estas ofrecen.

Una de estas es la metodología Kanban “una técnica de gestión de producción basada en un sistema “pull” (halar) que se fundamentan en la gestión de los procesos, eliminando la programación centralizada. Se produce y transporta lo que se demanda en los procesos, manteniendo en rotación sólo aquellos procesos que garantizan la continuidad de la línea. Cuando se interrumpe el consumo se detiene la producción”. (Martin Darío Arango Serna , Luis Felipe Campuzano Zapata , & Julián Andrés Zapata Cortes, 2015)

Se pueden emplear herramientas para ajustarse al modelo, el método más básico consiste en definir una serie de tareas por realizar, de manera que cuando se inicien, estas pasan a una fase llamada “en proceso” la cual se desarrolla en tiempo real y una vez sea finalizada se clasifican como “desarrolladas” permitiendo continuar con el flujo de trabajo estipulado.

La metodología Kanban permite sincronizar las etapas de producción y ensamble en plantas de manufactura, mediante un cambio en la forma de realizar y organizar el trabajo, para lo cual no se hacen necesarios cambios de infraestructura ni tecnología. El único requisito para la implementación de esta metodología es la formación de personal en la metodología y la organización de los procesos.



5 METODOLOGÍA

5.1 GESTIÓN DE COMPRAS

El paso inicial se centró en el conocimiento a la fecha del proceso de producción, como iniciaba y como se iba desarrollando a partir de la orden de compra del equipo en cuestión.

Entonces, la primer tarea fue realizar el pedido de las partes correspondientes, proceso en el cual se hace un despiece de las piezas desarrolladas para la cantidad de hornos a ensamblar en una lámina de dimensiones 4x8 ft, este paso podía tomar hasta 5 días para realizarse en su totalidad ya que no se contaba con el despiece total necesario para un solo horno, por este motivo se hizo un barrido detallado de los componentes necesarios para un solo equipo, clasificándolo por espesor de lámina (calibre) y material y se pusieron a disposición en el formato antes mencionado, se pretendía emplear la mayor cantidad de material posible para no generar grandes cantidades de desperdicios.

También los planos de desarrollo se modificaron acorde a las indicaciones dadas por los operarios prestadores del servicio de pliegue y laser para evitar demoras en la ejecución. Anexo 9.1 Despiece de partes

5.2 RECEPCIÓN DE MATERIAL.

Siguiendo con la línea de producción, la recepción del material era un tema que no tenía control alguno, si las piezas llegaban incompletas, solo se tenía conocimiento de ello cuando se iban a utilizar en el montaje, por lo que implicaba una demora en el tiempo de entrega, se perdían los tiempos estipulados para hacer reclamos y se gastaba más dinero en reprocesos puntuales que suelen ser más costosos.

Para evitar esto, se realizó un inventario total basado en entradas y salidas, de manera que a la hora de recibir los materiales se tenían 2 días hábiles para hacer el chequeo del estado de las piezas y verificación de cantidades, a la vez que se actualizaba el archivo para mantener el control de las piezas en stock. Ilustración 1. Ejemplo de la aplicación desarrollada para el inventario.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	REFERENCIA	# PIEZA	SUB-ENSAMBL	CALIBRE	CANT/HORNO	CANT/TOTAL	INVENTARIO		UBICACIÓN
24	RDTWIN	81	VAP	HR3	2	4	4	1 ES DE 4080	
25	RDTWIN	88	IC	HR3	1	2	6		
26	RDTWIN	91	VAP	HR3	2	4	4		
27	RDTWIN	92	CARR	HR3	2	4	4		
28	RDTWIN	93	93-RDTWIN-CARR-HR3			4	4		
29	RDTWIN	105				4	2		
30	RDTWIN	137				6	17		
31	RDTWIN	142				6	12		
32	RDTWIN	168				2	1		
33	RDTWIN	171				2	1		
34	RDTWIN	172				8	8		
35	RDTWIN	201				8	8		
36	RDTWIN	203				8	16		
37	RDTWIN	232				2	5		
38	RDTWIN	233				2	1		
39	RDTWIN	35				4	1		
40	RDTWIN	45				2	0		
41	RDTWIN	55				2	6		
42	RDTWIN	73				2	0		
43	RDTWIN	74				2	6		
44	RDTWIN	75				8	11		
45	RDTWIN	83	REC	HR6	6	12	16		
46	RDTWIN	94	CARR	HR6	2	4	15		
47	RDTWIN	95	CARR	HR6	2	4	1		
48	RDTWIN	100	CARR	HR6	2	4	13		
49	RDTWIN	103	CARR	HR6	2	4	3		
50	RDTWIN	104	CARR	HR6	2	4	10		
51	RDTWIN	148	CARR	HR6	3	6	3		
52	RDTWIN	169	PU	HR6	4	8	6		
53	RDTWIN	170	PU	HR6	4	8	6		
54	RDTWIN	188	PII	HR6	2	4	4		

Ilustración 1. Ejemplo de la aplicación desarrollada para el inventario.

Para facilitar el control del inventario se definió una nomenclatura acorde con la aplicación de cada pieza que está situada en una parte visible de la pieza, de manera que ayude con la labor de identificación. Ilustración 2. Sistema de marcación de piezas.

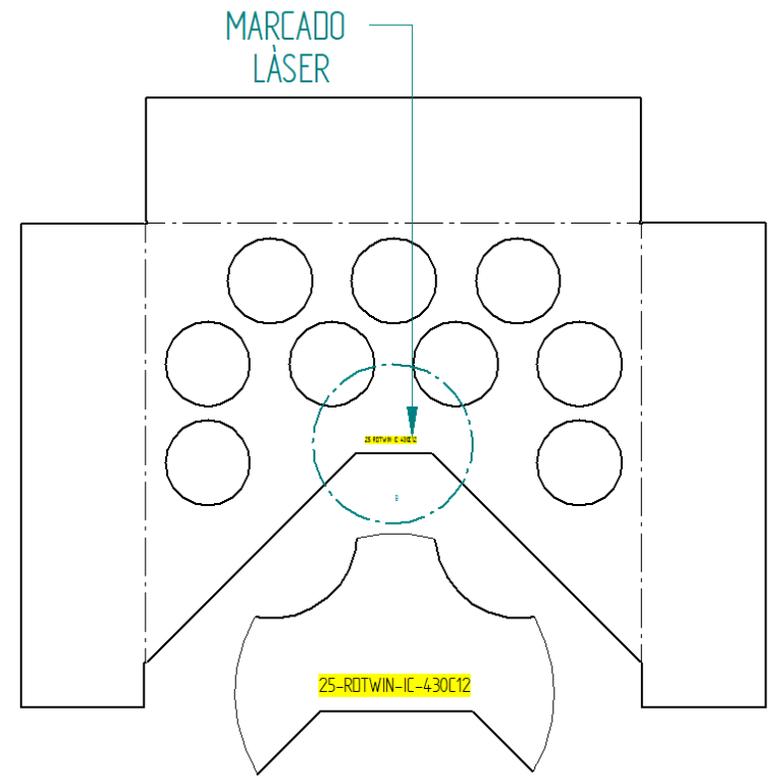


Ilustración 2. Sistema de marcación de piezas.

5.3 MANUFACTURA

Pasadas las fases anteriores se procede con la fase final del proceso que consiste en soldadura y ensamble.

El ensamble inicialmente consistía en ir armando el equipo sobre estibas, este proceso no tenía un orden específico, en el día se le asignaba a cada operario su labor en base a sus conocimientos del proceso y habilidad, cuando la operación era finalizada, se debía acudir al jefe de taller para una nueva actividad.

Se planeo un proceso de construcción diferente que consiste en desglosar un horno por subensambles y procesos de unión, es decir, las tareas que requieren de soldadura no se mezclaran con las que solo requieren ensamble, de esta manera se planea dar una organización cronológica al proceso.

Con el fin de dar autonomía a los trabajadores se diseñó un plan de trabajo en base a los tiempos que los mismos percibían para realizar las tareas más frecuentes que les eran asignadas, se busca que cada uno se apropie de sus actividades (subensambles y procesos de unión) sin necesidad de recurrir a nadie en específico y de esta manera la totalidad del tiempo sería ocupada.

Para ayudar a la autonomía de los operarios ya sea que lleven tiempo trabajando o sean nuevos, se comenzaron a usar fichas de procesos, las cuales describen la disposición de las piezas soldadas y como el subensamble debería ser presentado en el proceso de montaje, en forma de explosionado y con su respectiva lista de partes, las cuales poseen su código único anteriormente asignado.

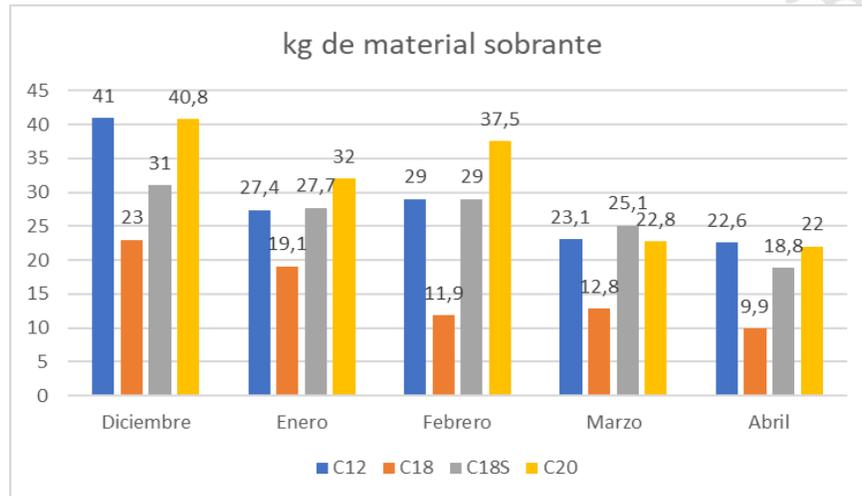
De esta manera el operario estará en condiciones de realizar la totalidad de su labor, desde la selección de piezas a emplear hasta la presentación de los subensambles en el punto de montaje. Ver anexo 9.3 Fichas de trabajo

Para mantener condiciones de trabajo óptimas, se designaron los últimos 15 minutos de la jornada laboral para organizar y limpiar los puestos de trabajo, de esta manera se busca que no haya elementos innecesarios en el lugar y las herramientas estén a disposición para el siguiente día, en caso de haber alguna novedad, esta se debe reportar diligenciando los formatos que se estipularon para el control de los mantenimientos de las herramientas de trabajo.

Una vez presentadas las metodologías a emplear se asignaron dos meses para correcciones, a la vez se buscó que los operarios se fueran familiarizando con el organigrama para que en el mes de abril se comenzara con la evaluación de resultados y poder dar un diagnóstico de la metodología.

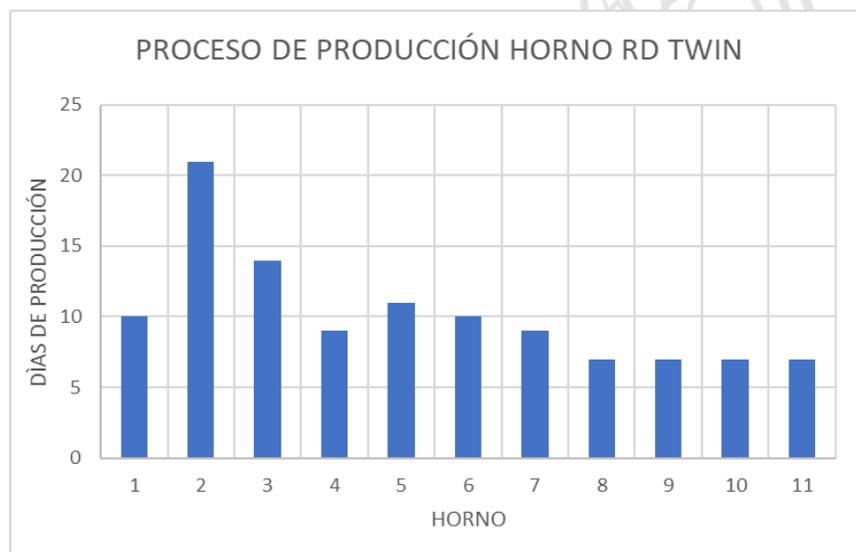
6 ANÁLISIS Y RESULTADOS.

Los resultados obtenidos fueron bastante alentadores, porque se logro hacer un control adecuado del proceso de compra de materia prima ya que en la gráfica número 1 se puede evidenciar la reducción de material sobrante que se producía por cada calibre (12, 18, 18s y 20).



Gráfica 1. Material sobrante en kg.

La implementación de fichas de trabajo ayudo a reducir los tiempos en los procesos de manufactura, ya que se facilitó toda la información necesaria para que cada operario estuviese en condiciones de realizar cada una de sus tareas asignadas. En la grafica numero 2 se pueden apreciar los tiempos en los cuales fueron ensamblados cada uno de los hornos desde el mes de noviembre del 2020.



Gráfica 2. Tiempo de ensamble por horno TWIN en días.

7 CONCLUSIONES.

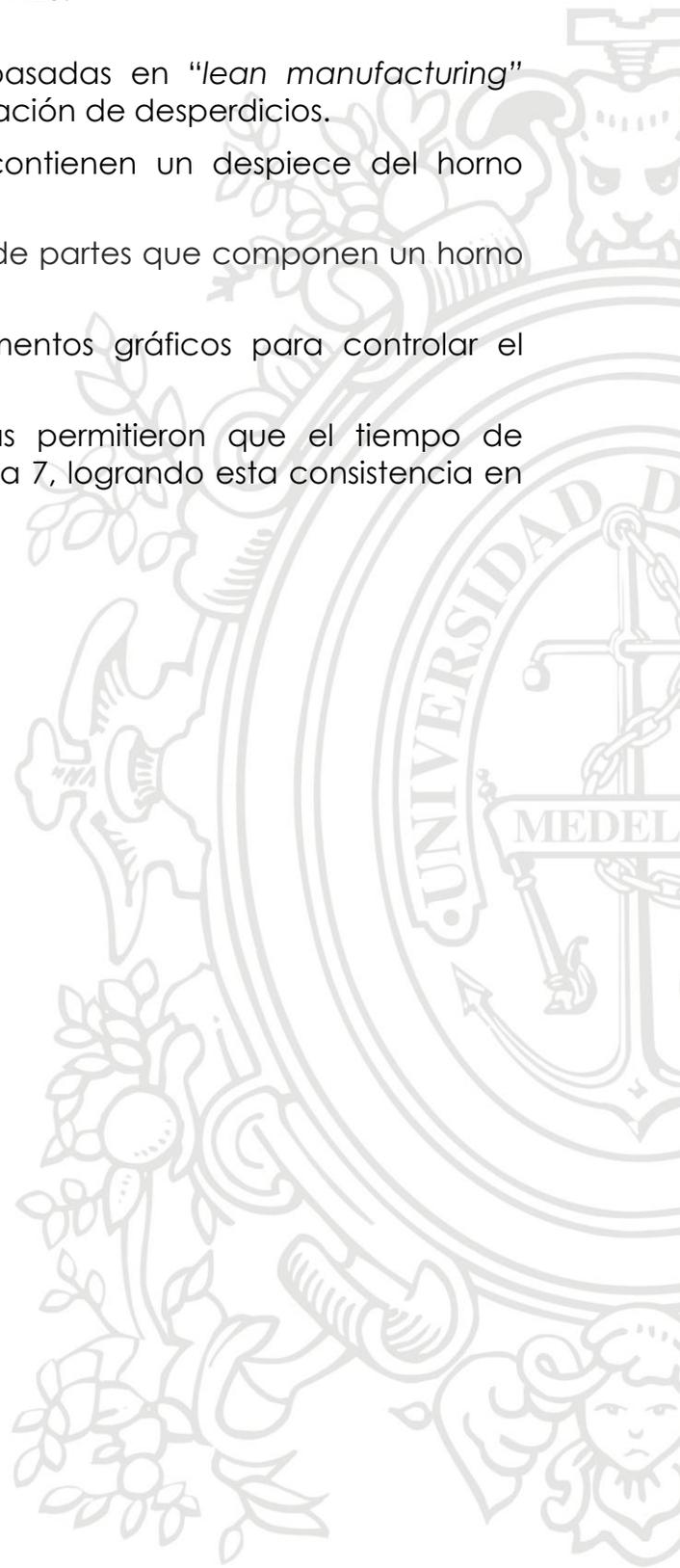
Se implementaron algunas metodologías basadas en “lean manufacturing” tales como, 5S, “just in time”, kanban y eliminación de desperdicios.

Se desarrollaron fichas de procesos que contienen un despiece del horno clasificado por procesos y subensambles.

Se estableció un control total del inventario de partes que componen un horno “ROTO DRAKO TWIN”

Se desarrollo una hoja de Excel con elementos gráficos para controlar el inventario de las piezas en stock.

Las implementaciones de las metodologías permitieron que el tiempo de montaje de un horno se redujera de 21 días a 7, logrando esta consistencia en el mes de abril.

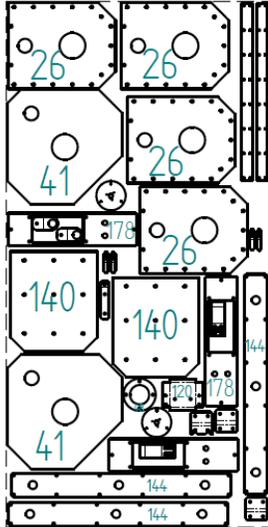


8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Welding Society. (2004). *AWS A5.4. Electrodo para acero inoxidable*. Miami, Florida.
- Geinfor. (s.f.). Obtenido de <https://geinfor.com/business/que-es-el-sistema-just-in-time/#:~:text=Evidentemente%2C%20el%20Just%2DIn%2D,producci%C3%B3n%20en%20un%20solo%20d%C3%ADa>
- Groover, M. P. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna*. Mexico.
- Jenney, C., & O'Brien, A. (2001). *Welding Handbook* (9 ed., Vol. 1).
- Kalpakjian, S., & Schmid, S. (2008). *Manufactura, ingeniería y tecnología*. Mexico: Pearson Education.
- López, B. S. (29 de Octubre de 2019). *ingenieriaindustrialonline*. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/que-es-el-lean-manufacturing/>
- Martin Darío Arango Serna , Luis Felipe Campuzano Zapata , & Julián Andrés Zapata Cortes. (2015). Mejoramiento de procesos de manufactura utilizando Kanban. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 14.
- Neto, F. M. (2013). *Lean manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos*.
- Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing. Paso a Paso*. MARGE BOOKS.
- Soldadura en el dibujo mecánico. (2017). Medellin.

9 ANEXOS

9.1 DESPIECE DE PARTES

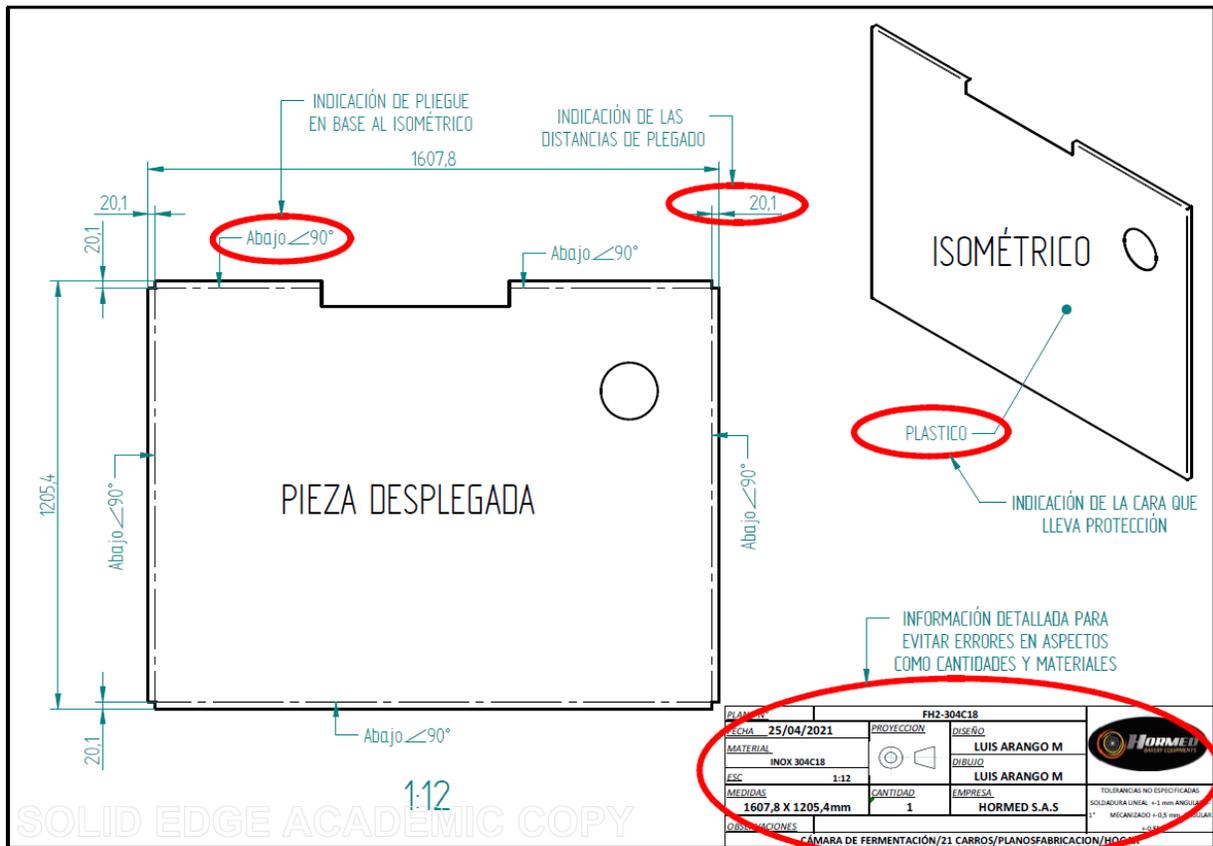


LAMINA 4X8 FT
INOX 430C12
BRILLANTE
PLASTICO

PLANO N°		DESPIECE INOX 430C12			
FECHA	01/02/2021	PROYECCION	DISEÑO		TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS SOLDADURA LINEAL ± 1 mm ANGULAR $\pm 1^\circ$ MECANIZADO ± 0.5 mm, ANGULAR $\pm 0.5^\circ$
MATERIAL	INOX 430C12		DISEÑO	LUIS ARANGO M	
ESC	1:20		DIBUJO	JUAN C. PÉREZ	
MEDIDAS	5 X 10 FT	CANTIDAD	EMPRESA	HORMED S.A.S	
OBSERVACIONES					

HORNOS/ROTODRAKOTWIN/PLANOSFABRICACION/DESPIECE INOX 430C12

9.2 PLANOS DE PLEGUE

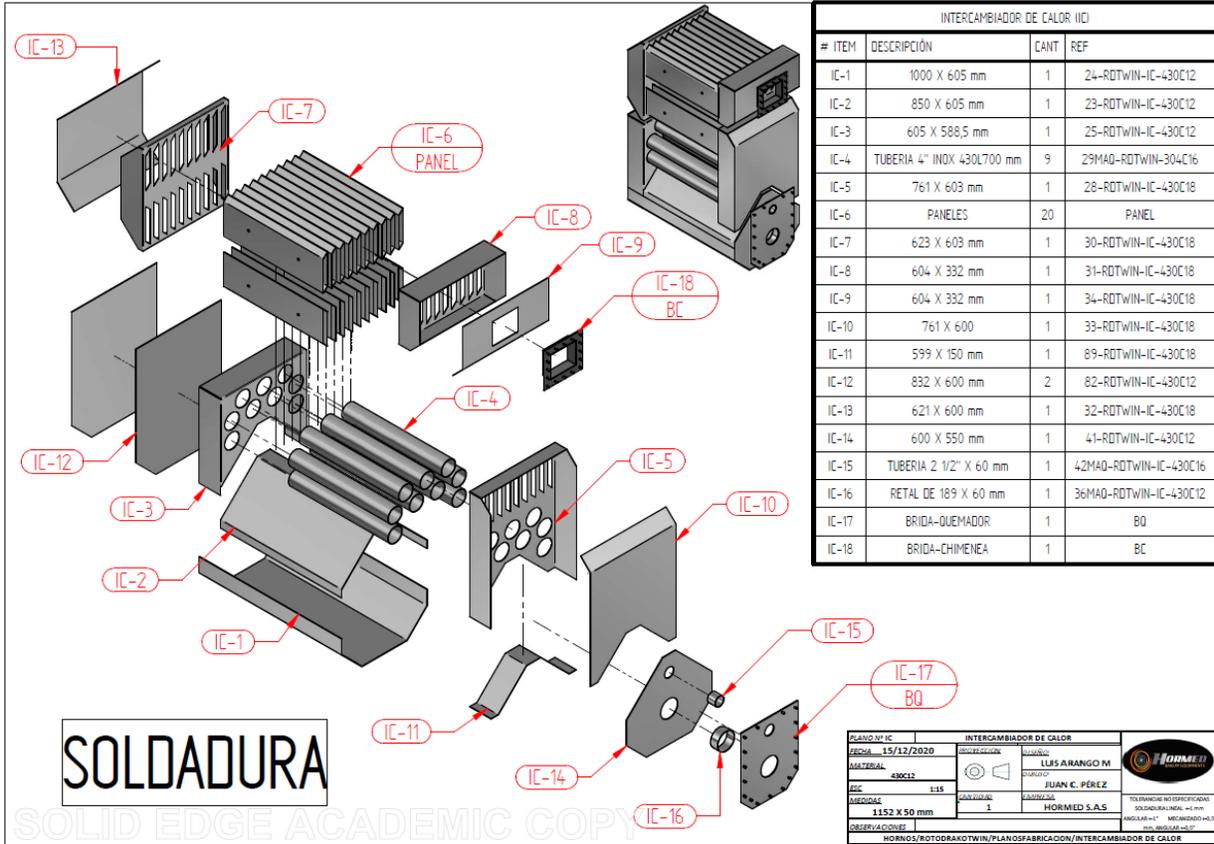


9.3 FICHAS DE TRABAJO

ENSAMBLE

ENSAMBLE DE CÁMARA			
# ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT	REF
NC Y CCI-1	CÁMARA DE CONEXIÓN	1	NC
NC Y CCI-2	CÁMARA DE CONEXIÓN ZUERFEN	1	CC-IZO
NC Y CCI-3	CÁMARA DE CONEXIÓN ZUERFEN	1	CC-DER
NC Y CCI-4	LONGITUD 214mm	4	69 P02W1H AC H90
NC Y CCI-5	TORNILLO M6X40	22	COMERCIAL
NC Y CCI-6	TORNILLO M6X30	18	COMERCIAL
NC Y CCI-7	ARANDELA M6	44	COMERCIAL
NC Y CCI-8	ARANDELA M6	212	COMERCIAL
NC Y CCI-9	TUERCA M6	22	COMERCIAL
NC Y CCI-10	TUERCA M6	18	COMERCIAL

PLANO N° KC Y CC		ENSAMBLE DE CÁMARA		
FECHA: 15/12/2020	DISEÑO: LUIS ARANGO M			
AUTOREAL: S15	DIBUJO: JUAN C. PÉREZ			
ESCALA: 3608 X 2436 X 1648 mm	CANTIDAD: 1	EMPRESA: HORMED S.A.S		<small> CADENA S.A. NO OPERACIONES DE DISEÑO LINEAL - P. 1000-000-0000 SACARAJOS - MEC. PAV. ANILLOS - 4.000' </small>
HORNOS/ROTORAK OTWIN/PLANOS FABRICACION/ENSAMBLE				



INTERCAMBIADOR DE CALOR ICI			
# ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT	REF
IC-1	1000 X 605 mm	1	24-RDTWIN-IC-430C12
IC-2	850 X 605 mm	1	23-RDTWIN-IC-430C12
IC-3	605 X 588,5 mm	1	25-RDTWIN-IC-430C12
IC-4	TUBERIA 4" INOX 430L700 mm	9	29MAD-RDTWIN-304C16
IC-5	761 X 603 mm	1	28-RDTWIN-IC-430C18
IC-6	PANELES	20	PANEL
IC-7	623 X 603 mm	1	30-RDTWIN-IC-430C18
IC-8	604 X 332 mm	1	31-RDTWIN-IC-430C18
IC-9	604 X 332 mm	1	34-RDTWIN-IC-430C18
IC-10	761 X 600	1	33-RDTWIN-IC-430C18
IC-11	599 X 150 mm	1	89-RDTWIN-IC-430C18
IC-12	832 X 600 mm	2	82-RDTWIN-IC-430C12
IC-13	621 X 600 mm	1	32-RDTWIN-IC-430C18
IC-14	600 X 550 mm	1	41-RDTWIN-IC-430C12
IC-15	TUBERIA 2 1/2" X 60 mm	1	42MAD-RDTWIN-IC-430C16
IC-16	RETAL DE 189 X 60 mm	1	36MAD-RDTWIN-IC-430C12
IC-17	BRIDA-DUEMADOR	1	BQ
IC-18	BRIDA-CHIMENEA	1	BC

SOLDADURA

PLANO DE IC		INTERCAMBIADOR DE CALOR	
FECHA	15/12/2020	DISEÑADOR	LUIS ARANGO M
MATERIAL	430C12	CHOFER	JUAN C. PÉREZ
ESPEC	S 15	PROYECTISTA	HORMED S.A.S
PROYECTOS	1152 X 50 mm	CANTIDAD	1
OBSERVACIONES		REVISOR	HORMED S.A.S
HORNOS/ROTODRATWIN/PLANOS/FABRICACION/INTERCAMBIADOR DE CALOR			

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

