

**SISTEMA DE GESTIÓN DE OPERACIONES EN EL ÁREA DE FUNDICIÓN DE
LA SIDERÚRGICA METALMEC S.A.S.**

AUTORES

FABIÁN LEONARDO GRANADOS

MÓNICA MARCELA PUENTES ÁVILA

**UNIVERSIDAD LIBRE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C.
2016**

**SISTEMA DE GESTIÓN DE OPERACIONES EN EL ÁREA DE FUNDICIÓN DE
LA SIDERÚRGICA METALMEC S.A.S.**

AUTORES

FABIÁN LEONARDO GRANADOS

MÓNICA MARCELA PUENTES ÁVILA

**Trabajo de Grado para optar al Título de Ingenieros Industriales de la
Universidad Libre**

DIRECTOR

**ORLANDO DE ANTONIO
INGENIERO INDUSTRIAL**

**UNIVERSIDAD LIBRE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C.
2016**

Nota de aceptación:

El trabajo de grado titulado: “*Sistema de gestión de operaciones en el área de fundición en la siderúrgica METALMEC S.A.S.*”, realizado por los estudiantes Mónica Marcela Puentes Ávila y Fabián Leonardo Granados con códigos 062042055 y 062051550 respectivamente, cumple con todos los requisitos de forma y contenido exigidos por la universidad libre para optar el título de Ingeniero industrial.

Firma del director

Firma del jurado

Firma del jurado

La adversidad es como un fuerte viento Nos arrebatara todo menos lo que no se nos puede arrebatar, Y hace que nos veamos cómo somos en realidad.

Arthur Golden.

Gracias mi Dios por no dejarnos desistir, por mostrarnos el camino pese momentos difíciles, siempre se puede ver tu luz. A nuestros padres, a quienes honramos por todo lo que somos y todo lo que llegaremos a ser. Gratamente a nuestros amigos, que siempre han estado apoyándonos, agradecemos a la casualidad y la vida haberlos encontrado.

Mónica y Fabián

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este proyecto expresan sus agradecimientos a todas las personas, ingenieros de la universidad Libre y de la empresa METALMEC S.A.S. que hicieron posible la realización de este proyecto. En especial a:

- Ingeniero Orlando de Antonio, Director del proyecto por su orientación, seguimiento, supervisión continua, motivación y apoyo condicional.
- Ingeniero Juan Ariel Rincón, Gerente de la empresa donde se desarrolló el proyecto, por su ayuda y confianza depositada en nosotros.
- Ingeniera Elizabeth Alarcón, por su colaboración en el suministro de datos en la realización de la parte empírica de este proyecto, y acompañamiento durante las visitas a la planta.

RESUMEN

La gestión de las operaciones en toda empresa requiere un constante análisis por parte de la administración y una evolución permanente que se adapte al entorno dinámico del mercado, en este caso METALMEC S.A.S. como empresa del sector siderúrgico colombiano no solo tiene falencias en la ejecución de sus procesos productivos sino que a lo largo del tiempo ha ido incorporando una serie de hábitos y elementos en el día a día.

A partir del diagnóstico realizado se identificó que el sistema de operaciones en el área de fundición, posee actividades y procesos no estandarizados, los tiempos y la forma de desarrollar las actividades han incorporado desplazamientos ineficientes y demoras injustificadas, además es evidente que el espacio arquitectónico está subutilizado evitando que las operaciones realizadas sean realmente eficientes. La ausencia de una descripción clara de funciones y responsabilidades aparta al recurso humano de la obligación de buscar soluciones prácticas a los problemas que se evidencian y termina por convertir al personal en un elemento ineficiente plagado de factores de improductividad y carente de toda responsabilidad.

El objetivo de este documento es presentar un plan de mejora, donde se plasme el cambio de los procesos y operaciones apoyados en la realización de un sistema de gestión de operaciones que dé estándares en los procesos de fundición de la empresa, genere una política de gestión, establezca divisiones jerárquicas, y realice una ingeniería de métodos, otorgando claridad en la forma de hacer las tareas, una nueva opción de distribución de planta, y una propuesta para la eliminación de los cuellos de botella en el proceso productivo.

De esta forma se logra concluir que un alto grado de competitividad basado en la productividad y eficiencia de todos los procesos que se llevan al interior de METALMEC S.A.S. , debe ser el resultado de la alineación de todos los recursos presentes en la empresa, dicha alineación o es más que la definición clara de roles y tareas a ejecutar por cada uno de los intervinientes bajo conceptos claros, definidos y evaluados con la periodicidad necesaria para mantener a la empresa en un nivel de competitividad que garantice su sostenibilidad en el tiempo.

PALABRAS CLAVE

Sistema de gestión de operaciones, estandarización, redistribución de planta, reingeniería de procesos, caracterización de procesos, descripción de cargos

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	3
JUSTIFICACION	5
1. GENERALIDADES	6
1.1 <i>DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</i>	6
1.2 <i>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</i>	10
1.3 <i>OBJETIVOS</i>	10
1.3.1 Objetivo General	10
1.3.2 Objetivos Específicos	10
1.4 <i>MARCO METODOLÓGICO</i>	10
1.4.1 Proceso Metodológico	10
1.5 <i>DELIMITACIÓN DEL PROYECTO</i>	12
1.6 <i>MARCO LEGAL Y NORMATIVO</i>	14
1.7 <i>ANTECEDENTES</i>	14
1.8 <i>MARCO TEORICÓ</i>	16
1.8.1 Reingeniería Corporativa	16
1.8.2 El estudio de tiempos	17
1.8.3 Estudio de Movimientos	18
1.8.4 Distribución en planta (Método SPL)	19
1.8.5 Estandarización	21
1.9 <i>MARCO CONCEPTUAL</i>	28
2. DESARROLLO DEL PROYECTO	30
2.1 DIAGNÓSTICO INTEGRAL DE METALMEC S.A.S.	30
2.1.1 Descripción Empresa	30
2.1.2 Recurso humano	30
2.1.3 Recursos físicos	32
2.1.4 Espacio arquitectónico actual (Instalaciones)	32
2.1.5 Portafolio de Productos	35

2.1.6 Descripción del proceso de fundición empleado	37
2.2 RECOLECCION DE INFORMACIÓN	39
2.2.1 Entrevista y Encuestas	39
2.2.2 Análisis de la información obtenida (Entrevista y Encuesta):	39
2.3 CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO ACTUAL	41
2.3.1 Generalidades del sistema productivo	41
2.3.2 Normalización de la información	42
2.3.3 Formalización de los procesos actuales	44
2.3.4 Identificación y definición de factores de éxito	46
2.4 FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS	48
2.4.1 Composición del sistema de gestión a diseñar.	50
3. PROPUESTA DE SISTEMA DE GESTION	52
3.1 ESTANDARIZACION EN METALMEC	53
3.1.1 Manual de procedimientos	54
3.1.2 Manual de funciones	55
3.1.3 Diagramas analíticos de proceso	60
3.2 REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA.	62
3.3 DIAGNOSTICO FINAL	68
4. ANALISIS COSTO BENEFICIO	70
5. VALIDACIÓN COMPUTACIONAL	75
6. CONCLUSIONES	79
7. RECOMENDACIONES	80
8. BIBLIOGRAFÍA	81
ANEXOS	86

Índice de Figuras

Figura 1 Diagrama de cumplimiento	6
Figura 2 Diagrama causa efecto	9
Figura 3 Producción del portafolio en los últimos años	13
Figura 4 Esquema del Systematic Layout Planning	21
Figura 5 Ejemplo de un diagrama de análisis de proceso	24
Figura 6 Ejemplo de diagrama de recorridos	25
Figura 7 Símbolos para la construcción de un diagrama de flujo.	26
Figura 8 Ejemplo de diagrama de flujo	27
Figura 9 Organigrama METALMEC S.A.S.	31
Figura 10 Layout estado actual de METALMEC S.A.S.	33
Figura 11 Diagrama de ensamble - Proceso actual	38
Figura 12 Estado actual de la información	43
Figura 13 Diagrama de análisis de proceso –Fundición Bocín Brigadier	45
Figura 14 Aplicación de la ingeniería de métodos en METALMEC S.A.S.	52
Figura 15 Ejemplo – Descripción de cargo, Gerente General	57
Figura 16 Diagrama Propuesto Proceso - Bocín Brigadier	61
Figura 17 Diagrama de recorridos actual en METALMEC S.A.S.	63
Figura 18 Matriz relacional de actividades	64
Figura 19 Reestructuración de la planta de METALMEC S.A.S.	66
Figura 20 Simulación layout actual METALMEC S.A.S.	76
Figura 21 Resultados simulación layout actual	76
Figura 22 Simulación layout propuesta METALMEC S.A.S.	77
Figura 23 Resultados simulación layout propuesta	78

Índice de tablas

Tabla 1 Cuadro comparativo de trabajo	8
Tabla 2 Selección de producto de mayor impacto.....	14
Tabla 3 Tabla árbol toma de decisión con pesos asignados	47
Tabla 4 Cambios en los desplazamientos entre operaciones	67
Tabla 5 Cambios en los tiempos entre operaciones.....	68
Tabla 6 Cotización actual producto bocín brigadier.....	71
Tabla 7 Cotización proyectada bajo el sistema de gestión.....	72
Tabla 8 Estimado de gastos para desarrollo de la propuesta.	73
Tabla 9 Análisis V.A.N. y TIR	74

Índice de cuadros

Cuadro 1 Cuadro Metodológico.....	11
Cuadro 2 Recurso humano de METALMEC S.A.S.	31
Cuadro 3 Tabla de equipos y herramientas.....	32
Cuadro 4 Portafolio de productos.....	36
Cuadro 5 Metodologías de interés a largo plazo.	49
Cuadro 6 Codificación de proximidad entre actividades de METALMEC S.A.S....	64
Cuadro 7 Ficha descriptiva de actividades para METALMEC S.A.S.....	65

INTRODUCCION

La gestión de operaciones ejerce hoy en día un papel primordial dentro de las organizaciones, debido a que proporciona las pautas adecuadas para la administración de los recursos productivos tales como materia prima, recurso humano, equipos e instalaciones para el desarrollo de un producto o servicio específico de forma óptima, a través de la reingeniería corporativa. Para comprender mejor la ingeniería corporativa se acude al libro Ingeniería Industrial de Niebel, donde se menciona como; *“Muy a menudo, los términos análisis de operaciones, diseño del trabajo, simplificación del trabajo, ingeniería de métodos y reingeniería corporativa se utilizan como sinónimos, en la mayoría de los casos, todos ellos se refieren a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo o reducir el costo por unidad de producción: en otras palabras, a la mejora de la productividad”*.¹

Tal como se ha venido publicando en los diferentes medios Colombia las Pymes constituyen la principal fuente de generación de empleo: *“son responsables de 67% de los puestos de trabajo, según el Dane. Además, como si fuera poco, su participación en el PIB del país alcanza 28%”*², sin embargo presentan una gran problemática en cuanto a la informalidad de sus procesos y operaciones, convirtiéndose en obstáculos para abordar las nuevas tendencias del mercado local y mundial, como son la globalización y el crecimiento constante del valor agregado de los productos. METALMEC S.A.S. no es ajeno a esta realidad y no cuenta con factores diferenciadores que den signos de un grado de competitividad aceptable; de hecho forma parte del grupo de empresas que producen y generan sus productos de una manera tradicional y empírica, bajo el entendido que el empirismo se manifiesta en que sus métodos o procedimientos están basados en la experiencia y en la observación de los hechos como única fuente, habituándose a un sistema de producción caracterizado por una serie de dificultades, que aunque evidentes se incorporan a los métodos y hábitos de trabajo, hasta el punto de convertirse en políticas empresariales.

Este proyecto se centra en la necesidad de caracterizar y mejorar el proceso productivo de fundición de la empresa METALMEC S.A.S., bajo la hipótesis que al modificar su sistema de gestión de operaciones de forma sistemática y focalizada, introduciendo una organización en la empresa que contemple los procesos fundamentales, se logra una sinergia entre las áreas y al mismo tiempo mejorar la productividad de las mismas. Este proyecto pretende iniciar un desarrollo en la empresa marcado por la incorporación de herramientas técnicas y metodológicas ampliamente reconocidas y estudiadas por la academia, con el fin de erradicar el

¹ BENJAMIN W. NIEBEL. Ingeniería Industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo. Mc Graw Hill. 2009

² Revista Dinero. Pymes, gigantes pequeñas publicado en <http://www.dinero.com> el 24 de Junio de 2015

empirismo que predomina la administración de la empresa el cual ha trascendido a todos los aspectos de la operación incluyendo la cultura y el clima laboral. El proyecto define su desarrollo con un plan estratégico estructurado y analizado previamente que garantiza la pertinencia de las actividades a ejecutar en busca recabar la información necesaria que permita formular una solución válida.

El plan de mejoramiento propuesto es el resultado de un conjunto de procedimientos, acciones y metas diseñadas y orientadas de manera planeada, organizada y sistemática para corregir las falencias y debilidades encontradas a todo nivel al interior de la empresa, que se generan como consecuencia de cada uno de los factores observados y descubiertos en la fase de diagnóstico y caracterización con el único objetivo de garantizar la idoneidad del mejoramiento continuo.

JUSTIFICACION

La gestión de operaciones en METALMEC S.A.S. debe orientarse en establecer una metodología sistemática para la gestión y mejora de los procesos, asegurando que toda la organización comprenda en detalle: la política de operaciones, los métodos de trabajo, las dependencias jerárquicas y funcionales, la asignación de responsabilidades y los instrumentos de medición de resultados. Para que los recursos de la empresa entren en una sinergia que maximice su sistema de gestión de operaciones deben desarrollar un plan de mejora que intervenga en el rediseño de la cadena de valor, estandarización de sus procesos, identificación de la capacidad de la planta y en general todas las actividades que faciliten la planeación de la producción; el manejo de las materias primas y el control de calidad de los productos, todo encaminado a la búsqueda de la mejora continua y de la producción a un mínimo costo.

Por tal razón, se ve la importancia de la elaboración de este proyecto, que tiene como enfoque el desarrollo de un sistema de gestión de operaciones (SGO) que busca satisfacer las necesidades y deseos de crecimiento de la empresa, cuya visión requiere la intervención de todos los factores que inciden en la realización de las actividades operativas y administrativas de la empresa. Para METALMEC S.A.S. resulta pertinente iniciar un proceso de evolución corporativa que este caracterizado por la incorporación de elementos básicos de ingeniería a su clima laboral, la empresa siempre se ha adaptado al mercado de forma intuitiva contando con la creatividad y elasticidad de sus recursos para adaptarse a nuevas exigencias sin que exista una transformación estructurada bajo los lineamientos de algún tipo de administración.

La definición clara de metodologías para la gestión y mejora de los procesos marca un hito de especial relevancia para las empresas, en especial para las Pymes, dado incorpora en el modelo de negocio lineamientos con sustentos teóricos que formalizan muchos de los aspectos de las organizaciones mejorando su competitividad y homologando muchos de los factores característicos de las organización hecho que permite la asociación sectorial y la búsqueda de reconocimiento y certificaciones como factor diferencial.

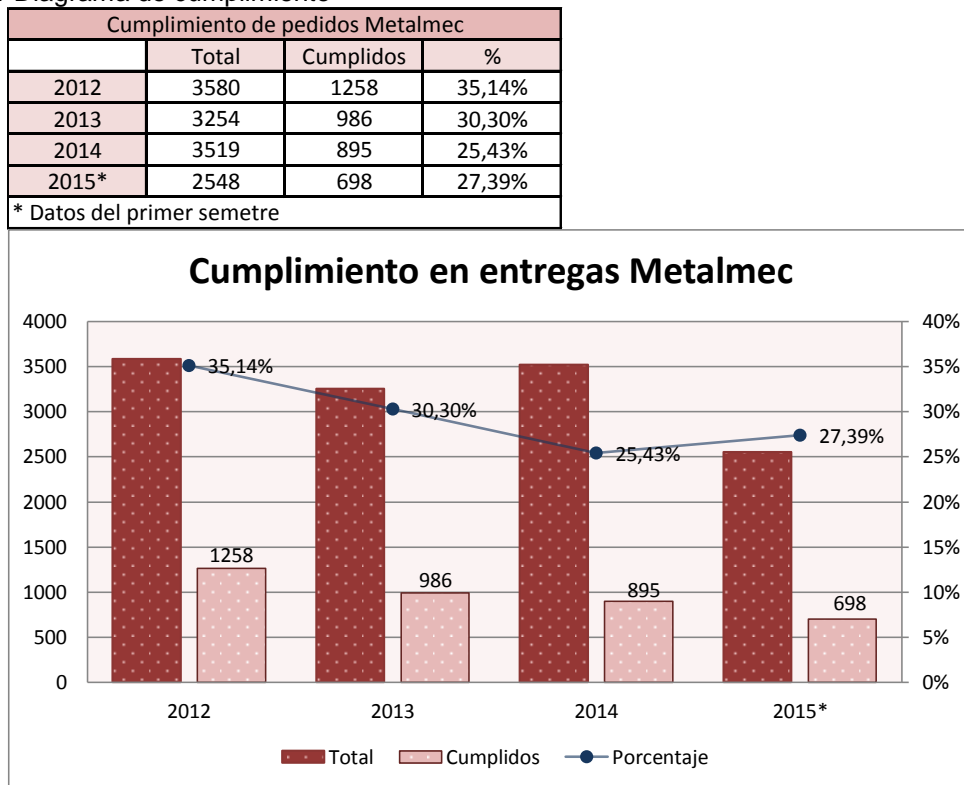
1. GENERALIDADES

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad METALMEC S.A.S., es una empresa dedicada a la fabricación de autopartes de la industria automotriz a partir de la recuperación de materiales de reciclaje (chatarra). Tiene a su disposición un gran número de maquinaria que le permite la transformación de la materia prima en productos elaborados, sin embargo su proceso de producción presenta notables falencias entre las cuales se encuentran:

- La programación de la producción gira entorno de una reunión semanal los días lunes donde se revisan los pedidos, con esta reunión se calcula la producción de la semana y se estima la asignación de recursos, pero no se tiene en cuenta los compromisos futuros adquiridos, sino la orden más próxima o vencida es el que se realiza, como consecuencia los clientes no reciben sus productos en los tiempos pactados. esto debido que no existe un control de la planeación, en la figura 1 se representa un comparativo del total de pedidos versus los pedidos cumplidos. Esta manera de realizar la planeación recae en problemas de faltantes de materiales o asignación errónea de los mismos.

Figura 1 Diagrama de cumplimiento



Fuente: Autores, 2015

- El proceso productivo cuenta con tiempos ociosos entre operaciones; al finalizar una actividad los trabajadores tardan considerablemente en iniciar una nueva actividad, o se limitan realizar actividades que no dan valor agregado al proceso, siendo esta una causa directa de la diferencia entre la capacidad disponible y la real, dado que las actividades permiten realizar hasta 6, coladas los operarios tan solo ejecutan 4. Adicionalmente las operaciones no están estandarizadas permitiendo que los trabajadores incorporen movimientos, esperas y demoras según su criterio y que en muchas ocasiones reflejan la escasa cultura y el poco compromiso cuando estas mismas obedecen a simple intención de ocio.
- El personal divaga en un estado de incertidumbre ante la ausencia de una adecuada descripción de cargos donde se detallen las funciones y responsabilidades de cada cargo, los operarios no cuentan lineamientos, ni documentación de cómo realizar las labores los manuales e instructivos son inexistentes y de hecho términos desconocidos, haciendo que las tareas se ejecuten de acuerdo a la experiencia y destreza del personal, resaltando a su vez la ausencia de estándares para todos los recursos incluido el humano.
- METALMEC S.A.S. tiene varios faltantes metodológicos en la forma como estructura su planeación, de hecho este concepto tan solo se aplica levemente al aspecto financiero omitiendo la planeación de inventarios y requerimientos, la asignación de recursos y en un ámbito más general no existe un control del sistema de producción, estas falencias son una característica clara de la forma de administración que ha adoptado la empresa y demuestran que la evolución de la empresa y su permanencia no ha sido estructurada y la implementación de herramientas de ingeniería es nula.
- La dirección estratégica de la empresa es tan solo un elemento técnico y no ha logrado trasladar esas metas a cada nivel de la empresa, los sistemas de gestión en la empresa son ineficientes y teóricos pero sin ninguna injerencia en la ejecución de las actividades, la dirección de METALMEC S.A.S. no logra controlar el proceso productivo en gran medida por la ausencia de indicadores de gestión que permitan evaluar el comportamiento de los recursos en relación a la producción.
- El espacio arquitectónico es el reflejo de la administración de la empresa, es un espacio sub utilizado, el área total de la empresa permite el desarrollo de todas las actividades en puntos definidos, pero carece de una distribución espacial estructurada, con un propósito establecido y con una lógica deficiente según la dinámica de las actividades, las áreas de la empresa no están definidas y el orden no resalta como característica.
- Existe una sub utilización del horno, que puede alcanzar una meta de producción de seis (6) coladas al día, cada una con una capacidad para fundir 500 Kg de chatarra en un lapso de tiempo promedio de 80 minutos por colada, pero en la actualidad solo está procesando 4 coladas al día. En la tabla1 se

puede ver la incidencia de la sub utilización del horno, hecho que determina la periodicidad y forma como se configura la ejecución de otras tareas.

Tabla 1 Cuadro comparativo de trabajo

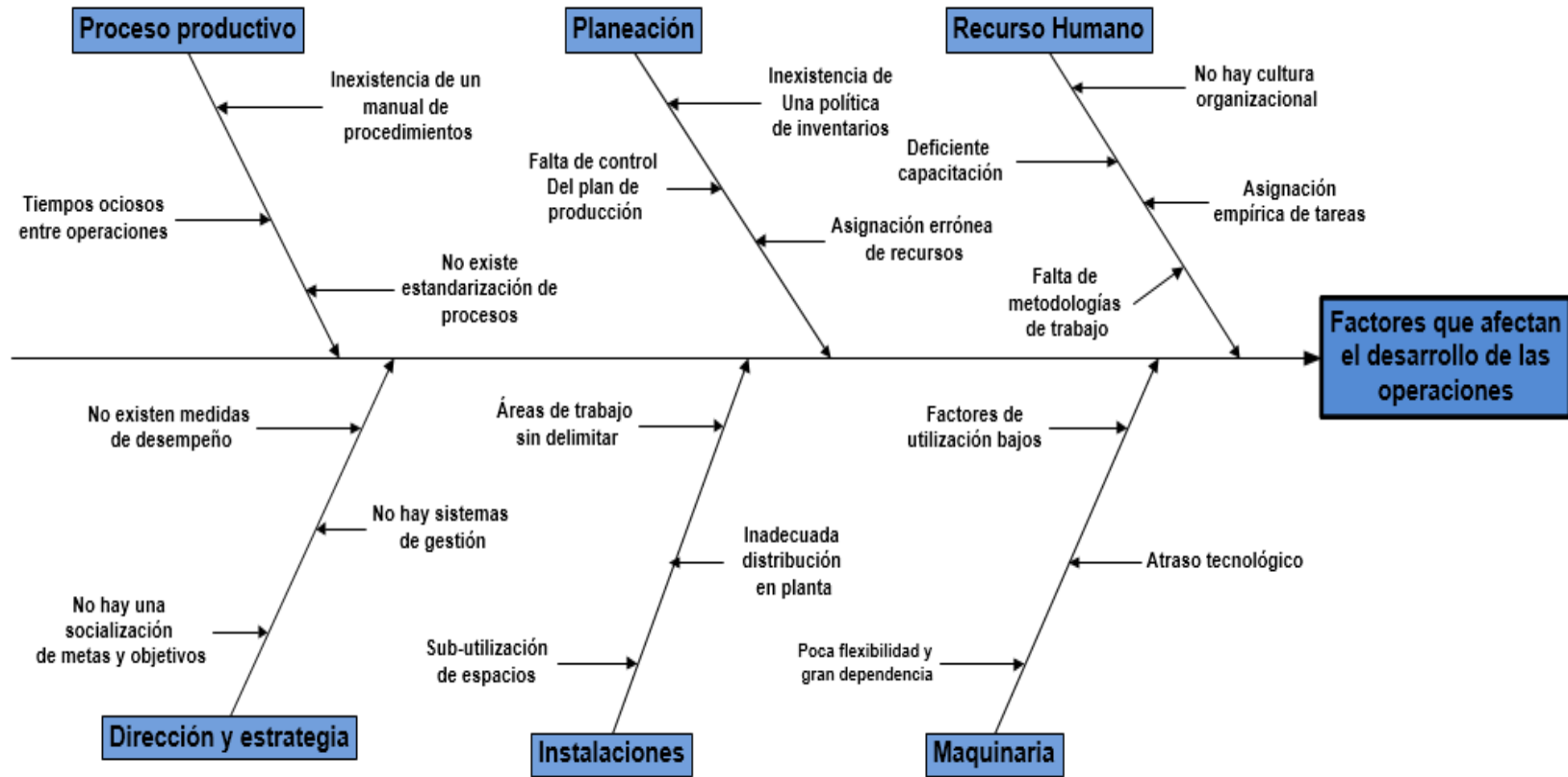
Proceso	Capacidad colada (kg)	coladas/día	Capacidad diaria	Cantidad (unidades/día)	Capacidad (ton./mes)	Capacidad (unidades/mes)	Eficiencia del proceso
Al 100%	500	6	2700	77,14	70,2	1825,2	
Actual	500	4	1800	51,43	46,8	1216,8	67%

Fuente: Autores, 2015

- METALMEC S.A.S. como empresa afronta los problemas de un legado de trabajos rutinarios y de adaptaciones regidas por la toma de decisiones diarias, las cuales no siguen ningún lineamiento técnico, restándole al proceso competitividad y amenaza seriamente la estrategia corporativa de crecimiento.
- La información como elemento de salida de los procesos es la mínima, y solo aplica para los casos en los cuales la legislación así lo requiere; (Ventas, compras, contratos) pero de los demás procesos que se llevan a cabo al interior de la empresa no se obtiene información alguna, es un factor a considerar que va más allá de los elementos típicos de control como lo serían los indicadores, esta ausencia de informalización promueve la informalidad y deja vacíos en las comunicaciones a todo nivel; esta falta de información se traduce en una nula documentación y archivos de todos los datos que arroja el proceso, imposibilitando el análisis histórico de algunas variables y la identificación de problemas.

Se puede observar un resumen mediante un diagrama de causa efecto o Ishikawa, de los factores que están afectando el proceso productivo. Y así lograr un análisis preliminar de la situación actual. Ver Figura 2.

Figura 2 Diagrama causa efecto



Fuente: Autores, 2015

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Mediante que metodología la empresa METALMEC S.A.S. puede incrementar su productividad, para así lograr la satisfacción del cliente?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar el sistema de gestión de operaciones en el área de fundición de la Siderúrgica METALMEC S.A.S. mejorando el proceso y minimizando el costo de manufactura a través de la re ingeniería corporativa.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar las variables de los procesos que intervienen y afectan el sistema de operaciones, a través de un diagnóstico de la empresa.
- Realizar un estudio de las posibles alternativas de que mejoren la eficiencia y reduzcan las demoras presentes en el proceso de manufacturación.
- Desarrollar una propuesta del plan de mejora del sistema de producción, eliminando las pérdidas de tiempo, desperdicios de materiales y desplazamientos innecesarios, enfocado en aumentar la eficiencia del sistema de manufactura.
- Hacer el análisis comparativo del costo/beneficio, del estudio de aumento de eficiencia en la empresa.
- Validar computacionalmente las propuestas analizando la diferencia entre el plan propuesto y el real.

1.4 MARCO METODOLÓGICO

El proyecto se desarrolla bajo la metodología de la investigación mixta aplicada, combinando elementos cuantitativos como cualitativos, y reseña las características del fenómeno objeto de estudio, por otro lado el desarrollo aplicado permitirá implementar los conocimientos y descubrimientos realizados durante la ejecución, con el fin de crear, construir y modificar dentro del desarrollo del proceso investigativo., la combinación de ambos enfoques garantiza en este caso mejores resultados.

1.4.1 Proceso Metodológico

Para la realización de este proyecto se seguirá el siguiente proceso metodológico. Ver cuadro 1

Cuadro 1 Cuadro Metodológico

OBJETIVOS ESPECIFICOS	ACTIVIDADES	METODOLOGIA	TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS
Determinar las variables de los procesos que intervienen y afectan el sistema de operaciones, a través de un diagnóstico de la empresa.	Recolección información del sistema actual.	Proceso de entrevistas y encuestas con muestras no probabilísticas	Entrevistas, cuestionarios y observación
	Analizar el proceso de generación de órdenes de trabajo	Desarrollo de diagrama de flujo	Entrevistas, observación y revisión bibliográfica.
	Descripción del proceso de fabricación actual	realizar una observación directa en los puestos de trabajo	Diagrama de recorridos, Toma de tiempos diagrama de flujo.
	Análisis del sistema de producción	Identificación las variables relevantes	Espina de pescado, entrevistas, observación y revisión bibliográfica.
Realizar un estudio de las posibles alternativas de que mejoren la eficiencia y reduzcan las demoras presentes en el proceso de manufacturación.	Presentación de metodologías reconocidas y trabajadas desde la academia	Documentación de las alternativas que existen y se pueden aplicar en METALMEC S.A.S.	Observación y revisión bibliográfica.
	Definir las mejores herramientas a evaluar.	Definir las herramientas se van a analizar para una posible implementación	Matriz de Alternativas
	Determinar cuál es la mejor y más adecuada herramienta	Calificar las alternativas seleccionadas	Matriz de alternativas, mediante ponderación
Desarrollar una propuesta del plan de mejora del sistema de producción, eliminando las pérdidas de tiempo, desperdicios de materiales y desplazamientos innecesarios, enfocado en aumentar la eficiencia del sistema de manufactura.	Redistribución de la planta	Diseñar un nuevo layout, identificando un óptimo flujo de recorrido	Diagrama de recorrido y Método SLP de distribución
	Estandarizar los procesos de fundición	Construir los diagramas de análisis de proceso (Actuales y propuestos)	DAP, Diagramas de flujo.
	Desarrollo de los manuales de procesos	Diseñar y diligenciar los formatos de los manuales de funciones de los procesos	Observación y revisión bibliográfica

Fuente: Autores, 2015

Continuación Cuadro 1 Cuadro Metodológico

OBJETIVOS ESPECIFICOS	ACTIVIDADES	METODOLÓGIA	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Hacer el análisis comparativo del costo/beneficio, del estudio de aumento de eficiencia en la empresa.	Determinar los costos operativos del proceso de fundición actual	Definir el costo de fabricación por unidad terminada según el proceso actual	Observación, revisión bibliográfica y/o inspección de registros
	Determinar los costos operativos del proceso de fundición del modelo propuesto	Definir el costo de fabricación por unidad terminada según el proceso propuesto	Observación, revisión bibliográfica y/o inspección de registros
	Realizar un análisis de costo beneficio del plan propuesto	Comparar los costos del sistema actual versus el propuesto	Matriz de costo beneficio
Validar computacionalmente las propuestas, analizando la diferencia entre el plan propuesto y el real.	Realizar un modelo de validación del modelo propuesto	Desarrollar herramienta que valide el modelo propuesto versus el actual en Promodel estudiantil.	Observación, revisión bibliográfica y/o inspección de registros

Fuente: Autores, 2015

1.5 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

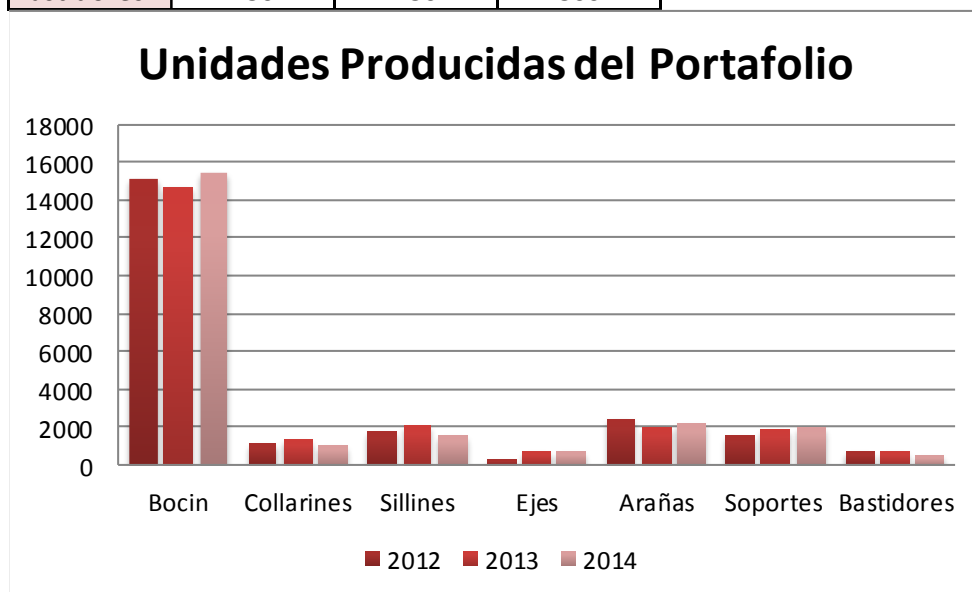
Con la realización del presente proyecto se busca brindar a la empresa una alternativa para la solución de los problemas que afectan el proceso administrativo y operativo, a través del desarrollo de un sistema de gestión de operaciones, que aplique las herramientas de re-ingeniería corporativa. Este proyecto se realiza en el área de fundición de la empresa METALMEC S.A.S., ubicada en el kilómetro 13 vía la Mesa (Cundinamarca), el presente proyecto de investigación se desarrolla tendrá un periodo de desarrollo comprendido entre el año 2014 y 2015.

Dado el estado actual de la organización y la falta de documentación con la que cuenta la empresa, es necesario enfocar el desarrollo del proyecto al área productiva; esto permite que el alcance del proyecto sea estratégico y estructurado, logrando intervenir la organización desde el núcleo central del negocio, que en definitiva es la elaboración de productos mediante la fundición. El sistema productivo de METALMEC S.A.S. es altamente flexible y permite la diversificación del portafolio, pero la trayectoria de la empresa ha centrado su actividad comercial en un producto en especial el Bocín Brigadier, las órdenes de compra de este producto superan ampliamente a los demás artículos fabricados, ahora bien si se toma el proceso productivo de este bocín como modelo a comparar se observa que

no existen diferencias fundamentales en relación a los demás productos. Ver Figura 3

Figura 3 Producción del portafolio en los últimos años

Produccion Anual del Portafolio			
	2012	2013	2014
Bocin	15200	14780	15500
Collarines	1200	1350	1050
Sillines	1800	2100	1640
Ejes	360	750	720
Arañas	2480	2000	2240
Soportes	1560	1920	2000
Bastidores	750	750	500



Fuente: Autores, 2015

Adicionalmente la utilidad de este producto es la más alta por unidad fabricada, y su aporte al total de ingresos genera una relación de dependencia al alcanzar niveles promedios del 87 % (Ver Tabla 2 Selección de producto de mayor impacto

Las unidades producidas por año y la utilidad demuestran que a pesar del aumento de las unidades producidas en el año 2014, la utilidad continua disminuyendo, señal inequívoca de que el proceso productivo es ineficiente y sus costos mantienen un crecimiento mayor al aumento de precios, que se genera con cada nuevo año. Las mínimas variaciones del proceso productivo del bocin brigadier en comparación con los demás productos del portafolio junto con: el volumen de demanda, la alta utilidad que presenta y el aporte que hace al total de los ingresos de la compañía, permiten destacar al bocin brigadier como el producto principal de la compañía y limitar este estudio a su análisis, tomando como referencia su proceso productivo y todos los

factores que inciden en su elaboración; bajo el entendido que toda mejora aplicada este producto, determina un cambio sustancial en la organización de la empresa a todo nivel.

Tabla 2 Selección de producto de mayor impacto

Utilidad Bruta del Portafolio						
	2012	%	2013	%	2014	%
Bocín	\$ 562.400.000	87,25%	\$ 532.080.000	87,08%	\$ 542.500.000	88,61%
Collarines	\$ 17.400.000	2,70%	\$ 18.900.000	3,09%	\$ 12.600.000	2,06%
Sillines	\$ 5.040.000	0,78%	\$ 5.670.000	0,93%	\$ 4.592.000	0,75%
Ejes	\$ 3.528.000	0,55%	\$ 7.275.000	1,19%	\$ 6.840.000	1,12%
Arañas	\$ 42.160.000	6,54%	\$ 32.000.000	5,24%	\$ 33.600.000	5,49%
Soportes	\$ 5.460.000	0,85%	\$ 6.528.000	1,07%	\$ 6.600.000	1,08%
Bastidores	\$ 8.625.000	1,34%	\$ 8.550.000	1,40%	\$ 5.500.000	0,90%
Total	\$ 644.613.000		\$ 611.003.000		\$ 612.232.000	

Fuente: Autores, 2015

1.6 MARCO LEGAL Y NORMATIVO

Las siguientes normas reguladoras son las que inciden directamente en la ejecución del proyecto:

- Resolución 601 de 2006: Establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de emisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.
- Resolución 898 de 1995: Por la cual se regulan los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y caldera de uso comercial e industrial.
- ISO 9001 VERSIÓN 2010: Norma internacional que se aplica a los sistemas de gestión de calidad (SGC) y aplicada a todos los elementos de administración de calidad con los que una empresa debe contar para tener un sistema que le permita administrar y mejorar la calidad de sus productos o servicios³.

1.7 ANTECEDENTES

El sistema de gestión de operación a través de la metodología de LEAN SIX SIGMA, para la empresa industrias Villarreal LTDA., empresa dedicada a la fabricación de repuestos para electrodomésticos, a base de la fundición de aluminio en el 2015 se desarrolló mediante el despliegue de la metodología (DMAIC): Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, de Seis Sigma, con el objetivo de eliminar los desperdicios, interviniendo las fuentes principales de la mala calidad del producto. Durante el desarrollo de las diferentes fases, se examinó la situación actual de la

³ Yañez, Carlo M. Sistema de Gestion de la Calidad basado en la norma Iso 9001. Bolivia: Intenacional Eventos, 2008.

organización y del proceso, se identificaron los requerimientos claves para el cliente, y se recolectaron datos e información para reconocer las principales variables que afectaban al sistema.⁴

En el año 2013, se desarrolló un sistema de gestión de operaciones para INCOMAD S.A.S, siendo esta una empresa de fabricación de artículos de madera. La creación del sistema se basó en la búsqueda de alternativas para mejorar rentabilidad y competitividad de sus procesos, a través de la organización de sus operaciones a nivel operativo y administrativo. Guiado a por la Ingeniería de métodos; desarrollando manuales de funciones, redistribución de planta y el diseño de un procedimiento administrativo.⁵ Partiendo de un estudio de métodos y tiempos hasta el análisis de la distribución física de la planta de la empresa se desarrolló un análisis aprovechamiento de los recursos existentes de mano de obra, equipos, materia prima y material generando propuestas con el fin de realizar mejoras para obtener un mejor flujo de los materiales y personas, se demostró el ahorro en el recorrido y tiempos, con esta propuesta se trató de obtener una mayor eficiencia de la producción y el flujo más continuo del material.⁶

Universidad Tecnológica de Pereira 2008. Facultad de Ingeniería. Ingeniería Industrial. Determinaron los tiempos de confección de la empresa CONFEJEANS proporcionando a la dirección de producción una confianza alta sobre su programa, estimando las cantidades, la secuencia óptima de fabricación eliminando cuellos de botella y controlando la improductividad presente en la planta. Se realizó coordinación entre los recursos humanos, técnicos y la inversión que debe hacer la empresa en su proceso productivo, las cuales se constituyeron en las herramientas que de forma cuantificable pueden medir los resultados y el cumplimiento de los objetivos estratégicos expuestos por la misma.⁷

En el año 2010 se realizó el diseño de un Sistema de Gestión y de Control operacional para una empresa de producción de fundas plásticas. Dicho diseño se basó en el uso de la filosofía de la gerencia de activos, el cual proporcionó el desarrollo de técnicas que facilitaron la administración de los recursos con los que cuenta la empresa para la elaboración de los diferentes productos. De igual modo el sistema de gestión se direccionó hacia el control proactivo mediante la utilización

⁴ VILLARREAL DUARTE, Edna Lizeth. “Desarrollo de la metodología LEAN SIX SIGMA en el sistema de producción de la empresa Industrias Villareal LTDA” Proyecto de grado. Universidad libre de Colombia. 2014

⁵ CASTIBLANCO ESPEJO, Camilo Andres, “sistema de gestión de operaciones para ESCOT LTDA”. Proyecto de grado. Universidad libre de Colombia. 2014

⁶ Peña Zapata, Gloria Elena “Estudio de métodos y tiempos en la planta de producción de la empresa Metales y Derivados S.A”. Proyecto de grado. Universidad Nacional de Colombia. 2010. Ingeniería Industrial.

⁷ Peñaranda Lugo, Francisco Leonardo, et al. “Determinación de estándares de producción por medio de tiempos con cronómetro y balanceo de línea en la empresa Confejeans”. Proyecto de grado Universidad Tecnológica de Pereira 2008. Ingeniería Industrial

de los pilares del TPM y el enfoque de las 5 S's. Ambas metodologías se utilizaron para gestionar de manera eficiente los recursos pertenecientes a la empresa y para aumentar su disponibilidad y rendimiento. Además, se establece la implementación de un mantenimiento integrado para cada uno de activos.⁸

En el año 2007, en un taller metalmecánico se determinó que cada empresa que funciona bajo un sistema de producción bajo pedido debe ajustarse a las condiciones y requerimientos propios de operación, igualmente a los constantes cambios en las especificaciones técnicas demandadas por el cliente durante el desarrollo del producto. Dicho proyecto fundamentó su estudio tanto en la formalización del diseño en las actividades administrativas, por parte del área gerencial, sustentando la importancia de la investigación en un enfoque basado en procesos y la necesidad de establecer planes a mediano plazo que anticipen las necesidades y generen una ventaja competitiva, mediante el uso de diagramas de proceso operacional.⁹

1.8 MARCO TEÓRICO

1.8.1 Reingeniería Corporativa

La reingeniería corporativa, es asociada con las técnicas de análisis de operaciones, diseño del trabajo, simplificación del trabajo e Ingeniería de métodos, ya que todas tienen como propósito aumentar la producción por unidad de tiempo, o reducir el costo por unidad de producción; es decir, a la mejora de la productividad, mediante los mejores métodos de fabricación, herramientas y equipos, guiadas por estándares y diseños del trabajo.¹⁰

Tomando en cuenta estas conexiones, se podría definir a la reingeniería corporativa como una de las más importantes técnicas del estudio del Trabajo con un enfoque administrativo, que se basa en el registro y examen crítico de la metodología existente y a la proyección de mejora esperada del trabajo u operación, a través del estudio de los procedimientos de las operaciones actuales para lograr mejoras que faciliten la realización del trabajo y permita que este sea hecho con métodos más sencillos y eficientes, teniendo en cuenta los procesos productivos y administrativos que intervienen en la operación, para así aumentar la productividad.

⁸ GAVINO DÍAZ, Erick G., BAJAÑA ANDRADE, Carmen L. "Diseño de un sistema de gestión y control operacional para una empresa que dedica a la elaboración de fundas plásticas en la ciudad de Guayaquil" Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica del Litoral. 2010.

⁹ TORRES CHARRY, Giovanni. "Aseguramiento del proceso de diseño y desarrollo en un taller metalmecánico". Revista Scientia Et Technica, mayo, año/vol. XIII, número 034. Universidad Tecnológica de Pereira. 2007.

¹⁰ NIEBEL. Benjamín W. Ingeniería industrial. Métodos estándares y diseño del trabajo. 12 ed. México D.F: McGraw Hill companies, 2009. P.-6.

Dado a que la ingeniería corporativa está estrechamente relacionada en la ingeniería de métodos, se define sus inicios de la siguiente forma: en 1932, el término "Ingeniería de Métodos" fue desarrollado y utilizado por H.B. Maynard y sus asociados, quedando definido con las siguientes palabras:

"Es la técnica que somete cada operario de una determinada parte del trabajo a un delicado análisis en orden a eliminar toda operación innecesaria y en orden a encontrar el método más rápido para realizar toda operación necesaria; abarca la normalización del equipo, métodos y condiciones de trabajo; entrena al operario a seguir el método normalizado; realizado todo lo precedente (y no antes), determina por medio de mediciones muy precisas, el número de horas tipo en las cuales un operario, trabajando con actividad normal, puede realizar el trabajo; por último (aunque no necesariamente), establece en general un plan para compensación del trabajo, que estimule al operario a obtener o sobrepasar la actividad normal".¹¹

La anterior definición ha cambiado, hoy en día abarca en primera instancia la preparación de los centros de trabajo, donde se fabricará el producto y en segunda instancia, el estudio para hallar una mejor forma de elaborar el producto, es decir va de lo general para luego abarcar lo particular, de acuerdo a esto, el estudio de Métodos debe empezar por lo más general "El proceso" dentro de un sistema productivo, para luego llegar a lo más particular "La Operación".¹²

1.8.2 El estudio de tiempos

Es una técnica utilizada para registrar los tiempos de trabajo, de acuerdo a los elementos de una tarea, realizada en condiciones normales, para así analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para realizar la tarea.¹³ Niebel Benjamín define como elementos a tener en cuenta en el estudio de tiempos, los siguientes factores¹⁴:

- Selección del operario: Se debe escoger un operario que tenga un desempeño promedio, es decir que trabaja un nivel constante. Entre los requisitos más importantes es que el operario se encuentre capacitado en la forma de realizar la actividad y que sea cooperativo con la persona que tome los tiempos y que responda a sus preguntas y que esté dispuesto a escuchar.
- Registro de información significativa: La persona que toma los tiempos debe registrar la mayor cantidad de datos disponibles. Como: máquinas, herramientas, condiciones de trabajo, materiales, número de operarios, y

¹¹ H.B. Maynard, H.B. OMP "Manual de la Ingeniería de la Producción Industrial. [Industrial Engineering Handbook]. España Ed Reverté. Barcelona 1960

¹² <http://www.ingenieriaindustrialonline.com>

¹³ NEIRA Alfredo Técnicas de medición de trabajo. 2º Ed. Madrid Edit: Fc 2006. P, 14

¹⁴ NIEBEL, Benjamin W. Ingeniería industrial, métodos estándares y diseño del trabajo. 1º ed. Edit: Mc Graw Hill. Mexico 2009. P.333-335

observaciones que puedan ser importantes en un futuro para la realización de los estándares.

- División de la operación en elementos: Para facilitar el estudio las operaciones se dividen en movimientos conocidos como elementos. Los elementos deben partirse en divisiones tan finas como sea posible pero que no sacrifiquen la emisión de lecturas.

La principal ventaja que ofrece el estudio de tiempos es la de poder estimar el tiempo estándar de una tarea repetitiva antes de que esta se realice, logrando que la organización puede ejecutar las siguientes actividades:

- Asignar tiempo estándar a uno o varios métodos propuestos para llevar a cabo una nueva operación y de esta manera establecer una comparación que permita elegir el más adecuado antes de implantarlo.
- Calcular de manera anticipada la cantidad de mano de obra, equipo y espacio necesarios para una operación y de esta manera realizar una distribución de planta reducida y sobre todo optimizada.
- Determinar estándares de tiempos de trabajo y de esta manera establecer estándares de producción justos.
- Preparar tablas de tiempos predeterminados para unidades de trabajo de orden superior.

1.8.3 Estudio de Movimientos

Desarrollado como un análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo. El propósito de su ejecución es eliminar o reducir los movimientos que no generan valor agregado y así facilitar la eficiencia del proceso. Los esposos Gilbreth fueron de los primeros en estudiar los movimientos manuales y formularon leyes básicas de la economía de movimientos. A ellos se debe también la técnica cinematográfica para realizar estudios detallados de movimientos que han demostrada su gran utilidad en el análisis de operaciones manuales repetidas en la ingeniería de métodos.

Una de las partes importantes del estudio de movimientos es el estudio visual de movimientos el cual es aplicado con mayor frecuencia, porque la actividad que se estudia no necesita un gran grado de detalle. Este tipo de estudio comprende la observación cuidadosa de la operación y la elaboración de un diagrama de proceso de la actividad, teniendo en cuenta la economía de movimientos; su objetivo es eliminar o reducir los movimientos ineficientes y establecer los eficientes, logrando que el trabajo se lleve a cabo con mayor facilidad y aumentando el índice de producción. Para lograr un aumento de la producción a través del estudio de

métodos, se podría seguir las “etapas de mejora de métodos de trabajo”, estipuladas por el autor Alfredo Neira, quien define las siguientes etapas:¹⁵

- a) Análisis del método. Esta etapa consiste en realizar un análisis de los métodos usados, para realizar las operaciones. Comprende la observación de la forma de efectuar las actividades, distribución de espacios, secuencia en la realización de las tareas, revisión de herramientas empleadas; todo como finalidad de identificar posibles actividades innecesarias, elementos improductivos, o actividades que no generen valor.
- b) Método propuesto. Se elige entre las distintas opciones antes analizadas, escogiendo la que se crea la más adecuada para proponer el nuevo método. Es muy importante que los medios elegidos no deben ser los que permiten reducir más el tiempo, sino aquellos con los que se logre conseguir la solución más económica para la empresa y, a la vez, preservar la salud del operario y el respetar el medio ambiente. Así pues, una vez determinado lo más conveniente, se dará a conocer el nuevo método registrándolo mediante los diagramas pertinentes.
- c) Controlar. Esta la última etapa de la mejora de los métodos. Durante la fase de implementación se hace el seguimiento y se realizan algunos posibles cambios que en principio no se habían tenido en cuenta. Una vez implantado, se toman tiempos y se comprueban los ahorros que realmente se consiguen y si estos varían mucho de los que se habían previsto.

1.8.4 Distribución en planta (Método SPL)

La distribución de planta consiste en seleccionar el arreglo más eficiente de las instalaciones físicas, con el fin de lograr la mayor eficiencia al combinar los recursos para producir un artículo o servicio. Para el autor Richard Muther “La distribución en planta comprende la disposición física de las posibilidades industriales, instaladas o en proyecto en incluye los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenaje, mano de obra indirecta, actividades auxiliares, servicios y personal”. James A. Tompkins en su libro “Planeación de Instalaciones” indica: “la distribución en planta determina cuanto posibilita el patrimonio tangible fijo de una empresa el logro de los objetivos”. Son muchos los autores que han deducido un sin fin de elementos los cuales agrupados han llamado distribución en planta, de esas definiciones previas podemos asegurar que la distribución en planta es el proceso de determinación de la mejor ordenación de los factores disponibles, de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible;

¹⁵NEIRA Alfredo Técnicas de medición de trabajo.2º Ed. Madrid Edit: Fc 2006. P, 14.

Tal como lo explicó Salvendy en el Manual de ingeniería industrial (Vol. 2), existen lineamientos, principios y técnicas generales que, si se aplican pueden conducir a una distribución eficiente, un objetivo general aceptable es que los resultados de la distribución de planta permitan a una empresa maximizar las utilidades. Se busca hallar una ordenación de las áreas de trabajo y el equipo, que sea la más económica para el proceso, al mismo tiempo que sea la más segura y satisfactoria para los empleados. Las ventajas de una buena distribución en planta se traducen en alcanzar los beneficios de los siguientes objetivos:

- Incremento de la producción.
- Disminución de los retrasos en la producción.
- Ahorro de área ocupada.
- Reducción del manejo de materiales.
- Reducción del material en proceso.
- Disminución del tiempo de fabricación.
- Beneficios en el clima laboral, entre otros.

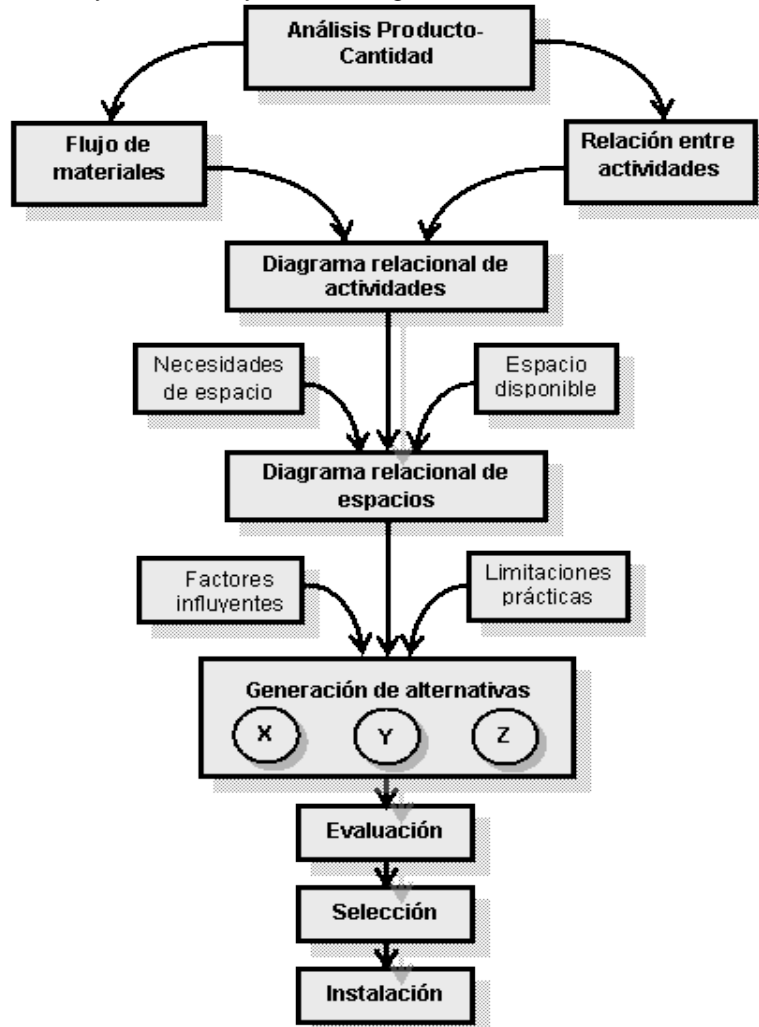
Acorde con Meyers F.¹⁶ el Systematic Layout Planning es un proceso organizado para la realización de distribuciones en planta. Seguir un método establecido facilita al responsable de la organización de la planta la tarea de realizar el análisis previo del proceso y el posterior diseño de la implantación. Para su desarrollo se estudian los cinco elementos básicos implicados en una distribución en planta:

- Productos (P): Engloba las materias primas, materiales de compra, artículos semielaborados o terminados, clasificados en artículos, modelos, grupos o subgrupos atendiendo a su variedad, especialización, tipo, etc.
- Cantidades (Q): La cuantificación de los productos empleados, valorándolos de la forma representativa para el estudio en unidades, peso, volumen, valor, etc.
- Recorridos (R): Estudia el conjunto de operaciones o manipulaciones que sufren los productos y el orden en el que son procesados.
- Servicios (S): Además del proceso productivo principal, existe toda una serie de procesos auxiliares necesarios para el desarrollo de la actividad, los cuales requieren un espacio físico.
- Tiempo (T): Que vendrá determinado por el tiempo de ciclo del sistema, o por lo especificado en los planes de fabricación de la empresa. El tiempo es una variable definida por la estrategia de la empresa ya que viene definido por la planificación de la producción.

¹⁶ MEYERS, F. Plant Layout and Material Handling. Chicago: Prentice-Hall. 1993

Posteriormente, se van a combinar las relaciones entre los cinco elementos antes dichos para buscar la optimización de la distribución en planta. Gráficamente, las fases que se siguen para la implantación de un SLP son (Ver Figura 4):

Figura 4 Esquema del Systematic Layout Planning



Fuente: En aproximación a Muther (1968), consulta web.

1.8.5 Estandarización

Entendida como el resultado final del estudio de tiempos o medición del trabajo. Esta técnica establece un estándar del tiempo permitido para llevar a cabo una determinada tarea, con base en las mediciones del trabajo, considerando la fatiga y retardos inevitables del personal¹⁷. Para comprender mejor la definición de los estándares, se cita a la norma ISO 9000 quien define estándares como; “Son

¹⁷ NIEBEL. Benjamín W. Ingeniería industrial. Métodos estándares y diseño del trabajo. 12 ed. México D.F: McGraw Hill companies, 2009. P.7-8.

acuerdos documentados que contienen especificaciones técnicas u otros criterios precisos para ser usados consistentemente como reglas, guías o definiciones de características para asegurar que los materiales, productos, procesos y servicios cumplan con su propósito” en otras palabras un puesto de trabajo esta estandarizado cuando presenta guías para desarrollar la tarea, normas y recomendaciones para su ejecución. Entre los objetivos para el desarrollo de los estándares de tiempos se encuentran:

- Minimizar los tiempos para elaborar una tarea
- Minimizar costos
- Maximizar la seguridad del empleado
- Implantar programas de administración de personal

Para sustentar el cumplimiento de los objetivos anteriormente descritos, se cita los estudios realizados por Meyers¹⁸ en empresas Norteamérica, donde identifica que; “los procesos en general, cuando no están estandarizado rinden un 60% de su capacidad productiva, y que por el contrario una operación con un estándar predeterminado tiene un rendimiento del 85% aproximadamente”, Siendo así la estandarización es una herramienta crucial y clave para el aumento de la productividad de un puesto de trabajo, con ella se consigue los siguientes beneficios:¹⁹

- Preservar el saber hacer, mediante la definición de estándares cada vez mejores, conservándolos para la empresa, como valores intangibles.
- Facilitar el aprendizaje y la adaptación rápida de las personas a distintos puestos de trabajo o del personal nuevo.
- Acortar el tiempo de diseño de nuevos puestos de trabajo.

Adicionalmente en un proceso estandarizado se solucionan diferentes problemas dentro de la empresa como: número de máquinas, numero de operarios a contratar, costos de producción, programación de máquinas, operaciones y personas para entrega de pedidos, medición del rendimiento de los operarios, corrección de operaciones, análisis de operaciones para reducción de costos, elaboración de presupuestos, y evaluación de nuevas adquisiciones o tecnología.

El resultado tangible de la estandarización radica en la documentación de los procesos; luego de realizar el estudio de movimientos se procede a desarrollar la documentación del proceso, mediante esta actividad se puede conocer cómo opera un proceso, como se desempeña, permite generar ideas sobre las posibles mejoras y documentar los aspectos relevantes de algunas operaciones determinadas.

¹⁸ MEYERS, Fred. Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura agil. 2° ed. Edit: Pearson educación. Mexico 2009. P. 16.

¹⁹ SUÑE. Albert. GIL, Francisco. ARCUSA, Ignacio. Manual práctico de diseño de sistemas productivos. 2° ed. MADRID. 2004. P. 153

Entre muchas de las técnicas aplicables se encuentran cinco, usadas en el proyecto:

- a) Diagrama de análisis de proceso (DAP)²⁰. Este diagrama tiene varios nombres dependiendo del autor se puede llamar diagrama de flujo de proceso, diagrama de análisis de proceso o flujograma; permite representar gráficamente los procedimientos de una organización, el cual constituye un instrumento importante para la visualización global del conjunto de tareas realizadas. Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en una secuencia de actividades o tareas, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos.

A través de estos se puede determinar si la descripción del procedimiento es completa, detectar errores en el proceso, repeticiones de tareas a fin de corregirlas y lograr procedimientos más eficientes. En primera instancia para su creación es necesario elegir el trabajo que se va a estudiar, para posteriormente registrar todas las actividades realizadas. El éxito del procedimiento básicamente depende del grado de exactitud con que se registren las actividades, puesto que servirán de base para hacer el examen crítico y para idear el mejor método. Para incluir en un flujograma todo lo referente a un trabajo u operación, resulta mucho más fácil emplear una serie de símbolos uniformes recomendados por la (ASME) Asociación de Ingenieros Mecánicos de Estados Unidos que en conjunto sirven para representar todos los tipos de actividades o sucesos que se den en cualquier proceso y por lo general en cualquier diagrama se enuncian para evitar ambigüedades. En la Figura 5 se presenta un ejemplo de un diagrama de análisis de proceso en el cual en el recuadro actividad se declaran los símbolos utilizados que coinciden con los recomendados por ASME.

Las cinco clases de actividades registradas en el figura 5 se pueden clasificar en dos categorías. Aquellas en las que le sucede algo a la materia o pieza objeto del estudio, es decir; se transforma (operación), se traslada o se le inspecciona y aquellas en que no se le da un valor agregado al producto o materia prima, que son; se almacena o es detenida en una espera o demora. Para la elaboración del formato del diagrama de análisis del proceso, se debe tener en cuenta colocarle el nombre del producto, el trabajo o proceso que se realice, el lugar en que se efectuó la operación, el nombre del observador, la fecha del estudio, la referencia de los símbolos, un resumen de la distancia y tiempo.

²⁰ KANAWATY, George. Organización internacional del trabajo OIT. *Introducción al estudio del trabajo*. 4 ed. Limusa. Ginebra 2001. P. 121.

Figura 5 Ejemplo de un diagrama de análisis de proceso

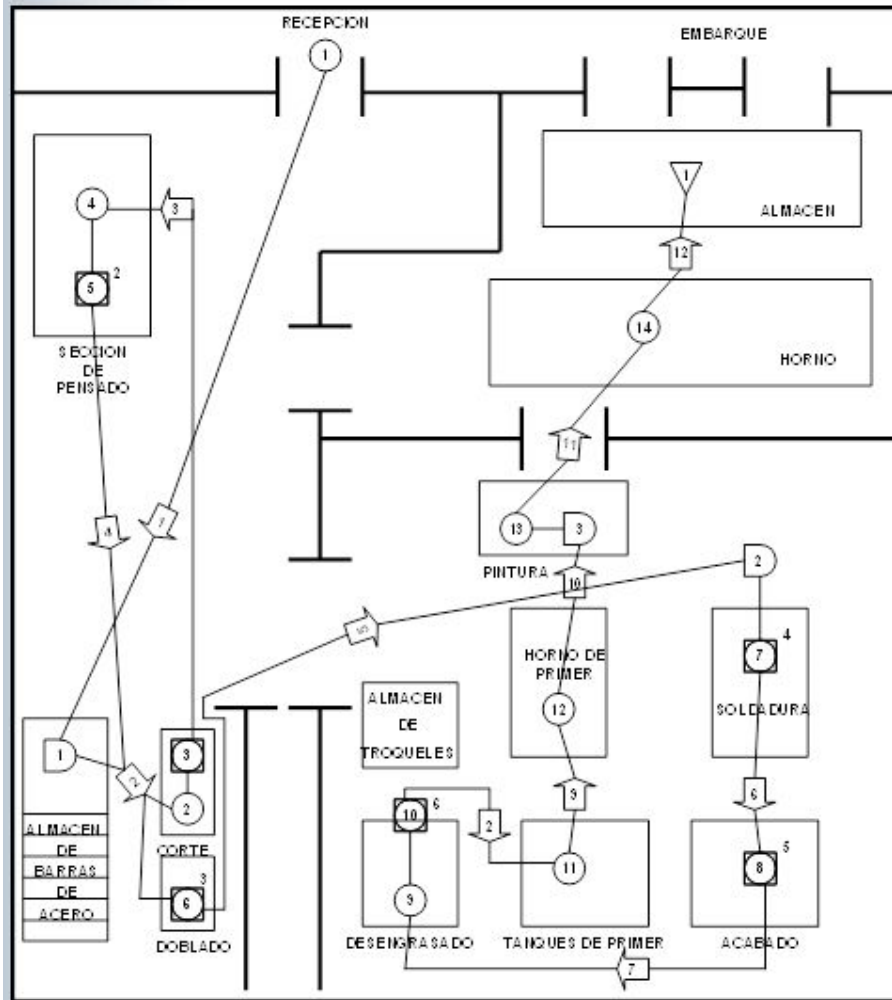
CURSOGRAMA ANÁLITICO DEL MATERIAL					
DIAGRAMA, 1 HOJA, 1	RESUMEN				
	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA		
OBJETO: Análisis del proceso de producción	Operación	○			
ACTIVIDAD: Elaboración de una charola de panadería(45-65Az24)	Transporte	→			
	Espera	D			
	Inspección	□			
	Almacenamiento	▽			
MÉTODO ACTUAL	DISTANCIA(metros)	13			
LUGAR: Área de producción	TIEMPO(minutos)	8			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (Min)	SÍMBOLO	OBSERVACIONES
Almacenamiento provisional				○ → D □ ▽	
Inspección	1 hoja		0.2		
La lámina es cortada por la mitad	1 hoja		0.4		
Gillotinado de lámina en 10 partes iguales	1 hoja		0.5		El tiempo es por cada corte
Estandarización de cortes	1 sección		1.2		
Inspección	1 sección		0.2		
Embutido	1 charola		0.3		
Despunte	1 charola		0.4		
Pestañado	1 charola		0.5		
Colocación de anillo y prensado	1 charola		0.6		Aquí se junta el proceso de fabricación del anillo
Transporte a prensa	1 charola	4	0.9		
Prensado de puntas	1 charola		0.5		
Embutido de la marca	1 charola		0.5		
Inspección del producto terminado	1 charola		0.2		
Transporte a almacén de producto terminado	10 charolas	9	1.6		Hasta que se juntan 10 charolas
Almacén de producto terminado					
Total		13	8		

Fuente: Imagen extraída del portal web ingenieriayeducacion.wordpress.com

- b) Diagrama de recorrido. Es un diagrama de distribución de planta que muestran donde se realizan las actividades descritas en el diagrama de análisis de operaciones. Su elaboración es básicamente la unión de líneas con los puntos donde se realizan las actividades en relación al espacio arquitectónico. Permite realizar dos tipos de análisis: El primero, seguimiento al hombre, donde se analizan los movimientos, y las actividades de la persona que efectúa la operación; el segundo es el seguimiento de la pieza, el cual analiza los movimientos y las transformaciones de la misma. El objetivo de este diagrama es determinar y luego eliminar o disminuir los desplazamientos y los puntos de acumulación de transporte, Cuando se observa que se tiene un gran número de

demoras y almacenamientos, es útil realizar este tipo de diagrama con el fin de reducirlos y de esta manera reducir los costos. También sirve para mejorar los métodos y es guía en la elaboración de una distribución de planta. En la Figura 6 se puede observar un ejemplo.

Figura 6 Ejemplo de diagrama de recorridos










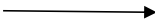



Fuente: Figura extraída de SlidePlayer, presentación de Berengaría Flor diapositiva 25.

- c) Diagrama de flujo. Detalla el flujo de información, clientes, equipo o materiales a través de los distintos pasos de un proceso, normalmente se realizan con cuadros que contienen un resumen del paso, y con líneas y flechas que indican las secuencias. Este tipo de diagramas también han adoptado una simbología característica (Ver Figura 7) permiten ver la interacción entre el proceso y la estructura organizacional de la empresa y si se detalla adecuadamente se logran visualizar las fronteras entre áreas mientras se ejecuta un proceso, el cual puede ser productivo, administrativo o de cualquier índole. La visualización del trabajo inter áreas permite al equipo de trabajo ver todos los puntos de contacto críticos

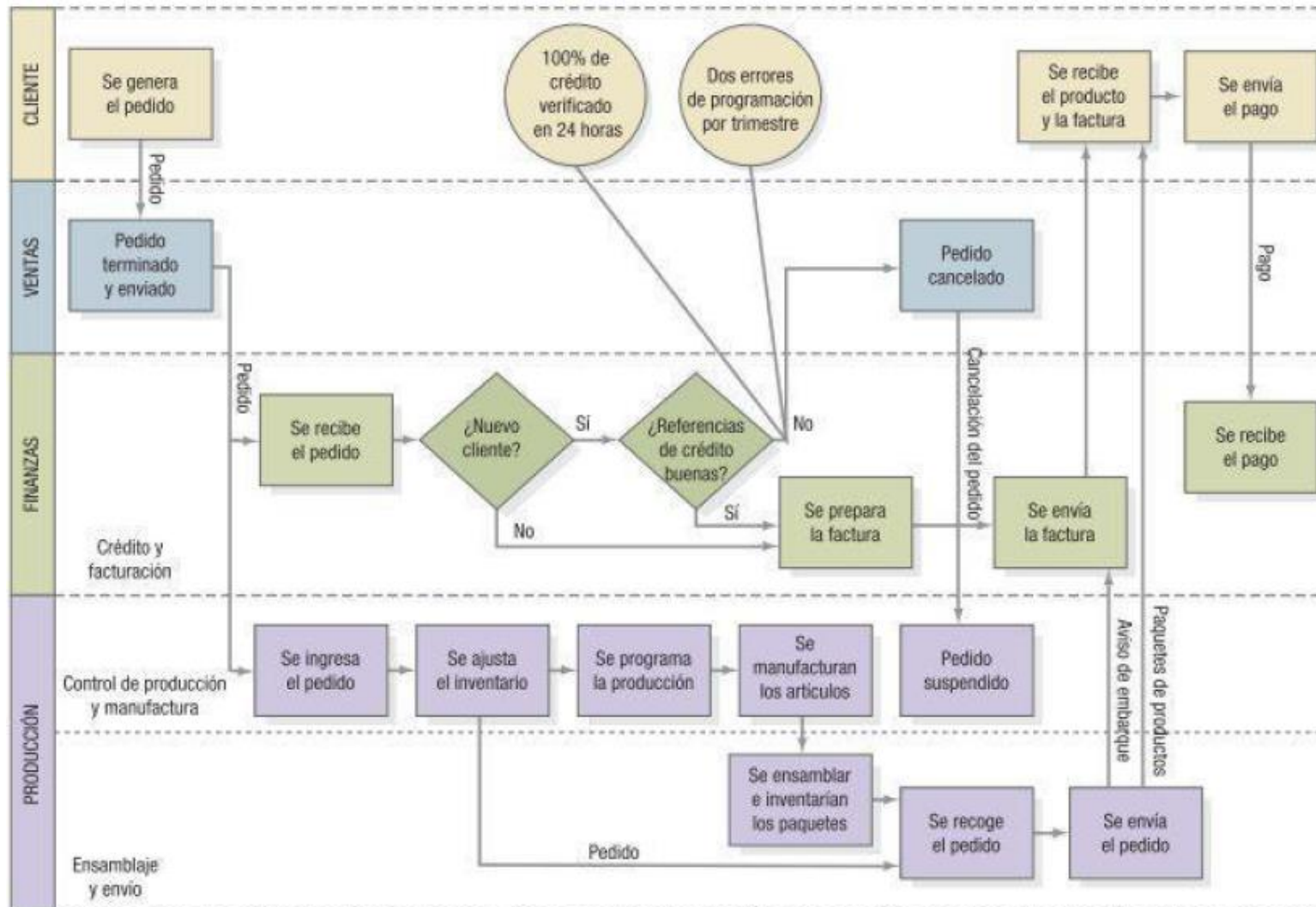
entre las funciones y los departamentos. A continuación se puede visualizar un ejemplo de diagrama de flujo ver Figura 8.

Figura 7 Símbolos para la construcción de un diagrama de flujo.

SÍMBOLO	DESCRIPCION
	Inicio o final del diagrama
	Realizacion de una actividad
	Realizacion de una actividad contratada
	Analisis de situacion y toma de decisi3n
	Actividad de control
	Documentacion (Diligenciamiento o consulta)
	Base de datos
	Conexi3n o relacion entre partes del diagrama
	Auditoria
	Indicacion del flujo del proceso
	Limite geografico

Fuente: Elaborado a partir de la p1gina <http://www.asme.org/>

Figura 8 Ejemplo de diagrama de flujo



Fuente: KRAJEWSKI, Lee. RITZMAN, Larry. MALHOTRA, Manoj. Administración de operaciones, procesos y cadenas de valor. 8° ed. Edit: Pearson educación.2008.P.159

1.9 MARCO CONCEPTUAL

Para una mayor comprensión de los hechos relevantes de este estudio se presentan una serie de conceptos asociados a la temática de investigación cuyas fuentes son: el libro fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas y en menor medida el texto de Administración de operaciones: estrategia y análisis.

- Aglutinantes²¹: Son productos capaces de impartir capacidades de cohesión y plasticidad a una mezcla, donde los materiales constituyentes se encuentran en polvos, dichos aglutinantes suelen agregarse a la mezcla en determinadas proporciones con agua y arena para conseguir propiedades del material específicas.
- Arena de contacto o del modelo: Son arenas preparadas con calidades especiales que se usan para formar una pequeña capa sobre el modelo, pueden ser mezcladas con aglutinantes o seca (bajo contenido de humedad) si se desea una posterior utilización como arena de relleno.
- Arena de relleno: Son arenas viejas procedentes del desmolde que se utilizan para complementar el llenado del molde.
- Bebederos: Es el canal por el que entra el material fundido al molde, este canal se encuentra generalmente posicionado de manera que se minimicen las posibles salpicaduras y turbulencias en el metal que fluye.
- Desbarbado: consiste en remover la rebarba o restos de fundición de una pieza para alcanzar las dimensiones finales, las tolerancias y el acabado de la superficie para su terminación.
- Escoria²²: Son un subproducto de la fundición, se puede considerar como una mezcla de óxidos metálicos, como la escoria es menos densa que el metal fundido suele utilizarse como mecanismo de eliminación de residuos.
- Fundición: Técnica para dar forma a objetos y piezas generalmente de materiales metálicos, consiste en fundir la materia prima elevando su temperatura, hasta alcanzar la fase líquida, en este punto, depositarlo en un molde que contiene la forma que se quiere lograr, una vez vertido en el molde se permite que la temperatura descienda y al recuperar el estado sólido adopte la forma del molde.

²¹ Schmid, Steven R. Manufactura, ingeniería y tecnología. México: Pearson Educación, 2002. p. 189

²² Groover, Mikell P. Fundamentos de Manufactura Moderna: Materiales, Procesos Y Sistemas. México D.F.: Pearson Educación, 1997. p. 121, 135-137

- Hierro gris: Aleación ferrosa que contiene en general más del 2% de Carbono y más de 1% de silicio. el carbono tiende a acomodarse en hojuelas de grafito a lo largo de la pieza, lo que da lugar a su nombre, ya que toma una apariencia gris de su superficie al romperse.
- Machos o corazones: Son las piezas que se utilizan para crear vacíos dentro del molde o negativo de la pieza a fabricar, esto con el fin de que el espacio que llena el macho, quede vacío al desmoldar la pieza.
- Mazarota²³: Es una especie de embudo de pequeñas dimensiones, que se encuentra en comunicación con el molde y que tiene como objeto asegurar su completo llenado y permitir la evacuación de gases de su interior.
- Molde: Es el elemento donde se realiza el vertido del material fundido.
- Dispositivo que representa la parte exterior de la pieza, y que permite obtener la geometría de la pieza en el molde
- Producción continua: La producción se realiza con productos que no tienen modificaciones por un largo periodo, las operaciones se ejecutan sin interrupciones y el procesamiento de materiales es continuo y progresivo
- Producción intermitente o por lotes: La producción se realiza por lotes de productos con mínimas modificaciones y los centros de trabajo se organiza agrupando máquinas similares.
- Producción²⁴: Es proceso productivo de transformación de materia prima en un producto final y se desarrollan teniendo en cuenta los recursos disponibles en una organización con el propósito de obtener un valor agregado en dicho producto.
- Sistema²⁵: conjunto de objetos, partes o elementos y seres vivos organizados y relacionados que interactúan entre sí para lograr un objetivo. Un sistema se compone por tener entradas, un proceso y salidas. Además puede ser compuesto por subsistemas, que después de cierto periodo de tiempo puede ser rediseñados, evaluados y optimizados para mejorar el sistema.

²³ Schmid, Steven R. *Manufactura, ingeniería y tecnología*. México: Pearson Educación, 2002 p. 266

²⁴ Krajewski, Lee J., y Larry P. Ritzman. *Administración de operaciones: estrategia y análisis*. México: Pearson Educación, 2000 p.89

²⁵ Vaughn, Richard C. *Introducción a la ingeniería industrial*. Barcelona: Reverte,, 1990. p.277-279

2. DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1 DIAGNÓSTICO INTEGRAL DE METALMEC S.A.S.

2.1.1 Descripción Empresa

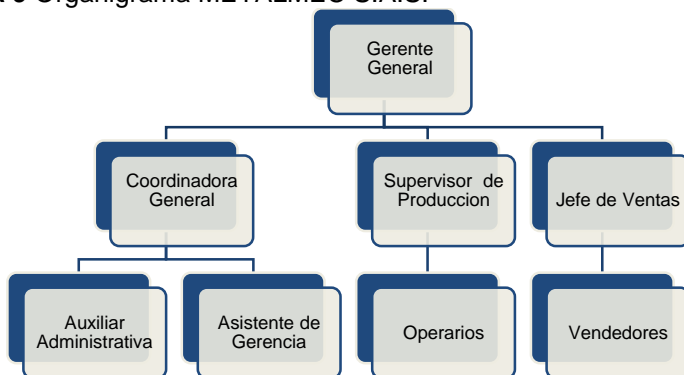
METALMEC S.A.S. es una empresa comercializadora y productora de piezas para la industria automotriz fundada en el año 2002; iniciando su operación con partes, principalmente para vehículos pesados, descubriendo el mercado en crecimiento incurrió en la fabricación de sistemas de frenos, cubos de rueda o bocín, bastidores, sillines y partes para transmisión de automóviles, entre otros. A través de los años la empresa ha experimentado un crecimiento caracterizado por el cumplimiento de los requerimientos de calidad de sus clientes, permitiéndole ganar terreno en el mercado local, En la actualidad cuenta con una bodega de 2600 m² donde se encuentra ubicada el área de fundición, el área de mecanizado y la parte administrativa. Para la empresa es de vital importancia el desarrollar o análisis de los siguientes parámetros:

- Incrementar la cantidad de unidades fabricadas por día, manifestando que es posible, si se mejora los tiempos de los procesos.
- Reducir costos fijos, en especial todos aquellos asociados a la improductividad de los procesos productivos.
- Simplificar el proceso de fabricación de fundición, para que el personal nuevo se pueda adaptar a las actividades de METALMEC S.A.S.
- Desarrollar una cultura de mejora continua, promoviendo del auto aprendizaje en la organización.

2.1.2 Recurso humano

La distribución jerárquica de la empresa (Ver Figura 9) se ha ido configurando con el transcurrir del tiempo y en la medida que se han ido creado nuevos puestos de trabajo para cumplir tareas específicas, aun así se pueden observar ciertos niveles jerárquicos bien definidos por sus roles, en el primer nivel encontramos al gerente general, cargo ocupado por el dueño y cuyas funciones están determinadas por la toma de decisiones operativas y administrativas. En el segundo nivel se han formado cargos directivos y de manejo de personal, el supervisor de producción, jefe de ventas y la coordinación general están en esta categoría, donde el rol de cada uno está encaminado y dirigir segmentos específicos de la empresa y por último los cargos operativos.

Figura 9 Organigrama METALMEC S.A.S.



Fuente: Autores, 2015

La empresa ha fijado una política de contratación (ver Cuadro 2), que mantiene un cuerpo administrativo de 6 personas, para la parte operativa se cuenta con 6 trabajadores de planta y se contrata de forma temporal a los que se consideren necesarios según el volumen de producción que se tenga.

Cuadro 2 Recurso humano de METALMEC S.A.S.

Nombre de cargo	Jefe inmediato	Nivel académico	Personal	Dependencia	Contrato
Gerente General		Profesional especializado	1	Gerencial	Indefinido
Coordinador General	Gerente General	Profesional	1	Administrativo	Indefinido
Asistente de Gerencia	Gerente General	Tecnólogo	1	Administrativo	Indefinido
Auxiliar Administrativa	Coordinador General	Tecnólogo	1	Administrativo	Indefinido
Operario de torno	Supervisor de mecanizado	Bachiller	1	Operativo	Indefinido
Jefe de ventas	Gerente General	Profesional	1	Administrativo	Indefinido
Asesor comercial	Jefe de ventas	Tecnólogo	2	Administrativo	Indefinido
supervisor de producción	Gerente General	Tecnólogo	1	Administrativo	Indefinido
Operador de moldeo	supervisor de producción	Bachiller	4	Operativo	Termino fijo
Operador de acabados	supervisor de producción	Bachiller	2	Operativo	Termino fijo
Operador de Horno	supervisor de producción	Bachiller	2	Operativo	Indefinido
Operador de Molino	supervisor de producción	Básica primaria	2	Operativo	Termino fijo
Operador de machos	supervisor de producción	Básica primaria	1	Operativo	Indefinido

Fuente: autores, 2015

2.1.3 Recursos físicos

La ejecución general del proceso de manufactura de METALMEC S.A.S. cuenta con los recursos adecuados para el desarrollo del proceso de fundición, los cuales son, Ver Cuadro 3.

Cuadro 3 Tabla de equipos y herramientas.

EQUIPO	CANTIDAD	CAPACIDAD
Horno de inducción CRISOL (FURNACE)	1	500 Kg / 1.33 Hora
Granalladora	1	15 bocines
compresores de aire	1	15 Hp
compresores de aire	1	12 Hp
Puente Grúa	1	4 Toneladas
Mezcladores de cilindro	1	250 kg
Tornos ttq540	1	540 mm sobre bancada
Tornos tt 250	1	300 mm sobre bancada
Fresa de banco	1	4" broca
Pulidoras	2	8" de disco
Esmeril	2	12 " x 2"
Cortadora estática	2	14"
Subestación eléctrica	1	250 kva
Pala arrojadora	8	1 arroba
zaranda de Cilindro	1	8 Tn x día
Carretilla	2	5 CBF
Espátulas	20	No aplica
Atacador	4	No aplica
Apisonador	4	No aplica
Regleta	5	1 Mt

Fuente: Autores, 2015

2.1.4 Espacio arquitectónico actual (Instalaciones)

La siderúrgica METALMEC S.A.S., tiene sus instalaciones en una bodega ubicada en el kilómetro 13 vía la Mesa, Cundinamarca, en la cual ejecuta todo el proceso productivo, las instalaciones de la empresa se encuentran en un terreno, de propiedad de los accionistas de la empresa, a modo de finca, lo cual le permite tener una amplia disposición del espacio físico. Se realizó un levantamiento del plano de las instalaciones, basados en un croquis elaborado por la empresa, donde definieron la distribución actual y las delimitaciones de los espacios, dando como resultado la distribución en el espacio arquitectónico actual, la cual se presenta esquemáticamente en la Figura 10.

Figura 10 Layout estado actual de METALMEC S.A.S.



Fuente: Autores, 2015

A continuación se realiza una numeración y descripción de cada una de las áreas con las cuales cuenta la planta de fundición:

- 1) Sub estación eléctrica: En esta área se encuentra el transformador de energía eléctrica, encargada de regular la tensión eléctrica mediante cuchillas de paso a toda la bodega.
- 2) Área de material para fundición: es el lugar donde se encuentra apilada la chatarra o trozos de metal de desecho y las piezas sobrantes de las piezas ya fundidas como son los bebederos y mazarotas. y se pesan en la báscula de acuerdo a la cantidad necesitada para la colada.
- 3) Área de inducción: es donde está ubicado el horno de Inducción.
- 4) Horno de electrodos sin uso: un horno que la empresa utilizaba con anterioridad, pero actualmente se encuentra sin uso.
- 5) Área de material de moldeo: En este lugar se disponen las arenas negras de reproceso, las cuales provienen del proceso de desmolde.
- 6) Área de arena blanca: Es la materia prima virgen que posteriormente será utilizada para las mezclas de arenas necesarias en el proceso.
- 7) Ubicación de arena fina o cernida: Allí se almacenan temporalmente la arena tamizada, para luego pasarlas al molino.
- 8) Zaranda de cilindro: En esta área se introducen las arenas de relleno, para la eliminación de grumos y de impurezas que afecten la calidad de la pieza en el proceso de moldeo.
- 9) Molino de cilindro: Es donde se mezclan y se preparan las arenas de relleno y de contacto, adicionándole los respectivos componentes de cada mezcla.
- 10) Tanque de agua: Esta área está destinada para el almacenamiento del agua, que se utilizara en la preparación de las arenas.
- 11) Puente grúa: Es usada para levantar las piezas que son pesadas o el material fundido o colada para ser distribuido en las cajas ya moldeadas.
- 12) Área de moldeo: En esta área se disponen las cajas en proceso o ya, para posteriormente verter el material fundido para la solidificación de las piezas.
- 13) Área de desmolde: Una vez enfriado el material en las cajas de moldeo, se procede a sacar las piezas de las mismas, en esta área se acumulan todas estas piezas, separándolas de la arena.
- 14) Área de almacenamiento de Moldes de machos: Está destinada para guardar las cajas, utilizados para la fabricación de las almas o machos de las piezas a fundir.

- 15) Área de moldeo de machos: Es donde se moldean los machos, esta operación se realiza sobre una mesa dispuesta para tal fin.
- 16) Área de mecanizado de modelos: Esta área esta dispuestas las herramientas necesarias para el fabricación de los modelos necesarios para el proceso de fundición.
- 17) Área de almacenamiento de modelos: Se hallan estantes donde se guardan los diferentes modelos usados.
- 18) Área de pulido: Esta dispuesta para las herramientas de pulido de las piezas.
- 19) Área de corte: Se encuentran las herramientas necesarias para la eliminación de superficies que no hacen parte de la pieza, como bebederos o alimentadores o mazarotas.
- 20) Área de limpieza de superficie: Es donde está ubicada la máquina de granallado, la cual limpie la pieza a través de impacto de partículas a gran velocidad.
- 21) Baños: En esta área se encuentran ubicados los baños mixtos.
- 22) Almacén de insumos varios: En este almacén se encuentran todos los insumos u herramientas, son insumos y herramientas que no interviene con el proceso, por lo general son de mantenimiento.

2.1.5 Portafolio de Productos

Dentro de las actividades de METALMEC S.A.S. se ha desarrollado un portafolio de productos que se divide en dos grandes grupos:

- a) Productos de línea: Son todos aquellos que se producen con frecuencia en la empresa y para los cuales no se tiene como requisito una orden de compra preexistente, es decir con productos que la empresa fabrica de manera habitual y para los cuales requiere cierta estandarización. Ver Cuadro 4.
- b) Productos bajo pedido: Producción no habitual que se realiza por solicitud expresa de un cliente, para los cuales se crean nuevos moldes o diseños según la necesidad del cliente.

Cuadro 4 Portafolio de productos

PRODUCTO		FUNCIONALIDAD	NÚMERO DE REFERENCIAS
Bocines		son las piezas que unen al eje con la rueda de un vehículo	210
Collarines		Base de sistema de frenos.	70
Sillines		Son los soportes de los ejes de transmisión, de los camiones doble troque.	80
Ejes		Son los transmisores de la energía potencial a diferentes partes del vehículo.	400
Arañas		Es la piezas que unen al eje con la rueda de un camión	40
Soportes		Son las piezas que funcionan como bases de apoyo para el vehículo.	360
Bastidores		Es el soporte del motor y la carrocería de un vehículo	200

Fuente: Archivo de la empresa METALMEC S.A.S. 2015

Entre las piezas de línea se encuentra el Cubo de rueda o bocín brigadier, el cual es definido por la empresa, y por esta investigación, como su producto estrella. METALMEC S.A.S. en su modelo de negocio estableció que su nivel de ventas depende en gran parte de este producto que es vendido a múltiples clientes, tanto a clientes empresariales, como al detal en sus puntos de venta directa, Por esta razón la empresa concentra sus esfuerzos en la fabricación del bocín brigadier.

2.1.6 Descripción del proceso de fundición empleado

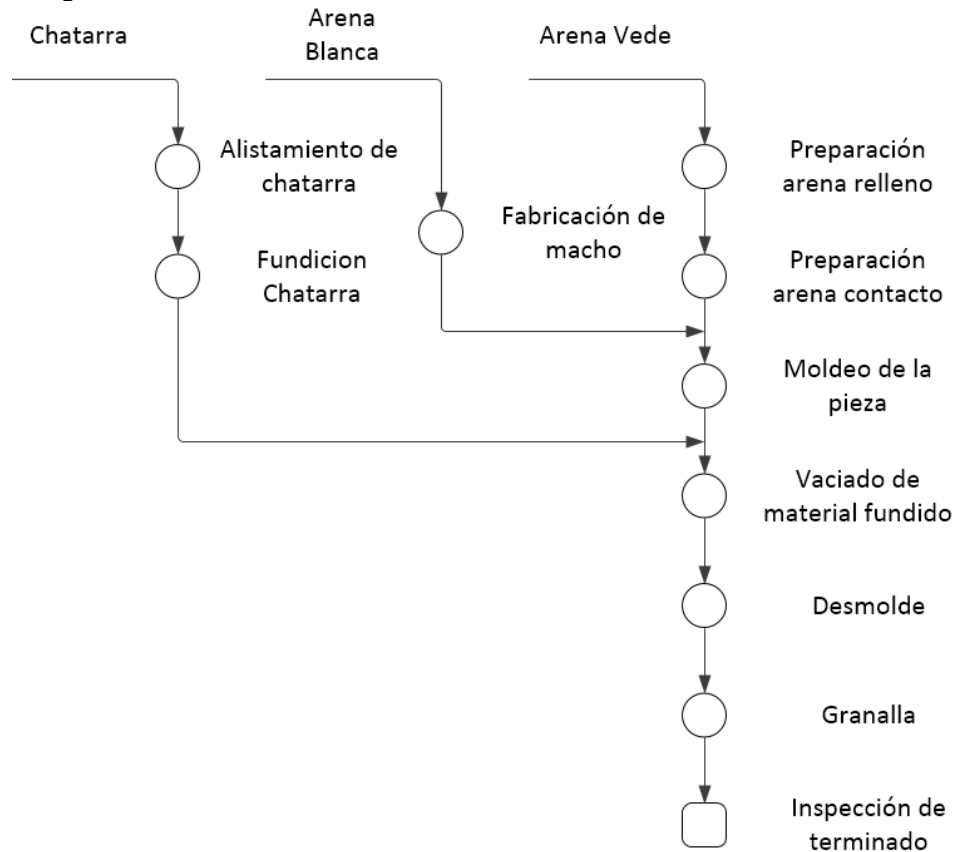
METALMEC S.A.S. ha mantenido el esquema básico del proceso productivo de fundición en arena, durante su trayectoria no ha presentado cambios en la forma de ejecutar sus operaciones. El proceso para obtener una pieza de fundición está resumido por las siguientes operaciones esenciales:

- **Preparación del modelo:** El modelo es la pieza que se pretende reproducir, pero con algunas modificaciones derivadas de la naturaleza del proceso de fundición, en la empresa los modelos son de madera o en aluminio.
- **Alistamiento de arenas:** Básicamente es preparar las arenas que se usaran para el momento del moldeo, allí se alistan la arena de contacto y la de relleno, la arena de reproceso se introduce en un mezclador junto con otros insumos para dar las propiedades necesarias de permeabilidad en el momento del vaciado de la colada.
- **Moldeo:** Consiste en obtener una reproducción en negativo de la pieza, en la cual ha de colocarse el material líquido, que al solidificarse adquirirá la forma del modelo. El moldeo se realiza con arena, es de tipo manual con la ayuda de un puente grúa y de atacadores para apisonar y se realiza en cajas compuesta en dos partes.
- **Fabricación de machos:** Si la pieza que se quiere fabricar es hueca, será necesario disponer machos. Los machos se elaboran con arenas arena fina blanca, silicato, dióxido de carbono y carbón.
- **Fundición:** Es la preparación de la colada, consiste transformar las materias primas como chatarra al estado líquido. El objeto del horno de fundición es el de proporcionar al metal el calor necesario para fundirlo y recalentarlo hasta el punto que adquiera la fluidez necesaria para adoptar la forma del molde. El horno debe graduarse progresivamente hasta conseguir una potencia de calor del 90%, equivalente a los 1540°C.
- **Colada:** Cuando el molde está cerrado, de modo que resista la presión metalostática, se puede introducir en el mismo el metal fundido, a través de un bebedero previamente dispuesto en el molde. La caja está apoyada sobre el suelo, en posición horizontal.
- **Enfriamiento y solidificación:** Después de la colada, se debe esperar que el metal se solidifique y se enfríe en el molde. En los moldes de arena por su baja conductividad térmica, las piezas deben permanecer más largo tiempo en el molde. los moldes colados son dejados en reposo hasta el día siguiente, es decir 15 a 30 horas.

- Desmoldeo: Rotura del molde y extracción de la pieza; También debe retirarse la arena del macho. Toda esta arena se recicla para la construcción de nuevos moldes. Al estar el molde en cajas previamente se debe librar a estas de los pesos con los cuales han sido cargadas, y aflojar los tirantes y tornillos, que las unen, luego de abiertas las cajas, a mano y con la ayuda del puente grúa, se extraen las piezas de la arena.
- Acabado: La pieza extraída del molde está áspera, tiene incrustaciones de arena y las rebabas que corresponden a las juntas del molde, y lleva unidos todavía bebederos. Es necesario pulir la pieza, desprender los bebederos y los cargadores, desbarbarla, limpiarla al objeto de mejorar su aspecto y hacerla apta para sus funciones. Las piezas son se introducen en la granalladora con el fin de ser limpiada.

Para lograr determinar y graficar el proceso de fundición METALMEC S.A.S. se adapta la técnica de diagramación ensamble o de operaciones, siendo el objetivo principal de este el lograr diagramar el proceso general desarrollando un flujograma comprensible y sencillo. Ver Figura 11.

Figura 11 Diagrama de ensamble - Proceso actual



Fuente: Autores, 2015

2.2 RECOLECCION DE INFORMACIÓN

En esta primera fase de análisis, se realizó el levantamiento de la información, utilizando para tal fin la técnica de recolección de datos, con el propósito de cumplir los objetivos propuestos. Para recolectar dichos datos se utilizó como fuente primaria las entrevistas abiertas, encuestas y la observación directa, y como fuente secundaria libros, internet y documentos con que cuenta la empresa.

2.2.1 Entrevista y Encuestas

La entrevista se utilizó con la finalidad de recopilar información directamente del personal involucrado en el proceso de fundición. El tipo de entrevista realizada fue de carácter no estructurada, orientada con una serie de puntos de interés para el estudio. La entrevista se realizó al supervisor de producción, a la coordinadora general y el gerente general. La finalidad de esta entrevista fue conocer y evaluar cómo se maneja la empresa, en cuanto al sistema de producción del área de fundición, los recursos empresariales, la toma de decisiones y en si la perspectiva del gerencial y administrativa. De igual forma tuvo el propósito de poder detectar las oportunidades de mejora y la visión de cambio que puede asumir la empresa. Las preguntas se formularon de tal modo que dieran respuesta a los siguientes interrogantes; Las características de las operaciones, problemas que presentes en la producción, cantidad de personas que intervienen en el proceso, la satisfacción de los clientes con los productos elaborados, la descripción de las actividades que realiza cada persona, la historia de la empresa, la proyección y las estrategias corporativas de la empresa y los resultados esperados de la presente investigación.

La encuesta se realizó a todo el personal operarios de la planta; Para esta herramienta se utilizaron preguntas sencillas y directas con la finalidad de facilitar su posterior análisis. La encuesta consta de un total de 22 preguntas, aplicadas a todo el personal operativo de la empresa (Según el organigrama los de tercer nivel). El cuestionario aplicado y sus respectivas respuestas se encuentran en el Anexo A.

2.2.2 Análisis de la información obtenida (Entrevista y Encuesta):

Como resultado de la entrevista se dieron a conocer diferentes aspectos, deseos, intereses, y preocupaciones, desde la perspectiva de la dirección, entre los cuales se destacaron:

- A mediano plazo se busca certificar la empresa en la ISO 9000, debido a que la empresa se encuentra en procesos de licitaciones y uno de los puntos de calificación es el tener la certificación de alta calidad.
- A largo plazo se busca ingresar al mercado internacional.

- El gerente y el cuerpo administrativo expresan que es necesario nuevos cambios que mejoren la rentabilidad y competitividad de la empresa, siempre y cuando su costo no sea ostentoso.
- Los empleados son contratados por referencias, y por contrato por término fijo o jornal, y al estar ubicada la empresa en un área rural, se intenta contratar personal de la localidad, creando esto problemas al momento de contratar o de requerir personal para picos de producción.
- La producción se planea semanalmente, con compromisos para la misma semana, no dando tiempo para análisis de problemas o cambios en el plan.
- El principal problema es el incumplimiento de pedidos a los clientes, esto se cree que es a causa; del desconocimiento de los tiempos de los procesos, de la forma de realizar la planeación semanal y de las demoras en el proceso.
- En el momento de nuevas contrataciones las capacitaciones las realizan los mismos empleados, quedando algunas veces vacío de conocimientos o de recomendaciones o puntos clave de la operación.
- Preocupación por la competencia de importaciones, especialmente la industria China, ya que los productos ingresan a un costo muy bajo a los nacionales.
- Se necesita más seguridad de la calidad de los productos fabricados, para no tener que realizar reprocesos o fabricaciones adicionales.
- La eficiencia de la planta está por debajo de la capacidad instalada, dado que el horno tiene una capacidad para procesar más coladas de las que actualmente se están sacando a diario.

Las herramientas aplicadas (entrevista y encuesta) permitieron conocer el estado del sistema de operaciones de la empresa, la forma en la que se lleva a cabo la planeación, además los diferentes inconvenientes que restringen los procesos y los problemas administrativos que existen. A partir de la información recolectada, se determinó que la organización está dispuesta a asumir cambios que aumenten su productividad, haciendo la anotación de no incurrir en altos costos. De igual forma se detecta que existen grandes vacíos y problemas administrativos tanto en su estructura, comunicación, y en el cómo hacer las actividades.

De acuerdo a estas conclusiones se puede identificar cuatro escenarios de cambios estrechamente relacionados con el sistema de gestión de operaciones; primero documentación, segundo organización, tercero capacitación y cuarto comunicación.

2.3 CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO ACTUAL

2.3.1 Generalidades del sistema productivo

Como toda empresa de evolución empírica, METALMEC ha desarrollado un sistema productivo altamente particular, en el cual se han enfrentado las dificultades con “creatividad”, adaptando conocimientos teóricos, vivencias y casos de éxito de otras empresas del sector a la empresa, siguiendo las premisas de una administración poco estructurada y alejada del concepto de estandarización y con una planeación estratégica regida por la inmediatez de sus objetivos. La principal característica que se destaca en METALMEC es la ausencia de un proceso productivo definido, lo que se encuentra es un ciclo de operaciones que se ajusta casi que a diario según el volumen de producción; dicho de otra forma, las tareas que se ejecutan buscan el cumplimiento conjunto de un objetivo común inmediato pero estas no se controlan ni se definen claramente.

Una forma de ejemplificar las anteriores afirmaciones es observar la ejecución diaria de las actividades; METALMEC tiene una jornada laboral por un periodo único de trabajo de 8 horas diarias, de 7:00 AM a 5:00 PM con una hora de almuerzo, la cual depende terminación de ciertas tareas que basadas en reglas de experiencia marcan un ritmo de trabajo deseado. De ahí sobre viene la primera incertidumbre del ciclo productivo, las funciones de los operadores son asignadas como tareas puntuales, variables y aleatorias; ahora si bien son tareas que todos los días se ejecutan no existe un sustento técnico de que dicha asignación sea la más óptima para la productividad de la empresa, es tan solo el resultado de pruebas de ensayo y error del supervisor de producción.

La ejecución de los procesos son la principal incertidumbre que se observa en el proceso productivo y son una característica determinante para lograr comprender como se desarrollan todas las actividades al interior de la empresa; METALMEC en su jornada laboral tiene como política realizar al menos cuatro fundiciones de capacidad máxima del horno (500 kg) y todas las actividades se asignan a fin dar estricto cumplimiento a esta política, la capacidad del horno determino que cada orden de trabajo debe ser fraccionada en lotes de trabajo de 15 unidades dada la capacidad del horno. El supervisor de producción tiene como hito en la programación la hora del almuerzo, la cual es regularmente de 12 M a 1:00 PM, antes de iniciarse cada uno de los operarios debe haber realizado una serie de operaciones asignadas que pocas veces se repite y solo depende de la programación que ha hecho el supervisor de la planta en la gestión de la producción.

Tras las observaciones y las entrevistas, se obtiene que sistema productivo actual esta direccionado por la fundición (colada), si bien es un proceso en el cual existe una transformación de la materia prima y en el sentido estricto de la definición es un proceso, el tiempo que consume y los recursos que emplea hace que se asimile como una espera o demora del proceso. El bocín brigadier en el cual se centra este

estudio tiene un tiempo de enfriamiento de 4 horas, tiempo en el cual todo el recurso humano ejecuta otras actividades. El enfriamiento como hito en el proceso productivo determina que se continúen o inicien labores en otro lote de producción, generando una nueva característica del proceso productivo como lo es el trabajo en simultáneo de diversos lotes de producción, en un día se trabajan dos lotes de producción hasta la etapa de enfriamiento pero para las operaciones posteriores se retoma el último lote del día anterior y el primero del día, dando como resultado que en un mismo día se trabajan mínimo tres lotes de producción, suponiendo que no hallan retrasos o pendientes de pulido y granallado de lotes previos lo cual aumentaría este número.

Como ya se ha detectado, los lineamientos son aleatorios y carecen de políticas preestablecidas; una segunda incertidumbre es una característica deseable en cualquier organización pero mal implementada en METALMEC, la polivalencia en las habilidades de sus operadores permite que cualquiera pueda participar de cualquier operación, es muy habitual que en los tiempos de improductividad los operarios sean asignados sin criterio alguno a la tarea que determine el supervisor de producción, a simple vista esto no parece una falla, pero esta práctica ha impedido que la empresa tenga conocimiento exacto de los tiempos reales de fabricación y de la fuerza laboral óptima que requiere. Lo cual podría ser un aspecto de las posibles pérdidas de tiempo, causadas por cambio de operación, aun cuando es claro que en los momentos de observación por parte de los autores los operadores tratan de minimizar este tiempo, es una merma que puede existir y que es justificada por labores secundarias de limpieza y alistamiento, que en realidad no solo no aportan valor al producto sino que no se realizan de la misma manera y es muy evidente que su único fin es dar un descanso al operador.


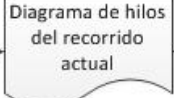
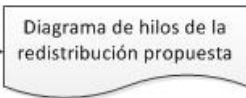

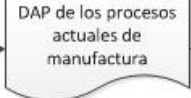
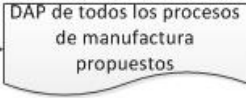

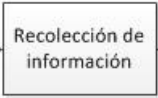
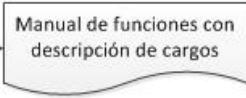

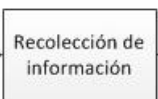

Los tiempos improductivos detectados entre operaciones solo constituyen una mínima parte del tiempo desperdiciado y se descubren por lo evidente de la situación, pero en la ejecución de cada una de las actividades existen tiempos y actividades que hacen que en la ejecución de cada una de las actividades exista una mayor merma en la productividad del recurso humano. Estas generalidades del sistema productivo hacen necesario un examen más detallado de cada una de las operaciones y evidencian una falla en la organización de la empresa, en el sentido que la variabilidad y la improvisación son las políticas reales de un sistema productivo marcado por la ineficiencia de todos sus recursos.

2.3.2 Normalización de la información

En METALMEC S.A.S. es inexistente todo tipo de documentación pero aun así se ejecutan muchas actividades, con cierta regularidad, las cuales evidencian que existen unos procedimientos ampliamente aceptados y difundidos por fuentes de comunicación netamente informales. No es acertado afirmar que la empresa no cuenta con una secuencia de actividades establecida ni que tiene medios de transmisión de conocimiento, pero en busca de maximizar la objetividad de este

estudio la comparación entre el estado actual y una propuesta de mejora requiere una normalización de la información que permita que las variables comparadas se relacionen de la misma forma con la empresa. Ver Figura12

Figura12 Estado actual de la información

Requerimientos para el análisis de información			
	Estado Actual	Requerimientos	Resultado
Instalaciones	<p>La empresa tan solo maneja un plano arquitectónico de las instalaciones</p> 	<p>Generar un plano de la planta donde se identifique las áreas donde se ejecutan los procesos en su estado actual</p> 	<p>Proporcionar un plano con una propuesta de redistribución en planta con un diseño mejorado que facilite la ejecución de los procesos</p> 
Know How	<p>No existe ningún documento que describa la forma como se ejecutan los procesos.</p> 	<p>Los procesos actuales se documentaran bajo el formato de DAP manteniendo los tiempos y características del trabajo actual</p> 	<p>Los procesos actuales se documentaran bajo el formato de DAP manteniendo los tiempos y características del trabajo actual</p> 
Recurso Humano	<p>Las funciones y responsabilidades del personal, son verbales y se transmiten siempre de esa forma, no existe documentación</p> 	<p>Descripción detallada de los puestos y figuras operativas responsables de cada actividad</p> 	<p>Delimitar el recurso humano mediante la implementación de un manual de funciones con la descripción de cargos</p> 
Recurso Físico	<p>No existe una definición clara de actividad o procedimiento y no se cuenta con soporte alguno que permita una clasificación</p> 	<p>Consulta de los manuales de operación de las maquinas</p> 	<p>Formalización de las actividades que se ejecutan en interacción directa con materiales, equipos y herramientas.</p> 

Fuete: Autores, 2015

Como se presenta en la figura anterior el estado actual de METALMEC carece de evidencias tangibles con información y el levantamiento de la misma constituye un trabajo que no es posible desconocer por al menos dos razones: primero la ausencia de medios tangibles y formales de formación, concentración y comunicación del conocimiento en METALMEC no significa que exista una total ausencia de los mismos, tan solo evidencia que la organización ha incorporado ese conocimiento en algunos trabajadores y que el tratamiento de esa información está supeditado al factor humano. Segundo la normalización, de los datos requiere de un trabajo

ejecutado por los autores y que no está dado a ser desconocido; los requisitos de esta normalización permiten que el desarrollo del problema arroje resultados coherente y precisos, afirmar que en la empresa no existe nada es totalmente erróneo pues el “Know How” se trasmite mediante la dinámica del trabajo en sí mismo y obviar el trabajo que requiere llevar toda la información de la empresa a un nivel comparativo minimiza la problemática y el alcance de este proyecto.

De esta forma para lograr una descripción detallada de cada uno de los factores relevantes de toda organización: instalaciones, recurso humano, recurso físico y Know how se requiere un tratamiento de la información, a fin de preparar las distintas variables de decisión. Es así como para el “Know How” de la empresa se requiere plasmar bajo un marco de referencia la forma como se logran cuantificar las variables de decisión del proceso, (Tiempo, Costos, Movimientos, etc) dando como resultado un documento que aun contiene las anomalías típicas del proceso pero ya las asocia a las variables decisión.

2.3.3 Formalización de los procesos actuales

Es necesario reorganizar el recurso humano detallando las funciones y responsabilidades que cada operador debe tener, organizar la mano de obra y estandarizar los procesos permiten que METALMEC S.A.S. inicie un proceso de transformación cultural que le permita superar el empirismo predominante y evolucionar hacia una Pyme estructurada que pueda adaptar más fácilmente herramientas y metodologías a su proceso productivo. Como en toda estandarización la documentación es vital para sustentar y trazar alternativas evaluar planes de acción y tomar decisiones.

Los distintos procesos que se ejecutan al interior de la empresa no están estandarizados, y la secuencia de actividades observada es el resultado de la experticia de los operadores; el estado actual del proceso productivo y es elaborado con la misma metodología con la que se abordara la propuesta de mejora. Los Diagrama de Análisis de Proceso o DAP actuales se construyen con el único objetivo de lograr un punto de comparación válido con la propuesta final, en su elaboración las actividades y tiempos son los mismos que la empresa ha venido manejando a lo largo del tiempo, se conservan las deficiencias a todo nivel y son tan solo una adaptación de la información recolectada a un formato que estructura su análisis y comparación. En la Figura 13 se presenta, a manera de ejemplo, el DAP del proceso de fundición del Bocín Brigadier, y cada uno de los procesos que se ejecutan se presenta en el Anexo B.

2.3.4 Identificación y definición de factores de éxito

Como parte de la descripción del problema se dio aplicación del método de Ishikawa, dando como resultado un esquema gráfico de causa-efecto con un listado de causas posibles identificadas que se encuentran agrupadas en bloques o ramas, utilizado para priorizar las variables que deben ser intervenidas en el desarrollo del proyecto. Para lograr dicha cuantificación es necesario previamente establecer unos criterios de selección los cuales para este caso fueron proporcionados por la gerencia de METALMEC S.A.S. y resumidos de la siguiente forma:

- Costo de implementación: Hace referencia a la inversión que deberá hacer la empresa para la implementación de la alternativa, es el criterio más importante dada que la situación financiera actual limita los recursos disponibles.
- Aumento de la productividad: Las mejoras en la relación de recursos invertidos para obtener productos terminados, refleja una madurez empresarial, la cual brinda solidez financiera, mejoramiento de la imagen, independencia en el mercado y métodos de producción competitivos.
- Resistencia al cambio: Una regla de la experiencia dicta que el recurso humano siempre opone una resistencia a las modificaciones que se hacen en su entorno laboral, la evolución empresarial que se planea requiere que los cambios se aborden de forma tal que esta resistencia sea mínima y en la medida de lo posible sea el recurso humano el principal impulsor de estas medidas. En este momento se requiere materializar el descontento del recurso humano en una fuente transformación que incorpore rápidamente los cambios aceptados por la gerencia.
- Complejidad: La gerencia de METALMEC S.A.S. es consiente que su dependencia de ciertos elementos del recurso humano es alta, y que la escasa rotación de personal ha favorecido esta dependencia, una de las características del recurso humano es la poca preparación técnica o académica reforzada por la avanzada edad de los operarios. De esta forma se busca una alternativa de mínima complejidad y cuya implementación tenga como base el conocimiento de las actividades diarias sin la mediación de conocimientos especializados.
- Incremento de recursos intangibles: La implementación de cada una de estas alternativas trae un mejoramiento del “Khow How” y en general del conocimiento y la experticia de los involucrados, potencializando las habilidades del recurso humano y creando un equipo de trabajo creativo, moderno y de experticia para afrontar los retos de los clientes.

Basados en los resultados del grafico causa efecto y la gerencia de METALMEC S.A.S. realizo un proceso de toma de decisiones transformando las observaciones

cuantitativas en ponderaciones cuantitativas que nos permiten construir un árbol de toma de decisión con los pesos asignados. El árbol de decisión asigna un peso a la variable examinada (W) y un peso al punto de aplicación con el cual se puede incidir de manera positiva en la variable (Wc), para generar impactos positivos en los factores de éxito detectados en la empresa. Ver tabla 3.

Tabla 3 Tabla árbol toma de decisión con pesos asignados

Variable	W	Punto de aplicación	Wc	TOTAL
Proceso Productivo	25%	Tiempo Ociosos	30%	8%
		Procesos estandarizados	40%	10%
		Manual de funciones	30%	8%
Planeación	10%	Control de la producción	60%	6%
		Política de inventarios	20%	2%
		Asignación de recursos	20%	2%
Recurso Humano	20%	Cultura organizacional	15%	3%
		Asignación de actividades	70%	14%
		Deficiente capacitación	15%	3%
Dirección y estrategia	10%	Medidas de desempeño	50%	5%
		Socialización de metas	30%	3%
		Sistema de gestión	20%	2%
Instalaciones	22%	Delimitación de áreas	10%	2%
		Subutilización	20%	4%
		Distribución en planta	70%	15%
Maquinaria	13%	Dependencia	30%	4%
		Factor de utilización	30%	4%
		Atraso tecnológico	40%	5%

W = Peso de la variable en el proceso productivo – Wc = Peso del punto de aplicación

Fuente: Autores, 2015

Tal como se presenta en el cuadro anterior se presentaron una serie de variables resultado del diagnóstico las cuales fueron ponderadas por la gerencia, el criterio usado fue la percepción de problemáticas asociadas a ellas en el día a día de operación. De cada variable se desprenden unos puntos de aplicación que se identificaron como causantes del deterioro de la variable principal, el criterio de ponderación para estos puntos de aplicación fue la unificación de criterios en cuanto al aporte de cada punto a la variable examinada. De tal forma que se obtiene un promedio ponderado para cada punto de aplicación en donde se ha determinado intervenir aquellos que superen el 10%. Si bien el criterio de intervenir solo aquellos que superen el 10% de ponderación en el ejercicio de toma de decisiones parece arbitrario, se argumenta ddo que se reconoce que existen correlaciones entra las variables y al adoptar medidas de mitigación y/o eliminación de los más preponderantes será necesario reevaluar la organización para ver la nueva configuración de las relaciones causa efecto que determinan las problemáticas de

la empresa. La ponderación realizada por la gerencia en asocio con los autores del proyecto sigue la dinámica de panel de expertos abordada por algunos autores, y tiene como resultado tres puntos de aplicación que superan el margen establecido los cuales son:

- Procesos estandarizados con el 10 %
- Asignación de actividades con el 14 %
- Distribución en planta con el 15 %

Estos puntos de aplicación son el resultado del diagnóstico realizado en MEALMEC S.A.S. y serán abordados en el desarrollo de esta investigación, dado que son el resultado de un análisis conjunto con la gerencia de la empresa y responden a las necesidades y alcances que debe tener le presente trabajo. La ponderación de los pesos para cada uno de los focos permite seleccionar los focos y las variables con más alta incidencia en el problema actual de METALMEC S.A.S. y son estas las que se deben intervenir para lograr el mayor impacto en la organización, como la ponderación de las variables y los focos atiende los criterios de selección establecidos por la empresa se da por entendido que la intervención de los focos y variables de mayor peso son aquellas que atienden en mayor grado estos criterios y se toman como válidas.

2.4 FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS

El estado actual de METALMEC S.A.S. y el proceso de identificación de puntos críticos antes mencionados hacen evidente que la evolución empírica que ha tenido la empresa, ha dejado de lado muchos aspectos que merecen consideración. METALMEC S.A.S. visto como un sistema productivo presenta grandes falencias e innumerables puntos de mejora, tanto así que son tan diversas y múltiples las metodologías aplicables para mejorar su situación que es necesario realizar un análisis que permita inferir cuales son las que revisten mayor beneficio y si hay lugar a exclusiones o consideraciones; es necesario reconocer que existe un modelo de negocio que resulta rentable aun con las deficiencias detectadas y que la esencia y virtudes de la empresa es un hecho a lo que muy seguramente la gerencia no renunciara, siendo este el primer factor a tener en cuenta, la resistencia al cambio que pueda presentar la organización seguido por el costo que pueda tener la implementación.

METALMEC S.A.S. requiere la formulación de alternativas metodológicas que tras su implementación le permitan mejorar la eficiencia, de tal forma que se logre un aumento significativo de la productividad. La empresa comprende que las teorías aplicables pueden ser tan diversas que considera necesario realizar un examen para iniciar el proceso con una que le permita medir su capacidad de adaptación y mitigue al máximo los riesgos. Económicamente la empresa no tiene entre sus planes estratégicos asumir nuevos costos importantes y es bastante renuente a

aceptar cambios que comprometan la estabilidad financiera, afín de cuentas el desarrollo tan pragmático lo han construido con el objeto de asegurar esa estabilidad. Aun así la empresa no renuncia al objetivo de este estudio que es iniciar una etapa de transformación por lo que pretende encaminar este estudio como la base para una serie de cambios progresivos en los cuales se transformen más elementos de la organización. Atendiendo todos los conocimientos adquiridos por los autores del proyecto y basados en las reglas de experiencia, es necesario iniciar un proceso de selección entre las distintas teorías que a primera vista son candidatas para ser adoptadas por METALMEC S.A.S. La revisión literaria y un consenso con la gerencia, permitió seleccionar un grupo inicial de metodologías las cuales son deseables de aplicar en la empresa, las cuales se encuentran las especificadas en el Cuadro 5.

Cuadro 5 Metodologías de interés a largo plazo.

Herramientas aplicables al proyecto.	
Herramienta	Descripción
Ingeniería de factores humano	Hace referencia a la aplicación de conceptos de ingeniería, enfocados al desempeño del humano. Principios de ergonomía, biomecánica, seguridad industrial e ingeniería preventiva y de control de pérdidas. Orientada a entender y mejorar las relaciones de las maquinas, equipos y sistemas con los humanos encargados de operarlas.
Estandarización del Trabajo	Indica básicamente asegurarse que el trabajo este organizado y se esté realizando de la manera más efectiva, no importa quien realice el trabajo, este debe contener el mismo nivel de calidad a cada momento. El trabajador debe seguir el mismo proceso todo el tiempo, esto incluye el tiempo que necesita para finalizar el trabajo y el orden de los pasos que debe seguir para realizar cada proceso.
Ingeniería de métodos	Incluye el diseño, la creación y la selección, de los mejores métodos de fabricación, procesos, herramientas, equipos y habilidades para manufacturar un producto con base en las especificaciones desarrolladas por el área de ingeniería de producto. Esta técnica tiene como objetivo aumentar la producción por unidad de tiempo o reducir el costo por unidad de producción es decir mejorar la productividad.
Redistribución de planta	Incluye decisiones acerca de la disposición físicas de las estaciones de trabajo, para cualquier actividad dentro de una instalación. Una correcta distribución permite que las personas y el equipo trabajen con mayor eficiencia.
5's	Objetivo de lograr lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y más limpios de forma permanente para conseguir una mayor productividad y un mejor entorno laboral. Esta técnica cuenta con 5 pasos sencillos.

Fuente: Autores, 2015

2.4.1 Composición del sistema de gestión a diseñar.

Realizando un análisis de las alternativas descritas anteriormente (Cuadro 8) se encuentra que son herramientas que tienen un gran aporte a la evolución empresarial, cada una desde su perspectiva; sin embargo algunas de las de las herramientas deben ser descartadas dado que no se observa relación directa ni correlación estricta con los objetivos planteados en el proyecto, el objetivo inicial en un sentido más amplio es recoger todas las ideas posibles para incidir en la causa problema de la eficiencia de sistema productivo, maximizando el uso del conocimiento, experiencia y creatividad del equipo de trabajo, en cuanto a la mejora de las operaciones, eliminación de cuellos de botella y cambios en la organización. Sumado a que algunas tienen como pre-requisitos para su desarrollo e implementación que la empresa ya cuenta con ciertos niveles de organización, que según la caracterización de la empresa se hace evidente que son inexistentes.

Teniendo en cuenta que en toda empresa la competitividad y el éxito radican en el mejoramiento de tres aspectos fundamentales: organización, trabajo y capital, se tiene entonces que el objetivo puntual resulta en encontrar la solución idónea al problema analizando las implicaciones positivas y negativas de cada posible alternativa sobre estos aspectos, para constituir un sistema de gestión de operaciones metódico y establecido con aspectos formales orientados a la estandarización de operaciones.

Es así como el sistema de gestión de operaciones estará compuesto, al menos en la fase inicial que este estudio propone, por dos alternativas de mejora, que presentan metodologías de aplicación definidas claramente y sirven como base para cualquier otro cambio que la empresa quiera adoptar. Las alternativas de composición tienen como principal característica que abordan los aspectos fundamentales desde perspectivas básicas y son:

- Estandarización: En la organización se considera la estandarización como la unificación de criterios, labor de especial importancia que tan solo exige la revisión y análisis de procedimientos, eliminación de todas las tareas innecesarias, buscando la secuencia más lógica, documentada a través de un estándar. Unificar criterios y procedimientos es una labor que se logra progresivamente con el análisis de las tareas ejecutadas por los distintos recursos, por ser una empresa en un estado empírico cualquier análisis puede arrojar resultados pero un óptimo nivel de detalle se puede alcanzar con la incorporación de un profesional de ingeniería que ejerza como analista de producción, su costo se ve amortizado por el aumento de la productividad que lograra METALMEC S.A.S. , dada que este tipo de perfiles en una organización reducen significativamente los costos, como se explicó el mercado ofrece muchas alternativas de centros de moldeo cuyas características varían encuentro al precio y las unidades que puede producir por hora, así como el nivel de automatización del proceso, en todo caso la opción escogida por la empresa

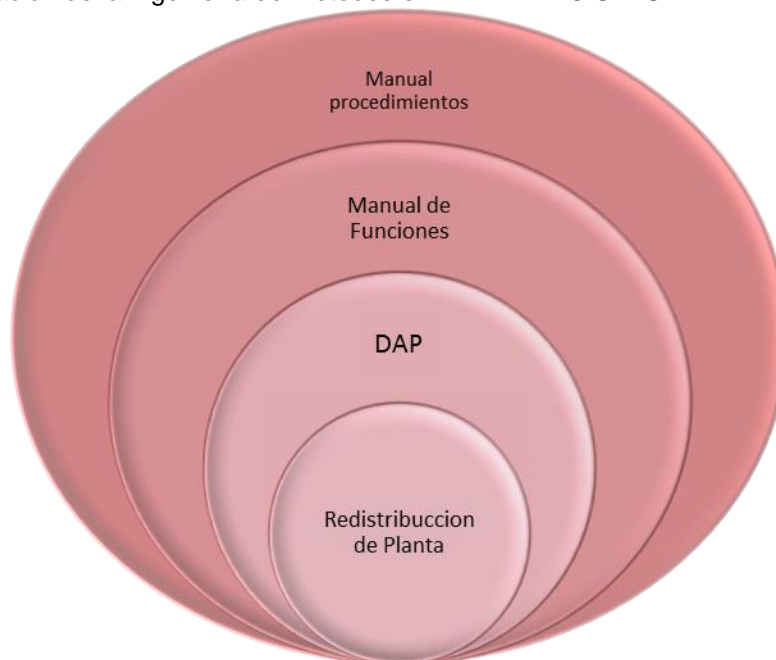
debe garantizar como mínimo un incremento de las unidades producidas por hora en un 25% ; de esta forma las metas resultante de la implementación serán:

- Documentación de los principales procesos de manufactura.
 - Aumento del UPH (Unidades por hora).
 - Reducción de los defectos de calidad en los productos elaborados.
 - Disminución de los costos operativos.
 - Reducción del recurso humano requerido para la manufactura.
 - Posicionamiento en el sector y mejora de la imagen.
- Redistribución de la planta: Los recursos físicos están contenidos, como es lógico, en un espacio arquitectónico el cual de ser intervenido influirá en la relación de los recursos físicos y el método de trabajo cambiando la configuración de los procedimientos por la alteración que sufre en variables como tiempo, recorridos y ambiente de trabajo, si bien esta alternativa supone un costo económico elevado en comparación con las anteriormente seleccionadas es un mecanismo idónea para influenciar todos los recursos físicos. Esta alternativa de mejora exige cambios radicales en la organización de la planta, no se requiere de la construcción de nuevos espacios, ni el traslado del puente grúa, por lo que el costo se reduce, la nueva reorganización del proceso productivo define nuevas áreas de trabajo y crea espacios delimitados y específicos para cada una de las tareas; los objetivos que se esperan de este rediseño son:
- Aumento del UPH en por lo menos el 20% por menores recorridos.
 - Mejora de las condiciones de trabajo por espacios adecuados.
 - Reducción de los productos rechazados por contaminación entre áreas.

3. PROPUESTA DE SISTEMA DE GESTION

La principal característica de METALMEC como organización es el empirismo que ha predominado en su administración; esta forma de gerencia ha omitido la realización de muchas tareas necesarias para el funcionamiento óptimo de cualquier empresa, la definición de funciones, el seguimiento la productividad, o la incorporación continua de tecnología, son tan solo algunas de las herramientas que se han dejado de ejecutar. Una estandarización total de los procesos por el estado actual de la empresa, puede ser una labor engorrosa, y superar los fines de este estudio, pero la estandarización es la base de muchas herramientas y conceptos útiles para la empresa. Por lo tanto es acertado el resultado del juicio de opinión emitido por la gerencia de METALMEC, al sentenciar que es la estandarización de las actividades más básicas la solución óptima, razón para que la empresa adopte como primera medida la estandarización de algunos elementos, que sirvan de apoyo para una evolución constante y la incorporación de otras soluciones en un futuro próximo. Ver Figura 14.

Figura 14 Aplicación de la ingeniería de métodos en METALMEC S.A.S.



Fuente: Autores, 2015

El plan de mejora para METALMEC está basado en la estandarización, para esto el eje central está determinado por el proceso productivo; la justificación de optar por el proceso productivo como núcleo del plan de mejora, recae en que todo el recurso intangible y el Know How que ha desarrollado la empresa, un recurso invaluable, de ahí que la meta sea garantizar que esta evolución operativa perdure en el tiempo, gracias a la documentación necesaria en toda estandarización.

3.1 ESTANDARIZACION EN METALMEC

El proceso productivo es una sinergia entre los distintos recursos de la empresa, y se consolida con la actualización y documentación de los diagramas de análisis de proceso (DAP); estos por si solos no garantizan que la empresa adopte la filosofía de la estandarización a una escala correcta, por lo que se reforzara el concepto estandarizando componentes esenciales de los recursos que intervienen, atendiendo las deficiencias detectadas en la caracterización de la empresa; de ahí se desprende la necesidad de formular un manual de funciones con la descripción de los distintos cargos de la empresa, como una acción estratégica para incidir en el recurso humano. La multiplicidad de funciones y la caótica asignación de responsabilidades son la principal falla, y se observa como un foco de desorden al interior de la empresa, delimitar las funciones y asignar responsabilidades concretas, dota a la empresa y a sus trabajadores de una continuidad necesaria para el establecimiento de hábitos y disciplinas laborales, que permitan maximizar su aporte a la producción. Atendiendo la necesaria actualización de los diagramas de análisis de proceso, también se estima conveniente trabajar sobre el recurso físico; se observa que muchos de los problemas que presenta el recurso humano están incidiendo de manera muy notoria en el espacio arquitectónico, llama la atención que aunque el área que destina METALMEC para su proceso productivo, el ambiente y las condiciones de trabajo son precarias. La empresa no está dispuesta a iniciar un rediseño de su planta física, pero si concuerda en que se debe hacer una reorganización de los puestos de trabajo que permita una dinámica laboral mucho más eficiente y ordenada, no solo en términos de productividad sino mejorando las condiciones actuales de trabajo.

La dinámica de estandarización y documentación, tiene el objetivo de incorporar todos los niveles de la organización inmersos en la producción del bocín brigadier, a través de la formalización de un manual de funciones y procedimientos, documento que debe ejercer en la empresa como hoja de ruta entre los distintos procesos que se lleven al interior de la empresa; es claro que este manual de funciones y procedimientos determinara como se integrara y relacionara el sistema productivo con las demás áreas. Resulta altamente relevante dejar establecido los medios de comunicación, actividades y responsabilidades entre el sistema productivo y las demás áreas, a fin de articular todos los elementos y garantizar que la empresa funciona como un sistema. Con los elementos a intervenir anteriormente presentados se logra incorporar de manera sistemática toda la organización de METALMEC, este plan de mejora basado en la estandarización y documentación parte del núcleo del sistema productivo expandiéndose a todas las áreas de empresa agregando estratégicamente nuevos elementos; adición que contempla las distintas dinámicas que se llevan al interior de la empresa y que no representa cambios significativos en la manera de ejecutar los procesos, únicamente aquellos que en el simple análisis de la documentación resulten procedentes.

3.1.1 Manual de procedimientos

La estandarización de factores asociados al trabajo da origen a un nuevo método de producción, el cual fundamenta la nueva forma de ejecutar las operaciones en el cumplimiento de los lineamientos establecidos por la gerencia. Al formular nuevos lineamientos se hace necesario ejecutar un proceso de reingeniería y formular un proceso productivo que este más acorde con los elementos presentes, que sea consonante con lo pautado en la fase de documentación que exige la tan mencionada estandarización. La unificación de criterios, genera un efecto domino al interior de la empresa; de la estandarización de las operaciones se formuló una obligatoria delimitación de funciones y responsabilidades, a fin de reglar, por así decirlo, el recurso humano y sus interacciones con la empresa, pero para que exista unas reglas claras y justas se requiere la unificación de conceptos en torno a los procedimientos que ejecutara cada persona al interior de la empresa; es así como un cambio en el espacio arquitectónico es requerido para alinear cada uno de los recursos presentes.

La documentación de procedimientos atiende los requerimientos básicos de las normas, en especial la ISO 9001:2008, y es una aproximación inicial a la misma, para que a futuro la empresa considere la integración total de sus procesos a dicha norma, adquiriendo la certificación como un factor de competitividad. Los procedimientos al interior de METALMEC S.A.S. plantean definir los siguientes aspectos:

1. Objetivo
2. Alcance
3. Responsabilidad
4. Definiciones
5. Materiales requeridos
6. Descripción de actividades
 - a. Paso
 - b. Responsable
 - c. Actividad
 - d. Documento
7. Diagrama de flujo
8. Firmas de Validación

La estandarización de procedimientos persigue un fin específico la documentación y aseguramiento de conocimientos específicos de operación de la empresa a un nivel máximo de detalle, este "Know How" plasmado de manera estructurada en un documento, elimina la dependencia de la empresa con el personal, socializa el conocimiento y permite la capacitación de nuevo personal de manera idónea y con unicidad en la ejecución de operaciones.

3.1.2 Manual de funciones

El conocimiento de las funciones y procedimientos a realizar por parte de un empleado en una organización, es vital en el objetivo de calidad que a largo plazo se verá reflejado en la satisfacción tanto de los clientes internos como externos. Es por ello que surge el Manual de funciones, el cual fue diseñado a medida de la empresa individualizado y único para el caso de METALMEC S.A.S. Lo anterior implica tener claridad de todos y cada uno de los elementos que tienen que ver con la realización del producto, de manera que sea fácil su entendimiento por todo el personal; además de contener los requerimientos tanto de procesos como del personal, entendiéndose formación académica, experiencia laboral y capacidades personales, este debe ser de conocimiento público y estar disponible para ser consultado en cualquier momento.

Uno de los objetivos del manual consiste en buscar el equilibrio y la armonía del trabajador con la empresa, por lo que es vital encontrar un acoplamiento óptimo entre empleado y puesto de trabajo. En METALMEC S.A.S. la administración empírica no ha tenido como objetivo la realización de este manual de funciones, lo cual es una práctica común en las empresas en desarrollo ya que las beneficios intangibles que proporciona rara vez son advertidos; en este estudio se presenta el formato que debe adoptarse para cada uno de los cargos presentes en la empresa y se presenta en el Anexo D, el desarrollo de los principales cargos a manera de ejemplo y como primera etapa del que debe ser el manual de funciones y la descripción de cargos de la empresa.

Este manual de funciones está constituido por una serie de datos que delimitan claramente las funciones y responsabilidades de cada uno de los trabajadores de la empresa, y contiene los formalismos propios de la documentación a fin de garantizar la trazabilidad y una fácil interpretación del lector. Para el formato propuesto se han diseñado los siguientes campos:

0. Encabezado

- a. Identificación de la empresa (Logo)
- b. Identificación del documento
- c. Nombre genérico del cargo a detallar
- d. Fecha de aprobación del documento
- e. Versión del documento:
- f. Páginas del documento
- g. Vigencia del documento

1. Identificación del cargo

- a. Denominación del cargo

- b. Área
 - c. Cargo al cual reporta
 - d. Cargo de las personas que le reportan
 - e. Número de cargos con la misma denominación
2. Descripción del cargo
 - a. Objetivo
 - b. Funciones del cargo
 3. Requisitos del cargo
 - a. Educación
 - b. Experiencia
 - c. Requisitos
 - d. Conocimientos
 4. Responsabilidades
 - a. Por información
 - b. Por archivos y registros
 - c. Por bienes
 - d. Por dinero
 - e. Otras
 5. Entorno del cargo
 - a. Relaciones del cargo con el exterior de la empresa
 - b. Relaciones del cargo con el interior de la empresa
 6. Firmas de Validación

La caracterización de los cargos de la empresa bajo los lineamientos anteriormente descritos, proporciona una delimitación tangible de las funciones y responsabilidades de cada trabajador, eliminando la duplicidad de funciones y asignando responsables directos a las tareas críticas; esta organización del recurso humano mitiga al máximo la forma aleatoria como se asigna el recurso humano a las actividades, otorga un lugar específico a cada trabajador fortaleciendo el empoderamiento y obliga a una planeación estructurada de la producción al menos en lo referente a la asignación de fuerza laboral. Un ejemplo de la utilización de esta herramienta se puede ver en la figura 19.

Figura 15 Ejemplo – Descripción de cargo, Gerente General

METALMEC S.A.S.	ESTUDIO DE PUESTOS DE TRABAJO MANUAL DE FUNCIONES	Fecha:	
		Versión:	
	GERENTE GENERAL	Página:	1 de 3
		Vigente a partir de:	

GERENTE GENERAL
1. IDENTIFICACIÓN DEL CARGO
<p>DENOMINACIÓN DEL CARGO: GERENTE GENERAL ÁREA: Directiva CARGO AL CUAL REPORTA: Junta de socios CARGO DE LAS PERSONAS QUE LE REPORTAN: Todos los cargos NÚMERO DE CARGOS CON LA MISMA DENOMINACIÓN DENTRO DEL ÁREA: 0</p>
2. DESCRIPCIÓN DEL CARGO
<p>1. OBJETIVO: Ejecución de labores de dirección general, formulación de políticas institucionales y adaptación de planes, programas, proyectos, control en la administración y gestión METALMEC S.A.S. primera autoridad ejecutiva. Debe dirigir y controlar las actividades administrativas y operativas, suscribir los actos administrativos y contratos; evaluar y controlar el funcionamiento general de METALMEC S.A.S. y orientar el desarrollo de las demás funciones conforme a las disposiciones legales, estatutarias reglamentarias.</p>
<p>2. FUNCIONES DEL CARGO:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar la gestión necesaria para lograr el desarrollo de la Empresa, de acuerdo con los planes y programas establecidos, teniendo en cuenta los perfiles que hay dentro de la organización, las características del entorno y las condiciones internas de la empresa. ✓ Velar por la utilización eficiente de los recursos, técnicos, financieros y talento humano de la entidad. ✓ Ejercer supervisión y control sobre las unidades administrativas, operativas y de ventas sobre los programas y proyectos de METALMEC S.A.S. . ✓ Dirigir el funcionamiento general de METALMEC S.A.S. , evaluar de manera periódica dicho funcionamiento para verificar el cumplimiento de metas y programas ✓ Dirigir la Empresa, manteniendo la unidad de procedimientos e intereses en torno a la misión y objetivos. ✓ Cumplir y hacer cumplir las normas legales, estatutarias y reglamentarias vigentes y ejecutar las decisiones tomadas por la junta de socios. ✓ Velar por el cumplimiento de las leyes y reglamentos que rigen la Empresa. ✓ Presentar el proyecto de presupuesto de rentas y gastos de METALMEC S.A.S. y ejecutarlo una vez sea de común acuerdo. ✓ Suscribir los contratos y convenios y expedir los actos que sean necesarios para el cumplimiento de los objetivos de la empresa, acogiéndose a las disposiciones legales vigentes. ✓ Velar por la preservación y acrecentamiento del patrimonio material, y económico de la empresa.

- ✓ Promover la adaptación y adopción de las normas técnicas y modelos orientados a mejorar la calidad y eficiencia en la prestación de los servicios.
- ✓ Promover la adaptación y adopción de las normas técnicas y modelos orientados a mejorar la calidad y eficiencia en la prestación de los servicios.
- ✓ Establecer, desarrollar y liderar permanentemente el sistema de control interno ajustándolo a las características de la institución y de su entorno.
- ✓ Nombrar, designar y remover el personal de METALMEC S.A.S. al con arreglo a las disposiciones legales y reglamentarias vigentes, excepto el contador y el revisor Fiscal.
- ✓ Designar delegados o representantes de METALMEC S.A.S. ante las instituciones con las cuales ella tenga relaciones.
- ✓ Aplicar las sanciones disciplinarias que le corresponden por ley o por reglamento.
- ✓ Expedir los manuales de funciones, requisitos y procedimientos administrativos.
- ✓ Revisión de trámites oficiales, y control de costos.
- ✓ Nombrar y remover los funcionarios bajo su dependencia, de acuerdo con las normas que rigen para las diferentes categorías de empleos.
- ✓ Desarrollar objetivos, estrategias y actividades conducentes a mejorar las condiciones laborales, el clima organizacional, la salud ocupacional y el nivel de capacitación y entrenamiento, y en especial ejecutar un proceso de educación continua para todos los funcionarios de la Entidad.
- ✓ Dirigir y fomentar las relaciones comerciales nacionales e internacionales de la empresa.
- ✓ Las demás que le correspondan conforme al código de comercio, las leyes y a los estatutos de la empresa.

3. REQUISITOS DEL CARGO

EDUCACIÓN: Profesional en el área administrativa, mercadeo y financiero.

EXPERIENCIA: Dos (2) años en el manejo gerencial y administrativo o en cargos similares.

REQUISITOS:

- ✓ Poseer un título universitario (Ingeniería industrial, administración de empresas, tecnología industrial o carreras afines).
- ✓ Tener reconocida trayectoria en mercadeo y ventas.
- ✓ Estar en ejercicio de los derechos civiles y políticos.
- ✓ Tener conocimiento y manejo adecuado acerca de políticas gubernamentales, en lo que se refiere al desarrollo económico, comercio laboral y financiero.
- ✓ Conocimiento de los distintos canales que existen para la distribución regional como nacional.

CONOCIMIENTOS BASICOS Y ESCENCIALES (APTITUDES Y ACTITUDES):

- Conocimiento de las normas y procesos técnicos, y administrativos y financieros de la empresa.
- Persona altamente comprometida con el logro de los objetivos, esta debe ser una persona leal, discreta y honesta.
- Habilidades para resolver problemas y tomar decisiones.
- Habilidades para planear, programar, coordinar, controlar y evaluar su trabajo.
- Conocimientos amplios en contabilidad y estadística.
- Conocimientos suficientes en software para el procesamiento de textos, realización de hojas de cálculo y presentaciones; de igual manera conocimiento en el uso de software administrativo y contable.
- Habilidades para comunicarse en forma escrita y verbal.

- Habilidades para trabajar en equipo.
- Actitudes y comportamiento de servicio, compañerismo, colaboración, tacto, tolerancia y flexibilidad aprendizaje, compromiso con la institución, adaptación a la dinámica y los cambios internos del área y de la empresa.

4. RESPONSABILIDADES

1. POR INFORMACIÓN:
 - Alta por el manejo de la información operacional y administrativa y financiera de la empresa.
2. POR ARCHIVOS Y REGISTROS:
 - Normal por los informes que le son presentados por el personal de METALMEC S.A.S. y en los cuales se plasma la realidad de la empresa.
3. POR BIENES:
 - Alta por el control y responsabilidad que tiene sobre los activos fijos de la empresa.
4. POR DINERO:
 - Alta por tener firma autorizada en bancos, y ser responsable de las decisiones que se toman con respecto al uso, administración y distribución de los dineros que ingresan a la empresa.
5. OTRAS:
 - Se encarga de ejercer supervisión y control sobre todo el personal administrativo y operativo que afecte en la calidad de los productos y servicios que ofrece la empresa.

5. ENTORNO DEL CARGO

Relaciones del cargo con el exterior de la empresa

CON QUIEN	PARA QUÉ	FRECUENCIA
Clientes	Solución de inconvenientes, contabilización y actualización de pagos.	Diariamente
Entidades Bancarias	Negociaciones, pagos, conciliaciones y convenios.	Diariamente

Relaciones del cargo con el interior de la empresa

CON QUIEN	PARA QUÉ	FRECUENCIA
Coordinador general	Entrega, análisis y revisión de consolidados de ventas, tesorería y cartera; notas de crédito, consignaciones bancarias, devoluciones, pagos en efectivo, desembolsos por concepto de préstamos a los colaboradores y cierres contables.	Diariamente
Fuerza de ventas	Revisar estado de cartera, ventas a crédito y de contado; realizar ajustes correspondientes.	Periódicamente
Con todos los cargos de la empresa	Para realizar desembolsos de préstamos en efectivo.	Periódicamente

Elaborado por: _____

Revisado por: _____ Fecha: _____

Aprobado por: _____ Fecha: _____

Fuente: Autores, 2015

3.1.3 Diagramas analíticos de proceso

La redistribución anteriormente descrita, inicia un camino de transformación y abre la puerta a un análisis crítico de la forma como se ejecutan las operaciones dentro de METALMEC, ese ambiente de cambio facilita que se intervengan algunas tareas y se mitigue la resistencia, aduciendo como argumento central la adecuada e integración del recurso humano con el espacio arquitectónico, pero se abordaran hábitos de trabajo altamente improductivos y se fijaran tiempos de ejecución y métodos de trabajo que permitan documentar el trabajo a nivel operativo en la empresa.

Dado que una de los focos a intervenir es el tiempo ocioso en el trabajo y tomando como referencia el texto de Lee J. Krajewski, Larry P. Ritzman²⁶ que expone que si se desea estimar el porcentaje de tiempo que un trabajador permanece en ocio o en espera, se requiere adoptar el método del muestreo del trabajo como alternativa a la medición del trabajo.

Los diagramas de análisis de proceso propuestos no solo cuantifican el impacto de la redistribución del espacio arquitectónico, sino que siguen los parámetros básicos de esta metodología como un cambio en la cultura empírica tradicional de la empresa y buscan formar una imagen de la secuencia total de acontecimientos que ocurren durante el proceso, para lograr identificar los acontecimientos en forma sistemática; contemplando mejorar el manejo o manipulación de materiales, mejorar la disposición de herramientas y reducir o anular las demoras. El conjunto de DAP propuestos se presenta en el Anexo C, y el diagrama general del proceso de fabricación de un bocín brigadier se presenta en la figura 19. Donde en el cuadro resumen se pueden cuantificar de manera resumida los beneficios antes mencionados; reducción de 61.7 minutos y de 103.5 metros en el proceso de fabricación de un lote de 15 bocines brigadier.

²⁶ Lee J. Krajewski, Larry P. Ritzman. Administración de operaciones: estrategia y análisis. Editorial Pearson, México 200. Pág. 178.

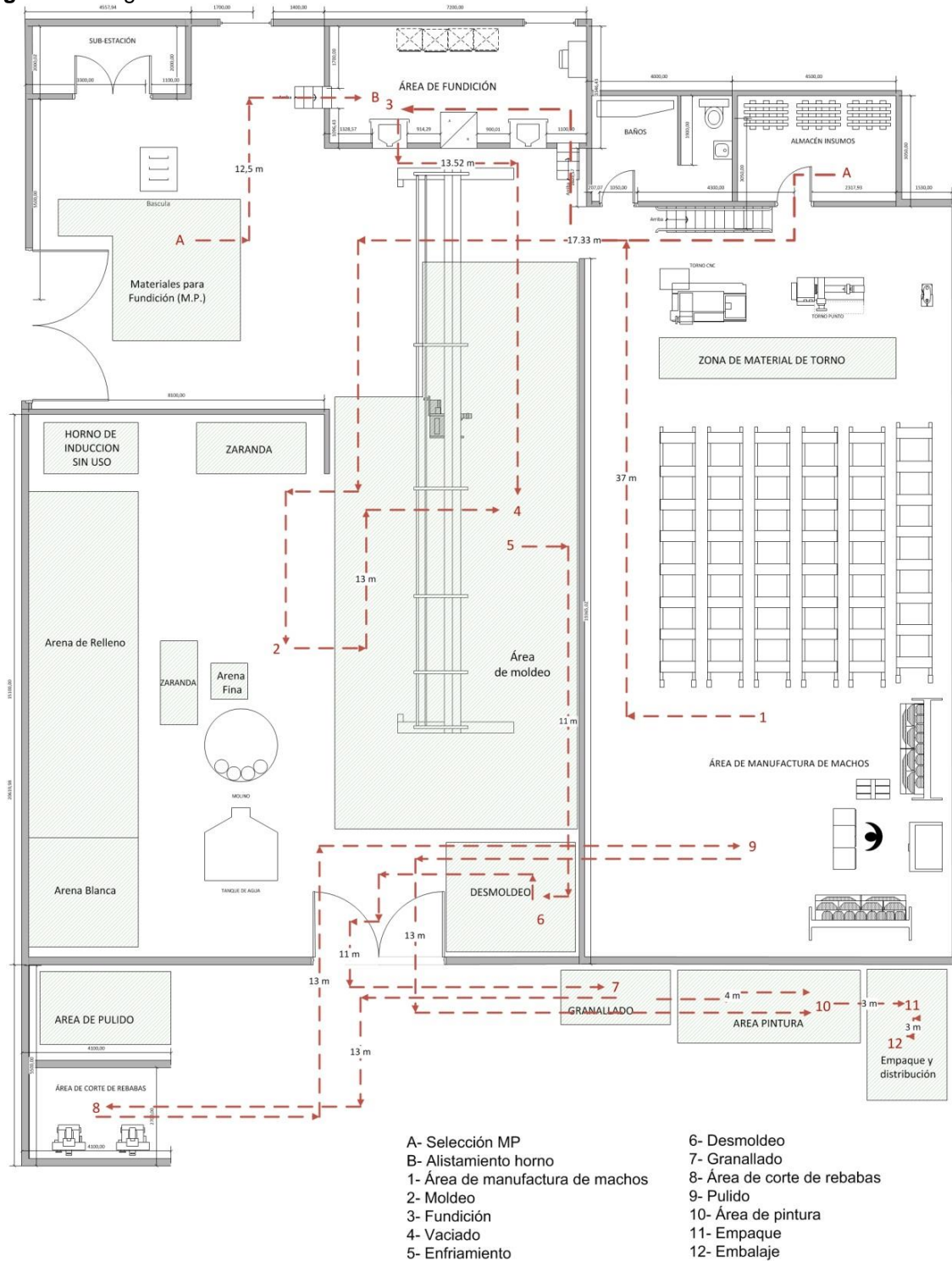
3.2 REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA.

Uno de los aspectos más notorios y ampliamente criticados por todo el personal, es el uso del espacio arquitectónico; es evidente que para maximizar la productividad del recurso humano, se requiere una sincronía con el espacio en el que se desarrollan sus habilidades. La gerencia de METALMEC es consciente que su planta de producción requiere cambios que mejoren el potencial de todos los factores asociados al trabajo, pero estos cambios deben ir acompañados de la incorporación de nuevas tecnologías, lo que demanda recursos que en el momento no se tiene presupuestados; aun así pretenden encaminar pequeñas acciones para aumentar el factor de utilización y preparar la organización para una futura intervención en ese aspecto, razón por la que no se hará un rediseño de la planta, sino más bien una redistribución de la misma que abarque una reestructuración de los puestos de trabajo; la puesta en marcha de este cambio sumada a la estandarización les permitirá medir de manera más confiable las inversiones que a futuro se puedan implementar y el tiempo de retorno de dicha inversión.

Para la reestructuración de la planta, se aplicó Planeación Sistemática de la Distribución en Planta (SPL), que establece la conveniencia de colocar un departamento junto con otro que puede evaluarse mediante una categoría, esta jerarquización cualitativa se basó en el flujo de trabajo entre los distintos puestos de trabajo y con el único objetivo de minimizar los recorridos y por ende el tiempo de producción. Dada la simplicidad en el portafolio de productos que presenta METALMEC, no es necesario iniciar un análisis ABC, o de estacionalidad de los productos, las gamas ya están definidas (Productos de línea o de pedido), pero no ofrecen ningún valor al análisis que se pretende adelantar, de hecho el análisis de la manufactura del "Bocín de rueda", no supone grandes cambios en los demás productos que se puedan elaborar en la empresa; el volumen y rotación de los productos tiende a uno solo y esto facilita el estudio.

Como el factor de la cantidad de productos es determinante, también se contempla el recorrido que estos sufren a lo largo del proceso productivo, análisis en el cual ya se evidencian grandes distancias en los recorridos, el diagrama de hilos permite descubrir las áreas de tránsito; este diagrama de recorridos se presenta en la Figura 17, es en esta figura donde se consolidan las debilidades del espacio arquitectónico.

Figura 17 Diagrama de recorridos actual en METALMEC S.A.S.



Fuente: Autores, 2015

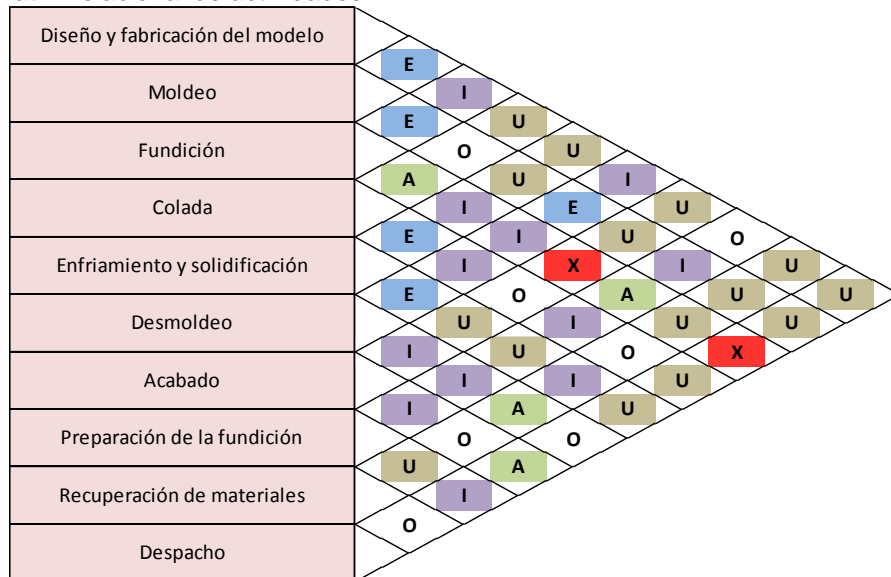
A fin de cumplir con los requisitos previos para la reestructuración del espacio arquitectónico tal como se expresa en la metodología del SPL, se optó por construir una tabla relacional, Figura 18, donde se reflejan las actividades y su relación mutua con el objetivo de evaluar la importancia de la proximidad entre cada una de ellas. Además tiene la ventaja de permitir el estudio de todas las actividades auxiliares y no únicamente las de transformación y/o producción; se valorará la necesidad de la cercanía entre procesos mediante la codificación siguiente, ver Cuadro 6:

Cuadro 6 Codificación de proximidad entre actividades de METALMEC S.A.S.

Código	Relación de proximidad
A	Absolutamente necesaria
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Importancia ordinaria
U	No importante
X	Indeseable

Fuente: Autores, 2014

Figura 18 Matriz relacional de actividades



Fuente: Autores, 2014

Para cada una de las actividades se decidió recopilar la mayor cantidad de información: superficie necesaria, número de trabajadores implicados, máquinas. Herramientas e inmobiliario utilizado, espacio necesario para almacenamientos, etc. Para la construcción de una ficha descriptiva por actividad, que permita visualizar los parámetros a considerar en el momento de formular las distintas alternativas. Ver Cuadro 7.

Cuadro 7 Ficha descriptiva de actividades para METALMEC S.A.S.

Descripción	Espacio (M ²)	Operarios	Herramientas/ Mobiliario	Consumos	Residuos	Almacén temporal
Selección de materia Prima	30	2	Palas, carretas	Carbón	Arena	Alto
Alistamiento del horno	5	1	Palas, carretas	Electricidad	--	Nulo
Selección y alistamiento	20	1	Estantes, escaleras, reglillas	Aire	--	Alto
Moldeo	120	4	Cajas, zaranda, molino	Grafito	Arena	Alto
Fundición	22	1	Hornos, agitadores	Electricidad	M.P	Medio
Colada	57	2	Cucharas, crisoles, pinzas	M.P	M.P	Alto
Enfriamiento y Solidificación	9	0	Cajas	--	--	Alto
Desmoldeo	9	4	Cajas, herramientas de mano	Electricidad	M.P	Medio
Granallado	5	1	Granalla	Electricidad	No recupera	Medio
Pulido	5	1	Pulidora, esmeril	Electricidad	No recupera	Medio
Pintura	5	1	Compresor	Aire	No recupera	Bajo
Empaque	7	1	avisperos, bolsas, galgas	Empaques	--	Medio
Embalaje	7	1	Cajas de cartón, estibas	Empaques	--	Medio

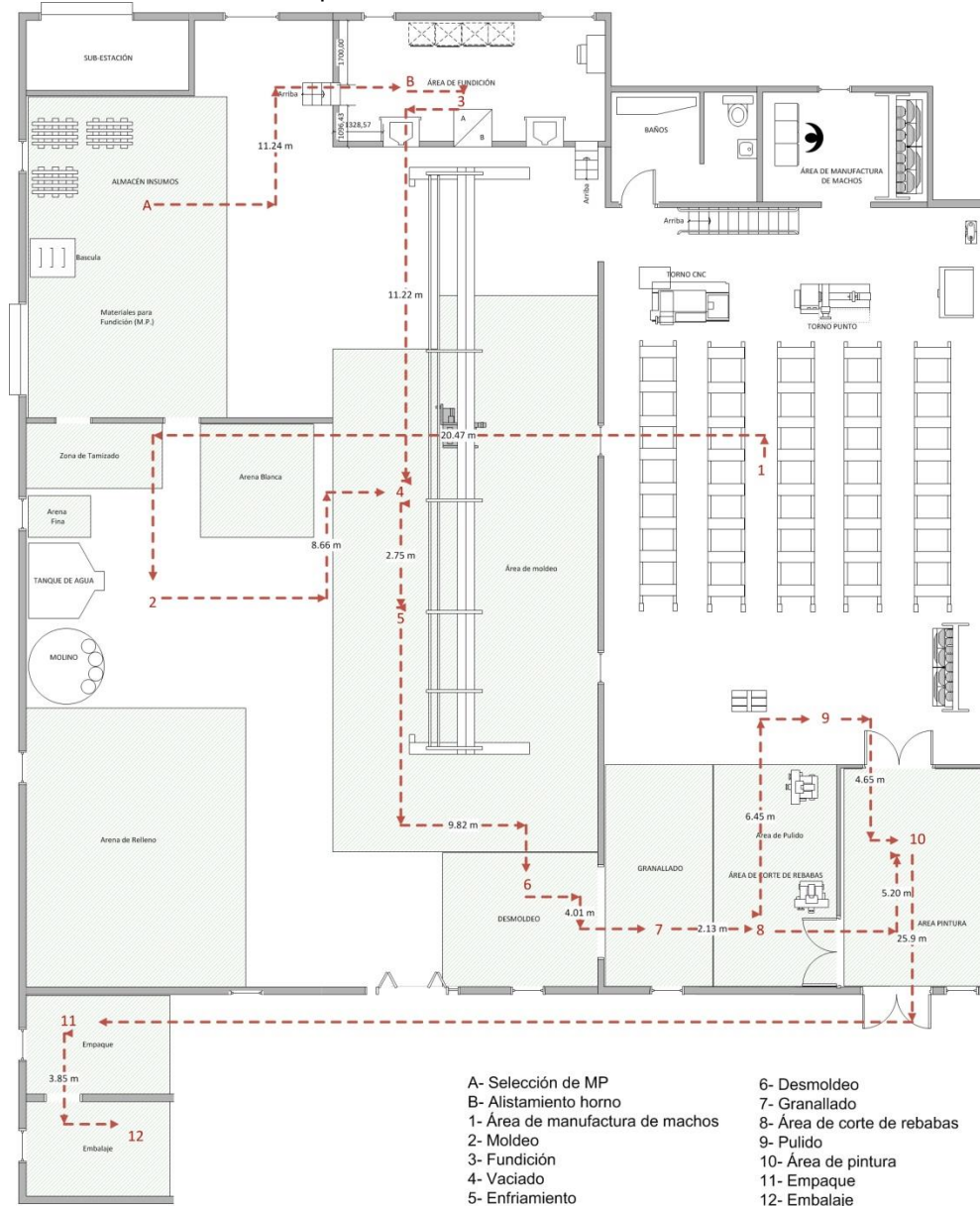
Fuente: Autores, 2014

La solución final adoptada para METALMEC tiene en cuenta todos los condicionantes reales y las limitaciones prácticas. En el diseño de la redistribución de la planta, los principales factores decisivos se derivaron de los siguientes elementos:

- Reducción de las distancias recorridas entre operaciones
- Identificación y delimitación de las áreas de trabajo
- Facilitar la incorporación de nuevas técnicas de producción
- Aumentar el nivel de supervisión y control

Si bien es claro que las principales deficiencias de la distribución espacial de los procesos en la planta de METALMEC, se deben a un crecimiento no planificado, a una implementación empírica de nuevos procedimientos caracterizada por la inmediatez de la circunstancias, la alternativa que mejor se ajusta al presente de la empresa, pretende minimizar los recorridos al tiempo que se da una organización más coherente al proceso, en lo que a espacio arquitectónico se refiere. Los elementos de diseño incorporados al nuevo espacio arquitectónico de la planta siguen todas las mismas premisas y por ende una lógica unificada, la cual se presenta en la figura 19.

Figura 19 Reestructuración de la planta de METALMEC S.A.S.



Fuente: Autores, 2014

Soluciones prácticas, como lo es el cambio de las puertas convencionales de tijera por portones de elevación, aumentan los espacios de operación; así mismo la adecuación de ventanas reduce el consumo de energía eléctrica (Iluminación), facilita la ventilación natural, facilita la visualización de todo el proceso para la administración y hace del entorno de trabajo un lugar más seguro y agradable. Las operaciones de granallado, pintura y pulido se incorporan a la edificación para darle continuidad al proceso y eliminar las “casetas” provisionales con las que se iniciaron las operaciones, pero no fueron adecuadas correctamente aun cuando el proceso perduro en el tiempo.

La unificación del almacén de materias primas y el área de recepción de las mismas, permite un mayor control y la unificación de inventarios, no solo a nivel contable sino como media estratégica concentra todas las actividades relacionadas con la materia prima en un solo punto, se economizan tiempos y recorridos en la recepción de estas materias primas y es un punto clave para la seguridad y custodia de las mismas. El área de mecanizado y las operaciones de torno se agrupan en un espacio acorde con el volumen de materiales que trabajan.

La reestructuración del espacio físico donde opera METALMEC permite que las actividades operativas se concentren en áreas de trabajo fijas, delimitados y ordenados bajo unos parámetros lógicos, como lo son la mínima distancia entre operaciones y la seguridad industrial. Como resultado se obtiene mejoras altamente significativas en los desplazamientos entre operaciones. Ver tabla 4

Tabla 4 Cambios en los desplazamientos entre operaciones

	Actual	Diseño	Diferencia	Δ (Total)
A-B	12,50	11,24	1,26	10,08%
A2-B	17,33	0,00	17,33	100,00%
3-4	13,52	11,22	2,30	17,01%
1-2	37,00	20,47	16,53	44,68%
2-4	13,00	8,66	4,34	33,38%
4-5	0,00	2,75	-2,75	0,00%
5-6	11,00	9,82	1,18	10,73%
6-7	11,00	4,01	6,99	63,55%
7-8	13,00	2,13	10,87	83,62%
8-9	13,00	6,45	6,55	50,38%
8-10	0,00	5,20	-5,20	0,00%
7-10	4,00	0,00	4,00	100,00%
9-10	13,00	4,65	8,35	64,23%
10-11	3,00	25,90	-22,90	0,00%
11-12	3,00	3,85	-0,85	0,00%

Fuente: Autores, 2015

Esta redistribución afecta positivamente la fabricación del bocín brigadier; en el estado actual los trabajadores recorrían una distancia de 158.35 metros por cada unidad producida; con el nuevo diseño esta cantidad se reduce a 86.60 metros obteniendo una reducción del 46%, este cambio incide directamente en la ejecución de todas las operaciones, aumentando la productividad de la empresa al reducir los tiempos requeridos. La eliminación o reducción de desplazamientos ayuda al clima laboral y es un factor de consideración en el tema de salud ocupacional, el alto porcentaje de fatiga que se consideraba en la ejecución de las labores, puede reevaluarse y sirve como argumento para reducir la resistencia al cambio del personal.

3.3 DIAGNOSTICO FINAL

El sistema desarrollado para METALMEC S.A.S. fue concebido con un enfoque multicriterial que afrontaba la problemática encontrada bajo la aplicación de más de un metodología, las herramientas seleccionadas tienen como elemento característico la estandarización. La caracterización inicial y la percepción de METALMEC siempre estuvo marcada por un “empirismo” que en términos prácticos eran un modelo de operación carente de elementos estandarizados y sin gestión documental, en última instancia una empresa basada en la producción con desconocimiento de las herramientas de apoyo y los procesos que se pueden emprender para aumentar los beneficios de la operación.

Si bien suficientemente se ha expresado, no solo en este trabajo, que la estandarización mantiene unas relaciones de causalidad que traen efectos positivos y determinan el aumento de la productividad, estos efectos son difícilmente cuantificables en la fase de diseño, desarrollo e implementación; pero en los cambios introducidos para estandarizar el sistema de gestión de operaciones se encuentran cambios que pueden ser cuantificables y permiten demostrar un nuevo estado en el cual desde el inicio los índices de productividad mejoran, el cambio más notorio es los tiempos de ejecución, la tabla 5 muestra la relación de cambio en minutos de los tiempos de ejecución de cada uno de los procesos.

Tabla 5 Cambios en los tiempos entre operaciones

Proceso	Tiempo (minutos)		
	Actual	Propuesta	Diferencia
Preparación de arena de relleno	34	32,2	1,8
Moldeo macho	6,37	5,83	0,54
Preparación de arena contacto	34	32,2	1,8
Moldeo pieza	39,05	34,75	4,3
Selección M.P	80,5	39,2	41,3
Fundición	80,8	80,8	0
Vaciado	8,2	7,95	0,25
Enfriamiento	240	240	0
Desmolde	15,8	13,4	2,4
Pulido	40,1	31,55	8,55
Granallado	54,9	52,94	1,96
Total	633,72	570,82	62,9

Fuente: Autores, 2015

El cuadro anterior sintetiza los cambios referentes a los tiempos de ejecución de las operaciones inmersas en el proceso productivo, dando como resultado una mejora del 10%, sin duda alguna una reducción en estos tiempos implica un aumento de la productividad de la empresa y permite afirmar que el sistema de

gestión de operaciones propuesto mejora la eficiencia de las operaciones causando un incremento de la rentabilidad de la empresa; los costos de la empresa se ven influenciados por esta disminución de tiempos y desembocan en una nueva cotización del producto.

Como se expresó en el diagnóstico inicial METALMEC no contaba con documentación alguna que permitiera la estandarización de métodos de producción, el sistema de gestión propuesto permite tome la base que el sistema le proporciona y realiza un proceso de gestión documental que lo aproxime a un sistema gestión de calidad como lo sería la NTC 9001. El sistema desarrollado y en especial el componente de estandarización adoptado permite que METALMEC defina las variables críticas de su proceso e inicie la cuantificación de los resultados de sus operaciones para poder cambiar sus políticas e iniciar un proceso de mejora continúa. El sistema de gestión basa su diseño en la estandarización de los aspectos básicos de producción formalizando los procedimientos que intervienen en la manufactura, los diagramas de procesos, el manual funciones y procedimientos sientan la base de un sistema que incorpora la documentación al ordenamiento administrativo de la empresa, facilitando la toma de decisiones y permitiendo la recolección de información fiable sobre el proceso para los planes de mejora que a futuro se deben implementar.

La disminución en las distancias recorridas disminuye la fatiga que experimentaba el recurso humano y dinamiza el clima laboral, un ambiente de trabajo “amigable” en el que el recurso humano es priorizado, repercute en la motivación y en la interiorización de valores corporativos que ayuden a superar las dificultades de la empresa. La redistribución arquitectónica tiene argumentos teóricos previamente explicados y junto con la estandarización muestran a la organización un nuevo modelo productivo el sistema de gestión de operaciones diseñado pretende una sinergia entre todos los recursos presentes en la empresa, tanto los físicos como los humanos, se conjugan bajo unas nuevas características de producción.

4. ANALISIS COSTO BENEFICIO

METALMEC S.A.S. tiene un sistema de tarifas basado en centros de costos productivos (CECOS), en los cuales se agrupan una serie de rubros asociados a las distintas operaciones que permiten el correcto funcionamiento de la empresa²⁷, estos CECOS permiten a METALMEC S.A.S. establecer el costo de una hora máquina y de una hora hombre para hallar el costo total de la operación y la cotización de productos. En METALMEC S.A.S. se manejan dos centros de costos uno de fundición (Siderurgia) y otro de manufactura, el de fundición establece el costo de utilización de la maquinaria fijando el costo de una hora máquina, es de señalar que esta hora maquina corresponde a todos los recursos técnicos con los que cuenta la empresa, es realmente el costo ponderado de utilización de los recursos físicos; el de manufactura sigue la misma lógica pero establece el costo ponderado de los recursos humanos expresado en horas hombre.

Con base en los CECOS anteriormente descritos se logra hacer la cotización por unidad producida para cualquier producto, tomando en consideración las variables que interactúan con el costo por hora, estas variables son: kilogramos fabricados, número de empleados utilizados, unidades producidas por hora (UPH), lote moda, cada uno de estos valores determina el costo unitario de fabricación de cada producto; como es lógico mientras los CECOS se mantienen según el producto, las demás variables configuran un precio único. Todo cambio en la cuantía de los CECOS requiere un estudio exhaustivo, serio y prolongado que generalmente se ejecuta en los inicios de cada año y donde intervienen una serie de políticas de la gerencia, aun así las demás variables que intervienen el costo unitario de los productos si son susceptibles de ser modificadas y de incorporar la variación que traen los cambios propuestos en este proyecto.

De esta forma se cuenta con un método de establecer el impacto económico aproximado que con lleva la solución del problema planteado en este estudio, las herramientas trabajadas ayudan a la disminución de tiempos, aumentando el UPH de las referencias, reduciendo el número de trabajadores requeridos, En la tabla 6 se presenta la cotización actual del producto bocín brigadier, información que permitirá establecer un estado actual y servir de punto de partida para el análisis costo beneficio.

²⁷ METALMEC S.A.S. considera que la información detallada de sus cecos es altamente sensible y exige confidencialidad de la misma, se conoce que estos costos están compuestos por los costos fijos, variables, mano de obra, depreciaciones y otros rubros asociados, pero su detalle y cuantía no pudo ser ampliamente tratado pues la información no es accesible a los autores.

Tabla 6 Cotización actual producto bocín brigadier.

SIDERURGIA	
Puesto de trabajo:	Siderurgia
Centro de costos:	500410
Tarifa fabricación:	\$ 1.295.250
Kilogramos fabricados	450
H.M.	0,5
Costo por unidad:	\$ 43.175,000
PREPARACIÓN	
Puesto de trabajo:	Preparación
Centro de costos:	500510
Tarifa Preparación:	\$ 13.980
# Empleados	13
UPH	7,5
LOTE MODA	16
SET-UP (min)	5
H.H.	27,016
Costo por unidad:	\$ 25.178,563
COSTO TOTAL PRODUCTO	
\$ 68.353,563	

Fuente: Autores, 2015

La cotización unitaria de productos se rige por procedimiento establecido por la gerencia, área encargada del costeo de los productos, y aunque la empresa no proporciona el detalle de la construcción de estos valores, en las entrevistas aplicadas se dio una breve explicación de la forma como se determinan estos costos; en el caso del CECO siderurgia, la función que determina el costo unitario relaciona la cantidad de material elaborado, con el tiempo empleado de manera ponderada por todos los recursos físicos y su resultado es el costo unitario de la fundición por unidad fabricada, por otro lado el CECO de preparación tiene su valor resultante de una función de costo que relaciona, la unidades producidas por hora (UPH) el número de empleados y el costo promedio del recurso humano por hora de trabajo.

De esta cotización se obtiene el valor unitario de la fabricación de una unidad de bocín brigadier, pronosticar exactamente los ahorros generados con la estandarización puede ser un proceso heurístico complejo, pues el estado futuro contempla la intervención de variables cuantitativas y cualitativas del desempeño de los trabajadores lo que genera una serie de hipótesis complejas, esto no significa que los resultados esperados estén dominados por la especulación, por el contrario la estandarización tiene elementos de incidencia inmediata que garantizan la mejora en los aspectos relevantes de las operaciones y los cuales son cuantificables de forma inmediata, como por ejemplo el número de trabajadores a utilizar, las unidades producidas, etc.

La propuesta desarrollada como plan de mejoramiento sigue la misma metodología usada por la empresa para el cálculo del precio unitario, en base a los factores principales, es decir aquellas características en las cuales se tiene la posibilidad de cuantificar las mejoras en el proceso, como lo son el número de operarios empleados, el lote moda y las unidades por hora (UPH). Cada una de las partes que componen el plan de mejoramiento presenta una serie de externalidades positivas que si bien no son fáciles de medir, si es seguro que estarán presentes y que darán un efecto positivo en la organización, así como por ejemplo en este proyecto no se cuantifican los ahorros que tendrá la empresa por concepto de aumento de la productividad por motivación, por mejora en el clima laboral, disminución de ausentismo, fidelización de clientes, mejoras en la entrega de servicios, etc; y no se tiene en cuenta en la relación costo beneficio pues su medición implica una serie de hipótesis que difícilmente darán un valor aproximado argumentado técnicamente, las externalidades positivas son muy diversas y se espera que la empresa se interese en su descubrimiento, mantenimiento e incorporación definitiva, pero en el costo unitario proyectado no se tienen en cuenta. En la tabla 7 presenta la cotización bocín de rueda con los costos unitarios según la implementación de las alternativas de forma individual.

Tabla 7 Cotización proyectada bajo el sistema de gestión.

SIDERURGIA	
Puesto de trabajo:	Siderurgia
Centro de costos:	500410
Tarifa fabricación:	\$ 1.295.250
Kilogramos fabricados	500
H.M.	0,5
Costo por unidad:	\$ 45.972,222
PREPARACIÓN	
Puesto de trabajo:	Preparación
Centro de costos:	500510
Tarifa Preparación:	\$ 13.980
# Empleados	14
UPH	11
LOTE MODA	16
SET-UP (min)	5
H.H.	20,185
Costo por unidad:	\$ 18.812,102
COSTO TOTAL PRODUCTO	
\$ 64.784,324	

Fuente: Autores, 2015

El análisis costo beneficio derivado del plan de mejora diseñado para METALMEC S.A.S. esta soportado por la diferencia lograda en el precio unitario, inicialmente se contaba con un valor de \$ 68.353,563 para cada unidad de bocín brigadier, con la aplicación del plan de mejora se proyecta un valor de \$64.784,324 esta diferencia

del 5.22% correspondiente a un ahorro de \$3.569.239 por cada unidad fabricada del bocín brigadier. La disminución en el costo tiene un elemento interesante y es que el plan de mejora contempla el incremento de la mano de obra en un operario, de tal forma que la producción aumente de 7.5 unidades por hora a 11, aun así no es solo la adición de un mayor recurso humano al proceso productivo, se debe entender como una organización más eficiente. De hecho las externalidades positivas de este sistema de gestión se reflejarán en cada uno de los procesos que ejecuta la empresa y para todos los productos se tendrá una reducción y un ahorro.

Parte integral de este análisis costo beneficio, es la inversión o costo de implementación de solución planteada; según el plan de mejora adoptado en los aspectos a intervenir se elaboró una tabla de costos asociados para el año de implementación y con un horizonte de 5 años. Para el caso de la redistribución en planta la implementación abarca la reorganización y modificación del espacio arquitectónico con mano de obra materiales y acabados, adicionalmente se tendrán presupuestos para reparaciones locativas y cada dos años se contempla pintar y remarcar las áreas de trabajo; en el caso de la normalización del proceso y estandarización se prevé contratar un recurso humano que atienda esta parte del sistema de gestión en lo que a esto respecta, la persona a contratar tendrá un salario de \$1.000.000 pero ajustándose a las normativas vigentes el costo real de este recurso es de \$1.494.120 mensuales salario que se divide en los elementos que atenderá es decir normalización y estandarización, con un incremento salarial de 5% anual el detalle de los costos durante el tiempo proyectado se presenta en la tabla 8.

Tabla 8 Estimado de gastos para desarrollo de la propuesta.

	Implementación	Mantenimiento					
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
REDISTRIBUCCION EN PLANTA							
Mano de Obra	\$ 5.000.000	\$ 500.000	\$ 1.200.000	\$ 500.000	\$ 140.000	\$ 500.000	
Materiales	\$ 5.500.000			\$ 500.000			
Acabados	\$ 4.500.000		\$ 500.000		\$ 500.000		
Mantenimiento	\$ -	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 600.000	\$ 500.000	
Total	\$ 15.000.000	\$ 1.000.000	\$ 2.200.000	\$ 1.500.000	\$ 1.240.000	\$ 1.000.000	\$ 21.940.000
NORMALIZACION DEL PROCESO PRODUCTIVO (DAP)							
Papeleria	\$ 100.000	\$ -	\$ 50.000	\$ -	\$ 50.000	\$ 50.000	
Equipo	\$ 500.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Recurso Humano	\$ 8.964.720	\$ 9.412.956	\$ 9.883.604	\$ 10.377.784	\$ 10.896.673	\$ 11.441.507	
Total	\$ 9.564.720	\$ 9.412.956	\$ 9.933.604	\$ 10.377.784	\$ 10.946.673	\$ 11.491.507	\$ 61.727.244
ESTANDARIZACION (FUNCIONES Y PROCEDIMIENTOS)							
Papeleria	\$ 200.000	\$ 100.000	\$ 100.000	\$ 100.000	\$ 100.000	\$ 100.000	
Equipo	\$ 500.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Recurso Humano	\$ 8.964.720	\$ 9.412.956	\$ 9.883.604	\$ 10.377.784	\$ 10.896.673	\$ 11.441.507	
Total	\$ 9.664.720	\$ 9.512.956	\$ 9.983.604	\$ 10.477.784	\$ 10.996.673	\$ 11.541.507	\$ 62.177.244

Fuente: Autores, 2015

Del cuadro anterior se encuentra que el costo total de la implementación del sistema de gestión de operaciones, basado en la estandarización (Manual de funciones y

procedimientos y DAP) y el rediseño del espacio arquitectónico tiene un costo de implementación de \$34'229.000 es de resaltar que el equipo necesario y el recurso humano requeridos para la elaboración de los DAP y los manuales se comparte es decir, se destinara un equipo con valor de \$1'000.000 y un nuevo recurso humano con salario de \$1'000.000 mensuales pero estos rubros se dividen en dos pues una sola persona podrá estar a cargo del sistema de gestión en lo referente a estos temas.

De la misma forma la empresa ha proyectado los gastos de cada componente del sistema en un horizonte de 5 años después de la implementación generando el flujo de caja de cada proyecto por separado, con lo que se logra concluir que el mantenimiento del sistema será de \$116'615.048 para un costo total de las etapas de implementación y mantenimiento de \$145'844.488. Tomando los costos asociados a la implementación y mantenimiento del sistema propuesto y las utilidades esperadas por el ahorro que el mismo conlleva en la organización se logran hacer análisis de factibilidad del proyecto unificando los distintos costos en un flujo de caja anual para desarrollar los análisis V.A.N. y TIR que permitan determinar la viabilidad financiera del proyecto.

Tabla 9 Análisis V.A.N. y TIR

	Implementacion	Mantenimiento				
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversion	\$ 34.229.440	\$ 19.925.912	\$ 22.117.208	\$ 22.355.568	\$ 23.183.346	\$ 24.033.014
Ahorro	\$ -	\$ 53.538.585	\$ 53.538.585	\$ 53.538.585	\$ 53.538.585	\$ 53.538.585
Flujo de caja	\$ (34.229.440)	\$ 33.612.673	\$ 31.421.377	\$ 31.183.017	\$ 30.355.239	\$ 29.505.571

1 Datos para el análisis						
Inversión	importe					
	34.229.440					
Flujo de caja (neto anual)		AÑOS				
	inversión	1	2	3	4	5
	-34.229.440	33.612.673	31.421.377	31.183.017	30.355.239	29.505.571

2 Cálculo del V.A.N. y la T.I.R.	
Tasa de descuento	% 20,00%
V.A.N a cinco años	60.143.784,12 Valor positivo, inversión (en principio) factible
T.I.R a cinco años	90,69% Valor superior a la tasa, inversión (en principio) factible

Fuente: Autores, 2016

5. VALIDACIÓN COMPUTACIONAL

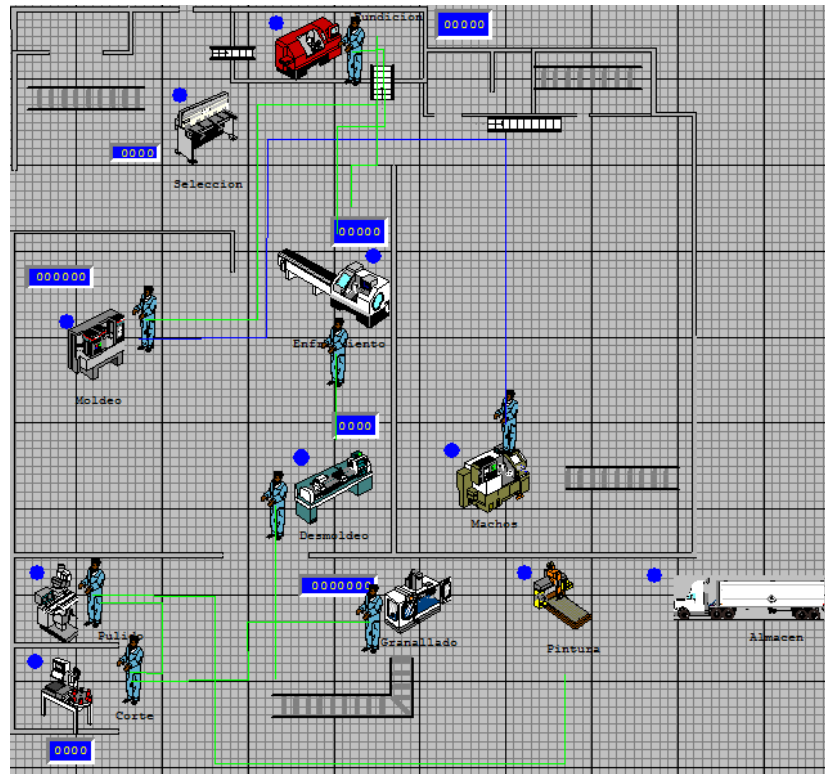
Como parte de la investigación se formuló la idea de realizar una comparación entre el estado actual y la propuesta resultante, esta denominada validación computación pretende evidenciar de laguna forma los cambios que presentara la empresa con la adopción de lo propuesto en este trabajo. Revisando las herramientas disponibles encontramos que los programas de simulación son los llamados a intervenir en esta etapa a fin de mostrar de una forma dinámica los cambios que se presentaran y tratar de cuantificarlos. De tal forma que se desarrollara una simulación del estado actual y propuesto en el programa Promodel, se escoge esta herramienta por el componente grafico que posee y dado que es la que mejor funcionalidad entrega en su versión estudiantil, aun las simulaciones que se practiquen estarán limitadas por los siguientes parámetros:

- 20 Locaciones
- 5 Atributos
- 8 Tipos de entidad
- 8 Tipos de recursos
- 15 parámetros

De tal forma que se modelaran las operaciones a fin de determinar cómo variable de interés el porcentaje de ocupación de las estaciones de trabajo, la anterior afirmación es válida ya que todos los cambios propuestos en el sistema de gestión de operaciones de METALMEC inciden de manera directa en los tiempos de ejecución de las operaciones, los tiempo y distancias de desplazamiento y a nivel general en la metodología utilizada para ejecutar las actividades.

En la modelación del estado actual dela empresa se mantuvo la configuración arquitectónica donde se desarrollan las operaciones, esto facilita la incorporación de distancias reales y de tiempo de manufactura, adicionalmente esta configuración y su modelado apegado a la realidad permite mostrar los solapes y las intersecciones de los recorridos que fueron detectadas como un elemento indeseable de la caracterización de la empresa. En la figura 20 se presenta el layout usado para simular el estado actual de la empresa como se indicó anteriormente los recorridos que se presentan son los reales y los tiempos corresponden a los DAP actuales elaborados en este mismo trabajo. Para facilitar el entendimiento de simulación se incorporaron contadores de material proceso en algunas operaciones a fin de corroborar mientras se simula el proceso que la operación se efectuó dentro de los parámetros establecidos.

Figura 20 Simulación layout actual METALMEC S.A.S.



Fuente: Autores, 2016

Promodel nos permite terminar el tiempo total de la simulación y para este caso se ejecutaran 16 horas correspondientes a dos turnos, según el sistema propuesto, la equiparación de los tiempos de simulación permite hacer comparaciones más asertivas sobre los dos estados (Actual y propuesto), los resultados de la simulación son presentados al terminar el tiempo de ejecución programado y se presentan en la figura 21.

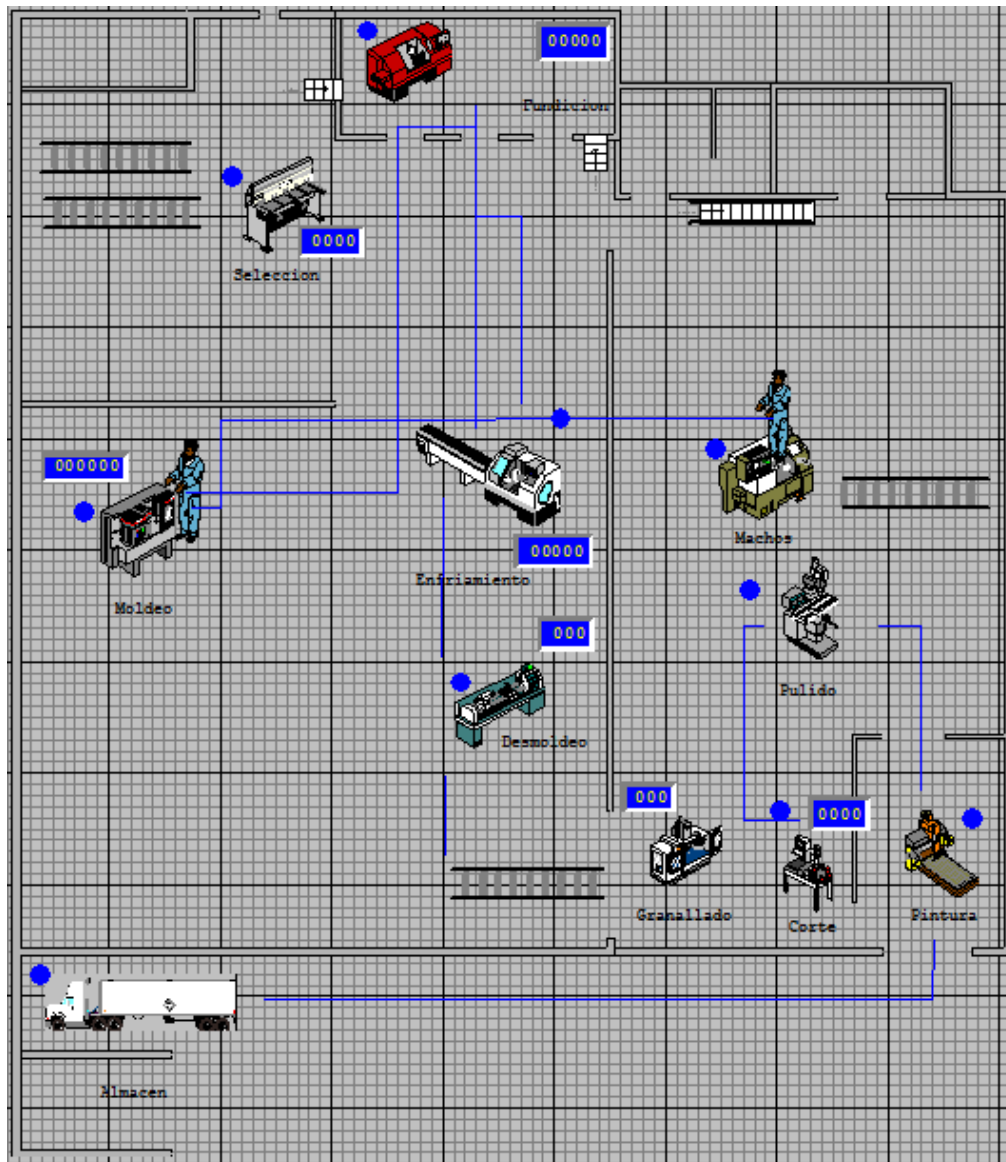
Figura 21 Resultados simulación layout actual

General Report (Normal Run - Rep. 1)									
General	Locations	Location States Multi	Location States Single	Resources	Resource States	Failed Arrivals	Entity Activity	Entity States	
Actual.MOD (Normal Run - Rep. 1)									
Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization	
Lalhe two	16,00	1,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Seleccion	16,00	16,00	80,00	185,19	15,43	16,00	16,00	96,45	
Machos	16,00	1,00	81,00	11,85	1,00	1,00	1,00	99,98	
Granallado	16,00	8,00	32,00	53,83	1,79	8,00	0,00	22,43	
Desmoldeo	16,00	16,00	32,00	17,47	0,58	16,00	0,00	3,64	
Corte	16,00	16,00	32,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
Enfriamiento	16,00	16,00	48,00	235,11	11,76	16,00	16,00	73,47	
Pulido	16,00	8,00	32,00	40,10	1,34	8,00	0,00	16,71	
Pintura	16,00	8,00	32,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
Almacen	16,00	1,00	32,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
Fundicion	16,00	16,00	64,00	170,99	11,40	16,00	16,00	71,25	
Chatarra	16,00	999999,00	82,00	21,62	1,85	2,00	2,00	91,35	
M.P.	16,00	999999,00	97,00	162,72	16,44	17,00	17,00	93,42	
M.P.Machos	16,00	999999,00	103,00	201,95	21,67	22,00	22,00	94,20	
Moldeo	16,00	16,00	80,00	124,53	10,38	16,00	16,00	64,86	
Cola Granallado	16,00	999999,00	32,00	26,57	0,89	8,00	0,00	0,61	

Fuente: Autores, 2016

Una vez simulado el estado actual se procede a realizar los cambios presentados en la propuesta de sistema de gestión anteriormente detallada, entre los cuales se incluyen modificación de los tiempos de ejecución de actividades, una nueva configuración arquitectónica con sus implicaciones y el aumento de la capacidad del horno, recordemos que este estaba siendo utilizado al 80% de su capacidad real. El layout usado para la simulación del sistema propuesto se detalla en la figura 22

Figura 22 Simulación layout propuesta METALMEC S.A.S.



Fuente: Autores, 2016

De igual forma se recopilaron los resultados de esta simulación en un periodo de evaluación de 16 horas y los resultados se muestran en la figura 23.

Figura 23 Resultados simulación layout propuesta

General Report (Normal Run - Rep.1)									
General	Locations	Location States Multi	Location States Single	Resources	Resource States	Failed Arrivals	Entity Activity	Entity States	
Propuesta.MOD (Normal Run - Rep. 1)									
Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization	
Mapa	16,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Seleccion	16,00	16,00	96,00	152,66	15,27	16,00	16,00	16,00	95,41
Machos	16,00	1,00	87,00	11,03	1,00	1,00	1,00	1,00	99,98
Granallado	16,00	8,00	40,00	45,52	1,90	8,00	8,00	8,00	23,71
Desmoldeo	16,00	16,00	48,00	14,02	0,70	16,00	0,00	0,00	4,38
Corte	16,00	16,00	32,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Enfriamiento	16,00	16,00	64,00	187,31	12,49	16,00	16,00	16,00	78,05
Pulido	16,00	8,00	32,00	31,55	1,05	8,00	0,00	0,00	13,15
Pintura	16,00	8,00	32,00	1,81	0,06	7,00	0,00	0,00	0,75
Almacen	16,00	1,00	32,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Fundicion	16,00	16,00	80,00	157,59	13,13	16,00	16,00	16,00	82,08
Chatarra	16,00	999999,00	97,00	9,03	0,91	1,00	1,00	1,00	45,62
M.P.	16,00	999999,00	115,00	153,74	18,42	19,00	19,00	19,00	93,97
M.P Machos	16,00	999999,00	109,00	190,75	21,66	23,00	22,00	22,00	94,16
Moldeo	16,00	16,00	85,00	133,51	11,82	16,00	5,00	5,00	73,88
Cola Granallado	16,00	999999,00	48,00	20,18	1,01	8,00	8,00	8,00	1,05

Fuente: Autores, 2016

Al realizar un análisis comparativo de las dos simulaciones se encuentra que algunas actividades registran un porcentaje de ocupación mayor entre ellas: Moldeo con un 9% y fundición con un 14% demostrando que los cambios planteados en el sistema de gestión desarrollado en este trabajo si inciden sobre las operaciones cuello de botella y mejoran la productividad de la empresa.

La herramienta de simulación utilizada permite una descripción del modelo trabajado bajo una plantilla donde se presentan la parametrización de las distintas entidades, recursos y variables para el estudio y entendimiento de la simulación, esta descripción se presentan en el Anexo E.

6. CONCLUSIONES

METALMEC S.A.S. como organización debe abandonar el modelo de administración actual, e integrar a sus métodos de trabajo las herramientas de manufactura moderna que se han generado en los últimos años, las cuales son completamente viables y aseguran un cambio positivo en la productividad de la empresa, productividad que desde todo punto de vista influirá satisfactoriamente en los demás factores del modelo de negocio.

Se diseñaron tres alternativas de mejora las cuales son fácilmente articularles entre sí, pero su aplicación no está supedita a un ordenamiento previo o una incorporación de conceptos previa, lo que otorga mayor libertad a la junta de accionista para emprender un plan de desarrollo que le permita transformar la administración de operaciones de manufactura.

Este estudio es concluyente en el aspecto arquitectónico, pues su actual configuración contraria los principios básicos de la economía de movimientos, así mismo muchos de los problemas de clima laboral y seguridad industria están estrechamente ligados a la planta física; razón por la cual se debe establecer el espacio físico como punto de mejora crítico, en el cual existe un nicho de problemas de toda índole y en donde convergen una serie de variables que afectan la organización es múltiples aspectos.

El análisis costo beneficio establece que la estandarización y la inclusión de tecnología son la alternativa que mayor rendimiento traerá a la organización, si bien es un factor considerable para establecer el plan de mejora, las demás alternativas no son ajenas a producir cambios positivos significativos; de hecho a razón del estado empírico de la empresa, se observa que cualquiera de las alternativas señaladas, presentara una transformación importante con amplias ventajas, situación que se presenta por el elevado número de variables sin control que posee la empresa, las alternativas entre si no muestran grandes diferencias en cuanto a los beneficios que ofrecen a la organización.

El balanceo de línea de producción marca una pauta importante en el inicio de la formalización de todos los detalles presentes en la operación de METALMEC S.A.S., es una herramienta de valor agregado para la empresa, pues su aplicación y uso no se restringe a los fines del estudio, sino que debe ser utilizada en todo momento para documentar los procesos de manufactura y socializar el método de producción.

7. RECOMENDACIONES

- La estandarización de los aspectos básicos de la organización requiere un compromiso por parte de toda la organización en mantener la documentación como norma rectora de todas las actividades que se ejecuten en la empresa. La estandarización solo alcanza los objetivos si se mantiene en el tiempo permeando todos los recursos presentes en METALMEC S.A.S.
- METALMEC S.A.S. debe velar por que las operaciones del sistema de producción este definidas tal como lo estipula el manual de funciones y procedimientos, ajustadas al diagrama de análisis de procesos en lo referente al tiempo de ejecución y método de trabajo, para lo cual es aconsejable la creación de un cargo, comúnmente denominado analista de producción, que se encargue de mantener, vigilar, actualizar y controlar todas las variables que determinan el cumplimiento de los diseñado en la documentación generada en este proyecto.
- El plan de mejora diseñado reconoce que existen externalidades positivas, que por el alcance de este estudio y la necesaria implementación del plan, no han sido cuantificadas y por lo tanto merecen un examen minucioso que permita descubrir nuevos puntos de mejora.
- La documentación generada por la estandarización sirve como base sólida para la adopción de un sistema de gestión de calidad, el cual puede ser certificado por una norma técnica, esta certificación puede dotar a METALMEC S.A.S. de un factor competitivo de especial relevancia en el sector, mejorar la imagen de la empresa con sus clientes y consolidar alternativas con clientes nuevos.
- La administración de METALMEC S.A.S. debe adoptar cambios significativos en el modelo de gestión, si se pretende hacer una transición hacia una empresa estructurada se deben abandonar los hábitos de taller que han predominado por años las Pymes colombianas; si bien no es un hecho exclusivo de METALMEC S.A.S. el cambio debe iniciar en el seno de la organización liderado por el gerente general y la junta directiva.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Adams, Everett, y Ronald Ebert. *Administración de la producción y las operaciones*. Mexico: Prentice Hall, 1991.
- Alford, John R. *Manual de Produccion*. Mexico: Hispanoamerica, 1969.
- Anaya Tejero, Julio Juan. *Logística integral: la gestión operativa de la empresa*. Tercera edición. Madrid: ESIC, 2007.
- Aquilano, Nicholas J., Richard B. Chase, y F. Robert Jacobs. *Manual de Operaciones de Manufactura y Servicios*. Primera Edición. Editado por Solano Lily Arevalo. Vol. Tomo 2. 3 vols. Bogota.: McGraw-Hill Interamericana, 2001.
- Baumgartner, Horst, Klaus Knischewski, y Harald Wieding. *CIM: Consideraciones Básicas*. Madrid, 1991.
- Bera, H. «Computer aided Scheduling (CAS) and manufacturing.» *Segundo seminario sobre sistemas avanzados de manufactura*. Pereira: Free press, 1996.
- Bertrand, J W, J Wortmann, y J Wijngaard. *Production control: a structural and design oriented approach*. Elsevier, 1990.
- Buffa, Elwod, y Sarin Rakesh. *Administracion de la produccion y de las operaciones*. Mexico: Limusa, 1995.
- Casanovas, A. *Logística empresarial*. Mexico D.F.: Gestión 2000, 2001.
- Centros Europeos de Empresas Innovadoras. *Manual de Distribucion en Planta*. Valencia: CEEI, 2008.
- Chang, Tien Chien, Richard A. Wysk, y Hsu Pin Wang. *Computer-Aided Manufacturing*. Segunda edición. New Jersey: Pearson Prentice Hall Series in Industrial and Systems Engineering, 2006.
- Chase, R., y N. Aquilano. *Dirección y administración de la producción y de las operaciones*. 6°. Barcelona: IRWIN, 1995.
- COLLER A, DAVID A, y EVANS R JAMES. *Administracion de Operaciones*. Segunda Edición. Mexico: Cengage, 2007.
- Dominguez Machuca, J.A, M.J Alvarez Gil, S Garcia Gonzalez, y A Ruiz Jimenez. *Dirección de Operaciones. Aspectos tacticos y operativos en la produccion y los servicios*. McGraw Hill, 1995.

- Dominguez Machuca, José Antonio. *Dirección de Operaciones. Aspectos Estratégicos de la Producción y los Servicios*. Madrid: McGraw Hill, 1994.
- Eilon, S. *Handbook of industrial engineering. Programación de la producción agregada de Gavriel Salvendy*. John Wiley & Sons, 1982.
- El Litoral*. «Girasol: se incrementa la estimación de cosecha.» 2 de Abril de 2011.
- Ferrate, G. *Universidad de Oviedo*. Barcelona: Universidad de Oviedo, 1986.
- Ganesh S., Hedge. *A Textbook of Industrial Robotics*. Segunda edición. LAXMI PUBLICATIONS, 2007.
- García Higera, Andrés, y Fernando J Castillo García. *CIM, El computador en la automatización de la producción*. III. España, Toledo: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, 2007.
- García, Alejandro Alonso, y Ángel Alonso García. *Conceptos de organización industrial*. Barcelona: MARCOMBO S.A., 1998.
- Godet, Michel. *De la anticipación a la acción manual de prospectiva y estrategia*. Mexico: AlfaOmega, 1996.
- Goldratt, Eliyahu. *La Meta*. Buenos Aires: Ediciones Granica S.A., 2008.
- Groover, Mikell. *Automation Production Systems an Computer Integrated Manufacturing*. New Jersey: Prentice Hall, 1989.
- . *Fundamentos de Manufactura Moderna*. México: McGraw-Hill, 2007.
- Groover, Mikell P. *Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas*. Tercera edición. Mexico D.F.: Mc Graw Hill Interamericana Editores, 2007.
- Hanke, John E, y Dean W Wichern. *Pronosticos en los negocios*. Mexico: Pearson education, 2006.
- Heizer , Jay, y Barry Render . *Principios de Administración de Operaciones 5ta Edición*. Pearson Education, 2004.
- Heizer, J. *Principios de la administracion de operaciones*. Mexico: Pearson Education, 2004.
- Heizer, J., y B. Render. *Dirección de la producción. Decisiones tácticas*. 4ª. Madrid: Prentice Hall, 1997.
- Heizer, Jay, y Barry Render. *Principios de Administración de Operaciones*. México: Pearson Education, 2004.

- Heredia, Jose Antonio. *La gestión de la fábrica: modelos para mejorar la competitividad*. Madrid: Díaz de Santos, 2004.
- Hernandez Matias, Juan Carlos, y Antonio Vizan Idolpe. *Lean manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: EOI, 2013.
- Jai, Rander Barry & Heizer. *Principios de Administración de Operaciones 5ta Edición*. Pearson Education, 1989.
- Kalpakjian, Serope, Gabrie Sánchez García, y Steven R. Schmid. *Manufactura, ingeniería y tecnología*. Cuarta Edición. Mexico D.F.: PEARSON EDUCATION, 2002.
- Khalil, E.L. «Nonlinear thermodynamics and social science modeling: fad cycles, cultural development and identificational slips.» *The American Journal of Economics and Sociology*, 1995: 423–438.
- Kotler, Philip, y Gary Armstrong. *Fundamentos del Marketing*. North Carolina: Pearson Education, 2003.
- Krajewski, Lee. *Administración de operaciones sestrategia y análisis*. Mexico: Pearson Educacion, 2000.
- Krajewski, Lee, y Larry Ritzman. *Administración de Operaciones, Estrategia y Análisis*. México: Pearson Education, 2000.
- Lockyer, Keith. *La producción Industrial*. Alfaomega, 1995.
- López García, Hilario, y Rafael González Librán. *Programación de robots industriales: control remoto del robot Asea IRB 2000*. Editado por Universidad de Oviedo. Oviedo: Universidad de Oviedo Servicio de Publicaciones, 1996.
- Lozano, Juan. *Cómo y Dónde Optimizar los Costes Logísticos*. Madrid: FC, 2002.
- Lu, David John, y Nihon Nōritsu Kyōkai. *Kanban just-in-time at Toyota: management begins at the workplace*. Edicion Revisada. Portland: Japan Management Association, 1989.
- Meredith, Jack R. *ADMINISTRACIÓN DE LAS OPERACIONES: UN ÉNFASIS CONCEPTUAL*. Segunda Edicion. México 2002.: Limusa Wiley, 2002.
- MEYERS, F. *Plant Layout and Material Handling*. Chicago: Prentice-Hall, 1993.
- Monden, Yasuhiro. *Toyota production system:an integrated approach to just-in-time*. Engineering & Management Press, 1998.
- Monks, J. *Administración de operaciones*. México D.F.: Mc Graw Hill, 1991.

- Mora Gutiérrez, Luis Alberto. *Pronosticos de demanda e inventarios*. Mexico: McGraw Hill, 2007.
- Nahmias, S. *Production and Operations Analysis*. Chicago: IRWIN, 1997.
- Nolberto, Juan Munier. *Técnicas modernas para la planeación y control de la producción: explicación, análisis y desarrollo ejemplificado para llevar a cabo esta función*. Mexico: Astrea de R Depalma, 1973.
- Pascal, Dennis, y John Shook. *Lean production simplified: a plain language guide to the world's most powerful production system*. Second Edition. New York: Productivity Press, 2007.
- Porter, Michael. *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. London: Free Press, 1998.
- Radhakrishnan, P. *Cad/Cam/Cim*. Segunda edición. New Delhi: NEW AGE INTERNATIONAL LIMITED PUBLISHERS, 2004.
- Rajadell Carreras, Manuel, y Jose Luis Sanchez Garcia. *LEAN MANUFACTURING La evidencia de una necesidad*. Madrid: Diaz de Santos, 2010.
- Riggs, James. *Sistemas de Producción, Planeación, Análisis y Control*. México: Limusa, 2001.
- Roy, Ram Naresh. *A Modern Approach To Operations Management*. Primera edición. New Delhi: NEW AGE INTERNATIONAL LIMITED PUBLISHERS, 2005.
- Russell, R., y B. Taylor. *Operations Management. Focusing on quality and competitiveness*. New Jersey: Prentice Hall, 1998.
- Sarache Castro, W. A. *Fundamentos de planeacion, programacion y control de la produccion*. Ibagué: El Poirá e impresores S.A., 1998.
- Sarache Castro, William Ariel. *FUNDAMENTOS DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN*. Ibagué: El Poirá e impresores S.A, 1998.
- Schroeder, Roger. *Administración de Operaciones*. Mexico: McGraw Hill, 1992.
- Slack, Nigel, Stuart Chambers, Christine Harland, Alan Harrison, y Johnston Robert. *Administración de Operaciones*. Segunda edición. Traducido por Marcia Gonzales Osuna. Mexico D.F.: Pearson Education Limited, 1999.
- Tawfik, L., y A.M. Chauvel. *Administración de la producción*. México D.F.: Mc Graw Hill, 1992.

- Textos Científicos. *Textos Científicos*. 14 de Agosto de 2005.
<http://www.textoscientificos.com/polimeros/polipropileno> (último acceso: 10 de Julio de 2012).
- WKIMEDIA PROJECT. *Wikipedia*. 5 de Marzo de 2011.
http://es.wikipedia.org/wiki/Planificaci%C3%B3n_de_recursos_empresales (último acceso: 7 de Marzo de 2011).
- Womack, James, Daniel Jones, y Daniel Roos. *The Machine That Changed the World : The Story of Lean Production*. New York: Harper Perennial, 1991.
- Womack, James, y Daniel Jones. «Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation.» *Free Press, Simon & Schuster, Inc.*, 2003: 1-8.

ANEXOS

ANEXO A Resultados de la encuesta

ANEXO B DAP Actuales

ANEXO C DAP Propuestos

ANEXO D Manual de funciones

ANEXO E Herramienta de Simulación