



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE
AUTOMATIZACIÓN**

Tema:

**MÉTODO DE MANUFACTURA SINCRONIZADA PARA LA PLANTA DE
FUNDICIÓN CEDAL S.A LATACUNGA.**

Trabajo de Graduación Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización.

SUB LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Sistemas de control

AUTOR: Naranjo Licintuña Alex Francisco.

TUTOR: Ing. Rosa Galleguillos

Ambato – Ecuador

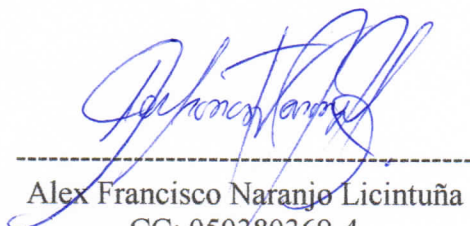
Julio 2017

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ambato julio, 2017



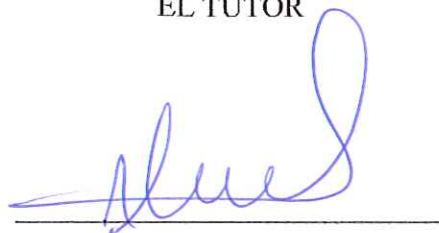
Alex Francisco Naranjo Licintuña
CC: 050380369-4

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor de Investigación sobre el tema: **“MÉTODO DE MANUFACTURA SINCRONIZADA PARA LA PLANTA DE FUNDICIÓN CEDAL S.A LATACUNGA”**, de él señor ALEX FRANCISCO NARANJO LICINTUÑA, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los tramites y posterior aprobación de la conformidad con el numeral 7.2 de los lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, julio de 2017

EL TUTOR

A handwritten signature in blue ink, consisting of a series of loops and curves, positioned above a horizontal line.

Ing. Rosa Galleguillos Pozo

AUTORÍA DEL TRABAJO

El presente Proyecto de Investigación titulado: “MÉTODO DE MANUFACTURA SINCRONIZADA PARA LA PLANTA DE FUNDICIÓN CEDAL S.A LATACUNGA”, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Julio de 2017

ALEX FRANCISCO NARANJO LICINTUÑA



CC: 050380369-4

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores Docentes Ing. César Aníbal Rosero Mantilla e Ing. John Paul Reyes Vásquez, revisaron y aprobaron el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: “MÉTODO DE MANUFACTURA SINCRONIZADA PARA LA PLANTA DE FUNDICIÓN CEDAL S.A LATACUNGA”, presentado por el señor Alex Francisco Naranjo Licintuña de acuerdo al numeral 9.1 de los lineamientos Generales para a aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulaciones de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Pilar Urrutia, Mg.

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL



Ing. César Aníbal Rosero Mantilla, Mg.

DOCENTE CALIFICADOR



Ing. John Paul Reyes Vásquez, Mg.

DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios, por brindarme confianza y ser la principal motivación en mi vida, a mi madre quien con su esfuerzo y cariño incondicional me impulsa a seguir, a mi padre que me ha mostrado que los sueños se pueden alcanzar, al regalo más grande que está inmersa en mi vida acompañándome constantemente siendo de ayuda, a mis hermanos y hermanas por haberme brindado su confianza.

Alex Francisco Naranjo Licintuña

AGRADECIMIENTO

Agradezco a cada una de las personas quienes han apoyado avanzar y culminar esta etapa, en especial a la Ing. Rosa Galleguillos como tutora del presente informe que ha hecho posible la inserción del tema y a fundamento con solides de experiencia adquirida, así también a la empresa y cada uno de los directivos de CEDAL S.A que han abierto sus puertas y hecho factible el estudio, respaldado mediante la experiencia del Ing., Hernán Navas.

Alex Francisco Naranjo Licintuña

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUTORÍA DEL TRABAJO	III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURA	XIII
ÍNDICE DE ECUACIONES	XV
RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT	XVII
GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS.....	XVIII
INTRODUCCIÓN	XX
CAPÍTULO I.....	21
EL PROBLEMA	21
1.1 Tema de Investigación	21
1.2 Planteamiento del problema.....	21
1.3 Delimitación.....	23
1.4 Justificación.....	23
1.5 Objetivos	25
1.5.1 General	25
1.5.2 Específico.....	25
CAPÍTULO II	26
MARCO TEÓRICO.....	26
2.1 Antecedentes investigativos	26
2.2 Fundamentación teórica	27
2.2.1 Teoría de las restricciones Goldratt.....	28
2.2.2 Manufactura sincronizada	28
2.2.3 Meta de una empresa.....	28

2.2.4 Productividad	29
2.2.5 Cuellos de botella.....	29
2.2.6 Canal despejado	30
2.2.7 Recurso restringido por la capacidad (Capacity-Constrained Resource, CCR)	30
2.2.8 Componentes del tiempo.....	30
2.2.9 Localización de cuello de botella.....	30
2.2.10 Como ahorrar tiempo	32
2.2.11 Sistema DBR (Drum -Buffer – Rope).....	32
2.2.12 Partes que componen un sistema DBR	33
2.2.14 Cálculo peso teórico billet de aluminio.....	35
2.2.15 Capacidad de un proceso.....	35
2.2.16 Diagramas	37
2.2.17 Estudio de tiempos	40
2.2.18 Cálculo del tiempo estándar	42
2.2.20 Software ProModel	44
2.2.21 Indicador de productividad	45
2.2.22 Plan maestro de producción	45
2.2.22 Pronóstico.....	46
2.3 Propuesta de solución.....	47
CAPÍTULO III.....	48
METODOLOGÍA	48
3.1 Modalidad e la investigación	48
3.1.1 Bibliografía documental.....	48
3.1.2 De campo	48
3.2 Población y muestra	48
3.3 Proceso de planta de fundición	49
3.3.1 Metodología de observación entrevista y estudio de métodos.....	49
3.4 Procesamiento y análisis de datos	49
3.4.1 Procesamiento	49
3.8 Desarrollo del proyecto	50
CAPÍTULO IV.....	51

DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	51
4.1 Introducción a la empresa	51
4.1.1 Datos de la empresa	51
4.1.2 Reseña histórica	52
4.1.3 Misión	53
4.1.4 Visión	53
4.1.5 Valores corporativos	53
4.1.5 Organigrama de planta	53
4.1.6 Productos.....	54
4.1.7 Proceso general de fabricación.....	56
4.1.8 Materiales	56
4.1.9 Descripción del área de trabajo	62
4.2 Selección del área de trabajo.....	65
4.2.1 Método actual de trabajo en la planta de fundición	65
4.2.1 Descripción de proceso melting	65
4.2.2 Descripción de proceso casting	67
4.2.3 Descripción de proceso tundish	68
4.2.4 Descripción de proceso homogenizado.....	70
4.2.5 Descripción de proceso sierra loma	72
4.3 Layout actual planta de fundición	74
4.4 Diagrama de recorrido.....	74
4.5 Estudio de tiempos	77
4.5.1 Cálculo del número de observaciones.....	77
4.5.2 Tiempos de producción	78
4.6 Cálculo de la capacidad de maquinas.....	81
4.6.1 Producción máxima – instalada	82
4.6.2 Capacidad real de proceso.....	82
4.7 Método DBR – planta de fundición	85
4.7.1 Identificación del cuello de botella	85
4.7.2 Identificación de las actividades críticas.....	89
4.7.3 Simulación modelo actual de trabajo ProModel	95

4.7.4 Estrategias de mejora	104
4.7.5 Subordinar todo a la decisión anterior	110
4.1 Discusión.....	122
4.2.1 TH Simulación actual.....	122
4.2.2 TH simulación DBR.....	123
4.2.3 CT simulación actual.....	123
4.2.4 CT simulación DBR.....	124
4.2.5 WIP simulación actual	125
4.2.6 WIP simulación DBR.....	125
4.2.7 Indicador de productividad	126
4.2 Interpretación de resultado	127
4.2.1 Indicador de utilización de capacidad	127
4.2.2 Indicadores de productividad	129
CAPÍTULO V	131
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	131
5.1 Conclusiones	131
5.2 Recomendaciones.....	132
1. BIBLIOGRAFÍA	133
2. ANEXOS Y APÉNDICES.....	135
Anexo A Producción Máxima año 2016.....	136
Anexo A.1 Producción Real año 2016.....	138
Anexo A.2 Resumen completo de producción año 2016.....	144
Anexo B Tiempo de proceso áreas.....	167
Anexo C Check list levantamiento de proceso	168

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Simbología diagrama de flujo	37
Tabla 2 Población planta de fundición Cedal S.A	49
Tabla 3 Productos Cedal S.A	54
Tabla 4 Proceso general de fabricación	56
Tabla 5 Descripción actividades - proceso melting	66
Tabla 6 Descripción actividades - proceso casting	67
Tabla 7 Descripción actividades - proceso tundish	69
Tabla 8 Descripción actividades - proceso homogenizado	70
Tabla 9 Proceso sierra loma	72
Tabla 10 Cálculo de número de observaciones	77
Tabla 11 Resumen de mediciones	77
Tabla 12 Tiempos de producción planta de fundición	78
Tabla 13 Tiempo de procesos	80
Tabla 14 Estudio de tiempos suplementos	80
Tabla 15 Estudio de tiempos valoración y suplementos	80
Tabla 16 Capacidad instalada	82
Tabla 17 Tiempo de producción Melting	83
Tabla 18 Tiempo de producción Sierra Loma	85
Tabla 19 Capacidad de subprocesos (planta fundición)	86
Tabla 20 Capacidad real de producción	86
Tabla 21 Resumen de producción 2013 – 2016	86
Tabla 22 Pronostico de producción año 2017	87
Tabla 23 Plan maestro de producción 2017	88
Tabla 24 Plan maestro de producción DPP	88
Tabla 25 Descripción de actividades tundish	91
Tabla 26 Actividades del tundish	92
Tabla 27 Cursograma analítico – tundish	93
Tabla 28 Diagrama hombre- máquina proceso tundish	94
Tabla 29 Descripción de lotes de producción	95
Tabla 30 Proceso actual planta fundición	101
Tabla 31 Resultado simulación método actual	104
Tabla 32 Plan maestro de producción	104
Tabla 33 Valoración de tiempo	106
Tabla 34 Suplementos según la capacidad y destreza del operario	107
Tabla 35 Cálculo tiempos de producción de actividades	107
Tabla 36 Tiempo de proceso Tundish	108
Tabla 37 Diagrama hombre máquina tundish propuesto	108
Tabla 38 Modelo propuesto planta fundición	114
Tabla 39 Resultado simulación método DBR	122
Tabla 40 Cálculo de productividad planta de fundición CEDAL S.A	127
Tabla 41 Resumen productividad	129

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1 Nivel de confianza (Sigma)	34
Figura 2 Ejemplo de diagrama de flujo	37
Figura 3 Ejemplo diagrama de recorrido	38
Figura 4 Ejemplo de cursograma analítico	39
Figura 5 Ejemplo de diagrama Hombre – Máquina	39
Figura 6 Valoración de ritmo de trabajo	41
Figura 7 Suplementos de estudios de tiempo	41
Figura 8 Suplementos por descanso	42
Figura 9 Ubicación empresa CEDAL S.A Latacunga	51
Figura 10 Organigrama empresa planta fundición CEDAL S.A	53
Figura 11 Lista productos Cedal S.A	55
Figura 12 Aluminio primario	57
Figura 13 Chatarra cedal S.A	57
Figura 14 Chatarra negra	58
Figura 15 Chatarra mesa importada	58
Figura 16 Chatarra alambre nacional	59
Figura 17 Magnesio	59
Figura 18 Silicio	60
Figura 19 Tibor	60
Figura 20 Inyección de argón	60
Figura 21 Lista de materiales cerámicos	61
Figura 22 Horno de fundición hertwich	62
Figura 23 Casting	63
Figura 24 Tundish	63
Figura 25 Homogenizado	64
Figura 26 Sierra loma	64
Figura 27 Layout planta de fundición	75
Figura 28 Diagrama de recorrido	76
Figura 29 DBR - planta de fundición	89
Figura 30 Ejemplo de diagrama de flujo	89
Figura 31 Tundish control de nivel	90
Figura 32 Tundish control de velocidad	91
Figura 33 Curva de ajuste de datos Stat::Fit proceso melting	96
Figura 34 Curva de ajuste de datos Stat::Fit proceso tundish	97
Figura 35 Curva de ajuste de datos Stat::Fit proceso homogenizado	97
Figura 36 Tasa de cuello de botella (rb)	97
Figura 37 Instalaciones del modelo actual	98
Figura 38 Entidades del modelo con dos gráficos actual	99
Figura 39 Definición de la red de desplazamiento actual	99
Figura 40 Recursos del modelo actual	99
Figura 41 Llegadas al sistema actual	100

Figura 42 Atributos del sistema actual _____	100
Figura 43 Variables del sistema actual _____	100
Figura 44 Subrutina cal_th actual _____	101
Figura 45 Interfaz modelo actual _____	103
Figura 46 resultados de la simulación _____	103
Figura 47 DBR- proceso tundish _____	110
Figura 48 Instalaciones del modelo propuesto _____	111
Figura 49 Entidades del modelo con dos gráficos propuestos _____	112
Figura 50 Definición de la red de desplazamiento propuesto _____	112
Figura 51 Recursos del modelo propuesto _____	112
Figura 52 Llegadas al sistema propuesto _____	113
Figura 53 Atributos del sistema propuesto _____	113
Figura 54 Variables del sistema propuesto _____	113
Figura 55 Subrutina cal_th propuesto _____	114
Figura 56 Definición macros modelo propuesto _____	114
Figura 57 Escenarios modelo propuesto _____	114
Figura 58 Interfaz modelo actual _____	117
Figura 59 Escenario base simulación propuesta _____	118
Figura 60 Escenario A simulación propuesta _____	118
Figura 61 Escenario B simulación propuesta _____	119
Figura 62 Escenario C simulación propuesta _____	119
Figura 63 Escenario D simulación propuesta _____	120
Figura 64 Escenario E simulación propuesta _____	120
Figura 65 Escenario F simulación propuesta _____	121
Figura 66 Escenario G simulación propuesta _____	121
Figura 67 Throughput (th) modelo actual _____	122
Figura 68 Throughput (th) modelo DBR _____	123
Figura 69 Tiempo de ciclo modelo actual _____	124
Figura 70 Tiempo de ciclo modelo DBR _____	124
Figura 71 Work in process WIP actual _____	125
Figura 72 Work in process WIP – DBR _____	126
Figura 73 Utilización de capacidad método actual _____	127
Figura 74 Utilización de capacidad método DBR _____	128

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Método estadístico número de observaciones.....	34
Ecuación 2 Cálculo peso teórico billet aluminio.....	35
Ecuación 3 Capacidad real	36
Ecuación 4 Capacidad utilizada	36
Ecuación 5 Cálculo de tiempo Observado	42
Ecuación 6 Cálculo de tiempo básico	43
Ecuación 7 Cálculo de tiempo estándar	43
Ecuación 8 Ley de Little	44
Ecuación 9 Calculo de productividad	45
Ecuación 10 Secante Y.....	46
Ecuación 11 Pendiente de la recta.....	46

RESUMEN

La presente investigación tiene como propósito realizar estrategias de mejora de la productividad para la planta de fundición de la empresa CEDAL S.A. El método DBR (Drum Buffer Rope – Tambor cuerda amortiguador) basado en la teoría de restricciones, tiene como fin de identificar y explotar el cuello de botella para de esta manera sincronizar las actividades y procesos. Para cumplir con el objetivo propuesto en el presente proyecto, se re ha realizado la simulación del proceso a través del software ProModel V9.3 estudiante.

Como punto de inicio el levantamiento de procesos de la planta de fundición CEDAL S.A a través del estudio de tiempos, diseño de flujograma procesos, Cursograma analítico y Layout de planta, ha proporcionado datos necesarios para el posterior análisis que permiten establecer de forma clara el flujo de proceso, para luego determinar el recurso restringido por la capacidad. Luego se aplica la teoría DBR por medio de la simulación en el software ProModel, en el que se ha implementado buffers que sincronicen el proceso.

Se concluye que las estrategias de mejora describen un mejor desempeño de la planta de producción; mostrando un menor inventario de procesos, menor tiempo ciclo, además de incrementar la productividad en 0,48%.

ABSTRACT

The purpose of this research is to develop productivity improvement grids for the foundation plant of CEDAL SA. The DBR (drum buffer rope) method based on the theory of constraints aims at identifying and exploiting the Bottleneck to synchronize activities and processes. In order to fulfill the objective proposed in the present project, the simulation of the process has been carried out through ProModel V9.3 student software.

As a starting point, the process survey of the CEDAL SA smelter plant through the study of times, flow chart design, analytical Cursogram and Layout of plant, has provided data necessary for the subsequent analysis that allow to establish clearly the flow Process, and then determine the resource constrained by the capacity. Then the DBR theory is applied through the simulation in the ProModel software, in which buffers have been implemented that synchronize the process.

It is concluded that the improvement strategies describe a better performance of the production plant; Showing a lower inventory of processes, shorter cycle time, besides increasing productivity by 0,48%.

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS

Términos

Productividad: Capacidad de la naturaleza o industria para producir.

Manufactura sincronizada: Se define como la capacidad de una planta para coordinar todas y cada una de sus actividades que influyen en el proceso.

Simulación: ES una representación artificial de la realidad, realizada por medio de un software que trasporta la entorno a una interfaz

Promodel: Es un simulador con animación para computadoras personales que permite simular todo tipo de sistemas de manufactura, logística, y manejo de la producción.

Tasa de producción: Proporciona el número de unidades de salida por unidad de tiempo que la empresa pretende fabricar o proporcionar al mercado para atender la demanda existente en el medio.

Capacidad de producción: Limitación de los recursos que serán utilizados en la transformación de materiales u objetos en un periodo de tiempo determinado.

Tiempo de producción: Tiempo necesario para realizar una o varias operaciones.

Tiempo de ciclo: Parámetro que define al proceso es decir el tiempo en el que la actividad se ejecuta.

Control de producción: Medio para establecer una continua evaluación y análisis de los factores que influyen a un proceso, y atreves del cual se pretende regular e incrementar la eficiencia la producción

Acrónimos

DBR: Drum Buffer Roper – Tambor cuerda amortiguador

CCR: Recurso restringido por la capacidad

TS: Tiempo Estándar

TO: Tiempo Observado

CU: Capacidad Utilizada

WIP: Inventario en proceso

TU: Tiempo utilizado o capacidad instalada

CT: Tiempo de ciclo

TH: Tasa de producción

Rb: Tasa de cuello de botella

INTRODUCCIÓN

En el presente proyecto de investigación se desarrolla un método de manufactura sincronizada para la planta de fundición Cedal S.A Latacunga, en la empresa existe necesidades de mejora en la producción; la metodología DBR (tambor – cuerda – amortiguador) se destaca por la sincronización de los procesos para llegar a un fin determinado con los mejores resultados explotando las restricciones del sistema.

El presente informe consta de 5 capítulos estructurados de la siguiente manera:

En el Capítulo I, se relatan las razones por la cuales es necesario el desarrollo de la presente investigación partiendo de un análisis macro hasta alcanzar el desglose de las necesidades que se debe cubrir.

En el Capítulo II, se exponen los antecedentes investigativos desarrollados en el proyecto y el respaldo contundente de una fundamentación teórica referente a métodos de manufactura sincronizada, con la capacidad de proporcionar una propuesta de solución.

En el Capítulo III, Se describe la modalidad e investigación y los procesos que se llevaron a cabo para el desarrollo del proyecto, así como el tamaño de población y muestras, además de una serie de pasos a seguir para la recolección de datos con la finalidad de un posterior procesamiento y análisis.

En el Capítulo IV, se describe el proceso que se llevó para la selección y estructuración de las propuestas tomando en cuenta los resultados y la posible solución mencionados en capítulos anteriores.

En el capítulo V, se presentan de forma ordenada las conclusiones y recomendaciones posteriores al análisis, con la finalidad de mostrar de forma sencilla la culminación del proyecto.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Tema de Investigación

“MÉTODO DE MANUFACTURA SINCRONIZADA PARA LA PLANTA DE FUNDICIÓN CEDAL S.A LATACUNGA”

1.2 Planteamiento del problema

La cotidianidad de la vida impulsa brevemente a la toma de decisiones muchas de estas no aciertan con los propósitos y metas a cumplir, lo que conlleva a realizar estudios exhaustivos para acceder a la valoración de una decisión eficaz que sea de utilidad, “La toma de decisiones es un proceso de selección entre cursos alternativos de acción, basados en un conjunto de criterios, para alcanzar uno o más objetivos” [1]. En el mundo la toma de decisiones presenta un gran impacto a nivel empresarial; la industria de aluminio se ve afectada por varios factores que obstaculizan el incremento de la productividad los mismos que están relacionados directamente por la toma aleatoria de decisiones.

En la actualidad se menciona que es necesario, “Potenciar y profundizar las herramientas y factores para el desarrollo de la Innovación y la Sofisticación pública y privada, clave para mejorar la productividad” [2]. La industria de aluminio genera la necesidad de un proceso de mejora continua, debido a que está relacionada por varios sectores de producción; como es el caso del área de fundición de aluminio en la que se debe llevar un control minucioso de cada una de las actividades que en esta se ejecutan.

En las industrias de fundición que actualmente se han consolidado y fundamentado su participación en el mercado, se ha podido destacar el control y toma de decisiones hacia la mejora de la productividad por lo cual “La competitividad, es decir, la capacidad de una empresa para mantener ventajas significativas frente a otras afines, se consiguen mediante la inversión en investigación, innovación y desarrollo tecnológico teniendo en cuenta el campo de incursión que se desea” [3], es así que para cada uno de los sectores productivos se recomienda llevar un control adecuado en lo que concierne a producir.

A través del INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) en la medición del desempeño económico de los sectores productivos a nivel Nacional, presenta valores promedios del crecimiento o decrecimiento de la actividad económica [4], varias anomalías en la actividad económica se orientan a que “No hay reservas internas disponibles para el desarrollo y recuperación inmediato del país” [5] pero la actividad interna de las empresas pueden ser controladas y reguladas de manera que se encuentre manteniendo o incrementando su productividad, ya sea por medio de la disminución de gastos innecesarios, incremento de la producción con la misma cantidad de recursos o manteniendo la calidad actual.

En la provincia de Cotopaxi se presenta una disminución de la actividad económica social, razón por la cual el sector empresarial se ve obligado a tomar decisiones para desarrollar su crecimiento económico, en la planta de fundición de aluminio CEDAL S.A ubicada en la ciudad de Latacunga, presenta de una deficiente gestión de materiales, sistemas de controles obsoletos, carencia de comunicación efectiva y no muy bien llevada relaciones interpersonales, asimismo se destaca las políticas y poderes que rigen a la planta de fundición con la toma no acertada de decisiones, adicional a esto la causa principal se debe a los fallos de control en las restricciones “Cuellos de botella” en el proceso de manufactura ya que la planta y ocasiones frecuentes queda desabastecida de materia prima ocasionando paros de producción, así también la generación de desperdicios por la falta de control de calidad; estas causas mencionadas provoca estrés laboral, disminución de la productividad, desperdicios, logística deficiente, falta de compromiso, descontrol de las normas, tardía recuperación que en conjunto forjan un fallo en el proceso de producción generando una baja productividad.

1.3 Delimitación

1.3.1 Área Académica: Ingenierías

1.3.2 Línea De Investigación: Sistemas de control

1.3.2.1 Sublínea: Calidad de procesos productivos y de servicios

1.3.3 Delimitación Espacial: La investigación se desarrolló en la planta de fundición de la empresa CEDAL S.A Latacunga.

1.3.4 Delimitación Temporal: La investigación se realizó posterior a la aprobación del perfil por parte del H. Consejo Directivo de la Facultad.

1.4 Justificación

La investigación presenta vital importancia debido a la generación de rechazos y paros de proceso; [6] por lo cual una de las mayores ventajas competitivas es llevar un adecuado control de producción; el incremento de la productividad manejada con criterio y responsabilidad de manera ordenada y precisa en los procesos que se ejecutan en la planta de fundición de la empresa CEDAL S.A Latacunga conlleva a que estos factores no incidan directamente, reduciendo el impacto hacia la empresa; tomando en cuenta que todo es mejorable cabe mencionar que la empresa ha mantenido estándares de calidad, los cuales hacen que el trabajo requiera una minuciosa atención, la productividad puede relacionarse directamente con la optimización de tiempo o dinero, es decir prevenir que existan gastos innecesarios y modificar apropiadamente los tiempos de producción, provocando de esta manera ser más eficientes. [7]

Para la elaboración del presente proyecto se ha mostrado un alto grado de factibilidad ya que se han adquiridos conocimientos necesarios por parte del investigador para realizar el estudio, además de acceder a información de forma fácil con fuentes bibliográficas confiables que sirvieron de soporte para la estructuración del propósito, cabe destacar que las autoridades a cargo como Gerente general, Jefe Planta, Asistente y operarios han brindando una amplia cobertura de información, y permisos pertinentes para los estudios de campo posteriores. “Un enfoque basado en procesos orientado a aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus

requisitos favorece que una organización gestione y utilice sus recursos de manera cada vez más eficiente” [8].

En la política de la empresa CEDAL S.A, se destaca la preocupación por brindar la calidad en el producto y un excelente servicio, para lo cual la investigación teórica se estableció como parte fundamental de soporte del proyecto impulsando seguridad de la información al contener fuentes de otros autores que avalan la realización del presente estudio.

En la planta de fundición CEDAL S.A distribuida acorde al requerimiento de transporte y flujo de proceso, presenta un serie de problemas conjuntos en los que se destacan los desperdicios generados por el TUNDISH proceso clave de conformación de Billet's (lingote de aluminio) ya que es una de las áreas primordiales para el inicio de funcionamiento, SIERRA LOMA presenta un inventario que se podría manipular para que el trabajador presente resultados acordes a su jornada motivado alcanzar metas ya que al no llegar a la cantidad deseada esta área también podría llegar a ser un cuello de botella, ingreso de la materia Prima al MELTING (Horno) en la actualidad no existe un control adecuado para el ingreso de chatarra lo que provoca el cambio en la composición química estándar en el CASTING en el cual se mantiene generando desperdicios que se pueden reducir considerablemente para mantener la calidad del producto, en si mediante DBR (Tambor-cuerda-amortiguador) se promueve a la sincronía de las actividades y procesos, identificando los cuellos de botella para poder actuar sobre ellos comprendiendo que la base no es como un pensamiento localizado sino más bien eficaz para donde hemos identificado el condicionante principal del proceso, [9] pretendiendo mantener el proceso continuo con la menor cantidad de desperdicios y paros de producción.

Los beneficios se centran para la empresa CEDAL S.A Latacunga ya que la razón principal de una empresa es el ser productivo, así también para los trabajadores que se encuentren dentro de las instalaciones realizando labores predeterminados constantes. La alta dirección estará contribuida ya que se podrá establecer parámetros que determinen las condiciones actuales, mostrando que las propuestas de cambio y mejora estarán enfocadas en el incremento de la productividad y de cierta forma validando los estándares de calidad que se han mantenido rigiendo en la empresa. [10]

1.5 Objetivos

1.5.1 General

Determinar un método de manufactura sincronizada en el área de fundición de la empresa CEDAL S.A Latacunga mediante la aplicación de teoría de restricciones (DBR).

1.5.2 Específico

1. Levantar información de las condiciones y estado actual del proceso de fundición CEDAL S.A Latacunga.
2. Aplicar la teoría DBR en las operaciones restrictivas del proceso.
3. Diseñar estrategias para mejorar la productividad basado en la identificación de las actividades críticas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes investigativos

Debido a la necesidad de sustento teórico en temas acordes a la metodología ya se ha dirigido hacia la búsqueda en distintos repositorios tales como el de la Universidad Técnica de Ambato, así también fuentes internacionales lo cual hacen que la factibilidad del mismo sea completamente sustentable.

El talento humano que posee la empresa nace del compromiso de mantener e incrementar la productividad. Permitiendo acortar los tiempos muertos e incrementar la utilización de la planta, el sobreesfuerzo generado para dicho incremento debe ser recompensado hacia los trabajadores para de esta manera mantener una relación activa entre el operario y la empresa [11].

También se observan estudios de tiempos y movimientos para el incremento de la productividad en la empresa CEDAL S.A, la misma que muestra métodos apropiados para la ejecución de un análisis de estudio de tiempos y movimientos enfocándose en la posterior estandarización. Es indispensable señalar que a lo largo de la historia se han ido mejorando los métodos de análisis ya que la calidad y eficiente medición provoca que los resultados no solamente sean apropiados, sino que logran inducir un cambio radical dentro de las industrias debido a que estos resultados será los que incidan directamente en el flujo de proceso [12].

Otra investigación señala que “La calidad y productividad son dos caras de una misma moneda”, esto quiere decir que todo lo que incide en optimar la calidad se enfoca

directamente en el mejoramiento de la productividad ya que el reducir el costo de inspección y mantener una garantía para el producto emite un resultado, positivo para la empresa. La calidad es una de las razones principales no solo para el consumidor sino también para la empresa ya que los estándares de calidad permiten que la productividad pueda mantenerse e incrementarse acorde a las mejoras que se realicen en el proceso [13].

Además, existe propuesta para el incremento de productividad en una planta de fundición mediante la aplicación de la herramienta Six sigma, es decir reducir los desperdicios que se producen a lo largo del proceso, esto se ha logrado mediante un estudio objetivo del nivel de desempeño así también apoyándose del aporte de las herramientas de mejora y análisis apropiado del problema. [14]

Asimismo, del uso de la teoría de restricciones como herramienta para el incremento de la productividad, ya que aumenta la producción mediante el análisis y posterior necesidad de reestructuración en el proceso, menciona también a la teoría de restricciones como pieza fundamental para reducir los paros de producción debido a los cuellos de botella [15].

Del mismo modo la teoría de restricción ha sido una de las salidas de emergencias más importantes en la optimización de sistemas de servicios de manufactura, para lo cual destaca el libro “La Meta” por Goldratt en el cual se introduce a la teoría de restricciones es decir a la planeación de cómo ser productivo, explicando que TOC, DBR son los métodos más implementados por la industria para ser más eficiente y eficaz [16].

Finalmente, la identificación, medición, evaluación, control y vigilancia de los factores que influyen en la producción estarán también asociados por la conservación de estándares de calidad y recursos tecnológicos, económicos, humanos necesarios para mantener la productividad en beneficio de la empresa.

2.2 Fundamentación teórica

En el siguiente apartado se encuentran los recursos necesarios en materia de conocimiento para la elaboración del proyecto, permitiendo validar y sustentar con bases sólidas.

2.2.1 Teoría de las restricciones Goldratt

A continuación, se detallan los puntos a seguir para la aplicación de la metodología DBR propuesta por Goldratt, en la que se menciona una serie de pasos que motivan a la mejora continua.

- Identifique las restricciones del sistema (no es posible hacer mejoras si no se encuentra la restricción o el eslabón débil).
- Decida cómo aprovechar las restricciones del sistema (que las restricciones sean lo más efectivas posibles).
- Subordine todo a esa decisión (articule el resto del sistema para que apoye las restricciones, incluso si esto reduce la eficiencia de los recursos no restringidos).
- Eleve las restricciones del sistema (si la producción todavía es inadecuada, adquiera más de este recurso para que deje de ser una restricción).
- Si en los pasos anteriores se fracturaron las restricciones, vuelva al paso uno, pero no deje que la inercia se vuelva la restricción del sistema. (Cuando se resuelva el problema de la restricción, vuelva al comienzo y empiece de Nuevo. Es un proceso continuo de mejora por identificar las restricciones, fracturarlas e identificar las nuevas que surjan.) [9]

2.2.2 Manufactura sincronizada

El trabajo de Goldratt está basado en la noción de manufactura sincronizada, que se refiere a que todo el proceso de producción opere armónicamente para alcanzar la meta de utilidades de la compañía.

Cuando la manufactura se sincroniza, se pone el énfasis en el desempeño total del sistema, no en medidas particulares como aprovechamiento de mano de obra o de máquinas [17].

2.2.3 Meta de una empresa

LA META DE UNA EMPRESA ES GANAR DINERO, Goldratt argumenta que si bien una organización tiene muchos propósitos (como abrir fuentes de empleo,

consumir materias primas, aumentar las ventas, incrementar la participación en el mercado, desarrollar tecnología o elaborar productos de calidad), no garantizan la supervivencia de la empresa a la larga. “Son medios para alcanzar la meta, no la meta en sí. Si la empresa gana dinero, y sólo si gana dinero, prospera” [17].

2.2.4 Productividad

Comúnmente, la productividad se mide en términos de producción por hora de trabajo. Sin embargo, esta medida no asegura que la empresa gane dinero (por ejemplo, cuando la producción adicional no se vende, sino que se acumula como inventario). Para probar si la productividad aumentó, se deben formular estas preguntas: ¿La acción emprendida aumentó la producción? ¿Se redujo el inventario? ¿Bajaron los gastos operativos? Esto lleva a una nueva definición:

LA PRODUCTIVIDAD CONSISTE EN TODAS LAS ACCIONES QUE ACERCAN A UNA COMPAÑÍA A SU META [17].

2.2.5 Cuellos de botella

A continuación, se menciona de forma clara la definición de un cuello de botella dentro de una industria, siendo de utilidad para su posterior identificación

- Se define como cualquier recurso cuya capacidad sea menor que su demanda.
- Un cuello de botella es una restricción en el sistema que limita la producción.
- En el proceso de manufactura, es el punto donde el caudal se adelgaza hasta ser una corriente flaca.
- Un cuello de botella puede ser una máquina, falta de trabajadores capacitados o una herramienta especial.
- En las observaciones de la industria se ha visto que la mayoría de las plantas tienen muy pocas operaciones con cuellos de botella.
- Si no hay cuellos de botella, sobra capacidad y es preciso cambiar el sistema para generar un cuello de botella (como más tiempo de preparación o aminorar la capacidad) [17].

2.2.6 Canal despejado

Es todo recurso cuya capacidad es mayor que la demanda que se le impone. Por lo tanto, un canal despejado no debe trabajar de continuo, ya que produciría más de lo que se necesita. Un canal despejado incluye tiempo ocioso [17].

2.2.7 Recurso restringido por la capacidad (Capacity-Constrained Resource, CCR)

Es aquel cuya utilización está cerca de la capacidad y podría ser un cuello de botella, si no se programa con cuidado. Por ejemplo, un CCR podría recibir trabajo de varias fuentes en un entorno de planta fabril. Si estas fuentes programan su ritmo de manera que se genere tiempo ocioso ocasional para el CCR que supere su capacidad sin usar, el CCR se convierte en cuello de botella cuando el volumen del trabajo llega más tarde. Esto ocurre si se cambia el tamaño de los lotes o si alguna de las operaciones anteriores no funciona por cualquier motivo y no envía suficiente trabajo al CCR. [17]

2.2.8 Componentes del tiempo

- Tiempo de preparación: Tiempo que espera una pieza a que se prepare un recurso para trabajarla.
- Tiempo de procesamiento: Tiempo en que se procesa la pieza.
- Tiempo de cola: El tiempo que una pieza espera un recurso mientras éste se encuentra ocupado en otra cosa.
- Tiempo de espera: Tiempo que espera una pieza no por un recurso, sino por otra pieza con la que va a armarse.
- Tiempo ocioso: Tiempo sin utilizar, es decir, el tiempo del ciclo menos los tiempos de preparación, procesamiento, cola y espera [17]

2.2.9 Localización de cuello de botella

Hay dos maneras de encontrar cuellos de botella en un sistema. Uno es ejecutar un perfil de recursos de capacidad; el otro es aprovechar el conocimiento que se tenga de una planta, examinar el sistema en operación y hablar con supervisores y trabajadores

Para trazar un perfil de recursos de capacidad, se estudian las cargas que imponen

sobre cada recurso los productos que tienen programados. Al ejecutar un perfil de capacidad se da por supuesto que los datos son precisos, aunque no sean perfectos. Por ejemplo, considérese que los productos han sido canalizados por los recursos M1 a M5. Supóngase que el primer cálculo de las cargas de los productos sobre estos recursos muestra lo siguiente:

- › M1 130% de capacidad
- › M2 120% de capacidad
- › M3 105% de capacidad
- › M4 95% de capacidad
- › M5 85% de capacidad

Para este primer análisis, cabe descartar que los recursos con menor porcentaje, puesto que no son cuellos de botella y no deben representar un problema. Con esta lista a la mano, hay que ir personalmente a las instalaciones y revisar las cinco operaciones.

Observe que M1, M2 y M3 tienen una carga excesiva; es decir, están programadas a más de su capacidad. Sería de esperar que hubiera grandes cantidades de inventario junto a M1 o, en caso contrario, debería haber errores en otra pieza, como la nomenclatura de materiales o las hojas de rutas. Por ejemplo, supóngase que en las observaciones y por comentarios del personal de la planta se muestra que hay errores en M1, M2, M3 y M4. Se encuentra su origen, se hacen las correcciones apropiadas y se vuelve a trazar el perfil de capacidad:

- › M2 115% de capacidad
- › M1 110% de capacidad
- › M3 105% de capacidad
- › M4 90% de capacidad
- › M5 85% de capacidad

M1, M2 y M3 todavía no tienen suficiente capacidad, pero M2 es el más grave. Si ahora se tiene confianza en las cifras, se designa M2 como el cuello de botella. Si los datos contuvieran demasiados errores para hacer un análisis detallado, no valdría la pena perder el tiempo en hacer correcciones (podrían pasar meses).

2.2.10 Como ahorrar tiempo

Un cuello de botella es un recurso con capacidad menor que su demanda. Como el enfoque aquí es en los cuellos de botella que restringen la producción (definido como ventas), la capacidad de un cuello de botella es menor que la demanda del mercado. Hay varias maneras de ahorrar tiempo en un cuello de botella (mejores herramientas, mano de obra de más calidad, lotes más grandes, reducción de tiempos de preparación, etc.), pero ¿es valioso el tiempo adicional? ¡Es mucho muy valioso!

UNA HORA AHORRADA EN EL CUELLO DE BOTELLA AÑADE UNA HORA AL SISTEMA DE PRODUCCIÓN.

¿Qué pasa si se ahorra tiempo en un recurso de canal despejado?

UNA HORA AHORRADA EN UN CANAL DESPEJADO ES UNA ILUSIÓN Y SÓLO AÑADE UNA HORA A SU TIEMPO OCIOSO. [17]

2.2.11 Sistema DBR (Drum -Buffer – Rope)

Todo Sistema de producción necesita uno o varios puntos de control, si en un sistema se encuentra un cuello de botella, ahí está el mejor lugar para aplicar un punto de control [17]. Es un método de planificación de la producción que se ha ido desarrollando y ha aumentado su aplicación con el pasar del tiempo [18] [19].

El sistema DBR comprende de cinco pasos clave para la ejecución del método:

1. **Identificar el cuello de botella.** - Recurso cuya capacidad es igual o menor a la demanda.
2. **Explotar el cuello de botella.** – Sacar el mayor provecho de la restricción sin ninguna inversión adicional, abastecer al mercado como único propósito de alcanzar mayores ventas.
3. **Subordinar todo a la decisión anterior.** – Disponer del cuello de botella como el tambor del proceso, provocando que los otros recursos que no son considerados como cuello de botella trabajen acorde al recurso restringido de capacidad.
4. **Elevar la capacidad del cuello de botella.** – Una de la forma más eficiente para elevar el cuello de botella se pueda destacar como REALIZAR UN

MANTENIMIENTO PREVENTIVO, con la finalidad de controlar que la maquina falle durante el proceso de producción, mantener los estándares de calidad y control de la materia prima para evitar producto defectuoso, reproceso, etc.

5. **Volver al paso 1.** – Mediante este paso lo que se busca es el mejoramiento continuo ya que esa es la razón de ser para verificar el control y posible nuevas restricciones.

2.2.12 Partes que componen un sistema DBR

A continuación, se detallan las partes que componen el sistema DBR, mostrando una descripción breve y clara de cada una de sus fases.

2.2.12.1 Tambor (DRUM)

Es considerado como el recurso restringido de la capacidad que limita la producción total de la compañía. La restricción se asemeja a un tambor en el cual el ritmo que lleve impulsa el resto de recursos [19].

2.2.12.2 Amortiguador (Buffer)

Es un mecanismo de protección. Goldratt menciona que si un recurso de capacidad restringida determina el mejor rendimiento que se espera en una organización este no debe ser despreciado. Es necesario manejar y controlar el cuello de botella protegiéndolo de los tiempos ociosos y perturbaciones, mediante este se puede planificar el arribo del producto del proceso en un periodo de tiempo antes que el cuello de botella empiece su trabajo [19].

2.2.12.3 Cuerda (Rope)

Es un recurso que se extiende entre la restricción y la liberación inicial de material del proceso productivo. Es decir, manejar el monto de ingreso con el de procesos para que no se acule demasiado inventario [19].

2.2.13 Calculo del número de observaciones

El cálculo de numero de observaciones es uno de los procesos necesarios para la continuación en lo que concierne a mediciones puesto que en la etapa de cronometraje

el valor que se obtenga dependerá de la medida de nivel de confianza del estudio de tiempo, marcando como objetivo determinar el valor promedio representativo para cada elemento, existen dos tipos de mediciones el método estadístico, y el método tradicional.

2.2.13.1 Método Estadístico

Para el método estadístico se requiere cierto número de mediciones preliminares en el que se presenta un nivel de confianza 95,5% y un Margen de error 5%.

Ecuación 1 Método estadístico número de observaciones

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n' \sum x^2 - \sum(x)^2}}{\sum x} \right)^2 \quad (1)$$

n = Tamaño de la muestra que deseado calcular (número de observaciones)

n' = Número de observaciones del estudio preliminar

Σ = Suma de los valores

x = Valor de las observaciones.

40 = Constante para un nivel de confianza de 95.46%

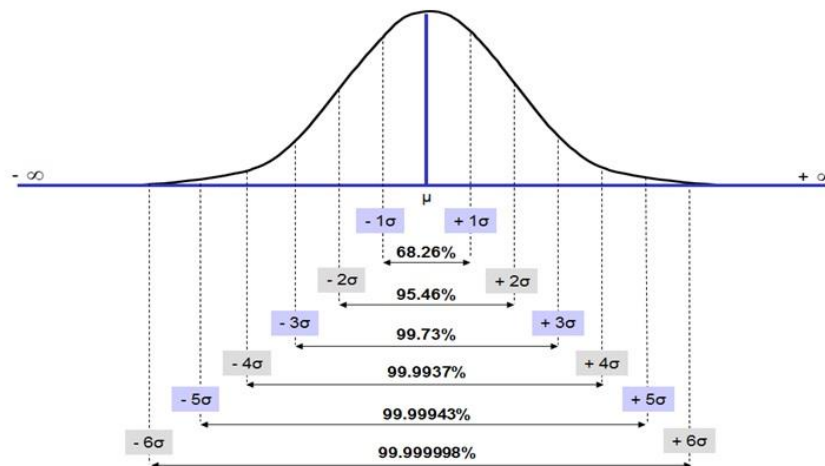


Figura 1 Nivel de confianza (Sigma)

Con frecuencia el nivel de confianza es de 95.5% la razón práctica es que el nivel de confianza corresponde a 2 sigma, donde sigma representa la desviación estándar; es decir un 95.5% de probabilidad de que no se vea afectada la muestra y presente un margen de error de un 5% [17].

2.2.14 Cálculo peso teórico billet de aluminio

Es factible determinar el peso teórico de un material, para este caso el peso de un billet de aluminio, en lo que se aplica la Ecuación 2.

Ecuación 2 Cálculo peso teórico billet aluminio

$$W = \frac{\pi * D^2}{4} * L * d \quad (2)$$

Donde:

D= Diámetro del billet

L= Longitud requerida para el calculo

d= Densidad del material

La densidad es relativa al tipo de material que se requiera en el caso del aluminio la densidad varia en relación a la composición de dicho material [20].

Aluminio: 2800 kg/m³

Aluminio 6005: 2700 kg/m³

Aluminio 6063: 2690 kg/m³

2.2.15 Capacidad de un proceso

2.2.15.1 Capacidad efectiva

La tasa de capacidad efectiva se refiere a la cantidad de producto que puede ser teóricamente producido durante un período de tiempo, es decir este valor muestra la capacidad máxima de una planta en óptimas condiciones sin interrupción, vacaciones, fines de semana, etc. La capacidad efectiva viene a mostrarse teóricamente enlazada en conjunto con la capacidad instalada de planta, ese puede determinar de dos formas esta capacidad [17].

- Forma teórica de los históricos más altos en un día de producción sin contar las interrupciones.
- De ser una planta nueva se puede determinar mediante los valores de fabricación de cada una de las máquinas del proceso de producción.

2.2.15.2 Capacidad real

Es el valor que proviene de la relación entre el volumen de producción planificado sobre la velocidad máxima especificada de producción, es decir, los que se produce en relación al tiempo que se está produciendo tomando en cuenta los tiempos ociosos, suplementos, etc. [21]. En la Ecuación 3 se muestra la fórmula de cálculo de la capacidad real.

Ecuación 3 Capacidad real

$$CR = \frac{\text{Volumen de producción a obtener}}{VEpro} \quad (3)$$

$$VEpro = VEmaq * FC$$

Donde:

VEmaq=Velocidad especificada de producción, aportada por el fabricante

FC = Factor de conversión de unidades

2.2.15.3 Capacidad Utilizada

La capacidad utilizada muestra el índice porcentual de la capacidad con la que se encuentra trabajando dicha máquina para lo que se ejecuta la relación entre la capacidad efectiva o instalada, sobre la capacidad real calculada como se observa en la Ecuación 4 [17] .

Ecuación 4 Capacidad utilizada

$$CU = \frac{TU}{CR} * 100\% \quad (4a)$$

$$CU = \frac{\text{Capacidad real}}{\text{Capacidad Instalada}} * 100 \quad (4b)$$

Donde

CU= Capacidad Utilizada

TU= Tiempo utilizado o capacidad instalada

2.2.16 Diagramas

Es factible la presentación de resultados como paso posterior al levantamiento de procesos ya que de esta manera se puede ampliar y precisar de forma óptima el funcionamiento u organización de la empresa.

2.2.16.1 Diagrama de Flujo

Permite que se observe el proceso de forma rápida y sencilla, el flujo de proceso normal que existe en la planta, o empresa en la que se esté ejecutando el estudio, razón por la cual es uno de los diagramas más usados dentro de los que estudio de método de producción [21].

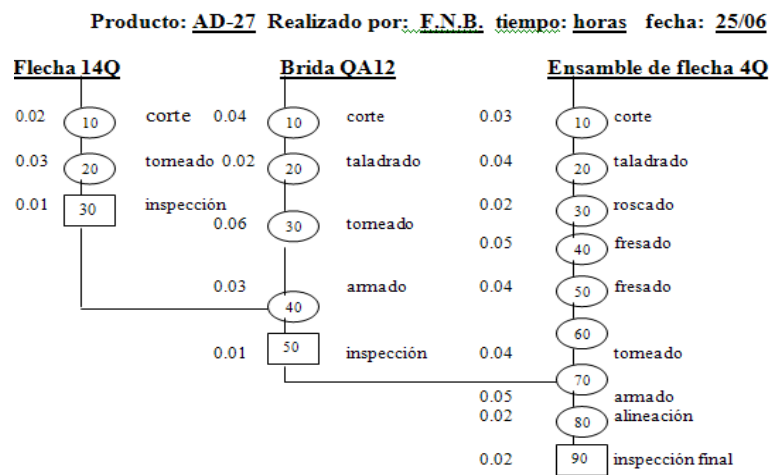


Figura 2 Ejemplo de diagrama de flujo

Los símbolos representativos del diagrama de flujo de proceso se describen continuación en la Tabla 1.

Diagrama de flujo			
	Inicio/terminación		Demora
	Operación		Almacenamiento
	Transporte		Inspección

Tabla 1 Simbología diagrama de flujo

2.2.16.2 Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido indica la distribución originaria de la sección de recepción en una fábrica, representando el trayecto que sigue el producto, desde el punto de llegada hasta los estantes del depósito mediante símbolos de las diversas actividades, de modo que el lector pueda tener en cuenta con más facilidad las operaciones efectuadas

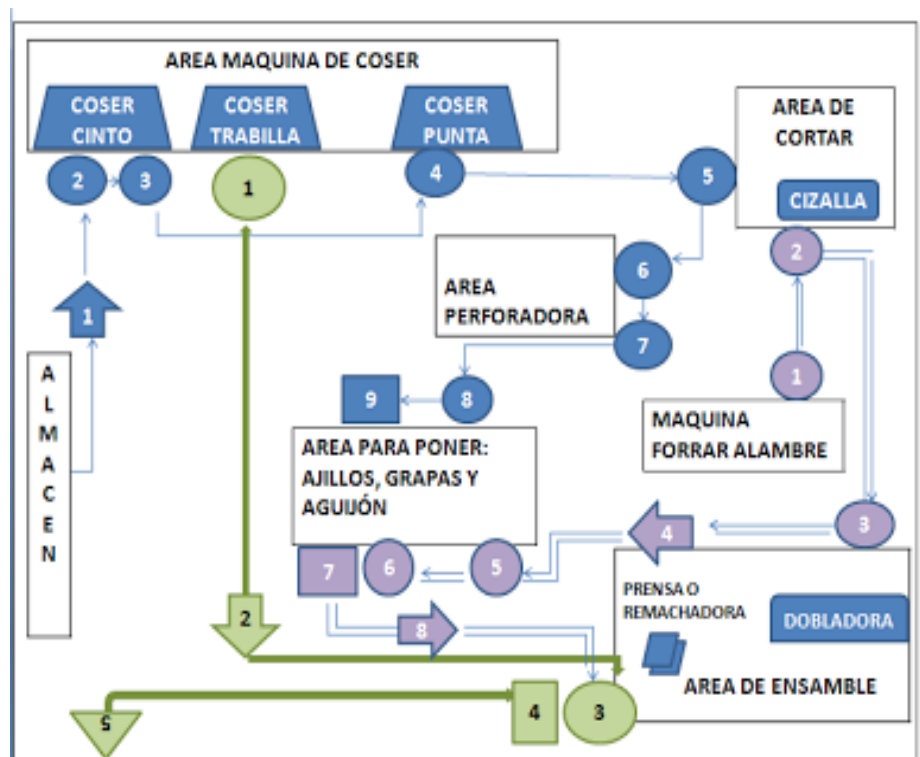


Figura 3 Ejemplo diagrama de recorrido

Se observa que se usan los símbolos de un diagrama de flujo ordinario dentro de un Layout de planta para identificar las áreas y subáreas que estén dentro de en el proceso de producción [17] [21].

2.2.16.3 Cursograma analítico

El cursograma analítico es un diagrama que muestra la trayectoria de un procurso o procedimiento señalando a todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda, se establece de forma análoga el sinóptico, además de los símbolos de operación e inspección, los de trasporte, espera y almacenamiento.

Descripción	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones
				○	□	◇	⇨	▽	
La información de libro es programada en máquina litográfica		4,30		●					
La temática del libro es verificada		0,60		●	●				
El papel es insertado en máquina litográfica		1,00		●					
Espera trabajo en máquina litográfica		22,10			●				
Verificado de las hojas del libro		0,50		●					
Transportado de papel impreso a máq generadora de hojas		0,60	8,0			●			
Colocado de papel impreso en máq articuladora y accionar		12,60		●					
Espera articulado de hojas en máquina		14,80			●				
Revisar hojas articuladas		1,30		●					
Transportado de folletos a máq litográfica		0,60	7,3			●			
Programar información de folleto en máq litográfica y accionar		1,00		●					
Espera de trabajo en máquina litográfica		16,20			●				
Verificado de folletos impresos		0,35		●					
Transportado de folletos impresos a zona del libro		0,60	7,25			●			
Colocar folletos impresos al interior del libro		0,20		●					
Transportado a zona de equipos para quemar cd		0,80	10,3			●			
Grabado de cd según temática del libro		14,10		●					
Transportado de cd a zona de libro (hojas articuladas)		0,60	7,25			●			
Colocar cd al interior del libro		0,15		●					
Almacenado de producto terminado		0,10						●	
Total		92,50	40,10	7	4	2	6	1	

Figura 4 Ejemplo de cursograma analítico

Este diagrama proporciona información clave en el estudio de métodos puesto que permite un análisis amplio de los datos y una factible modificación con reculados visibles en el diagrama [21].

2.2.16.4 Diagrama Hombre – Máquina

Representación gráfica de la secuencia de elementos de elementos que componen las operaciones en que intervine hombre y máquinas, que permite conocer el tiempo empleado por cada uno, es decir, conocer el tiempo usado por los hombres y el utilizado por las maquinas [17] .

	HOMBRE	TIEMPO MIN	MÁQUINA A-I	TIEMPO MIN	MÁQUINA B	TIEMPO MIN	MÁQUINA C	TIEMPO MIN	MÁQUINA A-II	TIEMPO MIN
1	DESCARGA A-I	2	DESCARGAR	2						
2										
3										
4	CARGAR A-I	4	CARGAR	4						
5										
6										
7	DESCARGA B	1			DESCARGAR	1				
8	CARGA B	1			CARGAR	1				
9	DESCARGA C	1					DESCARGAR	1		
10										
11	CARGA C	3			OPERAR	5	CARGAR	3		
12										
13	INSPECCIÓN FINAL	1								
14	DESCARGA A-II	2	OPERAR	15					DESCARGAR	2
15										
16										
17	CARGAR A-II	4			TIEMPO MUERTO	6	OPERAR	8	CARGAR	4
18										
19										
20	DESCARGA B	1			DESCARGAR	1				
21	CARGAR B	1			CARGAR	1				
22	DESCARGA C	1					TIEMPO MUERTO	2		
23										
24	CARGAR C	3	TIEMPO MUERTO	5	OPERAR	5	DESCARGAR	1		
25										
26	INSPECCIÓN	1					CARGAR	3		
27									OPERAR	15
28										
29										
30							OPERAR	8		
31										
32										
33										
34										

Figura 5 Ejemplo de diagrama Hombre – Máquina

2.2.17 Estudio de tiempos

Una de las técnicas más empleadas debido los excelentes resultados que presenta es el estudio de tiempo, es decir muestra una gran eficiencia y eficacia al analizar, evaluar y modificar los resultados para que sean óptimos.

Una de las formas de realizar el estudio de tiempos es la puesta en marcha del método del cronometraje, que se basa en número determinado de observaciones y medición directa de los tiempos de operación y movimientos que integran en un trabajo [22] .

2.2.17.1 Valoración del ritmo de trabajo

La valoración del ritmo de trabajo proporciona porcentajes de modificación a los datos levantados, capaz de regular a un valor a un dato confiable y apropiado para el operario una de las tablas usadas Westinghouse, considerando cuatro factores importantes tales como, la habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia, como a continuación se muestra [23].

La habilidad se define como el aprovechamiento al seguir un método dado, el observador debe de evaluar y calificar dentro de seis (6) clases la habilidad desplegada por el operario: habilísimo, excelente, bueno, medio, regular y malo. Luego, esta clasificación de la habilidad se traduce a su equivalencia porcentual, que va de 15% a -22% [23].

El esfuerzo se define como una demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia. El esfuerzo es representativo de la velocidad con que se aplica la habilidad y es normalmente controlada en un alto grado por el operario [23].

Las condiciones son aquellas circunstancias que afectan solo al operador y no a la operación. Los elementos que pueden afectar las condiciones de trabajo incluyen: temperatura, ventilación, monotonía, alumbrado, ruido, etc. [23].

La consistencia es el grado de variación en los tiempos transcurridos, mínimos y máximos, en relación con la media, juzgado con arreglo a la naturaleza de las operaciones y a la habilidad y esfuerzo del operador [23].

HABILIDAD		ESFUERZO	
+0.15	A1	+0.13	A1
+0.13	A2 - Habílsimo	+0.12	A2 - Excesivo
+0.11	B1	+0.10	B1
+0.08	B2 - Excelente	+0.08	B2 - Excelente
+0.06	C1	+0.05	C1
+0.03	C2 - Bueno	+0.02	C2 - Bueno
0.00	D - Promedio	0.00	D - Promedio
-0.05	E1	-0.04	E1
-0.10	E2 - Regular	-0.08	E2 - Regular
-0.15	F1	-0.12	F1
-0.22	F2 - Deficiente	-0.17	F2 - Deficiente

CONDICIONES		CONSISTENCIA	
+0.06	A - Ideales	+0.04	A - Perfecto
+0.04	B - Excelentes	+0.03	B - Excelente
+0.02	C - Buenas	+0.01	C - Buena
0.00	D - Promedio	0.00	D - Promedio
-0.03	E - Regulares	-0.02	E - Regular
-0.07	F - Malas	-0.04	F - Deficiente

Figura 6 Valoración de ritmo de trabajo

2.2.17.2 Suplementos del Estudio de tiempos

Al igual que en la etapa de valoración del ritmo de trabajo, la fase correspondiente a la determinación de suplementos es sumamente sensible en el estudio de tiempos, pues en esta etapa se requiere del más alto grado de objetividad por parte del especialista y una evidente claridad en su sentido de justicia [17].

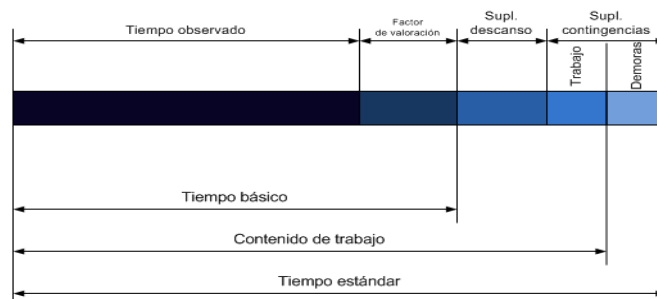


Figura 7 Suplementos de estudios de tiempo

Los suplementos por descanso son necesarios para que el operario desempeñe su labor en condiciones óptimas es decir debemos tomar en cuenta cada uno de los factores que en

este influyen así como. Necesidades personales, básicos por fatiga, pertenecientes esto a los suplementos constantes, así también los suplementos variables que implica el tipo de trabajo y en las condiciones en que el operario las está ejecutando, estos valores pueden variar dependiendo del género del operario.

SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO					
SUPLEMENTOS CONSTANTES	HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRE	MUJER
Necesidades personales	5	7	e) Condiciones atmosféricas		
Básico por fatiga	4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de Kata (milicalorías/cm ² /segundo)		
			16	0	
			14	0	
			12	0	
			10	3	
			8	10	
			6	21	
			5	31	
			4	45	
			3	64	
			2	100	
			f) Tensión visual		
			Trabajos de cierta precisión	0	0
			Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
			Trabajos de gran precisión	5	5
			g) Ruido		
			Continuo	0	0
			Intermitente y fuerte	2	2
			Intermitente y muy fuerte	5	5
			Estridente y muy fuerte	7	7
			h) Tensión mental		
			Proceso algo complejo	1	1
			Proceso complejo o atención dividida	4	4
			Proceso muy complejo	8	8
			i) Monotonía mental		
			Trabajo algo monótono	0	0
			Trabajo bastante monótono	1	1
			Trabajo muy monótono	4	4
			j) Monotonía física		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

Figura 8 Suplementos por descanso

2.2.18 Cálculo del tiempo estándar

Para el cálculo del tiempo estándar se hace necesario seguir la siguiente serie de pasos los mismo que se muestran a continuación:

1. Determinación del número de ciclos a ser estudiados por elemento: Se realiza aplicando la Ecuación (1).
2. Cálculo del tiempo promedio por elemento o tiempo observado TO. Valor obtenido por medio de la Ecuación 5

$$TO = \frac{\sum x_i}{L_c} \quad (5)$$

Ecuación 5 Cálculo de tiempo Observado

Donde:

TO = Tiempo promedio observado.

Xi = Tiempo observado.

Lc = Numero de ciclos.

3. Cálculo del tiempo básico en función de la valoración del ritmo que se determina a través de la Ecuación 6

$$TB = \frac{TO*(Valoración)}{Valoración\ estandar} \quad (6)$$

Ecuación 6 Cálculo de tiempo básico

Valoración = valoración del ritmo de trabajo establecida, utilizando la Figura 6.

Valoración estándar = valoración establecida como 100%.

4. Adición de suplementos: Se toma en función de cada trabajador suplementos variables y constantes y considerando si es hombre o mujer de acuerdo a la Figura 8.
5. Cálculo del tiempo estándar: Se encuentra mediante la suma del tiempo normal más algunas holguras para las necesidades personales, las demoras inevitables en el trabajo y la fatiga del trabajador determinada a través de la Ecuación 7 [17].

$$Ts=TB*(1+Suplementos) \quad (7)$$

Ecuación 7 Cálculo de tiempo estándar

2.2.19 Parámetros de Producción

Los parámetros de producción muestran una serie de datos que permiten establecer cuadros ayudando a determinar un análisis producido según los hechos que se estén ejecutando dentro de la empresa.

2.2.19.1 Throughput (TH)

Se define como el rendimiento del sistema o tasa de rendimiento. En el nivel de empresa, rendimiento se define como la producción que se vende por unidad de

tiempo. Sin embargo, los gerentes de líneas de producción generalmente controlan lo que se hace en el lugar de lo que se vende. Por lo tanto, para una planta, línea o estación de trabajo, se ha definido el rendimiento como la cantidad media de piezas buenas producida por unidad de tiempo [17].

2.2.19.2 Trabajo en proceso (WIP)

El inventario entre los puntos inicial y final de la ruta de un producto se llama trabajo en proceso (WIP) o la cantidad de materias primas y de productos en proceso que se encuentra en el sistema de producción (Inventario en proceso en el sistema).

2.2.19.3 Tiempo de ciclo (CT)

El tiempo de ciclo (también llamado tiempo de flujo, tiempo de producción y tiempo de estadía) de una ruta dada es el tiempo promedio desde el lanzamiento de un trabajo al principio de la ruta hasta llegar a un punto de inventario al final de la ruta. Es común referirse a la duración de ciclo de un producto que se compone de muchos subconjuntos complejos. También se lo define como el tiempo que transcurre desde que un producto ingresa al sistema hasta que sale (Tiempo de ciclo) [17].

2.2.19.4 Ley de Little

La ley de Little muestra que hay una relación estrecha entre el Throughput (TH), el tiempo de ciclo (CT) y el trabajo en proceso (WIP), definida por la Ecuación 8 que se presenta a continuación, en la cual se observa cuanto más largo sea el tiempo de ciclo, menor será el Throughput con nivel de inventario constante, es decir el Throughput es directamente proporcional al trabajo en proceso. [17]

$$TH=WIP/CT \quad (8)$$

Ecuación 8 Ley de Little

2.2.20 Software ProModel

ProModel es un simulador con animación para computadoras personales. Permite simular cualquier tipo de sistemas de manufactura, logística, manejo de materiales, etc. Puedes simular bandas de transporte, grúas viajeras, ensamble, corte, talleres, logística, etc. [24]

2.2.20.1 Beneficios Clave

A continuación, se detallan los beneficios de usar el software ProModel.

- Único software de simulación con Optimización plenamente integrada
- Creación de modelos rápida, sencilla y flexible.
- Modelos optimizables.
- Elementos de Logística, Manejo de Materiales, y Operaciones incluidas. (Bandas de transporte, Grúas Viajeras, Operadores).
- Entrenamiento en español.
- Resultados probados.
- Importación del Layout de AutoCAD, y cualquier herramienta de CAD / CAE / Diseño, así como de fotografías digitales.
- Soporte Técnico 24 horas al día, 365 días del Año.
- Integración a Excel, Lotus, Visual Basic y herramientas de Microsoft.
- Genera en automático las gráficas en 3 dimensiones para visualización en el espacio tridimensional.

2.2.21 Indicador de productividad

La productividad puede estar representada por el aumento de la producción con los mismos recursos, incrementar la producción mientras se reduce recursos, mantener la producción con menos recursos, de igual manera cabe mencionar que la relación existente entre un conjunto de unidades procesadas por unidad de tiempo [25], obteniendo la siguiente ecuación:

$$Productividad = \frac{Unidades\ Procesadas}{Tiempo} \quad (9)$$

Ecuación 9 Calculo de productividad

2.2.22 Plan maestro de producción

El llamado plan maestro de producción MPS (del inglés master production shedule) es el documento que refleja para cada artículo final las unidades comprometidas, así como los períodos de tiempo para los cuales han de estar fabricadas [26].

Usualmente suele definirse al Plan Maestro de Producción como la desagregación del Plan Agregado de Producción, y aunque esta no es una relación abstracta, tan sólo es

una alternativa propia de la planificación jerárquica, y vale la pena aclarar, no existe mayor unanimidad en esta asociación [27].

Sus características son:

- Determina qué debe hacerse y cuándo
- Se establece en términos de productos específicos y no en familias
- Es una decisión de lo que se va a producir, no un pronóstico mas

Cantidad disponible para promesa

Cantidad Disponible Para Promesa - DPP o ATP

El MPS se puede definir como una declaración de la fábrica en cuanto a:

- Qué producir; - Cuánto producir; -Cuándo producirlo.

2.2.22 Pronóstico

La formulación de pronósticos (o proyección) es una técnica para utilizar experiencias pasadas con la finalidad de predecir expectativas del futuro. Observe que en esta definición el pronóstico no es realmente una predicción, sino una proyección estructurada del conocimiento pasado [28].

Para el desarrollo del modelo se utiliza la regresión, conocida en ocasiones como “línea de mejor ajuste”, es una técnica estadística para intentar ajustar una línea a partir de un conjunto de puntos mediante el uso del mínimo error cuadrado total entre los puntos reales y los puntos sobre la línea [28].

La recta de la regresión lineal tiene la forma $Y = a + bx$, donde Y es el valor de la variable dependiente que se despeja, a es la secante en Y , b es la pendiente y x es la variable independiente (en el análisis de serie de tiempo, las x son las unidades de tiempo) [17]. Las ecuaciones para a y b son:

$$a = \frac{x^2 \cdot y - x \cdot xy}{n \cdot x^2 - (x)^2} \quad (10)$$

Ecuación 10 Secante Y

$$b = \frac{n \cdot xy - x \cdot y}{n \cdot x^2 - (x)^2} \quad (11)$$

Ecuación 11 Pendiente de la recta

Donde

x = Valor x de cada punto de datos.

y = Valor y de cada punto de datos.

n = Número de puntos de datos.

a = Secante Y.

b = Pendiente de la recta.

2.3 Propuesta de solución

El levantamiento de procesos proporciona un campo de visión amplio del estado actual en que se encuentra trabajando la planta, haciendo factible proponer mejoras, el método DBR propone un método de manufactura sincronizada, es decir, lograr que todas las actividades trabajen en un flujo de procesos óptimo, para esto ha sido necesario que se identifique las restricciones en el procesos, también denominada cuello de botella, que son aquellas que impiden el flujo normal haciendo que se pierda tiempo, el identificar la restricción ha permitido que se actué sobre ella con el fin de la mejora del tiempo de producción , ya que el tiempo que se puede ganar en la restricción es tiempo valioso en todo el proceso. Una vez que se ha determinado la restricción hay explotar la restricción, es decir, mejorar la dicha restricción para que trabaje un ritmo eficiente. Como siguiente paso subordinar todas las áreas del proceso para que trabajen acorde al punto crítico ya identificado lo que provoca un incremento considerable en la producción, mediante el análisis de la optimización de procesos se procede a realizar propuestas propicias de las actividades que destacan como punto de inserción de mejoras, reduciendo los paros de producción e incrementando la productividad de la planta de fundición CEDAL S.A Latacunga.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Modalidad e la investigación

La investigación aplicada pretende hacer uso de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera y tiene como finalidad la consolidación del saber, para el enriquecimiento científico.

3.1.1 Bibliografía documental

Se presenta en el proyecto como el propósito primordial de respaldar la información mediante bases científicas, fundamentación teórica, conceptualizaciones de los criterios de distintos autores proporcionando con esto el conocimiento científico necesario para el desarrollo investigativo.

3.1.2 De campo

Se considera esta modalidad de investigación, ya que el investigador acudió al lugar donde se producen los hechos, para tomar datos sobre los procesos de producción en el área de fundición de la empresa CEDAL Latacunga, además se utilizó la entrevista con fines teóricos/prácticos dirigida al personal de la planta de fundición de la empresa.

3.2 Población y muestra

La población se sitúa en los trabajadores de la planta de fundición CEDAL Latacunga con un total de 18 trabajadores designados en planta en tres horarios rotativos como se expresa en la Tabla 2.

Descripción	Personas
Supervisor general	1
Jefe de turno	3
Especialista	3
Ayudante de consola	3
Operador de montacarga	3
Corte de sierra	4
Ayudante general	1
TOTAL	18

Tabla 2 Población planta de fundición Cedal S.A

Fuente: CEDAL S.A

3.3 Proceso de planta de fundición

Encargada de la formación de billetes de aluminio luego de pasar por un proceso térmico llevándolos a su temperatura de fusión, los tipos de materiales según la normativa NTE INEN 2250 son (6005 y 6063) [20].

3.3.1 Metodología de observación entrevista y estudio de métodos

3.3.1.1 Entrevistas: Dirigido al Gerente de planta, Administrativos y personal que trabaja en la planta de fundición de la empresa, elaborado con preguntas abiertas y que han permitido obtener información de los especialistas sobre las variables de estudio.

3.3.1.2 Observación: Va a ser realizada en todas las áreas y puestos de trabajo de la empresa utilizando un check list recolección de datos.

3.3.1.3 Medición de tiempos y adecuación de puestos de trabajo: Se ha ejecutado en todas las áreas y puestos de trabajo de la empresa.

3.4 Procesamiento y análisis de datos

Los datos proporcionados por los instrumentos de recolección, serán procesados por el investigador y analizados posteriormente.

3.4.1 Procesamiento

Los datos se adecuan a los métodos apropiados, los mismos que acarrearán a concebir un análisis satisfactorio y conciso. Para lo cual se hace uso de diferentes métodos de

procesamiento de datos, como tablas, programas, software, etc. Para obtener un resultado en cual el proyecto se respalde como caso de estudio.

3.8 Desarrollo del proyecto

A continuación, se detallan los pasos a seguir para el desarrollo del proyecto:

1. Determinación de las ventajas y desventajas de los métodos actuales.
2. Recorrido a la planta de fundición, para reconocer los procesos y actividades que se realiza.
3. Análisis de los puestos de trabajo para obtener datos de ejecución actuales dentro de la planta.
4. Análisis de instrumentos de medición disponibles para la obtención de datos.
5. Levantamiento de información en la empresa CEDAL Latacunga.
6. Diagramación de Layout de la planta de fundición.
7. Recopilación y análisis de datos.
8. Diseño del método de manufactura sincronizada.
9. Desarrollo de las propuestas de corrección en la planta de fundición CEDAL Latacunga.
10. Emisión de la propuesta de mejoras para la planta de fundición
11. Elaboración de informe final

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1 Introducción a la empresa

CEDAL S.A empresa de capital ecuatoriano, con el propósito de fabricar y comercializar extrusiones de aluminio al mercado nacional e internacional.

4.1.1 Datos de la empresa

Razón social: Corporación ecuatoriana de Aluminio CEDAL S.A

Actividad: Producción y comercialización

Tipo de empresa: Industrial (privada)

Sub área: Fundición

Dirección: Av. Unidad Nacional

Ciudad: Latacunga - Cotopaxi

Teléfono: +593 4 281 0844 / 280 7116 / 228 0072 / 280 3771.

Sitio web: <http://www.cedal.com.ec/>

Ubicación de la empresa:



Figura 9 Ubicación empresa CEDAL S.A Latacunga

4.1.2 Reseña histórica

En 1974 se constituyó Corporación Ecuatoriana de Aluminio S.A. CEDAL, empresa de capital ecuatoriano, con el propósito de fabricar y comercializar extrusiones de aluminio para el mercado nacional e internacional. Inicia sus actividades productivas en el año 1976, enfocados al mercado interno con extrusiones de aluminio para uso arquitectónico. Posteriormente con la incorporación de nuevas técnicas en la extrusión del metal, introduce y comercializa perfiles de aluminio estructural, lo cual permite ampliar el uso del aluminio, en segmentos del mercado de la construcción, convirtiéndose en el producto sustituto al hierro en aplicaciones como: cubiertas para estadios, viseras, puentes peatonales, silletería, estructuras espaciales, entre otros. [10]

Para el año de 1986, se crea ESTRUSA, empresa líder en la fabricación y montaje de sistemas de ventanería y estructuras de aluminio y vidrio en Ecuador, con la iniciativa de participar activamente en el sector de la construcción, ofreciendo productos y servicios que integran soluciones con ingeniería y diseño. En 1992 se constituye el grupo "Corporación Empresarial S.A. CORPESA", holding que agrupa en la actualidad unidades estratégicas de negocio comprendidas por: CEDAL, ESTRUSA, ESTRUSA Guayaquil, C.I. VITRAL y CEDAL DURÁN.

En 2006, CEDAL diversifica su portafolio de productos, con una oferta complementaria a la perfiles de aluminio, comercializando vidrio plano flotado, láminas de aluminio Alumax®, paneles de aluminio compuesto Vitralbond®, elementos de control climático Climaflex®, puertas automáticas y accesorios de vidrio templado en representación de marcas líderes internacionales.

Cedal Durán obtuvo la licencia ambiental No. 086, en sus fases de construcción, operación y mantenimiento el 2 de junio de 2013. El 17 de julio del 2014, Cedal Durán entró en operación con la extrusión de su primer perfil.

CEDAL es una empresa ampliamente reconocida en el mercado nacional y extranjero por la calidad de sus productos, la confiabilidad e integridad de la empresa. Día a día contribuye al desarrollo de la industria en el Ecuador y generación de puestos de trabajo directos y subsidiarios, que complementan la creación de nuevas fuentes de empleo.

4.1.3 Misión

Somos una empresa líder en la producción y comercialización de extrusiones de aluminio, buscamos el crecimiento y desarrollo de nuestros clientes, colaboradores y accionistas, enmarcados en el cumplimiento de las leyes, aportes a la comunidad y cuidado del medio ambiente.

4.1.4 Visión

Ser una empresa referente en la fabricación y comercialización de extrusiones de aluminio, productos y servicios complementarios, con sólida presencia internacional, reconocida por la excelencia de sus colaboradores y calidad en su producto y servicio.

4.1.5 Valores corporativos

- Valorar al ser humano y contribuir a su desarrollo.
- Actuar siempre con integridad.
- Buscar la satisfacción de los clientes.
- Procurar la excelencia en toda actividad.
- Participar activamente y agregando valor en el desarrollo de la empresa, la comunidad y el país.
- Tener visión y compromiso de largo plazo.

4.1.5 Organigrama de planta

En la Figura 10 se detalla la estructura jerárquica del personal de la planta de fundición

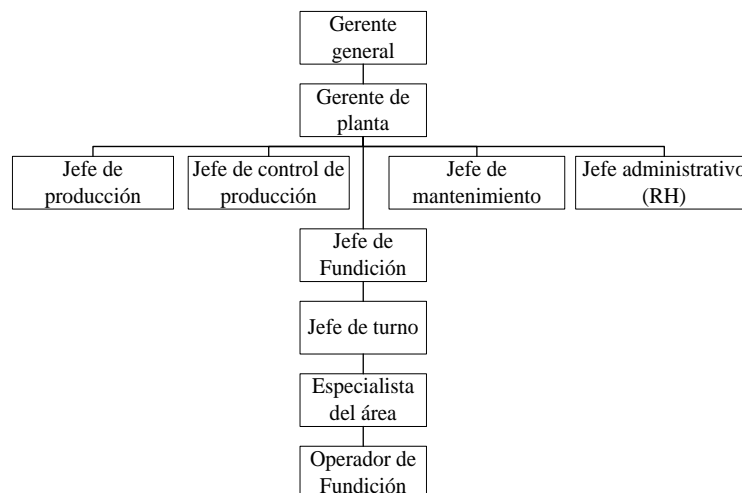


Figura 10 Organigrama empresa planta fundición CEDAL S.A

4.1.6 Productos

Los productos son elaborados con aleaciones referente a la normativa técnica ecuatoriana (NTE) INEN 2250, estos valores están ubicados acorde al rango requerido de la composición química, es una normativa la cual se respeta en la empresa CEDAL S.A puesto que marca la calidad del producto terminado que esta produce los que mismos que se muestra en la Tabla 3 [20].

Límites de la composición química											
Aleación		Limites	Si%	Fe%	Cu%	Mn%	Mg%	Cr%	Zn%	Ti%	Otros c/u total
ISO	ANSI / ASTM										
AlSiMg	6005	Max min	0.9 0.6	0.35 ...	0.1 ...	0.1 ...	0.6 0.4	0.1 ...	0.1 ...	0.1 ...	0.05/0.15
AlMg0.7Si	6063	Max min	0.6 0.2	0.35 ...	0.1 ...	0.1 ...	0.9 0.45	0.1 ...	0.1 ...	0.1 ...	0.05/0.15

Tabla 3 Productos Cedal S.A

Aleación 6063.- En este tipo de aleación sus carteristas mecánicas son la que resaltan puesto que generalmente es utilizado para aplicaciones arquitectónicas tales como ventanas, puertas, muros, cortinas, ángulos, perfiles, marcos, tapa marcos, etc.

Aleación 6005.- Este tipo de aleación se caracteriza por poseer una alta resistencia, aunque esto implique una difícil extrusión, este tipo de aleación tiene como objetivo de uso estructural, puesto que es resistent y con acabado no decorativo, se aplica para estructuras especiales, vigas, varillas, ángulos grandes etc.

En la Figura 11 se muestra los productos que se realizan en la empresa CEDAL S.A como productos terminados los miso que se detallan a continuación.

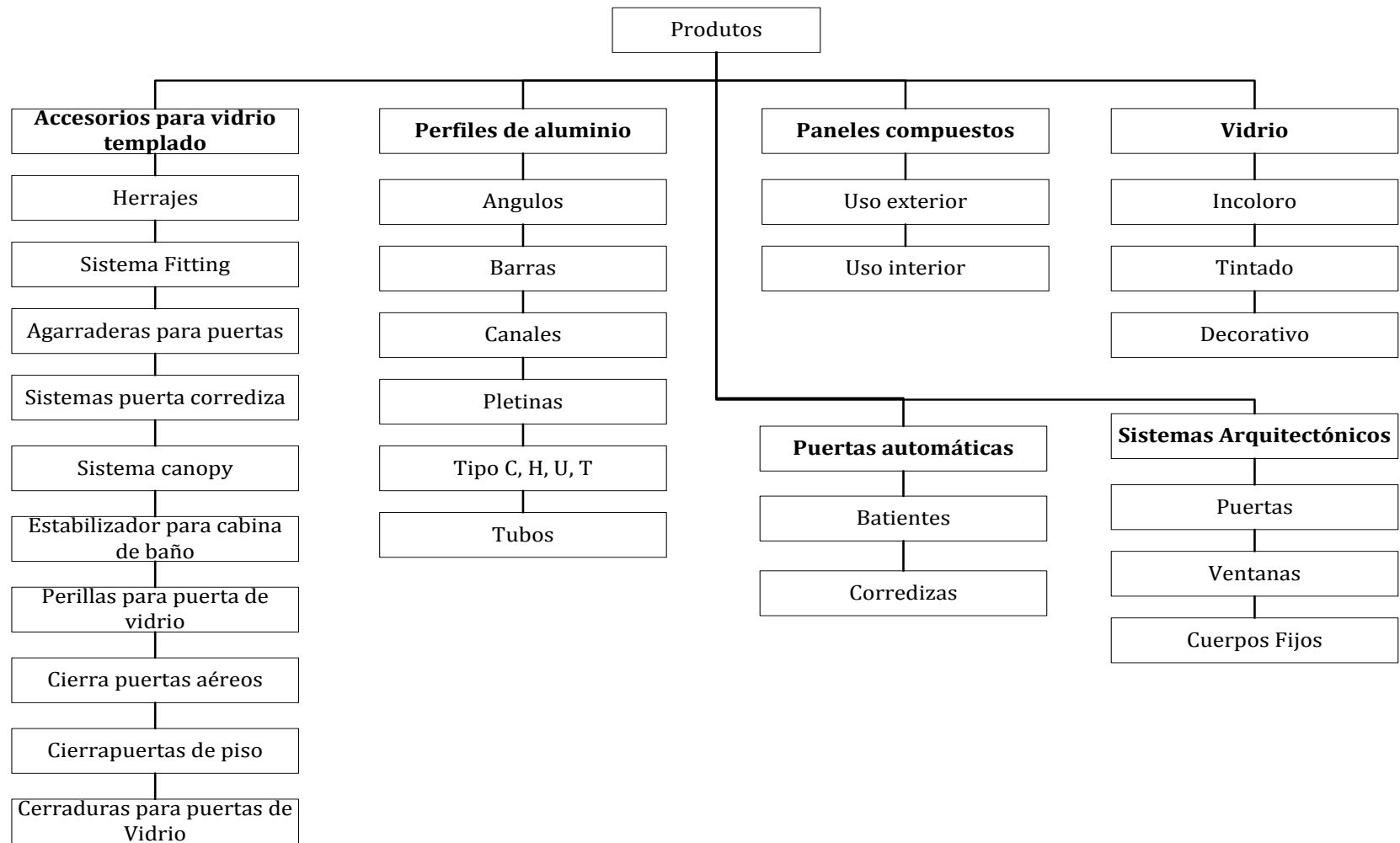


Figura 11 Lista productos Cedal S.A

4.1.7 Proceso general de fabricación

El proceso general de la planta CEDAL S.A consta de 6 etapas fundamentales desde la fundición hasta el despacho, cada etapa cumple funciones específicas, así como se muestra a continuación en la Tabla 4:

Proceso General					
<p>Fundición</p>			<p>Anodizado</p>	<p>Conformación de billet de aluminio luego de haber alcanzado la temperatura de fusión, reproceso de material rechazado.</p>	<p>Proceso electroquímico para formar sobre la superficie una capa de oxido de aluminio, el mismo que puede tomar varias tonalidades.</p>
<p>Fotografía: Cedal S.A</p>		<p>Fotografía: Cedal S.A</p>			
<p>Matricería</p>			<p>Pintura electrostática</p>	<p>Proceso en que se da mantenimiento a los moldes que forma en el preso de extrusión al producto final, 3300 diseños exclusivos</p>	<p>Capa de pintura-polvo que se deposita electrostáticamente sobre el perfil, para luego pasar al horno a formar una película uniforme en espesor</p>
<p>Fotografía: Cedal S.A</p>		<p>Fotografía: Cedal S.A</p>			
<p>Extrusión</p>			<p>Empaque</p>	<p>Los billet's son llevados a una temperatura de 480° y 550 °, para luego por compresión ser forzados a pasar por una matriz tomando su forma final</p>	<p>Se coloca el producto final en fundas de polietilenos, con el fin de evitar que las piezas sean dañadas, en el proceso de trasportación.</p>
<p>Fotografía: Cedal S.A</p>		<p>Fotografía: Cedal S.A</p>			

Tabla 4 Proceso general de fabricación

4.1.8 Materiales

Dentro del proceso de fundición existen varios factores que implica en el proceso productivo, es así que entre la materia prima e incluso materiales necesarios para el funcionamiento del proceso tales como los materiales cerámicos.

4.1.8.2 Materia prima

4.1.8.2.1 Aluminio primario

Material en estado puro con una cantidad de 99,98% de aluminio, exportado desde argentina en la Figura 12 se muestra el material en la bodega de almacenamiento.



Figura 12 Aluminio primario

4.1.8.2.2 Chatarra Cedal

Chatarra proviene como resultado de diferentes procesos dentro de la planta CEDAL S.A es decir rechazos de otras etapas para volver a ser procesadas, así como se muestra en Figura 13.



Figura 13 Chatarra cedal S.A

4.1.8.2.3 Chatarra Negra

La chatarra nacional es el resultado del envío de empresa de recolección, la característica principal de este tipo de chatarra es su alto contenido de hierro se almacena como se muestra en la Figura 14.



Figura 14 Chatarra negra

4.1.8.2.4 Chatarra Mesa importada

Es el resultado de procesos de extrusión en los que se han generado rechazos generalmente se puede destacar su aleación 38% Si, 16% FE, 50% Mg dependiente con tolerancia al cambio. La Figura 15 muestra el bulto en etapa de almacenamiento.



Figura 15 Chatarra mesa importada

4.1.8.2.5 Chatarra Alambre Nacional

La chatarra de alambre nacional proviene del reciclaje de materiales la característica de este material es medio contenido de hierro. Su llegada es por medio de rollo como se visualiza en la Figura 16.



Figura 16 Chatarra alambre nacional

4.1.8.2.6 Magnesio

El magnesio en la aleación Mg-Al, provoca la resistencia del material a la corrosión se ya que su aplicación regula limites sobre tres impurezas metálicas: el hierro, el cobre y el níquel, empleado también en automóviles, llantas, etc. Almacena como se muestra en la Figura 17.



Figura 17 Magnesio

4.1.8.2.7 Silicio

El silicio en la aleación Al-Si provoca en el material unas buenas propiedades de moldeo, soldabilidad y resistencia a la corrosión, incluso en ambientes marinos, haciendo del producto final un material mucho más resistente y dúctil. Se almacena en recipiente como se muestra en la Figura 18 para luego pasar al casting.



Figura 18 Silicio

4.1.8.2.8 Casting Colada TIBOR

Es una combinación de titanio-boro usado como refinador de grano. Se almacena en rollos como se representa en la Figura 19.



Figura 19 Tibor

4.1.8.2.9 Argón

Gas inerte usado como medio para desgasificar la colada de aluminio, eliminando el hidrógeno y permitiendo el encapsulamiento del oxígeno, calcio, etc. El tamaño de la burbuja de inyección será el factor fundamental para una correcta desgasificación mientras más pequeña mejor, en CEDAL se inyecta dentro del tanque degasificador como se concibe en la Figura 20.



Figura 20 Inyección de argón

4.1.8.2 Materiales cerámicos

Son usados en los canales hacia el Tundish, en los conos cerámicos, y usos que ameriten esos soportan altas temperaturas por lo cual es usado en la preparación de moldes. Existen varios tipos de materiales cerámicos los miso que se detallan a continuación en la Figura 21.






Materiales Cerámicos	
<p>Nitruro de boro</p> 	<p>Promueve a un servicio de descontaminación, además de ser un material altamente impermeable, principal aplicación en la planta de fundición CEDAL S.A es el revestimiento protector y preparación de crisoles.</p>
<p>Fibra Cerámica</p> 	<p>Son usados en los canales hacia el Tundish, en los conos cerámicos, y usos que ameriten esos soportan altas temperaturas por lo cual es usado en la preparación de moldes.</p>
<p>Colchoneta de fibra cerámica</p> 	<p>Está hecha a base de fibra cerámica, apta para soportar temperaturas de 538°C – 1482°C, la colchoneta combina la resistencia al calor de un ladrillo refractario, usada en el recubrimiento para la preparación del Tundish y etapas en las que se necesite mantener el calor del material.</p>
<p>Varillas de grafito</p> 	<p>Su principal aplicación es retardar la oxidación y reducir el desgaste por abrasión, ya que por medio de esta varilla se lubrica al billet además de generar una cantidad de pequeñas burbujas que provocan una mejor desgasificación del material.</p>
<p>O-ring</p> 	<p>Dispositivos circulares de caucho usados para evitar la fuga de aceites de los moldes de aluminio, requiere e una constante revisión para evitar que el flujo de material salga con un acabado deficiente.</p>

Figura 21 Lista de materiales cerámicos

4.1.9 Descripción del área de trabajo

El siguiente apartado se muestra las etapas del proceso de fundición de la empresa CEDAL S.A Latacunga, proceso el cual la materia prima se funde para dar paso a un producto terminado denominado billet, los mismo que son enviados y procesados en razón de 3:2 respectivamente es decir parte de lo que la planta de fundición produce es enviado hacia la planta de Duran mientras que la otra parte es procesada en otras etapas inherentes a fundición.

4.1.9.1 Melting

La primera etapa del proceso de transformación del aluminio es en el horno de fundición el mismo que lleva el material a altas temperaturas para formar una colada de aluminio. En la figura 22 se observa el horno de fundición.



Figura 22 Horno de fundición hertwich

El horno de fundición tipo horizontal HERTWICH, se encarga de llevar al punto de fusión el material ingresado, es decir la chatarra que se adentra en su interior, el horno está compuesto de un quemador.

4.1.9.2 Casting

Horno elanzado con el Melting como se muestra en la Figura 23, está unido mediante un conducto el cual deja pasa el material fundido a dicho recipiente en el cual ingresa a una etapa de mantenimiento tanto de temperatura como de composición química.



Figura 23 Casting

A partir de colada emitida por el Melting, el sistema se mantiene continuo y a través de un ducto permite el paso del material directo como agente de mantenimiento y control.

4.1.9.3 Tundish

En la Figura 24 se puede visualizar el proceso del Tundish con cada una de sus etapas y mecanismos.



Figura 24 Tundish

Proceso encargado de conformación de los lingotes de aluminio también denominados (Billet's), consta de una serie de etapas continuas, como la inyección de tior (Titanio -Boro), el degasificador por medio de la mezcla con argón para llegar al Tundish lugar en el que se encuentra los moldes para la estructuración de los Billet's.

4.1.9.4 Homogenizado

El horno de homogenizado se muestra en la Figura 25, en el que se puede destacar su forma y estructura.



Figura 25 Homogenizado

El sistema de homogenizado denominado también como Recocido Total, el cual se pretende la eliminación de las tensiones del producto fundido, incrementar a plasticidad, la ductilidad y lograr una microestructura específica, este se somete a una temperatura elevada y para a un lento enfriamiento.

4.1.9.5 Sierra loma

El proceso de sierra loma consta de un operario el cual carga los billet's como se muestra en la Figura 26.



Figura 26 Sierra loma

Proceso encargado de fraccionar los Billet's, reduciendo su tamaño para la entrega final correspondiente, los cortes dependerán del tipo de medida que se demande ya que de esto depende la planificación del tamaño inicial del Billet.

4.2 Selección del área de trabajo

El estudio se enfoca directamente en la planta de fundición de la empresa CEDAL S.A, de manera que toda la información y proceso de estudios que se mencione, analice va estar focalizada a la misma.


La planta de fundición será el ente de estudio ya que este proceso es fundamental y punto de inicio para las posteriores etapas, dentro de la planta existen varios procesos que están enlazados entre sí, es decir que si uno de ellos falla puede provocar la obstaculización de otros procesos inherentes a la producción para lo cual se ha realizado el levantamiento de información respectivo.

4.2.1 Método actual de trabajo en la planta de fundición

Para la descripción del proceso que sigue la empresa se hace mención de un levantamiento de proceso en lo que consiste las actividades que se ejecutan así también un diagrama de flujo de procesos con seguimiento al material. Los principales diagramas utilizados son: Flujograma de procesos, Layout de la fábrica.

4.2.1 Descripción de proceso melting

En la Tabla 5 de levantamiento de procesos, se menciona cada una de las actividades que se realizan en este proceso, así como el flujo que lleva en interacción el operario con el área.

	Proceso Melting	Fecha: 03/10/2016
Actividades <ul style="list-style-type: none">◦ Ingreso de la materia prima chatarra (Primario 99.8% Al, Cedal, Posnacional, Negra, Mesa importada 38% Si 16% FE 50% Mg. Alambre Nacional, Alambre importado)◦ Transporte de material por medio de un montacargas, ida y vuelta.◦ Se revisa la temperatura de la temperatura para poder ingresar el material (>685 °C).		

- Se carga en la cuchara la chatarra, la cuchara es un mecanismo móvil de carga para el posterior ingreso al horno.
- Se procede a pesar la cuchara, cuanto de material se ha cargado para luego ingresar al horno.
- Una vez la cuchara ha ingresado, en caso de la chatarra contener agua, es de suma importancia que no se vierta directamente el material en el horno hasta que la misma se haya evaporado.
- La cuchara gira en un ángulo de 180° vertiendo la materia prima en el horno.
- Luego sale la cuchara en forma intermitente para continuación cerrar la puerta.
- Se lleva un registro de los tiempo y material que influyen en el proceso.

Diagramas de flujo procesos

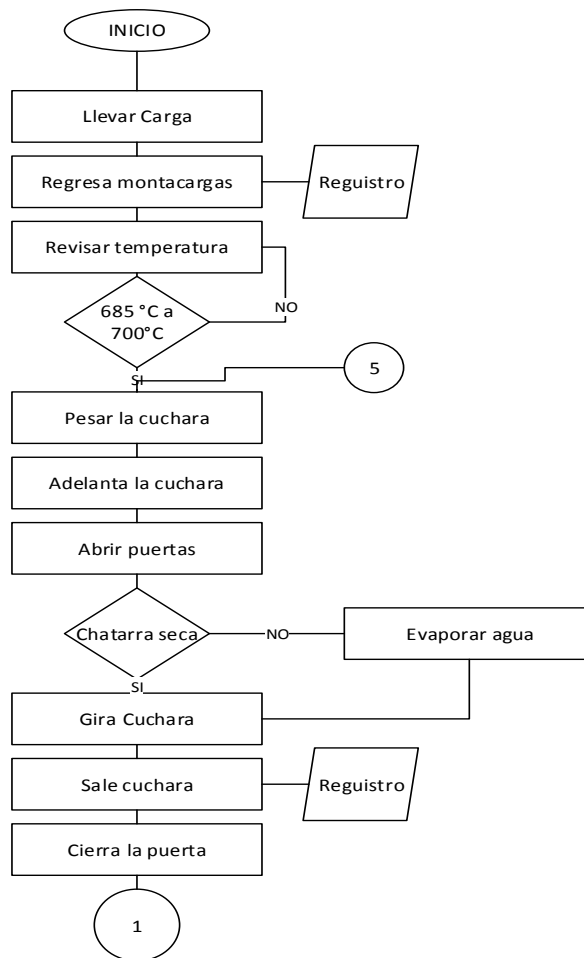


Tabla 5 Descripción actividades - proceso melting

4.2.2 Descripción de proceso casting

El proceso del casting esta detallado en la presente Tabla 6, así también el diagrama de flujo de material que este se ejecuta como resultado del proceso.


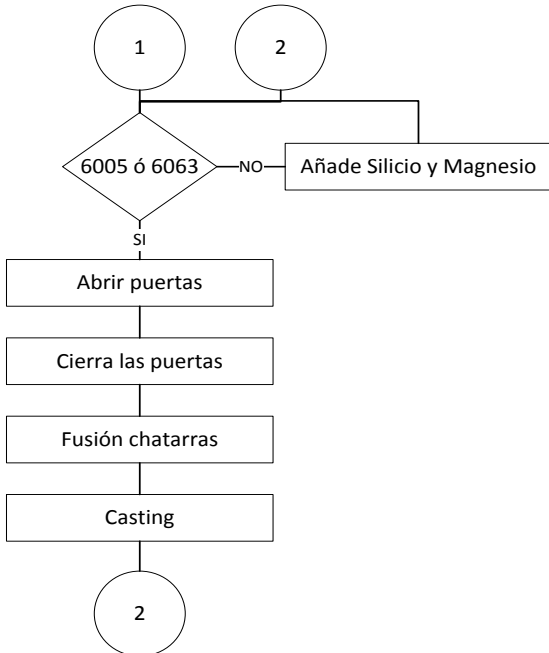

	Proceso Casting	Fecha: 03/10/2016
<p>Actividades</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Mediante un ducto pasa libremente el material fundido ◦ Se adiciona silicio (Si) y magnesio (Mg), según el porcentaje requerido en el horno de fusión y colado. ◦ Se controla el proceso de colado mediante la inspección visual tanto del interior como de los indicadores exteriores. ◦ En caso de que el silicio y el magnesio sean añadidos en esta etapa e necesario que se proceda a una mezcla por medio de un montacargas y el soporte. ◦ Limpia la escoria del horno de fusión. 		
<p>Diagramas de flujo procesos</p>  <pre> graph TD C1((1)) --- J1(()) C2((2)) --- J1 J1 --- D{6005 ó 6063} D -- SI --> A[Abrir puertas] A --> B[Cierra las puertas] B --> C[Fusión chatarras] C --> D1[Casting] D1 --> C2((2)) D -- NO --> E[Añade Silicio y Magnesio] E --> C2 </pre>		

Tabla 6 Descripción actividades - proceso casting

4.2.3 Descripción de proceso tundish

Las actividades del proceso que se ejecuta en el Tundish están detalladas en la presente Tabla 7, así también su respectivo diagrama de flujo mostrando como se produce la conformación del aluminio.

	Proceso Tundish	Fecha: 01/11/2016
Actividades <ul style="list-style-type: none">◦ Inspección de la temperatura del contenido del Casting.◦ Si la temperatura está en un rango de 685 °C a 720 °C SE abre el cono◦ Si la temperatura es mayor a 720 °C se procede abrir el cono, cargar chatarra, abrir puerta del horno.◦ Si la temperatura es inferior a 685 °C se cierra el cono, cierra las puertas del horno.◦ Una vez que la temperatura se encuentre dentro del rango se procede a mantener el cono a un nivel adecuado.◦ Se toma una muestra de la salida del casting, la misma que será trasportada hacia un espectrómetro, y si cumple la normativa continua el proceso caso contrario es necesario ingresar materia prima a los hornos (Aluminio Primario 99,8%; silicio, magnesio, chatarras) hasta alcanzar la composición deseada.◦ El material pasa al filtro 1, drenando las impurezas del proceso, escoria.◦ Pasa al degasificador en el cual mediante un eje de grafito se inyecta un gas inerte en este caso argón, elimina el hidrógeno y otros elementos no deseados que causan porosidad, imperfecciones u orificios en el producto final.◦ Pasa al filtro 2, en el cual se drena las impurezas sobrantes de los procesos anteriores.◦ Pasa al Tundish, el mismo que consta de una base regulable en la que se coloca los moldes lubricados, estos moldes deben estar ubicados a la altura de la mesa que transporta los billet's.◦ Control de temperatura en el Tundish este valor es mostrado por medio de una termocupla, además de una medidora cerámica de nivel debido a la temperatura el cual se encarga de alertar al trabajador.◦ Luego del Tundish la formación de los billet's continúa saliendo hasta alcanzar la medida indicada, luego por un sistema de ajuste se sostiene los billet's para proceder a cortar por medio de una sierra automatizada del proceso.		

- Se transporta por medio de un sistema de rodillos hasta la espera a ser transportado a la siguiente etapa.

Diagramas de flujo procesos

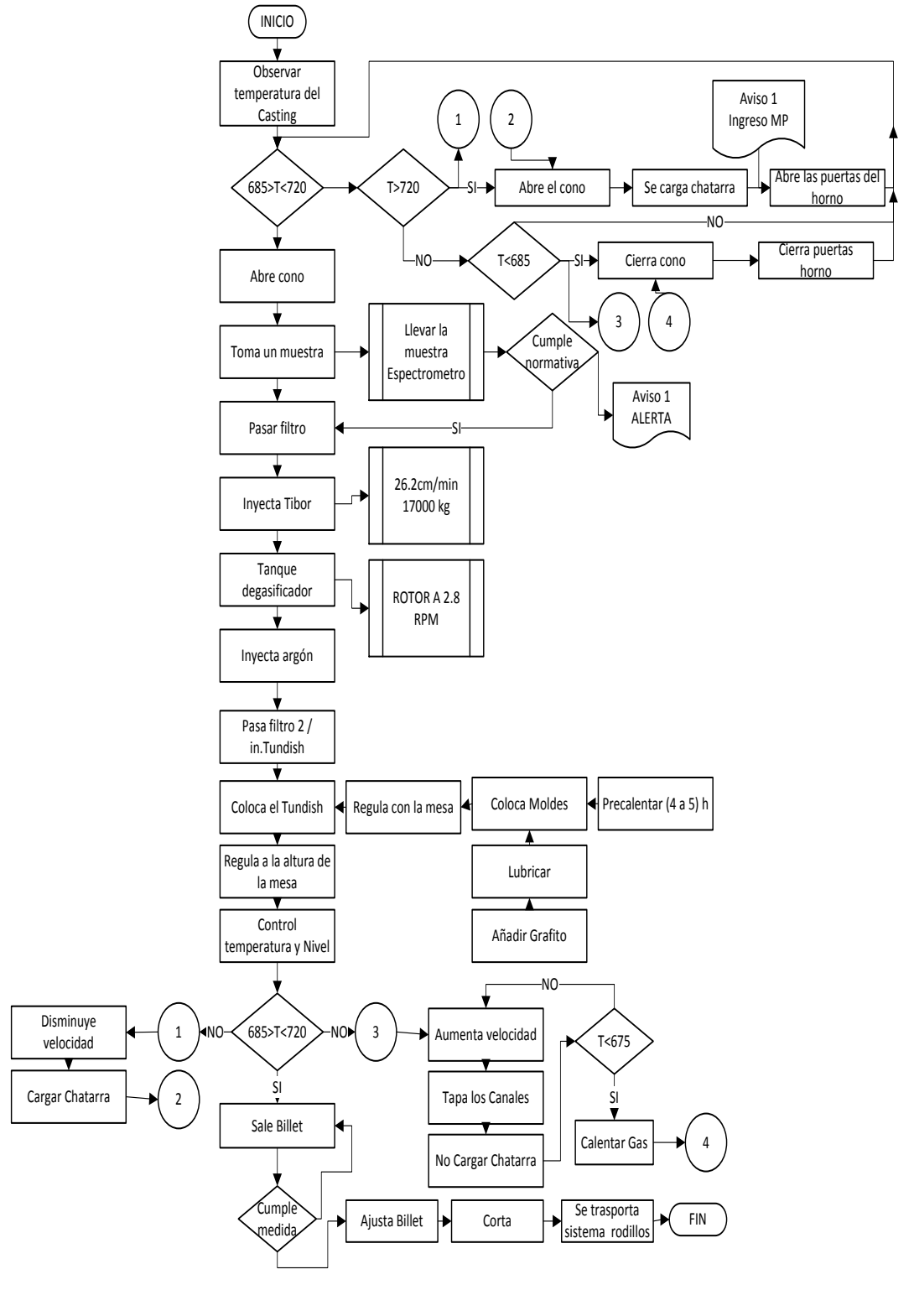


Tabla 7 Descripción actividades - proceso tundish

4.2.4 Descripción de proceso homogenizado

El proceso de homogenizado consta de un horno en el cual el material conformado pasa a altas temperaturas para transformar su microestructura, a continuación, se detallan las actividades realizadas en la Tabla 8.


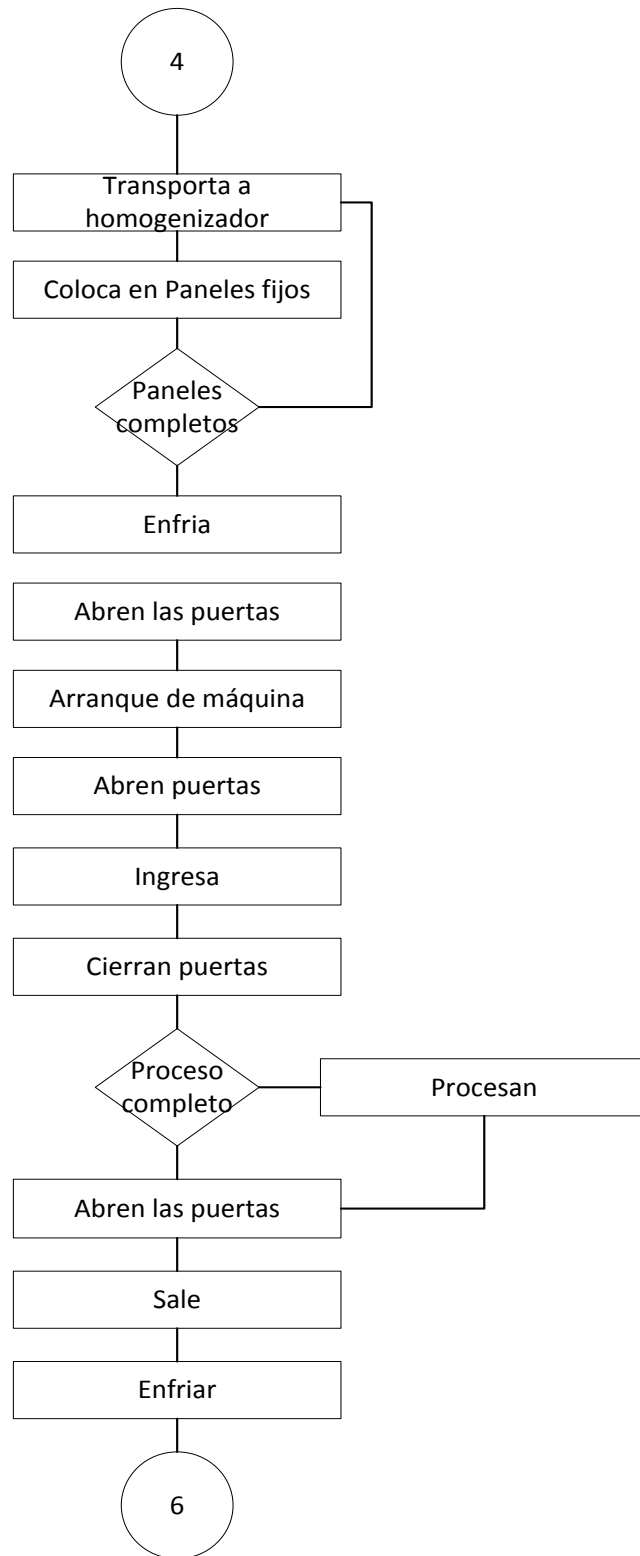
	Proceso Homogenizado	Fecha: 03/11/2016
<p>Actividades</p> <ul style="list-style-type: none">◦ Se transporta desde la salida del Tundish, hacia el ingreso del homogenizador.◦ Se coloca los billetes en paneles fijos mediante un montacargas y la acomodación de la persona de los paneles.◦ Los billetes quedan en proceso de enfriamiento para ingresar al horno y ser completados los paneles fijos.◦ Se procede al arranque, cabe destacar que el primer arranque es más largo que los posteriores. ◦ Se abren las puertas del horno.◦ Ingresan los billetes que fueron apilados, los mismos que se alternan entre la parte delantera y trasera del horno.◦ Se cierran las puertas hasta que el proceso este completo conforme a los tiempos necesarios para cambiar la estructura de los tejidos, acabado superficial, etc. ◦ Se abren las puertas del horno y deja salir al material el mismo que será puesto en reposo y mediante ventilación natural y artificial, se somete a un enfriamiento lento.		

Tabla 8 Descripción actividades - proceso homogenizado

Descripción actividades - proceso homogenizado (Continuación 1)

Diagramas de flujo procesos



4.2.5 Descripción de proceso sierra loma

Este proceso se destaca por la división en distintas partes de un billet formado, a continuación, se detallan las actividades realizadas en este proceso en la Tabla 9.


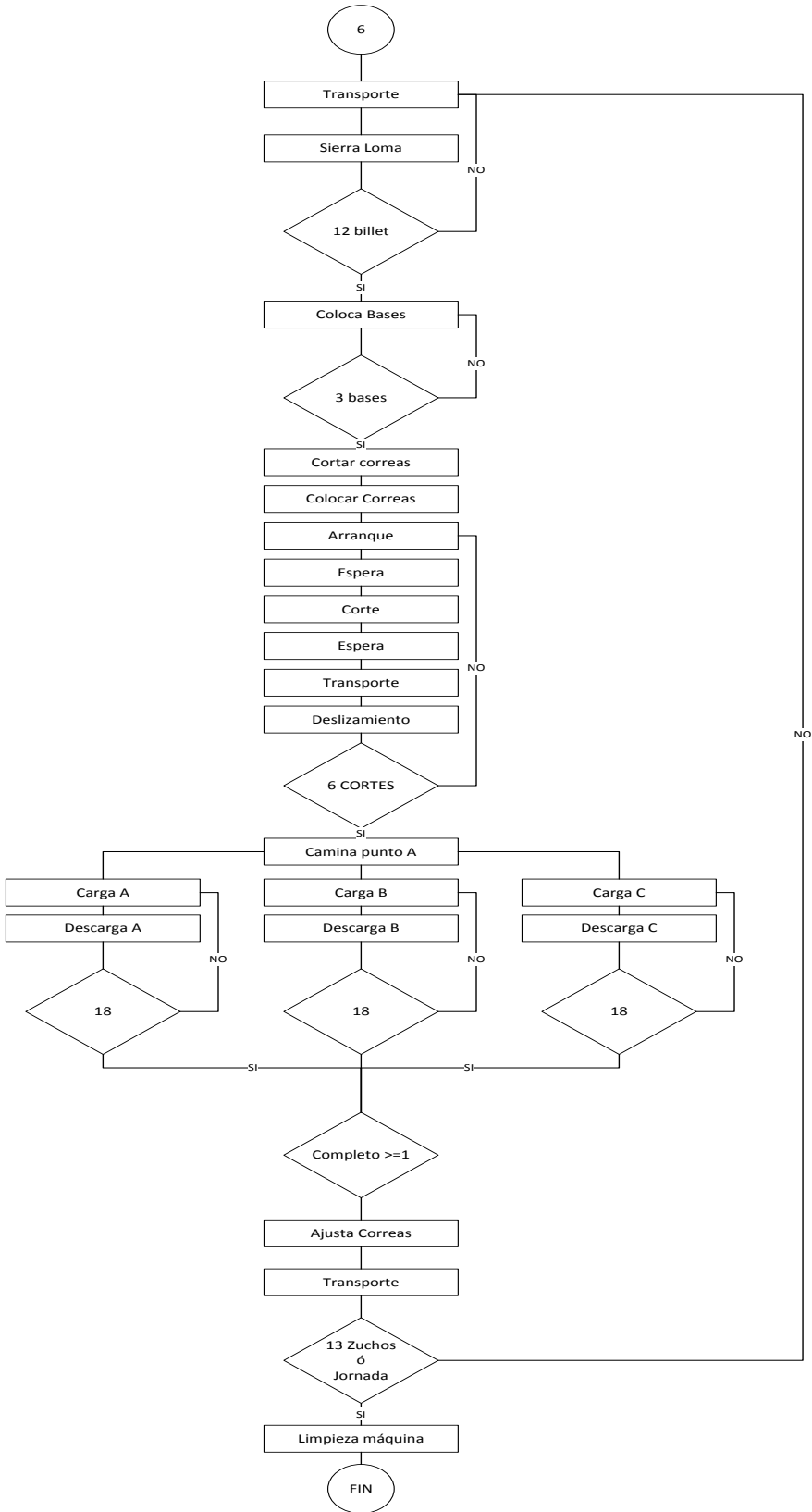
	Proceso Sierra Loma	Fecha: 01/11/2016
<p>Actividades</p> <ul style="list-style-type: none">◦ Mediante un montacarga se dirige el operario abastecer se Billet´s estos son trasportados hasta completar un número determinado, el mismo que está limitado por soporte de contención de billet´s.◦ Luego el operario colocará las bases en las que se colocará lo cortes de billet´s.◦ Una vez terminando la colocación de las bases se procede al corte de las correas.◦ Se coloca las correas en las bases.◦ Se ejecuta el arranque de la maquina cortadora◦ Luego se activa el corte.◦ Una vez que el billet ha sido cortado pasa al transporte y posterior deslizamiento hasta ser cargado.◦ Una vez que se completa 6 cortes el operario camina, rodeando la máquina y se dirige a cargar y descargar los billet´s.◦ En las bases colocadas se carga de manera selectiva por tamaño de corte.◦ Una vez que se completa una de etas bases es asegurada con las correas y binchas, aunque las otras bases no estén completas.◦ Luego pasa al transporte por medio de un montacargas el mimo que colocara en un área de almacenamiento.		

Tabla 9 Proceso sierra loma

Proceso sierra loma (Continuación 1)

Diagramas de flujo procesos



4.3 Layout actual planta de fundición

El Layout de la planta de fundición permite visualizar e identificar las áreas del proceso con el fin presentar de forma visual a la planta para el posterior análisis y evaluación.

La planta de fundición Cedal S.A mantiene un área promedio de 1500 metros cuadrados el lo que se encuentran distribuidos las etapas del proceso de conformado de billet's.

Cada de una de las secciones que se muestran en la Figura 27 son áreas u subáreas del proceso, este proceso inicia desde el melting sufriendo cambios en su composición química como estructural, hasta ser almacenado para luego pasar a posteriores procesos de conformación.

En cada una de las áreas del proceso de la planta se encuentra un encargada o supervisor el mismo que se encarga de visualizar y llevar apuntes de todos los datos y acontecimientos del proceso.

4.4 Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido complementa la información registrada en el cursograma analítico; este consiste en un plano de la planta o sección donde se desarrolla el proceso objeto del estudio. En este diagrama se registran todos los diferentes movimientos del material, indicando con su respectivo símbolo y numeración cada una de las diferentes actividades, y el lugar donde estas se ejecutan [29].

El diagrama de recorrido actual muestra de forma concisa cada una de las etapas dentro del proceso productivo razón por la cual se puede identificar las etapas de almacenamiento, operación inspección, espera y transporte, dentro de la planta de fundición se puede destacar 5 áreas principales las mismas que son Melting, Casting, Tundish, Horno Homogenizado, Sierra loma enumerados respectivamente.

Este diagrama ha permitido mostrar e indicar la distribución de la planta y la forma que sigue el flujo del material en el proceso.

Así como a continuación se muestra:

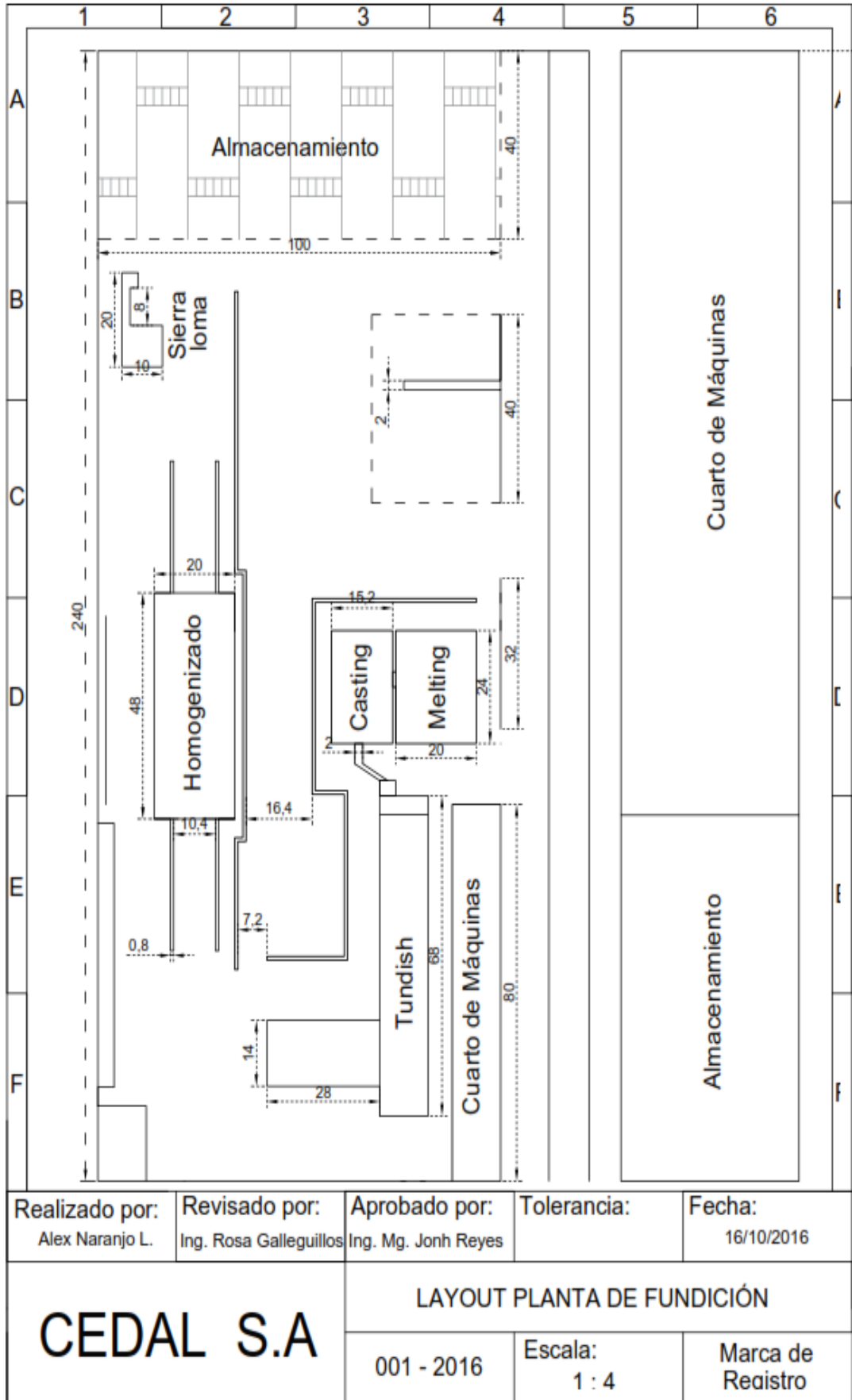


Figura 27 Layout planta de fundición

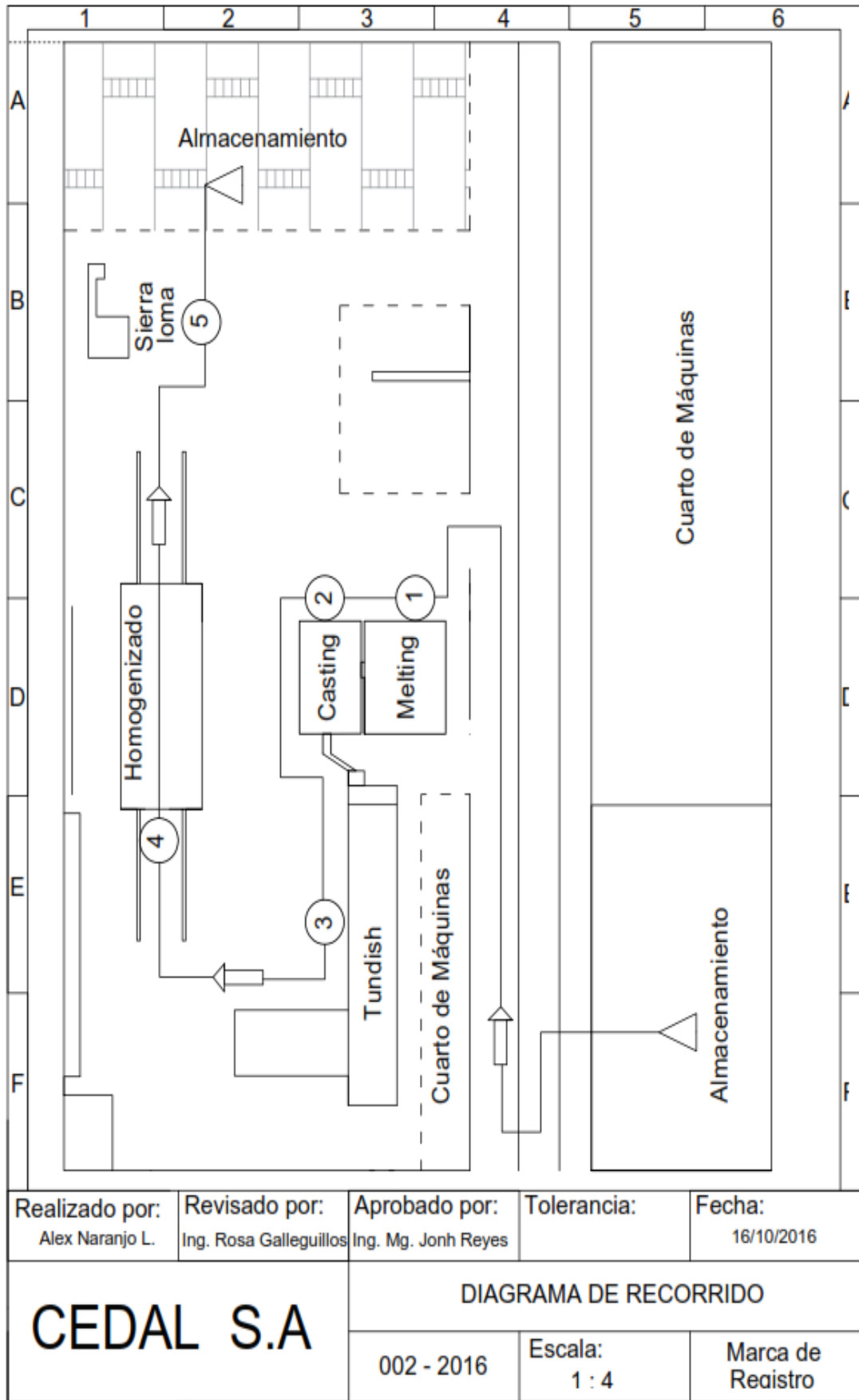


Figura 28 Diagrama de recorrido

4.5 Estudio de tiempos

El estudio de tiempos es una técnica de medición que hace factible conocer el lapso de procesos y método con el que se encuentra trabajando.

4.5.1 Cálculo del número de observaciones

Para determinar el tamaño de la muestra se aplica la ecuación 1 mediante el método estadístico, para lo que es necesario tomar un número de mediciones preliminares como se evidencia en la Tabla 10.

Mediciones									
Melting (min)		Casting (min)		Tundish (h)		Homogenizado (h)		Sierra Loma (h)	
x	x2	x	x2	x	x2	x	x2	x	x2
10.53	110.88	7.63	58.217	0.8093	0.655	9.2082	84.79	1.51	2.2801
10.34	106.92	7.65	58.523	0.7608	0.5789	9.3	86.49	1.53	2.3409
9.54	91.012	5.56	30.914	0.8108	0.6575	10.23	104.65	1.67	2.7889
8.34	69.556	6.56	43.034	0.746	0.5565	9.21	84.824	1.34	1.7956
9.21	84.824	8.67	75.169	0.7575	0.5738	9.34	87.236	1.87	3.4969
9.43	88.925	7.65	58.523	0.7242	0.5244	9.32	86.862	1.56	2.4336
10.45	109.2	5.65	31.923	0.722	0.5213	9.43	88.925	1.45	2.1025
9.43	88.925	6.65	44.223	0.7743	0.5996	10.34	106.92	1.65	2.7225
10.43	108.78	7.65	58.523	0.7608	0.5789	9.43	88.925	1.34	1.7956
10.45	109.2	6.67	44.489	0.7405	0.5483	9.43	88.925	1.76	3.0976
9.65	93.123	7.54	56.852	0.6868	0.4717	9.32	86.862	1.54	2.3716
10.23	104.65	7.56	57.154	0.7738	0.5988	9.23	85.193	1.34	1.7956
8.87	78.677	7.56	57.154	0.7742	0.5993	10.2	104.04	1.56	2.4336
9.98	99.6	7.76	60.218	0.8108	0.6575	9.45	89.303	1.65	2.7225
136.88	1344.3	100.76	734.91	10.652	8.1215	133.44	1273.9	21.77	34.178
7.16		21.46		3.33		2.65		15.37	
7		21		3		2		15	

Tabla 10 Cálculo de número de observaciones

El número de mediciones mediante el método estadístico se detallan en la Tabla 11 pese a mostrar valores bajos debido a que las mediciones realizadas en algunos de los procesos su tiempo es mayor a los 30 min nos ha enfocado en hacer 25 mediciones.

Número de Mediciones	
Melting	7
Casting	21
Tundish	3
Homogenizador	3
Sierra Loma	15

Tabla 11 Resumen de mediciones

4.5.2 Tiempos de producción

En la Tabla 12 se puede destacar los tiempos de producción que se ejecutan en cada uno de los procesos de la planta de fundición CEDAL S.A Latacunga, los mismo que se han detallado y modificado acorde al estudio de tiempo realizado, los valores de suplementos que se le añade se mencionan en Tabla 14.

EMPRESA		CEDAL S. A																													
ÁREA	Fundición	Proceso										Melting					Operación					Carga de chatarra			X	V (%)	TB	Total			
Actividades	Mediciones (min)																									X	V (%)	TB	Total		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25						
Abrir/cierra puerta	1.5	1.8	2.0	1.7	1.7	1.3	1.9	1.9	1.3	1.7	1.6	1.6	1.5	1.3	1.3	1.5	1.3	1.7	1.4	1.7	2.0	1.5	1.5	1.2	1.4	1.6	138	2.2	14.2		
Cargar cuchara	5.5	5.6	6.4	4.4	5.5	4.5	4.4	0.5	4.3	4.6	4.3	5.5	5.4	5.4	5.4	5.4	4.5	4.4	5.4	4.4	5.4	4.3	4.4	4.3	4.8	130	6.2				
Pesaje	0.6	0.4	0.5	0.7	0.5	0.7	0.8	0.5	0.4	0.7	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	0.7	0.9	0.9	0.9	0.6	0.9	0.7	0.8	0.7	0.7	128	0.9				
Ingreso de cuchara	1.1	1.2	1.2	1.1	1.2	1.4	1.2	1.1	1.5	1.2	1.5	1.6	1.2	1.3	1.5	1.2	1.3	1.6	1.3	1.2	1.2	1.3	1.3	1.2	1.1	1.3	129	1.7			
Vuelta de la cuchara	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.4	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.4	0.3	130	0.4			
Sacar cuchara	2.1	2.1	2.1	1.3	1.9	1.2	2.4	2.3	2.2	1.3	1.9	2.5	1.8	1.4	1.4	1.7	2.7	2.9	1.1	2.8	1.2	2.3	1.2	1.5	2.8	1.9	134	2.6			
ÁREA	Fundición	Proceso										Casting					Operación					Mantimiento colada			X	V (%)	TB	Total			
Mezcla	4.5	5.5	6.6	5.5	6.5	6.7	5.4	5.7	5.7	6.7	6.7	6.5	5.5	5.6	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.7	6.6	7.7	5.9	132	7.7	10.2		
Abrir puertas; cerrar puertas	1.5	1.8	2.0	1.7	1.7	1.3	1.9	1.9	1.3	1.7	1.6	1.6	1.5	1.3	1.3	1.5	1.3	1.7	1.4	1.7	2.0	1.5	1.5	1.2	1.4	1.6	136	2.1			
ÁREA	Fundición					Proceso					Tundish					Operación					Conformación de Billet's			X	V (%)	TB	Total				
Salida	44.0	43.0	44.5	45.8	45.4	42.8	43.6	45.9	44.8	47.6	43.8	43.7	43.7	43.8	43.6	43.8	44.9	47.7	44.7	44.8	44.6	44.7	44.9	44.6	44.7	44.6	44.6				44.6

Tabla 12 Tiempos de producción planta de fundición

Tiempos de producción planta de fundición (continuación1)

Corte	2.3	2.4	2.5	2.3	2.8	2.4	2.5	2.3	2.3	2.5	2.7	2.6	2.6	2.5	2.8	2.4	2.2	2.5	2.8	2.7	2.8	2.9	2.7	2.5	2.6	2.5	133	3.4	4.2
Transporte	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	129	0.3	
Desplazamiento	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	120	0.2	
ÁREA	Fundición					Proceso					Homogenizado					Operación					Homogenizado								
Abrir/cerrar puertas	1.2	1.1	1.8	1.5	1.5	2.1	1.2	1.5	1.7	1.2	1.4	1.2	1.4	1.5	1.7	1.7	1.2	1.4	1.2	1.2	1.3	1.2	1.5	0.4	1.3	1.4	135	1.9	21.9
Carga	3.0	3.3	3.6	2.8	3.0	2.8	2.8	2.9	2.8	2.8	3.0	2.8	2.7	3.0	2.9	2.8	2.7	2.9	3.1	3.4	3.8	2.7	3.0	4.0	2.8	3.0	132	3.9	
Descarga	7.8	8.2	6.5	7.6	9.1	7.6	6.7	8.7	9.8	9.8	7.9	8.9	8.9	7.8	7.9	8.9	8.9	7.8	7.9	7.7	7.9	8.9	7.9	7.8	7.9	8.2	128	10.5	
ÁREA	Fundición					Proceso					Sierra Loma					Operación					Corte de Billets								
Alistamiento y preparación	7.7	5.5	7.8	8.8	5.7	10.5	12.3	14.3	15.5	6.7	8.8	9.4	10.1	13.5	15.4	16.1	18.1	11.2	14.4	15.4	15.5	13.3	14.3	15.3	15.3	12.0	129	15.5	15.8
Arrancadas	11.3	15.1	15.2	15.2	13.9	12.3	13.4	16.5	13.4	13.2	15.3	16.3	12.2	10.2	13.8	14.2	15.3	10.3	17.0	15.3	18.0	15.5	13.3	14.3	15.4	14.3	133	19.0	
Corte	43.9	39.8	44.2	42.3	41.9	43.6	44.6	43.2	44.3	44.2	44.6	43.2	45.7	44.3	43.2	45.5	43.6	44.3	50.9	50.7	40.8	47.8	44.8	43.7	48.8	44.5	137	61.0	
Transporte	9.9	12.5	10.2	12.2	11.2	12.2	10.2	11.2	10.0	11.2	12.3	12.3	11.9	11.1	12.7	12.3	12.4	12.4	12.5	11.1	12.1	13.1	10.0	10.1	12.2	11.6	128	14.8	
Carga-Descarga	10.0	10.2	12.2	9.9	5.5	7.7	6.3	10.0	7.7	7.6	9.9	8.8	9.3	12.2	5.5	6.7	7.7	4.5	6.7	7.7	8.5	9.2	4.4	5.5	6.5	8.0	134	10.7	
Paradas	5.0	6.5	7.3	8.3	4.5	1.2	2.3	4.5	3.3	2.3	2.7	4.4	4.3	6		5.4	4.5	6.7	7.8	10.0	11.2	12.3	12.2	10.4	5.4	6.2	135	8.3	
Transporte con montacargas	2.2	3.3	3.2	3.5	3.4	3.6	3.3	3.5	3.2	3.5	3.2	3.5	3.3	2.3	2.5	2.2	2.3	2.5	2.6	2.4	3.6	3.8	2.5	3.8	2.6	3.0	134	4.0	
Ajuste de carga	1.1	1.2	1.4	1.3	1.5	1.3	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	1.3	1.4	1.7	1.9	1.3	1.3	1.2	1.5	1.8	1.9	1.4	1.2	1.3	1.6	1.4	132	1.9	

A continuación, en la **Tabla 13** se resume los tiempos empleados del proceso en cada una de sus etapas como dato general de tiempo de producción en el proceso de Homogenizado se le añade 9.5 hr ya que es el tiempo que tarda el proceso una vez ejecutado.

Tiempos de proceso min	
Melting	10.06
Casting	7.43
Tundish	47.58
Homogenizador	21.51+ (9.5 hr)
Sierra Loma	1.51

Tabla 13 Tiempo de procesos

La Tabla 14 muestra los tiempos de suplementos de cada una de las áreas del proceso debido necesidades personales, trabajo e pies, posición incómoda, por la carga levantada, según la iluminación, tensión visual, ruido, tensión mental, monotonía física, estos suplementos son necesarios para calcular el tiempo estándar.

Suplementos	Melting	Casting	Tundish	Homogenizado	Sierra Loma
Necesidades personales	5	5	5	5	5
Trabajo en pie	2	2	2	2	2
Incómoda	0	2	0	2	2
Peso levantado por kilogramo	2	7	2	4	2
Iluminación	0	0	0	0	0
Tensión visual	0	2	2	5	2
Ruido	7	7	7	7	7
Tensión mental	4	8	4	8	8
Monotonía mental	4	1	4	4	4
Monotonía física	2	2	2	2	2
Total	26	36	28	39	34

Tabla 14 Estudio de tiempos suplementos

En la tabla 15 se muestra en los datos de valoración obtenidos por medio de la Figura 8 en la que muestra los índices de habilidad, esfuerzo, condiciones dando un valor de valoración total al sumar estos valores además se muestra el resumen de los suplementos por área.

EMPRESA	CEDAL S. A					
ÁREA	% Suplementos y Valoración					
Actividades	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración	Suplementos
Abrir/cierra puerta	0.15	0.13	0.06	0.04	138	0.26
Cargar cuchara	0.08	0.13	0.06	0.03	130	

Tabla 15 Estudio de tiempos valoración y suplementos

Estudio de tiempos valoración y suplemento (Continuación 1)

Pesaje	0.11	0.1	0.04	0.03	128	
Ingreso de cuchara	0.11	0.08	0.06	0.04	129	
Vuelta de la cuchara	0.13	0.12	0.04	0.01	130	
Sacar cuchara	0.13	0.13	0.04	0.04	134	
ÁREA	Casting					0.36
Mezcla	0.13	0.1	0.06	0.03	132	
Abrir puertas; cerrar puertas	0.15	0.13	0.04	0.04	136	
ÁREA	Tundish					0.28
Salida						
Corte	0.13	0.13	0.04	0.03	133	
Transporte	0.12	0.1	0.06	0.01	129	
Desplazamiento	0.05	0.08	0.04	0.03	120	
ÁREA	Homogenizado					0.39
Abrir/cerrar puertas	0.15	0.13	0.04	0.03	135	
Carga	0.13	0.12	0.03	0.04	132	
Descarga	0.13	0.1	0.04	0.01	128	
ÁREA	Sierra Loma					0.34
Alistamiento y preparación	0.11	0.08	0.06	0.04	129	
Arrancadas	0.13	0.13	0.04	0.03	133	
Corte	0.15	0.12	0.06	0.04	137	
Transporte	0.13	0.08	0.04	0.03	128	
Carga-Descarga	0.11	0.13	0.06	0.04	134	
Paradas	0.15	0.13	0.04	0.03	135	
Transporte con montacargas	0.13	0.13	0.04	0.04	134	
Ajuste de carga	0.11	0.12	0.06	0.03	132	

4.6 Cálculo de la capacidad de maquinas

A continuación, se realiza el cálculo de la capacidad de la planta y cálculo de la capacidad de cada una de las áreas de proceso para el posterior análisis de la mismas, estos datos serán propicios para el estudio a realizar para determinar el método actual de trabajo es decir cuanto está produciendo la empresa.

4.6.1 Producción máxima – instalada

Los datos mostrados en Anexo A.3 están acorde a la información proporcionada por la empresa los mismos que ha sido analizadas minuciosamente para llegar determinar un resumen general de la capacidad instalada en la Tabla 16.

Capacidad Instalada (kg/jornada)	
\bar{x}	17,255
σ	304

Tabla 16 Capacidad instalada

Valor del año 2016 en condiciones ideales, es decir, con valores que están sobre el 17000 kg/jornada, y omitiendo vacaciones, fines de semana. La capacidad instalada que vendrá a ser también la capacidad máxima de la planta se ha encontrado mediante el promedio de todos los días productivos a máxima eficiencia.

4.6.2 Capacidad real de proceso

Para determinar la capacidad de proceso, se evalúa de acuerdo a los tiempos de producción. El tiempo de cada proceso determina la capacidad real para producir, por lo que es necesario no solo los tiempos de procesos sino también los tiempos ociosos por máquina.

4.6.2.1 Calculo del peso de teórico del billet

Para continuar con el proceso es necesario desglosar ciertos términos y modificar a las unidades, el cálculo según la Ecuación 2 para determinar el peso de Kg del billet de 21 (in) con el que la planta está produciendo, y necesaria para calcular la capacidad real del proceso según datos estadísticos del año 2016.

Dónde:

$$D= 6.9 \text{ in}$$

$$L= 228 \text{ in}$$

$$d= 1800 \text{ kg/m}^3$$

$$W = \frac{\pi * (7.09 \text{ in})^2}{4} * 228 \text{ in} * 1800 \text{ kg/m}^3$$
$$W = \frac{\pi * (7.09 \text{ in})^2}{4} * 228 \text{ in} * 1800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * \frac{\text{m}^3}{(39.37 \text{ in})^3}$$

$$W = \frac{\pi * (7.09)^2 * \text{in}^2}{4} * 228 \text{ in} * 1800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * \frac{\text{m}^3}{(39.37)^3 * \text{in}^3}$$

$$W = \left(\frac{\pi * (7.09)^2}{4} * 228 * \frac{1800}{(39.37)^3} \right) \text{ kg}$$

$$W = (228 * 1.72) \text{ kg}$$

$$W = 392 \text{ kg}$$

4.6.2.2 Producción real Melting - Casting

En la Tabla 17 se menciona el tiempo de producción que ejecuta el operario puesto que en esta etapa la máquina está acorde al trabajo con el operador. El tiempo teórico se establece mediante el cálculo de la jornada de trabajo adicional a esto se destaca los tiempos suplementarios y de trabajo en esta etapa los mismos que se han sido tomados de la Tabla 12

Melting Operario tiempo (min)		
Tiempo teórico		480
Tiempo de carga	4.83	38.64
Transporte de montacargas	3.08	24.64
Ajuste de carga	5.23	41.84
Comida	30	30
Refrigerio	10	10
Tiempo Utilizado		334.88

Tabla 17 Tiempo de producción Melting

La capacidad de los hornos, es la capacidad máxima de la planta, es decir abarca un total de 17250 kg en una jornada de 8 horas, este valor se puede ver afectado por la carencia de materia prima o directamente por las fallas que se producen el Tundish. El Melting y el Casting están comunicados entre sí, por lo que el contenido que pueda soportar el Melting pasa al Casting proporcionando un mismo valor en cantidad de kg.

Capacidad máxima = 17254

Capacidad real año 2016 = 14067 kg

$$CU = \frac{\text{Capacidad real}}{\text{Capacidad Instalada}} * 100 \quad (4b)$$

$$CU = \frac{14067 \text{ kg}}{17254 \text{ kg}} * 100$$

$$CU = 81.52\%$$

4.6.2.3 Producción real Tundish

El Tundish se producen tiempo que no integran a los parámetros dentro de un ciclo es decir estos valores pueden detectarse aleatoriamente sin seguir un patrón en base a estadísticas.

- Tiempo de arranque 2h
- Tiempo de parada 3h-5h

$$CU = \frac{\text{Capacidad real}}{\text{Capacida instalada}}$$

Capacidad Real = Numero de billet's en jornada de trabajo * peso en kg

El número de billet's de jornada de trabajo ha sido determinado mediante el estudio de tiempos que se muestra en la Tabla 12 así también el peso en kg que se determinó según la Ecuación 2

$$CU = \frac{40.38 * 392 \text{ kg}}{17254 \text{ kg}}$$

$$CU = 91.74\%$$

4.6.2.4 Producción Real Homogenizado

El proceso de homogenizado es de 9 h a esto se le añade un valor promedio de 15 min es procesos anteriores a la preparación, no se puede identificar un patrón claro ya que el ingreso de material y la salida depende la producción de toda la planta del cómo se esté llevando el proceso en el Tundish.

Ingresa a homogenizar 60 billet's de 228 in

$$CU = \frac{\text{Capacidad real}}{\text{Capacidad instalada}}$$

Capacidad Real = Numero de billet's en proceso * peso en kg

$$CU = \frac{\frac{(60 * 392 \text{ kg}) * 8}{10} \text{ kg}}{17254 \text{ kg}}$$

$$CU = 109$$

4.6.2.5 Producción real Sierra Loma

En la Tabla 18 se menciona el tiempo de producción que ejecuta el operario. El tiempo teórico se establece mediante el cálculo de la jornada de trabajo adicional a esto se destaca los tiempos suplementarios y de trabajo en esta etapa los mismos que se han sido tomados de la Tabla 12.

Sierra loma tiempo (min)		
Tiempo teórico		480
Tiempo de parada	4.83	38.64
Transporte de montacargas	3.08	24.64
Ajuste de carga	1.61	12.88
Comida	30	30
Refrigerio	10	10
Tiempo Utilizado		363.84

Tabla 18 Tiempo de producción Sierra Loma

$$CU = \frac{\text{Capacidad real}}{\text{Capacidad instalada}}$$

$$\text{Capacidad Real} = \text{Número de billet} * \text{Peso Billet}$$

Se multiplica la capacidad máxima por 55% por ciento puesto que el restante de la producción es enviado hacia la plata en Duran.

$$CU = \frac{24 * 392 \text{ kg}}{17254 * 0.55 \text{ kg}}$$

$$CU = 99.1\%$$

4.7 Método DBR – planta de fundición

A continuación, se menciona el a metodología DBR propuesta por Goldratt, en la que se detallan los pasos a seguir para su correcta aplicación

4.7.1 Identificación del cuello de botella

Mediante el cálculo de la capacidad por máquina en relación a los Kg de ejecución de planta instalada se muestra los siguientes valores en la Tabla 19:

Capacidad Real	
PROCESOS	CAPACIDAD
Melting	81.52%
Casting	81.52%

Tundish	91.74%
Homogenizado	109%
Sierra Loma	99.1%

Tabla 19 Capacidad de subprocesos (planta fundición)

Cálculo de capacidad kg/h, se realiza mediante el producto de la capacidad máxima, o pedido y el porcentaje de utilización como se muestra en la Tabla 20.

CAPACIDAD REAL		
PROCESOS	CAPACIDAD	CAPACIDAD 2016 Kg/h
Melting	81.52%	1757.18
Casting	81.52%	1757.18
Tundish	91.74%	1971.82
Homogenizado	109%	2350.04
Sierra Loma	99.1%	2136.57

Tabla 20 Capacidad real de producción

La restricción del sistema se convierte en la etapa del Homogenizado ya que su capacidad de utilización es superior, este valor se respalda mediante la experticia de los operarios puesto que mencionan que la capacidad de utilización del Homogenizado es demasiado alta, ya que al no cubrir su capacidad el horno es apagado hasta completar los lotes de producción necesarios generando gastos superfluos. Como se visualiza en la Ilustración 29 en la que se ha identificado el buffer y el Drum del proceso de la planta de Fundición de la Empresa Cedal S.A

La Tabla 21 detalla la producción anual de los respectivos meses, así también el índice de rechazos que esta produce.

Resumen Año 2013					Resumen Año 2015				
Mes	Prd. Bruta	Prd. Neta	Rechazos	% Rech	Mes	Prd. Bruta	Prd. Neta	Rechazos	% Rech
Ene	732930.992	670760.722	62170.27	8.48%	Ene	726797.992	664351.722	62446.27	8.59%
Feb	998423.045	932127.055	66295.99	6.64%	Feb	985036.045	920458.055	64577.99	6.56%
Mar	817062.67	783775.52	33287.15	4.07%	Mar	821102.67	787576.52	33526.15	4.08%
Abr	646697.46	639117.615	7579.845	1.17%	Abr	644834.46	635635.615	9198.845	1.43%
May	895973.9629	871115.5861	24858.3768	2.77%	May	889592.9629	863634.5861	25958.3768	2.92%
Jun	953111.626	928036.306	25075.32	2.63%	Jun	951101.626	927870.306	23231.32	2.44%
Jul	669150.7423	659388.4323	9762.31	1.46%	Jul	662481.7423	652926.4323	9555.31	1.44%
Ago	940563.57	886389.65	54173.92	5.76%	Ago	943369.57	888840.65	54528.92	5.78%
Sep	848215.084	823107.35	25107.734	2.96%	Sep	839003.084	813386.35	25616.734	3.05%
Oct	974200.736	888552.093	85648.643	8.79%	Oct	975109.736	888805.093	86304.643	8.85%

Tabla 21 Resumen de producción 2013 – 2016

Resumen de producción 2013 - 2017

Nov	967017.8228	853602.4657	113415.3571	11.73%	Nov	961679.8228	847914.4657	113765.3571	11.83%
Dic	713321.8212	662596.0242	50725.797	7.11%	Dic	709263.8212	658059.0242	51204.797	7.22%
Resumen Año 2014					Resumen Año 2016				
Mes	Prd. Bruta	Prd. Neta	Rechazos	% Rech	Mes	Prd. Bruta	Prd. Neta	Rechazos	% Rech
Ene	736222.992	674289.722	61933.27	8.41%	Ene	755888.992	689672.722	66216.27	8.76%
Feb	999409.045	934899.055	64509.99	6.45%	Feb	1018275.045	948016.055	70258.99	6.90%
Mar	825548.67	790523.52	35025.15	4.24%	Mar	840046.67	801635.52	38411.15	4.57%
Abr	649292.46	640652.615	8639.845	1.33%	Abr	667948.46	654796.615	13151.845	1.97%
May	901200.9629	875134.5861	26066.3768	2.89%	May	916059.9629	886117.5861	29942.3768	3.27%
Jun	952640.626	928913.306	23727.32	2.49%	Jun	973193.626	944004.306	29189.32	3.00%
Jul	664299.7423	654133.4323	10166.31	1.53%	Jul	687517.7423	673838.4323	13679.31	1.99%
Ago	940418.57	882460.65	57957.92	6.16%	Ago	964780.57	904941.65	59838.92	6.20%
Sep	848406.084	824422.35	23983.734	2.83%	Sep	866437.084	836999.35	29437.734	3.40%
Oct	980092.736	894094.093	85998.643	8.77%	Oct	995476.736	904780.093	90696.643	9.11%
Nov	964635.8228	850129.4657	114506.3571	11.87%	Nov	986376.8228	868284.4657	118092.3571	11.97%
Dic	717569.8212	667635.0242	49934.797	6.96%	Dic	733280.8212	678113.0242	55167.797	7.52%

En la Tabla 22 se muestra el pronóstico de producción para el año 2017 en que se destalla todos los meses año, estos valores son útiles para el MPS de la empresa, se pronóstica la producción bruta puesto que el análisis se ejecuta a la producción bruta haciendo de lado los rechazos son reprocessados.

Pronóstico 2017 Producción Bruta					
	2013	2014	2015	2016	2017
Ene	732931	736223	726798	755889	752822
Feb	998423	999409	985036	1018275	1011582
Mar	817063	825549	821103	840047	842067
Abr	646697	649292	644834	667948	667017
May	895974	901201	889593	916060	912869
Jun	953112	952641	951102	973194	972189
Jul	669151	664300	662482	687518	684183
Ago	940564	940419	943370	964781	966184
Sep	848215	848406	839003	866437	861831
Oct	974201	980093	975110	995477	995931
Nov	967018	964636	961680	986377	983708
Dic	713322	717570	709264	733281	731252

Tabla 22 Pronostico de producción año 2017

En la Tabla 23 se resumen el MPS plan maestro de producción el miso que detalla que debe hacerse y cuando, tomando en cuenta que este plan está acorde a la empresa es decir los valores que se han adoptado son aquellos con los que la empresa se encuentra laborando.

MPS (kg)												
Parámetros	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Inventario Inicial	17250	0	9492	20207	2957	12040	21142	5212	14314	23416	6817	16627
Pronóstico	12547	16860	14034	11117	15214	16203	11403	16103	14364	16599	16395	12188
Pedido	17250	15678	15637	17250	17269	17250	15930	17250	17250	16548	16542	13423
MPS	0	26352	26352	0	26352	26352	0	26352	26352	0	26352	0
Inventario Final	0	9492	20207	2957	12040	21142	5212	14314	23416	6817	16627	3204
DPP	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	NO

Tabla 23 Plan maestro de producción 2017

La Tabla 24 resume e plan maestro de producción además de considera el DPP que es la cantidad disponible para promesa, el inventario inicial 17250 kg se basa en los datos de requerimiento de producción y el tamaño del lote es fijado por la planta de fundición en 16352kg

MPS (kg)												
Parámetros	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Inventario Inicial	17250	0	9492	20207	2957	12040	21142	5212	14314	23416	6817	16627
Pronóstico	12547	16860	14034	11117	15214	16203	11403	16103	14364	16599	16395	12188
Pedido	17250	15678	15637	17250	17269	17250	15930	17250	17250	16548	16542	13423
MPS	0	26352	26352	0	26352	26352	0	26352	26352	0	26352	0
Inventario Final	0	9492	20207	2957	12040	21142	5212	14314	23416	6817	16627	3204
DPP	0	10674	2957		12040	5212		14314	6868		3204	

Tabla 24 Plan maestro de producción DPP

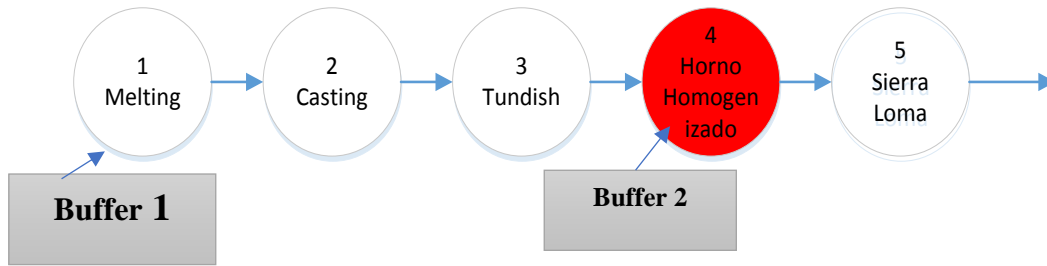


Figura 29 DBR - planta de fundición

La Figura 29 muestra el dónde está situado el CCR de la planar de producción puesto que la capacidad que requiere este proceso es superior a las anteriores, este da pasa a que se presente como el tambor es decir que todas las actividades deberán sincronizarse acorde al proceso de homogenizado

4.7.2 Identificación de las actividades críticas

Para la identificación de las actividades críticas se ha mencionado las más regulares dentro del proceso tales como el control de temperatura, nivel, velocidad, ya que estas provocan el bueno o mal desempeño del proceso es decir si una de estos controles falla todo el proceso se convierte en un CCR (recurso restringido por la capacidad).

4.7.2.1 Control de temperatura

El control de temperatura se realiza en el control de mando del Melting y Casting a 9m del Tundish mediante una termocupla que emite datos para el posterior control manual como se muestra en Figura 30.

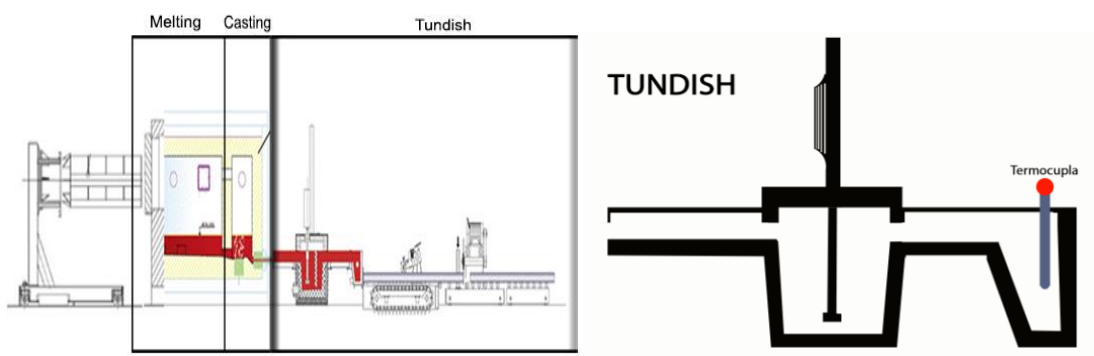


Figura 30 Ejemplo de diagrama de flujo

A continuación, se detalla una lista de actividades que se ejecutan para la inspección y control de la temperatura en proceso del Tundish.

Actividades

- Inspección Cantidad de material Horno
- Inspección de temperatura mediante indicador de la termocupla
- Inspección de temperatura indicador de termocupla del Casting
- Si Temperatura Tundish $>720^{\circ}$ - controlador automático
- Si Temperatura Tundish $<685^{\circ}$ – controlador automático
- Inspección de Salida de Billet's

4.7.2.2 Control nivel actual

En el control de nivel que se mantiene ejecutando en la planta de fundición se puede destacar que el medidor de nivel se encuentra en la parte delantera, monitoreada mediante una alarma de luces, está en ocasiones falla puesto que el nivel de salida varia como se muestra en la figura 29.

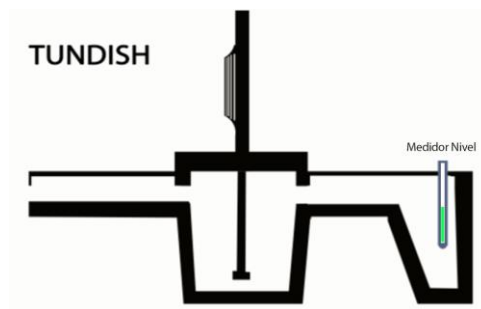


Figura 31 Tundish control de nivel

La lista de actividades muestra el orden en el que se ha inspeccionado y atendido el control de nivel.

Actividades

- Inspección de nivel Tundish
- Control Nivel abrir/cerrar cono Casting
- Atención de alarma
- Inspección de salida flujo de aluminio

4.7.2.3 Control velocidad actual

La velocidad de los rodillos transportadores del Tundish, están controlados por un variador de frecuencia el cual es manipulado mediante un potenciómetro que muestra una medida análoga el mismo que reacciona acorde a la calibración y desgaste su diagrama es como el que se ha mostrado en la figura 30.

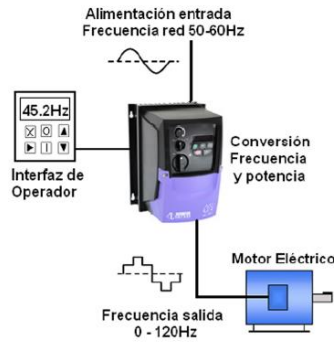


Figura 32 Tundish control de velocidad

Actividades control de Velocidad

- Inspección de temperatura para control de salida de billet
- Mayor temperatura menor velocidad
- El medio de control mediante potenciómetro
- Carece de display (indicador)
- Errores en velocidad de salida.

Actividades control de Materia prima

- Llegada de materia prima
- Control de peso materia prima
- Clasificación y almacenamiento
- Aviso de entrada de materia prima

4.7.2.4 Tiempo de producción Tundish

Como siguiente se detalla las actividades de proceso del Tundish fijadas acorde checklist del Anexo C, puesto que se convierte en una d las actividades críticas para el buen desempeño del proceso de homogenizado, el Tundish debe mantenerse produciendo para que la producción no se detenga.

4.7.2.4.1 Actividades Tundish

En la Tabla 26 se muestra la descripción de las actividades en el proceso de Tundish, los mismos que se detallan en forma ordenada.


 Descripción de actividades			
Operación:	Conformado de billet	Subáreas:	Conformado billet
Producto:	Billet Aluminio	Material:	Aluminio
Máquina:	Tundish	Herramientas:	varias

Tabla 25 Descripción de actividades tundish

Descripción de actividades críticas Tundish (continuación1)

Hombre	
A1	Mantenimiento preparación moldes
A2	Manteniendo Preparación de canales de Tundish
A3	Manteniendo colocación de Tundish en la mesa
A4	Manteniendo colocación de mangueras
A5	Manteniendo cono cerámico
A6	Mantenimiento filtros cerámicos
B1	Inspección temperatura
B2	Inspección Lubricación
B3	Inspección velocidad de salida
B4	Inspección de inyección tabor (cm/min)
B5	Inspección de cantidad de argón
B6	Inspección rotor del degasificador
B7	Inspección nivel de colada
C1	Abrir/cerrar cono cerámico
C3	Atender alarmas
C4	Tomar muestra de aleación
C5	Llevar aleación espectrómetro
C6	Guardar datos de aleación
Máquina	
M1	Desgasificado
M2	Salida de los billet
M3	Corte del billet mediante sierra automática
M4	Trasporte del billet por medio de un sistema de rodillos
M5	Deslizamiento del billet hacia el sector de espera

Tabla 26 Actividades del tundish

4.7.1.4.2 Cursograma analítico Tundish

El cursograma analítico muestra la descripción de las actividades y cada uno de los procesos que se realizan en la etapa del tundish, además de la distancia y tiempo de recorrido que existen en ellos, este cursograma promueve a que sea visible de forma organizada cada una de las etapas y de esta manera promueve al estudio de las actividades para ejecutar un mejor control evitando paros de producción, esto lleva a la planta a laborar continuamente lo que permite incrementar la productividad

mediante un mejor desempeño de todas las actividades, puesto que los que realiza es la sincronización de las actividades se detalla en la Tabla 27.

Cursograma analítico				OPERARIO					
Diagrama N°1	Hoja N° 1 de 2	Actividad		Actual	Propuesto				
Producto:	Billet	Operación	○	9					
		Transporte	⇒	2					
Actividad:	Lavado tinturado de prendas	Espera	D						
		Inspección	□	4					
Lugar:	CEDAL S.A	Almacenamiento	▽	1					
		Distancia (metros)		37.5					
Método:	Actual	Tiempo (Minutos)		55.14					
Operario:	1	Total		16					
Descripción	Cantidad	Distancia (metros)	Tiempo (min)	SÍMBOLO					Observaciones
				○	⇒	D	□	▽	
Revisar Temperatura Degasificador 730°- 750°			2.28				o		Manualmente
Ajustar alimentación de alambre tabor			3.32	o					Manualmente
Ajustar prensas cierra			5.21	o					Manualmente
Ajustar bomba de lubricación			2.21	o					Manualmente
Revisar Herramientas en posición			5.23				o		
Revisar moldes			4.2				o		
Revisar Velocidad			2.4				o		
Atender alarmas			1.24	o					Se apaga la alarma un vez atendida
Abrir/cerrar cono			2.25	o					
Tomar muestra			2.3	o					
Transportar muestras		18.5	3				o		
Analizar espectrómetro			10	o					
Guardar información			1.5	o					En un PC definida
Caminar puesto		19	1.5				o		
Acomodar billet's			3.5	o					Dispositivo de martillo
Marcar billet's			5					o	

Tabla 27 Cursograma analítico – tundish

4.7.1.4.3 Diagrama Hombre – Máquina método actual

En el presente diagrama de la Tabla 28 hace factible visualizar la interacción entre hombre - máquina en el proceso del Tundish el mismo que ha sido tomado según la cantidad de muestras ates determinado. Dando como resultado un diagrama en el cual

se hace visible los tiempos de interacción de esta manera proporciona el tiempo trabajo y tiempo ocioso.

Diagrama Hombre - Máquina			
Hombre		Máquina	
Revisar temperatura	2.28	Salida	44.67
Ajustar elementos	3.5		
Revisa Moldes, velocidad, posición	5.65		
Abrir/cerrar cono	2.25		
Tomar muestra	2.3		
Transportar muestra	3		
Analizar en espectrómetro	10		
Guardar información	1.5		
Acomodar Billet's	3.5		

Tabla 28 Diagrama hombre- máquina proceso tundish

Diagrama hombre- maquina proceso tundish (continuación 1)

Marcar Billet's	4.36		
		Corte	2.53
		Transporte	0.25
		Desplazamiento	0.19
Tiempo Ocioso	9.3	Tiempo Ocioso	0
Tiempo de trabajo	38.34	Horas productivas	47.64
Total	47.64	Total	47.64
Horas - hombre = 0.794			

Tiempo ocioso: 9.3 min

Tiempo ocioso Jornada = $((480 - A - R) \text{ min} / TC) * \text{ocioso} / 60 \text{ min}$

A= Almuerzo R= Refrigerio Tc= Tiempo ciclo

Tiempo ocioso Jornada = 1.43 h/hombre-jornada

4.7.3 Simulación modelo actual de trabajo ProModel

La simulación se ha realizado para una semana de trabajo es decir 6 días laborables en tres turnos de 8 horas dando como resultado $(6 * 3 * 8) = 144$ horas laborable además para la simulación se ha trabajado por lotes de producción [24], en Tabla 29 se detalla la distribución de lotes de producción que se han usado para la simulación

Lotes de producción				
	Casting	Melting	Tundish	Homogenizado
	784	784	1568	23520
Lotes	1	1	2	30

Tabla 29 Descripción de lotes de producción

Puesto que la cantidad que ingresa al Melting es de 784 kg se ha identificado como 1 lote de producción, por lo tanto, según la capacidad que requiere el Tundish es de 1568 kg para producir 4 billet por lo que le corresponde un tamaño de 2 lotes de producción

la capacidad del homogenizado es de 23520 kg por lo que le corresponde un tamaño de 30 lotes de producción.

4.7.3.1 Tiempo de producción simulación

Los tiempos usados en la simulación luego de haber sido analizados acorde a la Tabla 12 se muestra el detalle en el Anexo B, estos datos ingresan a Stat::Fit® en donde se obtendrá resultados exactos mostradas a través de distribuciones exactas.

4.7.3.1.1 Ajuste de datos melting – casting

La Figura 33 muestra los resultados obtenidos mediante Stat::Fit en los que se destacan los tipo de distribución. En este caso se ajusta un a distribución Lognormal

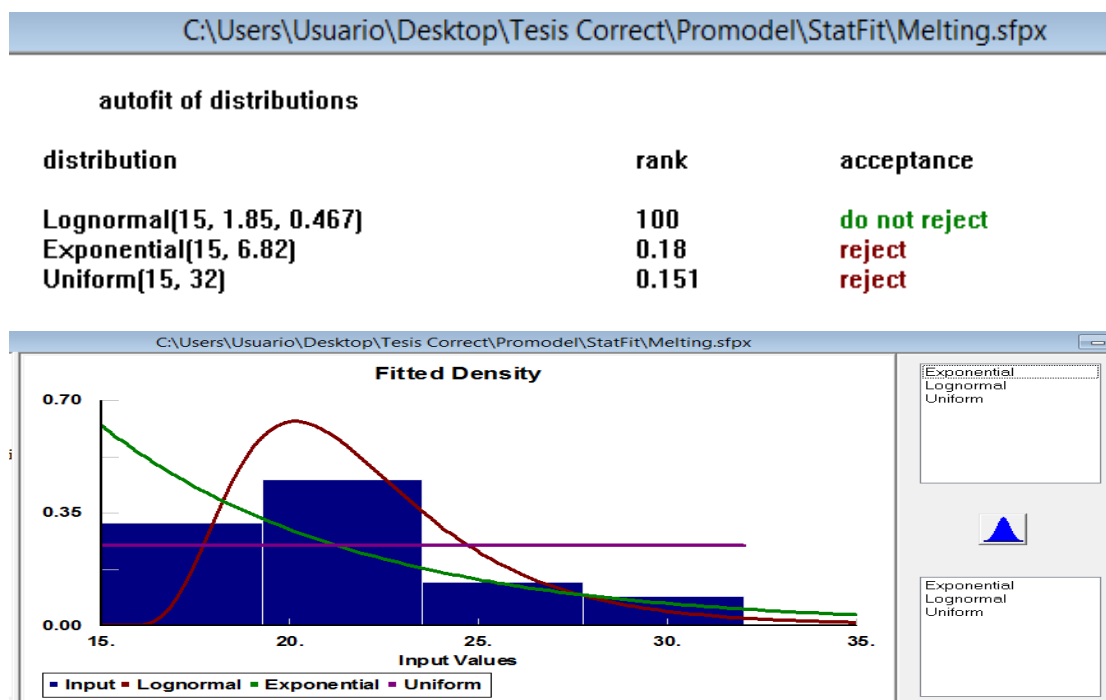
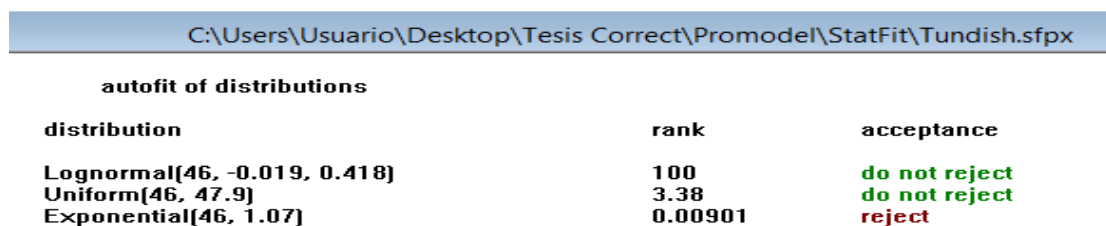


Figura 33 Curva de ajuste de datos Stat::Fit proceso melting

4.7.3.1.2 Ajuste de datos tundish

En la Figura 34 se muestra el tipo de distribución que adoptan lo datos del proceso del tundish en donde se destaca el tipo de ajuste datos de una distribución log normal (46,0.019,0.418)



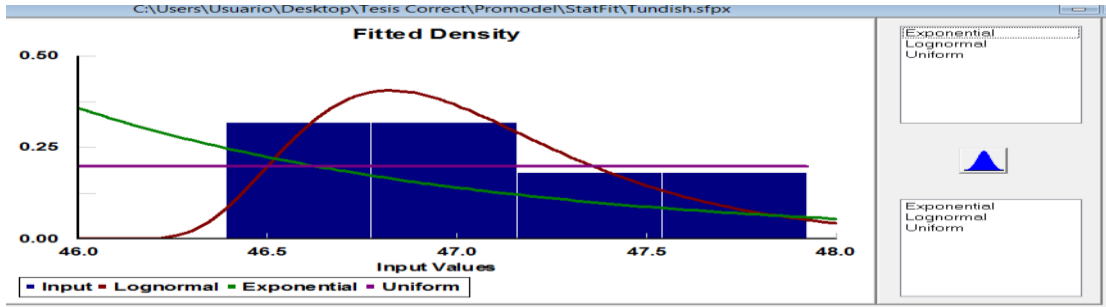


Figura 34 Curva de ajuste de datos Stat::Fit proceso tundish

4.7.3.1.3 Ajuste de datos homogenizado

La figura 35 muestra el ajuste dato a los que tiende le proceso del tundish el mismo que se rige a un distribución Uniforma(556,603)

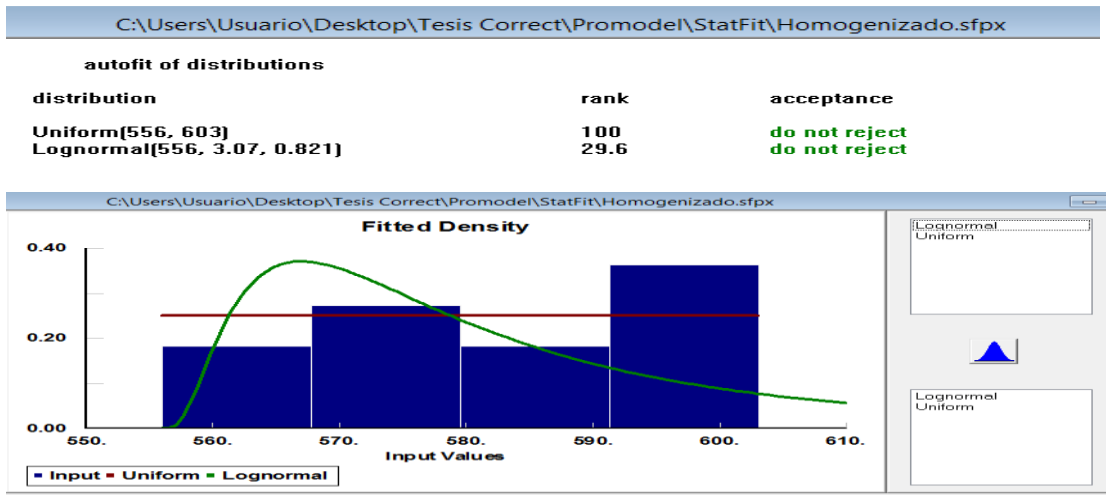


Figura 35 Curva de ajuste de datos Stat::Fit proceso homogenizado

Para el modelo como punto inicial es necesario establecer la restricción del sistema (rb), es decir hallar la tasa de cuello de botella o recurso restringido por capacidad, lo datos obtenidos se muestran en la Figura 36.

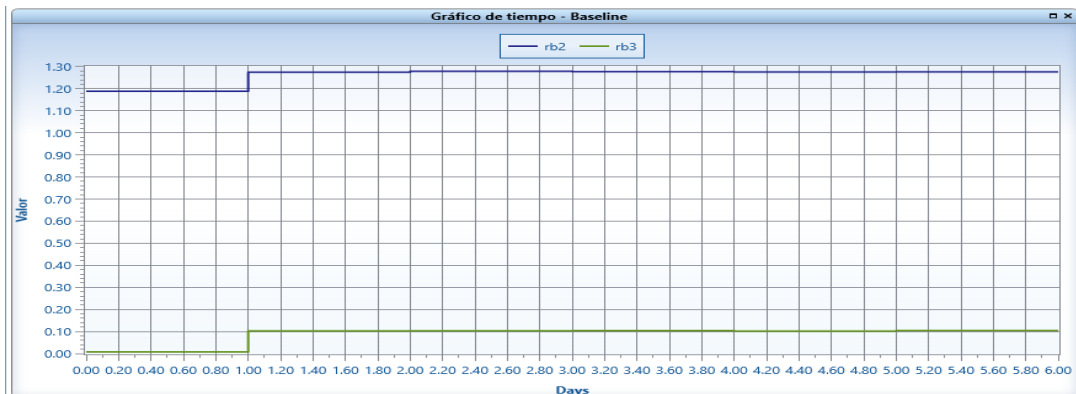


Figura 36 Tasa de cuello de botella (rb)

La tasa de cuello de botella se ve determinado en unidades de lote/hora en donde rb2 corresponde a la tasa de del proceso de Tundish y rb3 a la tasa del proceso de Homogenizado cabe destacar que la restricción se encuentra en el Homogenizado debido a que posee la tasa menor de .01 marcado así el CCR que se será el buffer del sistema.

4.7.3.2 Estado actual del proceso

Mediante el software ProModel se procede a la programación y desarrollo de la simulación tomando en cuenta los tiempos de cada una de actividades que en esta se realizan.

4.7.3.2.1 Construir (Locaciones)

El proceso comienza en la zona Almacenamiento lugar donde llegan todos los materiales, la siguiente zona es el Melting donde ingres la materia prima tiene una capacidad de 1, el Casting pasa a ser la zona de mantenimiento del aluminio fundido con una capacidad igual a la del melting 1 lote de producción, El Tundish y sierra son dos etapas mutuamente relacionadas entre si puesto que funcionan en sincronía ambas poseen una capacidad de 2 lotes de producción, la Banda es un sistema que permite la salida de materiales hacia el Homogenizado que es donde a altas temperaturas cambia su microestructura dándole un mejor acabado estructural y superficial para terminar en Bodega de donde será distribuido a distintas etapas de proceso se muestra en la Figura 37.

Icono	Nombre	Cap.	Unidades	TMs...	Estadist	Reglas...	Notas...
	Almacenamiento	500	1	Ninguna	Series de t	Más Tiempo	
	Melting	1	1	Ninguna	Series de t	Más Tiempo	
	Casting	1	1	Ninguna	Series de t	Más Tiempo	
	Tundish	2	1	Ninguna	Series de t	Más Tiempo	
	Sierra	2	1	Ninguna	Series de t	Más Tiempo	
	Banda	INFINIT	1	Ninguna	Series de t	Más Tiempo, FIFO	
	Homogenizado	30	1	Ninguna	Series de t	Más Tiempo	
	Bodega	500	1	Ninguna	Series de t	Más Tiempo	

Figura 37 Instalaciones del modelo actual

4.7.3.2.2 Construir (Entidades)

La Figura 38 muestra las entidades con dos tipos de graficas que representan la materia prima de entrada y la de los billet's una vez conformados.

Entidades			
Icono	Nombre	Velocidad (Ppm)	Estadist
	Aluminio	150	Series de tiempo

Figura 38 Entidades del modelo con dos gráficos actual

4.7.3.2.3 Construir (Rutas)

En la Figura 39 se definió una red de movimientos llamada Red1 con una trayectoria haciendo coincidir cada una locaciones y nodo de la red.

Redes de Ruta							
Gráfica...	Nombre	Tipo	T/V	Rutas...	Interfaces...	Mapeo...	Nodos
	Red1	Sobrepasar	Velocidad & Distancia	6	8	2	8

Interfaces [1]		Rutas [1]			
Nodo	Locación	Desde	Hasta	BI	Distancia
N1	Almacenamiento	N1	N2	Bi	82.19
N2	Melting	N2	N3	Bi	16.00
N3	Casting	N3	N4	Bi	41.85
N4	Tundish	N4	N5	Bi	30.71
N5	Sierra	N6	N7	Bi	112.71
N6	Banda	N7	N8	Bi	79.28
N7	Homogenizado				
N8	Bodega				

Figura 39 Definición de la red de desplazamiento actual

4.7.3.2.4 Construir (Recursos)

Los recursos de modelo se establecen en un nodo de la red haciendo que este simule al operario o maquinaria, para el caso de los operarios OP1, OP2, OP3, OP4 estarán ubicado en la etapa de melting, casting, tundish, homogenizado respectivamente mientras que las maquinarias o montacargas MQ1, MQ2, MQ3 ESTRAN en el almacenamiento, banda y bodega correspondientemente la programación en el software como se muestra en la Figura 40.

Recursos								
Icono	Nombre	Unidades	TMs...	Estadist	Especif. ...	Buscar...	Lógica...	Pts...
	OP1	1	Ninguna	Por Unidad, Serie: Red1, N2, Rtn Home	Ninguna	0	1	
	OP2	1	Ninguna	Por Unidad, Serie: Red1, N3, Rtn Home	Ninguna	0	1	
	OP3	1	Ninguna	Por Unidad, Serie: Red1, N4, Rtn Home	Ninguna	0	1	
	OP4	1	Ninguna	Por Unidad, Serie: Red1, N7, Rtn Home	Ninguna	0	1	
	MQ1	1	Ninguna	Por Unidad, Serie: Red1, N1, Rtn Home	Ninguna	0	1	
	MQ2	1	Ninguna	Por Unidad, Serie: Red1, N6, Rtn Home	Ninguna	0	1	
	MQ3	1	Ninguna	Por Unidad, Serie: Red1, N8, Rtn Home	Ninguna	0	1	

Figura 40 Recursos del modelo actual

4.7.3.2.5 Construir (Arribos)

Los arribos será la entidad llamada Aluminio con una cantidad de 500 arribos que solo ocurre una vez es decir mantiene una frecuencia de 0 puesto que con esta cantidad arribos abastecerán la producción de una semana de trabajo como se muestra en la Figura 41.

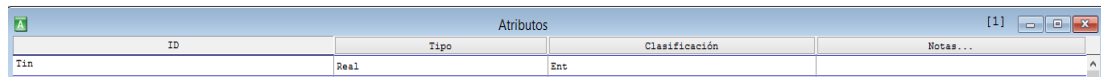


Entidad...	Locación...	Cant. por Arribo...	Primera Vez...	Ocurrencias	Frecuencia	Lógica...	Deshab.
Aluminio	Almacenamiento	500	0	1	0		No

Figura 41 Llegadas al sistema actual

4.7.3.2.6 Construir (Atributos)

Se uso el atributo Tin en donde se guarda el tiempo de inicio del sistema tomando en cuenta que es de tipo entero positivo puesto que puede tomar cualquier valor mientras sea positivos se muestra en la Figura 42.

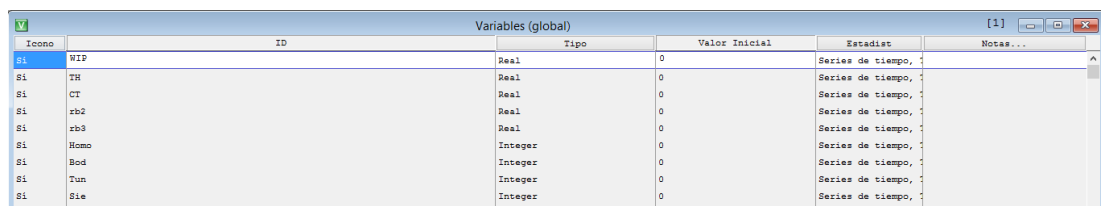


ID	Tipo	Clasificación	Notas...
Tin	Real	Ent	

Figura 42 Atributos del sistema actual

4.7.3.2.7 Construir (Variables Globales)

En la Figura 43 se muestra las 9 variables del sistema los mismos que han sido necesarios para determinar la tasa de cuello de botella (rb), trabajo en proceso (WIP), el throughput (TH), tiempo de ciclo (CT) así también para medir la cantidad de material con la que se encuentran las etapas de Homogenizado (homo), tundish (tun), sierra (sie), y lo que está en bodega (bod).



Icono	ID	Tipo	Valor Inicial	Estadist	Notas...
si	WIP	Real	0	Series de tiempo,	
si	TH	Real	0	Series de tiempo,	
si	CT	Real	0	Series de tiempo,	
si	rb2	Real	0	Series de tiempo,	
si	rb3	Real	0	Series de tiempo,	
si	Homo	Integer	0	Series de tiempo,	
si	Bod	Integer	0	Series de tiempo,	
si	Tun	Integer	0	Series de tiempo,	
si	Sie	Integer	0	Series de tiempo,	

Figura 43 Variables del sistema actual

4.7.3.2.8 Construir (Subrutinas)

La subrutina CAL_TH hace lo siguiente si el tiempo de ciclo (ct) es diferente de 0, calcula throughput (th) dividiendo la cantidad de trabajo en proceso (wip) para el tiempo de ciclo (ct) solo se calcula una vez que haya salido la primera pieza como se detalla en la Figura 44.

ID	Tipo	Parámetros...	Lógica...
CAL_TH	Ninguna	Ninguna	If (CT<>0) Then(TH=WIP/CT)Else(TH=0)

Figura 44 Subrutina cal_th actual

4.7.3.2.9 Proceso modelo actual

Para definir los procesos es necesario seguir la secuencia del proceso el mismo que se verá afectado por el cálculo de las distintas variables necesarias para el estudio, como se muestra en la Tabla 30.

Entidad	Locación	Operación	Salida	Destino	Regla	Lógica de movimiento
Aluminio	Almacenamiento	CAL_TH() Graphic 1	Aluminio	Melting	First 1	Move With MQ1 Then Free
Aluminio	Melting	Tin=Clock(hr) Inc WIP CAL_TH() Graphic 1	Aluminio	Casting	First 1	Move With OP1 Then Free
Aluminio	Casting	CAL_TH() Graphic 1	Aluminio	Tundish	First 1	Move With OP2 Then Free
Aluminio	Tundish	CAL_TH() Accum 2 Wait 46+L(1.07, 0.468) $rb2=1/((46+L(1.07,$ $0.468))/60)$ Inc Tun Graphic 2	Aluminio	Sierra	First 1	Move With OP3 Then Free
Aluminio	Sierra	CAL_TH() Inc Sie Graphic 2	Aluminio	Banda	First1	
Aluminio	Banda	CAL_TH() Graphic 2	Aluminio	Homogenizado	First 1	Move With MQ2 Then Free
Aluminio	Homogenizado	CAL_TH() Graphic 2 Dec WIP Inc Homo Accum 30 Wait U(580, 23.5) $rb3=1/((U(580,$ $23.5))/60)$	Aluminio	Bodega	First 1	move With MQ3 Then Free CT=Clock(hr)-Tin
Aluminio	Bodega	CAL_TH() Accum 500 Inc Bod Graphic 2	Aluminio	Exit	First 1	

Tabla 30 Proceso actual planta fundición

Detalle de proceso:

- > La entidad Aluminio parte con un arribo desde el almacenamiento para ejecutar la subrutina que proporciona el th mediante CAL_TH () y el grafico 1 mediante la función Graphic 1, luego sale hacia el Melting usando el recurso MQ1.
- > El aluminio se encuentra en el Melting ejecuta la operación de Tin=CLOCK(hr) y se inicializa el WIP conjuntamente con la ejecución de la subrutina tomando el GRAPHIC 1.

- › La entidad que se movió con el recurso OP1 se encuentra en el casting donde se ejecuta la subrutina y se toma el GRAPHIC 1 dando paso a la salida de la entidad hacia el Tundish mediante el recurso OP1.
- › Una vez en Tundish la entidad aluminio se toma el GRAPHIC 2 puesto que ya se conforma un billet de aluminio, ACCUM 2 permite que en el Tundish se acumule 2 aluminio GRAPHIC 1 para la continuación del proceso, el tiempo en que se ejecuta este proceso es de $46+L(1.07, 0.468)$ una distribución log normal, e inicializa tun que permite el conteo del trabajo que se realiza se ejecuta el cálculo de la tasa de cuello de botella dado por $rb2=1/((46+L(1.07, 0.468))/60)$ para como siguiente pasar hacia el transporte.
- › Una vez terminado el proceso del Tundish en la locación sierra la entidad aluminio sale del proceso mediante una banda transportadora con el GRAPHIC 2 se coloca un indicador para la cantidad de material que pasa mediante INC Sie y se ejecuta las subrutinas la misma que se aplicara en todas las etapas del proceso.
- › Una vez en el homogenizado se ejecuta el proceso mediante un tiempo de $U(580, 23.5)$ min, y se ve en la necesidad de ACCUM 30 puesto que debe estar acorde a la capacidad del horno, se realiza el cálculo de la tasa de cuello de botella mediante $rb3=1/((U(580, 23.5))/60)$ min, en esta etapa se muestra la salida o punto final del proceso razón por lacul se aplica DEC WIP y se muestra mediante GRAPHIC 2 y se inicializa el horno INC horno además cumple la siguiente lógica $CT=CLOCK(hr)-TIN$.
- › Desde el homogenizado la entidad aluminio se ha movido mediante un MQ3, para dar paso hacia la bodega almacenamiento, donde llega y se visualiza en GRAPHIC 2, se acula mediante ACCUM 500, se inicializa un contador INC Bod.

A continuación, en la Figura 45 se muestra la interfaz Gráfica del proceso, desde el almacenamiento hasta la bodega con sus respectivos indicadores de proceso es decir el diagrama general de la distribución de planta iniciando desde el Almacenamiento hasta la Bodega que es de donde se distribuye a las distintas etapas posteriores de proceso.

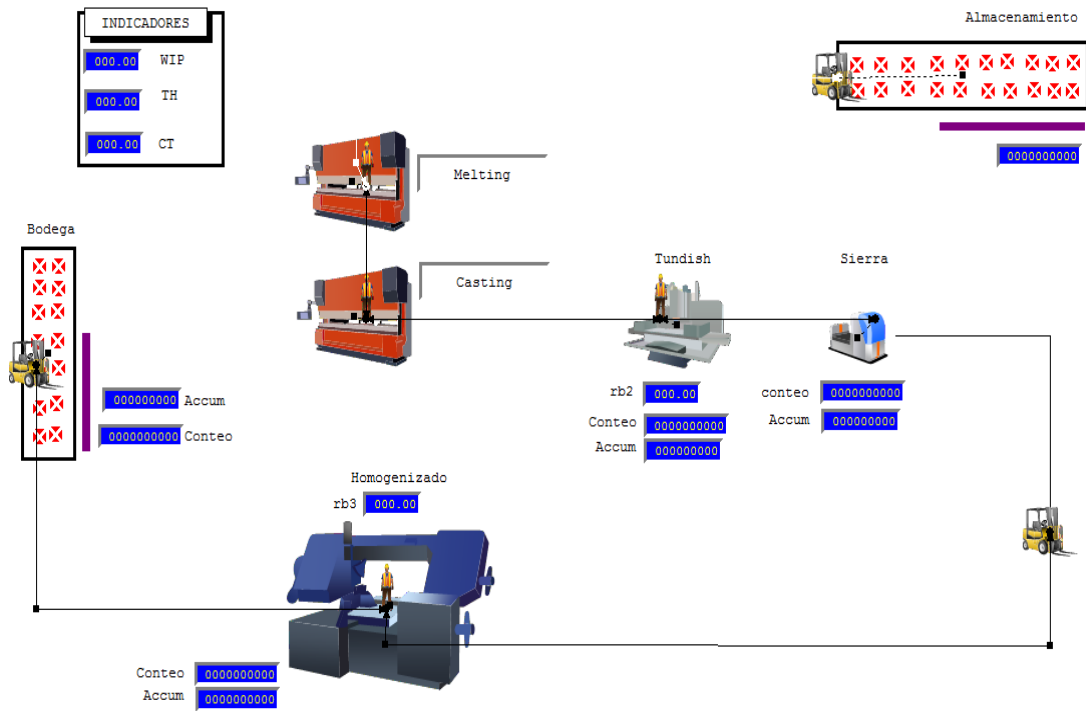


Figura 45 Interfaz modelo actual

4.7.3.2.10 Resultados simulación estado actual

La Figura 46 detalla los resultados obtenido tras la simulación, los mismos que proporcionan los datos del WIP, TH, CT del estado actual de la planta de fundición.

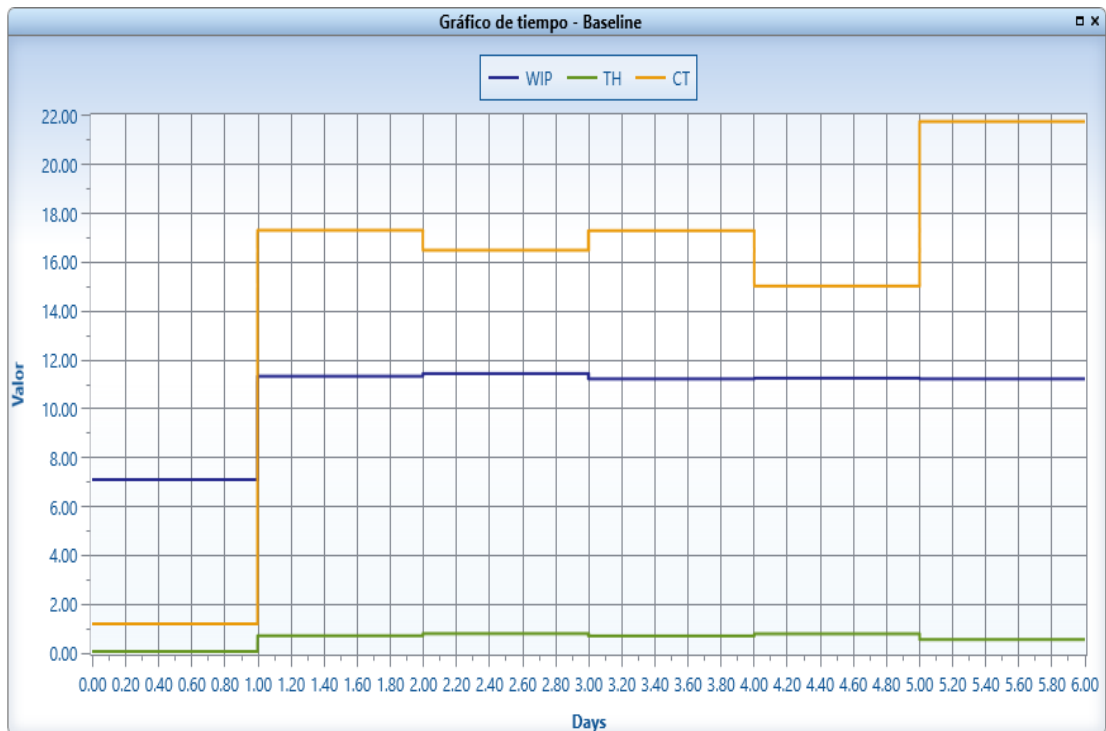


Figura 46 resultados de la simulación

A continuación, en la Tabla 31 se muestra el resumen de los resultados de la simulación con sus respectivas unidades.

Detalle	Valor	Unidades
WIP	11.80	Lotes
TH	0.52	Lotes/Hora
CT	21.8	Horas

Tabla 31 Resultado simulación método actual

4.7.4 Estrategias de mejora

Las estrategias de mejora se basan en el cambio del método actual trabajo, y las posibles modificaciones de las actividades a que se realizan cotidianamente para lo cual se menciona los siguientes puntos.

4.7.4.1 MPS propuesto

El plan maestro de producción es proporcionando luego del análisis de una mejora en el proceso, tal es así que el DPP la promesa de pedido se incrementan lo que muestra que los pedidos y demanda se podrá cumplir conforma los pronósticos tomando en cuenta que para los últimos meses del año la demanda cambia como se muestra en la Tabla 32.

		MPS (kg)											
Parámetros	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Inventario Inicial	16660	15000	13730	13683	12023	10344	8684	8344	6684	5024	4015	3063	
Pronóstico	12547	16860	14034	11117	15214	16203	11403	16103	14364	16599	16395	12188	
Pedido	17250	15678	15637	17250	17269	17250	15930	17250	17250	16548	16542	13423	
MPS	15590	15590	15590	15590	15590	15590	15590	15590	15590	15590	15590	15590	
Inventario Final	15000	13730	13683	12023	10344	8684	8344	6684	5024	4015	3063	5230	
DPP	15000	14912	13683	12023	10344	8684	8344	6684	5024	4066	3063	5230	

Tabla 32 Plan maestro de producción

4.7.4.2 Control de temperaturas Propuesto

La modificación de un control manual a automático ha de beneficiar directamente a la productividad puesto que es más tiempo para el operario y se Omite errores por falta de atención, además de optimizar la salida de la mezcla a una temperatura acorde para la formación de billet´s.

Actividades

- Inspección Cantidad de material Horno
- Inspección de temperatura mediante indicador de la termocupla
- Inspección de temperatura indicador de termocupla del Casting
- Si Temperatura Tundish $>720^{\circ}$ - Apagar quemador Automático
- Si Temperatura Tundish $<685^{\circ}$ – Encender quemador automático
- Inspección de Salida de Billet´s

4.7.4.3 Control Nivel Propuesto

Colocar un medidor de nivel a la parte posterior al degasificador permitiendo de esta manera evitar derrames por falta de atención, El añadir un control nivel en la parte de la salida del Casting y el de la entrada al degasificador previene directamente a la seguridad de los trabajadores puesto que al existir un derrame y hacer contacto con el agua puede ocasionar una explosión.

Actividades

- Inspección de nivel Tundish en los indicadores de nivel existentes.
- Control Nivel abrir/cerrar cono Casting.
- Atención de alarma.
- Inspección de salida flujo de aluminio.

4.7.4.4 Control velocidad propuesto

Es indispensable mostrar el valor del variador de frecuencia mediante un indicador puesto que el potenciómetro no muestra el valor a tiempo real por fallos de calibración.

Actividades control de Velocidad

- Inspección de temperatura para control de salida de billet
- Inspección de indicador para salida de billet´s
- Control de la velocidad de salida
- Intención de alarmas

4.7.4.5 Control de materia prima

La materia prima debe estar clasificada según su composición química, es decir, llegar a la empresa pese a ser chatarra con un valor de composición química utilizable, de esta manera poder realizar una mezcla propia y acorde al requerimiento evitando defectos por la composición química.

Actividades control de Materia prima

- Llegada de materia prima
- Control de peso materia prima
- Clasificación y almacenamiento
- Aviso de entrada de materia prima

4.7.4.6 Cambio de método de trabajo Tundish

Para el cambio de método actual de trabajo se ve necesaria el cálculo de tiempos de procesos.

4.7.4.6.1 Tiempo estándar del operario Tundish método propuesto

La valoración realizada ha sido ejecuta mediante el análisis de tablas que proporcionan los suplementos por actividad de trabajo dependiendo de la actividad y capacidad del operario mostradas en la Figura 6 y Figura8 dando paso a la valoración de las actividades de Tundish que se detalla en la Tabla 33.

Valoración					
Actividad	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración
1	0.13	0.08	0.02	0.03	126
2	0.08	0.05	-0.03	0.01	111
3	0.03	0.13	0	0.04	120
4	-0.1	0.02	0	0.03	95
5	0.08	0.02	0	0.01	111
6	0.15	0.05	0	0.002	120.2
7	0.08	0.02	0	0	110
8	-0.1	0.05	0	0.03	98
9	-0.05	0.05	0	0.01	101

Tabla 33 Valoración de tiempo

Valoración de tiempo (continuación 1)

10	-0.22	0.12	0.04	-0.02	92
11	0.03	0.13	0.02	0.03	121
12	0	0.13	0.02	0.04	119
13	0.08	0.08	0.04	0.03	123

Para la Tabla 34 se muestra los suplementos de las actividades que se ejecutan en el Tundish estos valores ha sido tomados como referente de la Figura 8.

Suplementos	
Necesidades personales	5
Trabajo en pie	2
Ligeramente cómoda	0
Peso levantado por kilogramo	2
Iluminación	0
Tensión visual	2
Ruido	7
Tensión mental	8
Monotonía mental	4
Monotonía física	2
Total	32

Tabla 34 Suplementos según la capacidad y destreza del operario

En la Tabla 35 se muestra el cálculo de tiempo de cada una de las actividades realizadas en el proceso del Tundish.

Actividad: Tundish		Estudio N° 1																		
Operación: Conformado de Billet		Hoja 1 de 1																		
Producto: Billet		Término:																		
Material: Aluminio		Operario:																		
Tiempo: Minutos		Fecha: 08/12/2016																		
		Observado por: Alex Naranjo L																		
N°	Actividad	Ciclos (min)															Total	x	V	TB
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
1	Revisar temperatura	1.2	1.2	1.3	2.1	1.3	1.5	1.3	1.3	1.3	1.5	1.2	1.5	1.2	1.5	1.3	21.1	1.4	126	1.8
2	Ajustar Elementos	1.3	2.2	3.1	2.3	1.2	3.3	2.2	1.7	2.1	1.7	1.7	1.9	1.2	1.6	1.8	29.3	2.0	111	2.2
3	Revisar Moldes	1.2	1.3	1.3	1.3	2.3	1.8	1.3	2.3	1.8	1.3	1.5	1.5	1.8	2.0	1.2	24.1	1.6	120	1.9
4	Revisar Velocidad	1.1	1.3	1.2	1.2	1.3	1.4	1.5	1.1	1.3	1.2	1.4	1.2	1.3	1.2	1.2	19.2	1.3	95	1.2
5	Revisar Posición	1.3	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4	1.1	1.4	1.3	1.2	1.3	1.2	1.3	1.2	1.4	19.5	1.3	111	1.4
6	Abrir/cerrar cono	2.3	2.3	2.7	2.2	2.5	2.7	2.5	2.7	2.3	2.8	2.4	2.3	2.4	2.5	2.3	36.9	2.5	120.2	3.0
7	Tomar muestra	2.3	2.2	2.1	2.5	2.4	2.2	2.1	2.4	2.3	2.5	2.3	2.4	2.1	2.2	6.5	38.5	2.6	110	2.8
8	Transportar muestra	3.2	3.1	3.4	3.1	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	48.9	3.3	98	3.2
9	Analizar espectrómetro	9.7	8.7	8.8	9.9	6.6	7.8	8.9	8.9	8.9	8.7	8.6	8.9	9.8	8.8	9.0	131.6	8.8	101	8.9

Tabla 35 Cálculo tiempos de producción de actividades

Cálculo tiempos de producción de actividades (continuación 1)

10	Guardar Información	1.2	1.5	1.5	1.6	1.3	1.6	1.2	1.2	1.3	1.2	1.3	1.2	1.5	1.4	1.3	20.4	1.4	92	1.3
11	Acomodar Billet's	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.4	0.3	0.4	0.2	0.3	0.3	5.4	0.4	121	0.4
12	Marcar Billet's	0.5	1.2	1.5	1.3	1.2	1.1	1.3	1.5	1.2	1.2	1.2	1.5	1.4	1.3	1.2	18.9	1.3	119	1.5
13	Descorridor	0.3	1.3	1.1	1.1	0.5	0.3	0.7	0.4	0.3	1.2	1.3	1.3	1.2	1.3	1.2	13.7	0.9	123	1.1
																		Tiempo ciclo	30.7	
																		Tiempo Manual	30.7	
																		Tiempo Máquina	0	

La Tabla 36 se muestra el resumen de tiempo que se usa en el Tundish para la ejecución de las actividades cotidianas.

Resumen tiempo	
Tiempo Básico	30.66186
Tiempo manual	30.66186
Tiempo Máquina	0
Suplementos por descanso	0.32
Tiempo Estándar	30.98

Tabla 36 Tiempo de proceso Tundish

4.7.4.6.2 Diagrama Hombre – Máquina método propuesto

El diagrama hombre máquina muestra una variación en el tiempo de la Tabla 28, dando paso a un tiempo ocioso adicional el mismo que se muestra Tabla 37 por tiempo de producción y por jornada laboral.

Diagrama Hombre - Máquina			
Hombre		Máquina	
Revisar temperatura	1.8	Salida	44.67
Ajustar elementos	2.2		
Revisa Moldes, velocidad, posición	4.5		

Tabla 37 Diagrama hombre máquina tundish propuesto

Diagrama hombre máquina tundish propuesto (continuación1)

Abrir/cerrar cono	3		
Tomar muestra	2.8		
Transportar muestra	3.2		
Analizar en espectrómetro	8.9		
Guardar información	1.3		
Acomodar Billet's	1.5		
Marcar Billet's	1.5		
		Corte	2.53
		Transporte	0.25
		Desplazamiento	0.19
Tiempo Ocioso	16.94	Tiempo Ocioso	0
Tiempo de trabajo + S	31.02	Horas productivas	47.64
Total	47.96	Total	47.64
Horas - hombre = 0.794			

Tiempo ocioso: 16.94 min

Tiempo ocioso Jornada = (((480-A-R) min / TC) *ocioso) /60 min

A= Almuerzo R= Refrigerio Tc= Tiempo ciclo

Tiempo ocioso Jornada = 2.59 h/hombre-jornada

Este tiempo ocioso por jornada podría enfocarse en mantenimiento de máquina y mejorar la toma de muestras.

4.7.5 Subordinar todo a la decisión anterior

Disponer del cuello de botella como el tambor del proceso, provocando que los otros recursos que no son considerados como cuello de botella trabajen acorde al recurso restringido de capacidad como se muestra en la Figura 47.

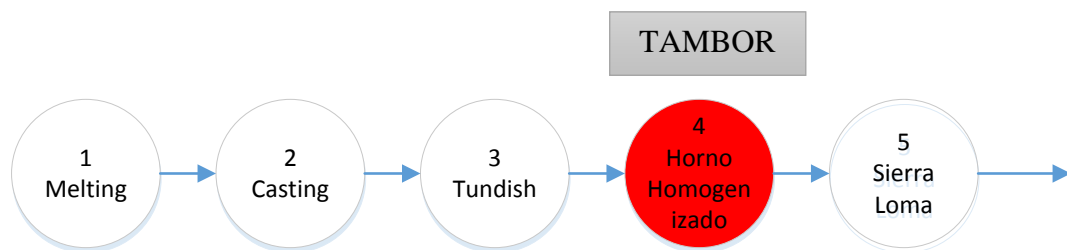


Figura 47 DBR- proceso tundish

4.7.5.1 Elevar la capacidad del cuello de botella

Una de las formas más eficientes para elevar el cuello de botella es realizar un mantenimiento preventivo, con la finalidad de controlar que la máquina falle durante el proceso de producción, mantener los estándares de calidad y control de la materia prima para evitar producto defectuoso, reproceso, además de enfocarse en los siguientes puntos.

- Carencia de materia Prima
- Fallos de medición de temperatura
- Inadecuado análisis espectrométrico
- Taponamiento de los moldes
- Falla de control de velocidad salida Billet's
- Carencia de supervisores y control de calidad

Mediante este paso lo que se busca es el mejoramiento continuo para verificar el control y posible nuevas restricciones.

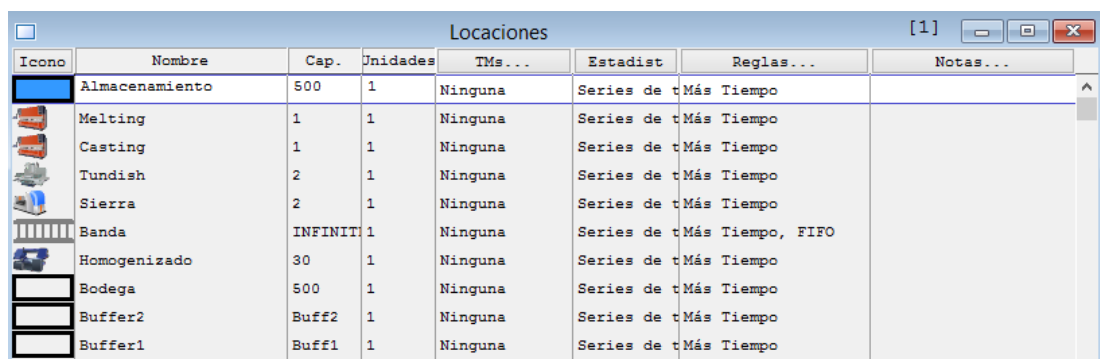
4.7.5.2 Simulación modelo propuesto de trabajo ProModel

La simulación se realizará para una semana de trabajo es decir 6 días laborables en tres turnos de 8 horas dando como resultado $(6*3*8) = 144$ horas como se muestra en la programación del modelo en el Anexo D

Para el modelo propuesto se ha añadido buffers con el fin de atener la sincroniza de las actividades del proceso, así también se ha creado escenarios con el objetivo de visualizar el comportamiento de la producción y tomar el que mejor se comporte.

4.7.5.2.1 Construir (Locaciones)

El proceso comienza en la zona Almacenamiento lugar donde llegan todos los materiales, la siguiente zona es el Buffer1 donde toma el valor de capacidad acorde a la macros es decir un modelo de capacidad dinámica pasa al Melting donde ingres la materia prima tiene una capacidad de 1, el Casting pasa a ser la zona de mantenimiento del aluminio fundido con una capacidad igual a la del melting 1 lote de producción, El Tundish y sierra son dos etapas mutuamente relacionadas entre si puesto que funcionan en sincronía ambas poseen una capacidad de 2 lotes de producción, la Banda es un sistema que permite la salida de materiales hacia el Buffer2 la capacidad adopta de acuerdo a la Macros pasa al Homogenizado que es donde a altas temperaturas cambia su microestructura dándole un mejor acabado estructural y superficial para terminar en Bodega de donde será distribuido a distintas etapas de proceso se muestra en la Figura 48.



Icono	Nombre	Cap.	Unidades	TMs...	Estadist	Reglas...	Notas...
	Almacenamiento	500	1	Ninguna	Series de t	Más Tiempo	
	Melting	1	1	Ninguna	Series de t	Más Tiempo	
	Casting	1	1	Ninguna	Series de t	Más Tiempo	
	Tundish	2	1	Ninguna	Series de t	Más Tiempo	
	Sierra	2	1	Ninguna	Series de t	Más Tiempo	
	Banda	INFINIT	1	Ninguna	Series de t	Más Tiempo, FIFO	
	Homogenizado	30	1	Ninguna	Series de t	Más Tiempo	
	Bodega	500	1	Ninguna	Series de t	Más Tiempo	
	Buffer2	Buff2	1	Ninguna	Series de t	Más Tiempo	
	Buffer1	Buff1	1	Ninguna	Series de t	Más Tiempo	

Figura 48 Instalaciones del modelo propuesto

4.7.5.2.2 Construir (Entidades)

La Figura 49 muestra las entidades con dos tipos de graficas que representan la materia prima de entrada y la de los billet's una vez conformados.

Icono	Nombre	Velocidad (Ppm)	Estadist	Notas...
	Aluminio	160	Serie de tiempo	

Figura 49 Entidades del modelo con dos gráficos propuestos

4.7.5.2.3 Construir (Rutas)

En la Figura 50 se definió una red de movimientos llamada Red1 con una trayectoria haciendo coincidir cada una locaciones y nodo de la red.

Gráfica...	Nombre	Tipo	T/V	Rutas...	Interfaces...	Mapeo...	Nodos
	Red1	Sobrepasar	Velocidad & Distancia	8	10	4	10

Nodo	Locación
N1	Almacenamiento
N2	Buffer1
N3	Melting
N4	Casting
N5	Tundish
N6	Sierra
N7	Banda
N8	Buffer2
N9	Homogenizado
N10	Bodega

Desde	Hasta	BI
N1	N2	Bi
N2	N3	Bi
N3	N4	Bi
N4	N5	Bi
N5	N6	Bi
N7	N8	Bi
N8	N9	Bi
N9	N10	Bi

Figura 50 Definición de la red de desplazamiento propuesto

4.7.5.2.4 Construir (Recursos)

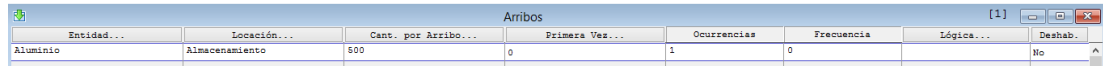
Los recursos de modelo se establecen en un nodo de la red haciendo que este simule al operario o maquinaria, para el caso de los operarios OP1, OP2, OP3, OP4 estarán ubicado en la etapa de melting, casting, tundish, homogenizado respectivamente mientras que las maquinarias o montacargas MQ1, MQ2, MQ3 ESTRAN en el almacenamiento, banda y bodega correspondientemente la programación en el software como se muestra en la Figura 51.

Icono	Nombre	Unidades	TMs...	Estadist	Especif. ...	Buscar...	Lógica...	Pts...	Notas...
	OP1	1	Ninguna	Por Unidad, Serie:Red1, N2, Rtn Home	Ninguna	0	1		
	OP2	1	Ninguna	Por Unidad, Serie:Red1, N4, Rtn Home	Ninguna	0	1		
	OP3	1	Ninguna	Por Unidad, Serie:Red1, N5, Rtn Home	Ninguna	0	1		
	OP4	1	Ninguna	Por Unidad, Serie:Sin Red	Ninguna	0	0		
	MQ1	1	Ninguna	Por Unidad, Serie:Red1, N1, Rtn Home	Ninguna	0	1		
	MQ2	1	Ninguna	Por Unidad, Serie:Red1, N7, Rtn Home	Ninguna	0	1		
	MQ3	1	Ninguna	Por Unidad, Serie:Red1, N9, Rtn Home	Ninguna	0	1		

Figura 51 Recursos del modelo propuesto

4.7.5.2.5 Construir (Arribos)

La Figura 52 muestra los arribos será la entidad llamada Aluminio con una cantidad de 500 arribos que solo ocurre una vez es decir mantiene una frecuencia de 0 puesto que con esta cantidad arribos abastecerán la producción de una semana de trabajo.



Entidad...	Locación...	Cant. por Arribo...	Primera Ves...	Ocurrencias	Frecuencia	Lógica...	Deshab.
Aluminio	Almacenamiento	500	0	1	0		No

Figura 52 Llegadas al sistema propuesto

4.7.5.2.6 Construir (Atributos)

Para la simulación se muestra en la Figura 53 el uso de atributos Tin en donde se guarda el tiempo de inicio del sistema tomando en cuenta que es de tipo entero positivo puesto que puede tomar cualquier valor mientras sea positivos.

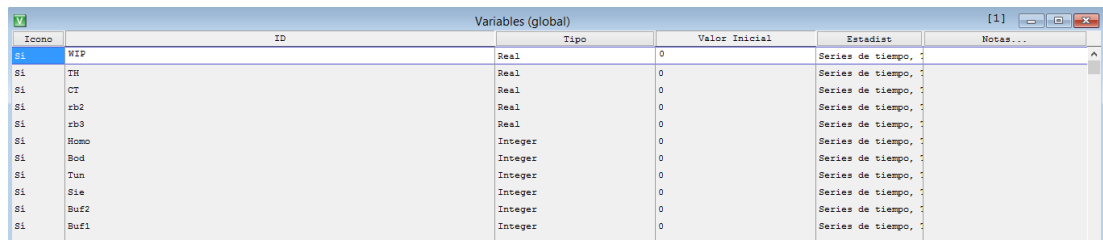


ID	Tipo	Clasificación	Notas...
Tin	Real	Ent	

Figura 53 Atributos del sistema propuesto

4.7.5.2.7 Construir (Variables Globales)

En la Figura 54 se muestra las 10 variables del sistema los mismos que han sido necesarios para determinar la tasa de cuello de botella (rb), trabajo en proceso (WIP), el throughput (TH), tiempo de ciclo (CT) así también para medir la cantidad de material con la que se encuentran las etapas de Homogenizado (homo), tundish (tun), sierra (sie), y lo que está en bodega (bod), además de Buff1 y Buff2 debido a los buffers añadidos en el sistema.



Icono	ID	Tipo	Valor Inicial	Estadist	Notas...
SI	WIP	Real	0	Series de tiempo,	
SI	TH	Real	0	Series de tiempo,	
SI	CT	Real	0	Series de tiempo,	
SI	rb2	Real	0	Series de tiempo,	
SI	rb3	Real	0	Series de tiempo,	
SI	homo	Integer	0	Series de tiempo,	
SI	bod	Integer	0	Series de tiempo,	
SI	tun	Integer	0	Series de tiempo,	
SI	sie	Integer	0	Series de tiempo,	
SI	Buf2	Integer	0	Series de tiempo,	
SI	Buf1	Integer	0	Series de tiempo,	

Figura 54 Variables del sistema propuesto

4.7.5.2.8 Construir (Subrutinas)

La subrutina CAL_TH hace lo siguiente si el tiempo de ciclo (ct) es diferente de 0, calcula throughput (th) dividiendo la cantidad de trabajo en proceso (wip) para el tiempo de ciclo (ct) solo se calcula una vez que haya salido la primera pieza como se detalla en la Figura 55.

ID	Tipo	Parámetros...	Lógica...
CAL_TH	Ninguna	Ninguna	If (CT<>0) Then{TR=WIIP/CT};Else{TR=0}

Figura 55 Subrutina cal_th propuesto

4.7.5.2.9 Construir (Escenarios)

Para construir escenarios se usó Macros en lo que se define los parámetros Buff1 y Buff2 ya que se añadió dos buffers al sistema, el rango numérico va estar de 1 a 50 que representa la capacidad de esta áreas la configuración se muestra en la Figura 56.

Definición de parámetros para Buff1

Nombre del Parámetro:

Mensaje:

Texto sin Restricción
 Rango de Registro
 Rango Numérico

Desde: Hasta:

Definición de parámetros para Buff2

Nombre del Parámetro:

Mensaje:

Texto sin Restricción
 Rango de Registro
 Rango Numérico

Desde: Hasta:

Figura 56 Definición macros modelo propuesto

Se ha creado 7 escenario los cuales han sido evaluados posteriormente a cada escenario se le proporciona un valor en buff1 y buff2 que representa la capacidad de los buffers en el sistema es decir se ha creado un modelo de capacidades dinámicas.

Administrador Escenario									
#	Parámetros	Baseline	A	B	C	D	E	F	G
	Simular Escenario?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Ultima Corrida de Simulación	22/07/17 09:32:27	21/07/17 18:07:25	21/07/17 18:07:31	21/07/17 18:07:37	21/07/17 18:07:43	21/07/17 18:07:49	21/07/17 18:07:56	21/07/17 18:08:02
*	Buff1	5	20	20	30	45	30	40	10
*	Buff2	5	20	45	45	50	30	40	10

Figura 57 Escenarios modelo propuesto

4.7.5.2.10 Procesos modelo propuesto

Para definir los procesos es necesario seguir la secuencia del programa de simulación el mismo que se verá afectado por el cálculo de las distintas variables necesarias para el estudio, como se muestra en la Tabla 38.

Entidad	Locación	Operación	Salida	Destino	Regla	Lógica de movimiento
Aluminio	Almacenamiento	CAL_TH() Graphic 1	Aluminio	Buffer 1	First 1	Move With MQ1 Then Free Wait 15+L(7.12, 3.51)

Tabla 38 Modelo propuesto planta fundición

Modelo Propuesto planta fundición (continuación 1)

Aluminio	Buffer1	Inc Buf1 CAL_TH() Graphic 1	Aluminio	Melting	First 1	Move With OP1 Then Free
Aluminio	Melting	Tin=Clock(hr) Inc WIP CAL_TH() Graphic 1	Aluminio	Casting	First 1	
Aluminio	Casting	CAL_TH() Graphic 1	Aluminio	Tundish	First 1	Move With OP2 Then Free
Aluminio	Tundish	CAL_TH() Accum 2 Wait 46+L(1.07, 0.468) $rb2=1/((46+L(1.07, 0.468))/60)$ Inc Tun Graphic 2	Aluminio	Sierra	First 1	Move With OP3 Then Free
Aluminio	Sierra	CAL_TH() Inc Sie Graphic 2	Aluminio	Banda	First 1	Move With MQ2 Then Free
Aluminio	Banda	CAL_TH() Graphic 2	Aluminio	Buffer2	First 1	Move With MQ2 Then Free
Aluminio	Buffer2	CAL_TH() Inc Buf2 Graphic 2	Aluminio	Homogenizado		
Aluminio	Homogenizado	CAL_TH() Graphic 2 Dec WIP Inc Homo Accum 30 Wait U(580, 23.5) $rb3=1/((U(580, 23.5))/60)$	Aluminio	Bodega	First 1	Move With MQ3 Then Free CT=Clock(hr)-Tin
Aluminio	Bodega	CAL_TH() Accum 500 Inc Bod Graphic 2	Aluminio	Exit	First 1	

Detalle de proceso:

- › La entidad Aluminio parte con un arribo desde el almacenamiento para ejecutar la subrutina que proporciona el th mediante CAL_TH (), luego sale hacia el Buffer1 usando el recurso MQ1 y espera durante $Wait\ 15+L(7.12, 3.51)$.
- › El aluminio está el buffer1 inicializa INC Buff1 que será un contador acumulado ejecuta la subrutina t mediante Graphic 1 pasa hacia el Melting
- › El aluminio se encuentra en el Melting ejecuta la operación de $Tin=CLOCK(hr)$ y se inicializa el WIP conjuntamente con la ejecución de la subrutina tomando el GRAPHIC 1.
- › La entidad que se movió y se encuentra en el casting donde se ejecuta la subrutina y se toma el GRAPHIC 1 dando paso a la salida de la entidad hacia el Tundish mediante el recurso OP2.
- › Una vez en el Tundish la entidad aluminio pasa mediante GRAPHIC 2 puesto que ya se conforma un billet de aluminio, ACCUM 2 permite que en el Tundish se acumule 2 aluminio GRAPHIC 1 para la continuación del proceso, el tiempo en que se ejecuta este proceso es de $46+L(1.07, 0.468)$ una distribución log normal, se ejecuta el cálculo de la tasa de cuello de botella dado por $rb2=1/((46+L(1.07, 0.468))/60)$ para como siguiente pasar hacia la siera y luego transporte.
- › Una vez terminado el proceso del Tundish en la locación Banda la entidad aluminio sale del proceso mediante una banda transportadora con el GRAPHIC 2 se ejecuta las subrutinas es decir la subrutina se aplicara en todas las etapas del proceso.
- › Una vez que el billet sale de la banda pasa hacia el buffer2 ejecuta la subrutina e inicializa un contador INC Buff2
- › La entidad aluminio pasa hacia Buffer2 del homogenizado que se visualiza mediante el GRAPHIC 2, para luego acceder hacia el homogenizado.
- › Una vez en el homogenizado se ejecuta el proceso mediante un tiempo de $U(580, 23.5)/60$, y se ve en la necesidad de ACCUM 30 puesto que debe estar acorde a la capacidad del horno, se realiza el cálculo de la tasa de cuello de botella mediante $rb3=1/((U(580, 23.5))/60)$, en esta etapa se muestra la salida

o punto final del proceso razón por la cual se aplica DEC WIP y se muestra mediante GRAPHIC 2.

- › Desde el homogenizado la entidad aluminio se movió mediante un MQ3, para dar paso hacia la bodega almacenamiento, donde llega y se visualiza en GRAPHIC 2, además de cumplir con la siguiente lógica de movimiento $CT=CLOCK(hr)-TIN$ es decir se cierra el ciclo del cálculo de tiempo.

A continuación, se muestra en la Figura 58 se muestra la interfaz Gráfica del proceso, desde el almacenamiento hasta la bodega con sus respectivos indicadores de proceso la metodología DBR donde se marca los buffers.

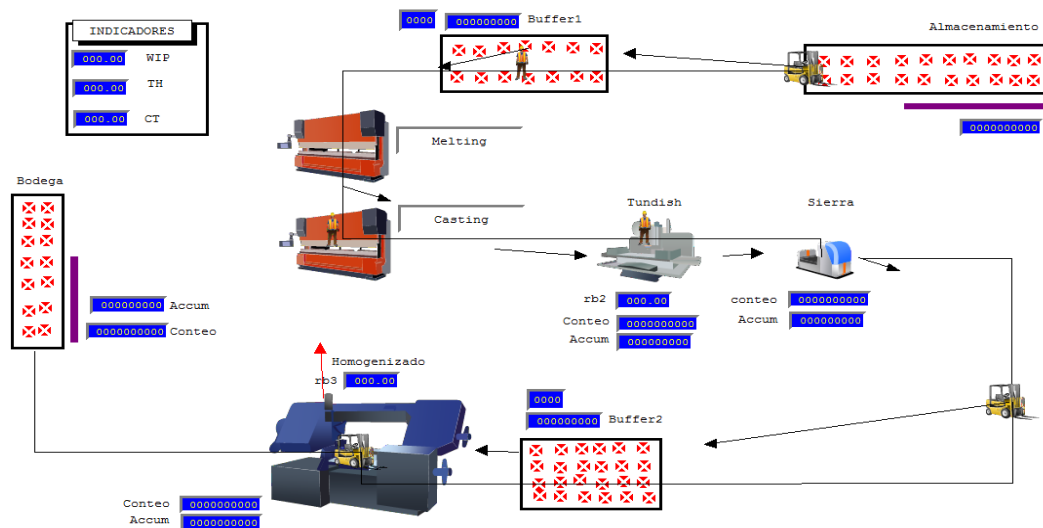


Figura 58 Interfaz modelo actual

Graficas de escenarios

A continuación se muestra los resultados de la tasa de producción (th), trabajo en proceso (wip) y el tiempo de ciclo en 9 escenarios creados en ProModel

Escenario Base

Para el escenario base se proporcionó el tamaño de buff1=5 y buff2=5 en el que mediante la Figura 59 se detallan los resultados que se obtuvieron mezclando que el $Th=0.58$ al final de la simulación con una variación, el $CT=22.1$ que se incrementa y el $WIP=12.8$ que mediante la gráfica se observa un decrecimiento con respecto al tiempo

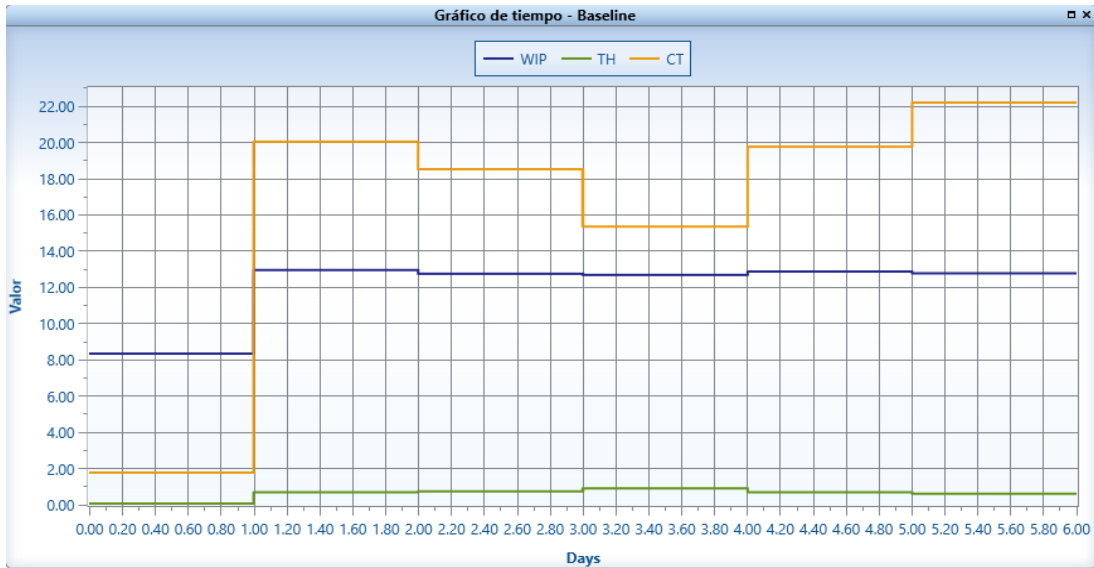


Figura 59 Escenario base simulación propuesta

Escenario A

La Figura 60 con un Buff1=20 y Buff2=20 detalla un WIP=12.82 que decrece mesuradamente es decir disminuye la tasa de producción, un TH=0.66 que decrece con respecto al tiempo, el CT=19.2 con poca variabilidad.

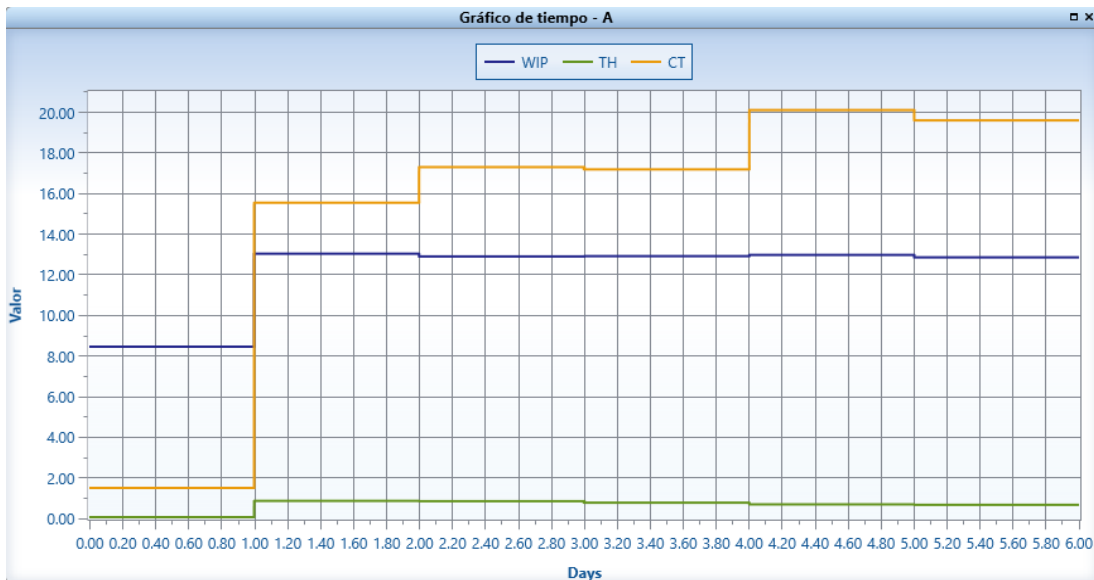


Figura 60 Escenario A simulación propuesta

Escenario B

Mediante un Buff1=20 y un Buff2=45 en la Figura 61 se muestra un WIP= 12.81 que varía mesuradamente, un TH=0.66 que disminuye respecto del tiempo, y un CT=19.1 con variabilidad en función del tiempo.

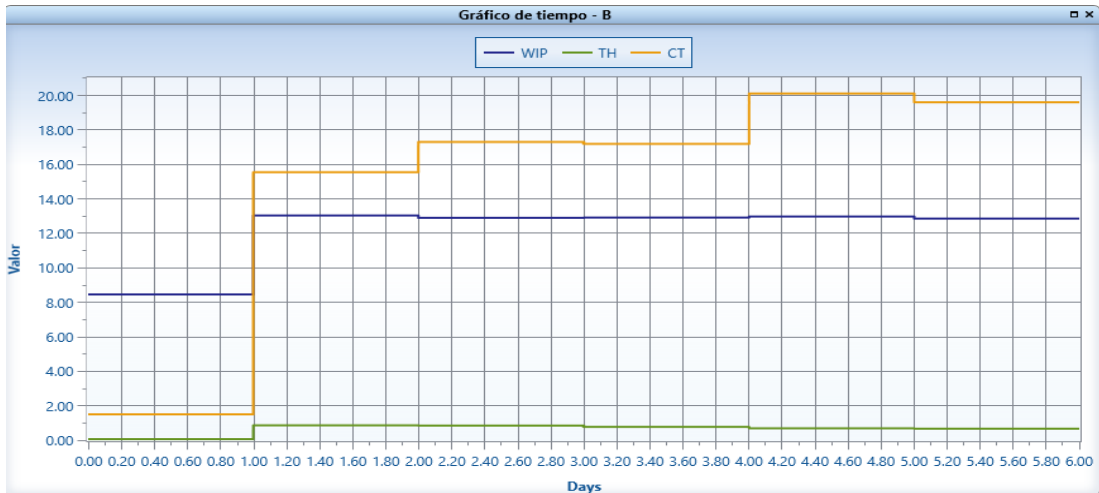


Figura 61 Escenario B simulación propuesta

Escenario C

Mediante un Buff1=20 y un buff2=45 se muestra un comportamiento similar al escenario B con un WIP= 12.81 que varía mesuradamente, un TH=0.66 que disminuye respecto del tiempo, y un CT=19.1 con variabilidad en función del tiempo como se muestra en la Figura 62.

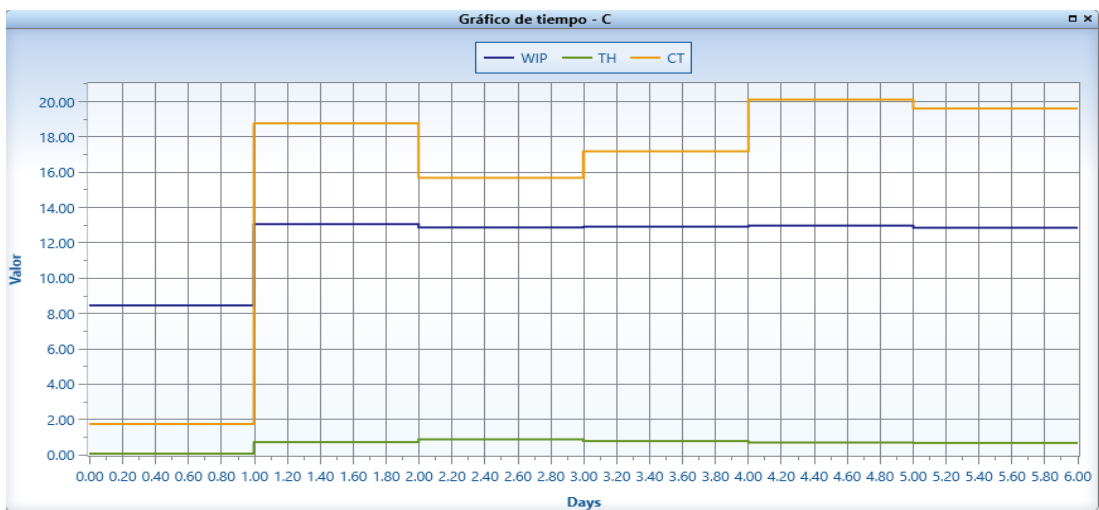


Figura 62 Escenario C simulación propuesta

Escenario D

Con un buff1=45 y Buff2=50 se detallan los siguientes valores en lo que el WIP=12.8 manteniendo como los escenarios anteriores un CT=16.6 que disminuye respecto al tiempo con muy poca variabilidad entre los datos y se mantiene decreciendo, y un TH=0.78 con poca variabilidad y creciendo en función del tiempo como se muestra en la Figura 63.

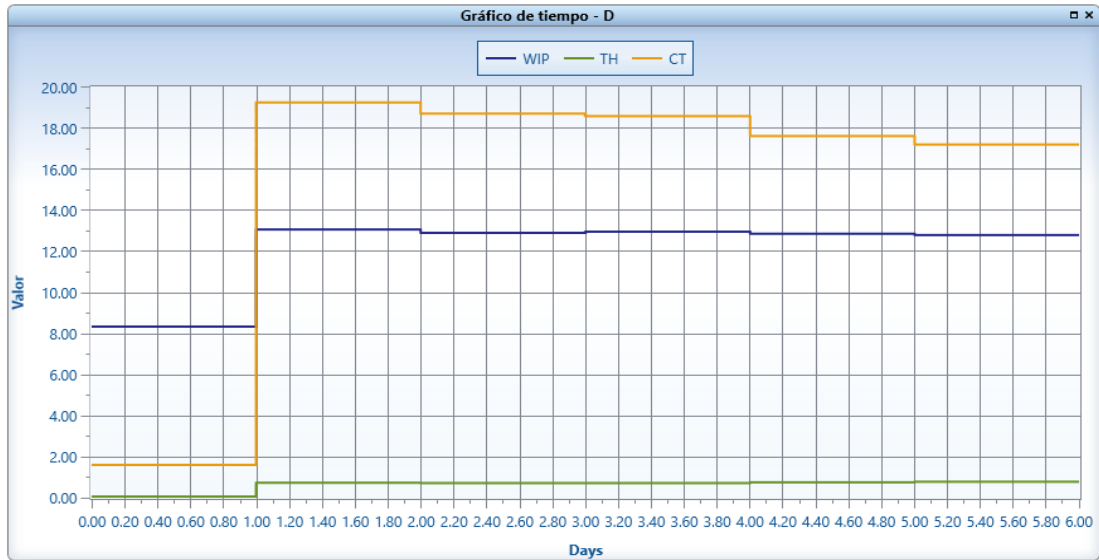


Figura 63 Escenario D simulación propuesta

Escenario E

Con los valores de buff1=30 y Buff2=30 se detallan los siguientes valores en lo que el WIP=12.8 manteniendo como los escenarios anteriores un CT=19.1 mantiene el tiempo de los escenarios A,B,C, y un TH=0.67 con poca variabilidad y creciendo en función del tiempo como se muestra en la Figura 64.

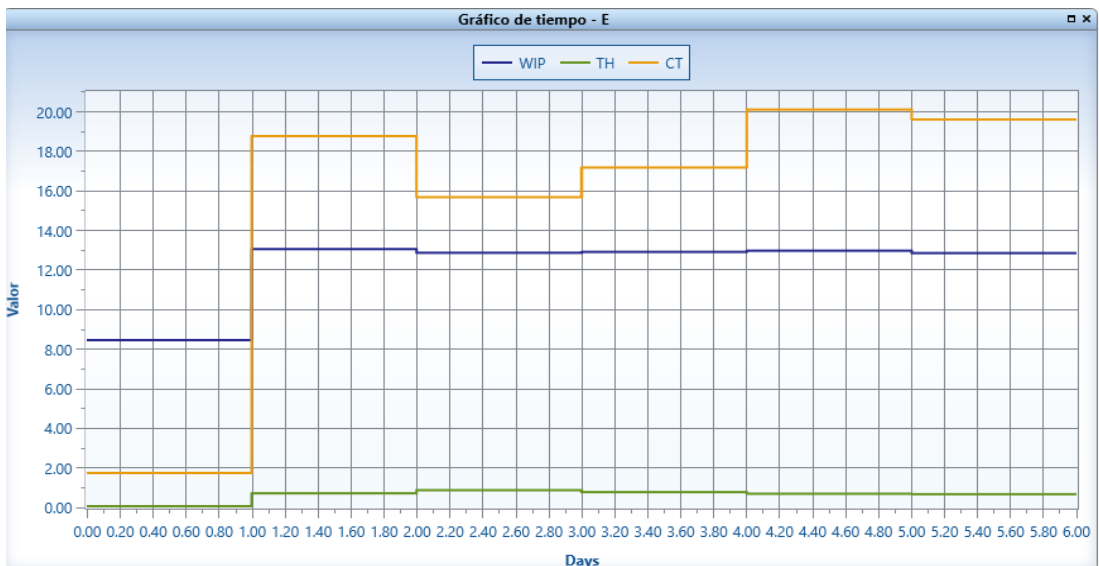


Figura 64 Escenario E simulación propuesta

Escenario F

La Figura 65 mediante los datos de buff1=30 y Buff2=30 se detallan los siguientes valores en lo que el WIP=12.8 manteniendo como los escenarios anteriores un

CT=19.1 mantiene el tiempo de los escenarios A,B,C,E, y un TH=0.66 disminuye el en función del tiempo.

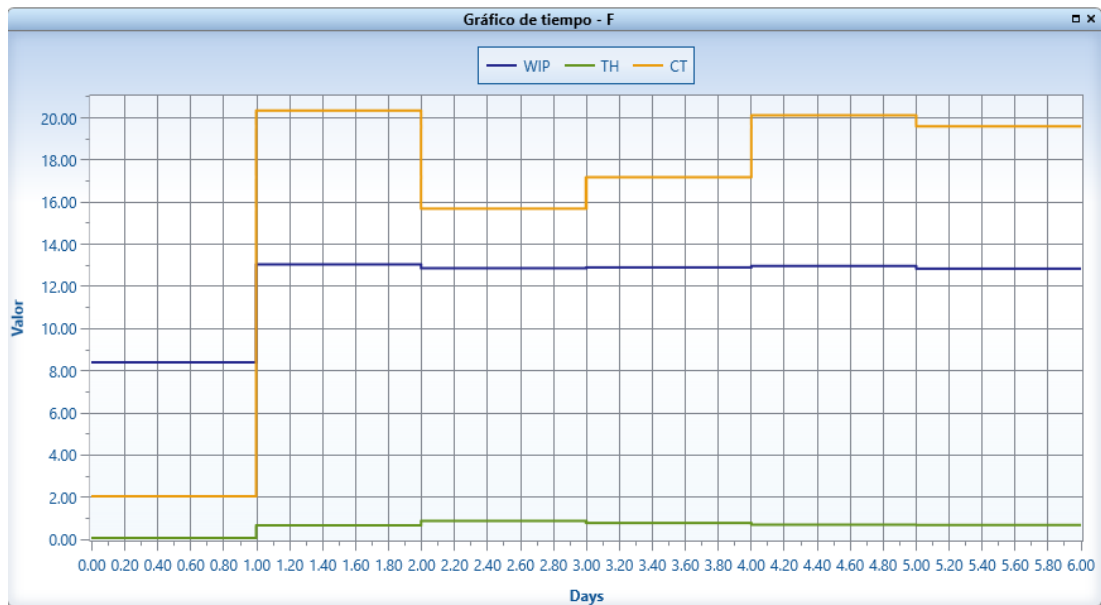


Figura 65 Escenario F simulación propuesta

Escenario G

La Figura 65 mediante los datos de buff1=30 y Buff2=30 se detallan los siguientes valores en lo que el WIP=12.8 manteniendo como los escenarios anteriores un CT=19.1 mantiene el tiempo de los escenarios A,B,C,E,F, y un TH=0.58 disminuye el en función del tiempo.

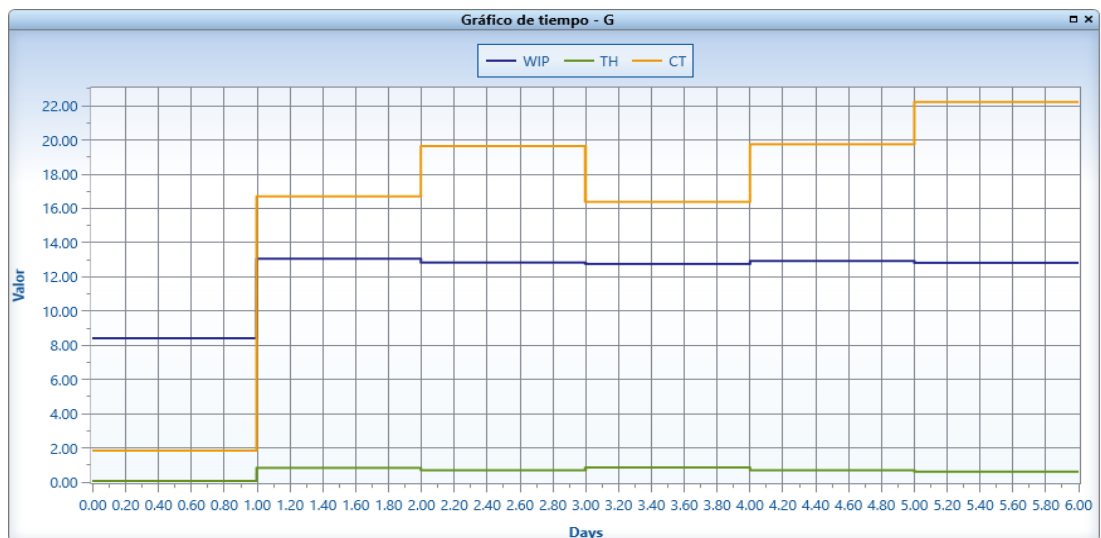


Figura 66 Escenario G simulación propuesta

Resumen de simulación

Como muestra la Tabla 39 el escenario que mejor comportamiento ha presentado es el D con un buffer1=45 y un buffer2=50 lo que proporciona poca variabilidad y pese a mantenerse el WIP como los escenarios anteriores, el tiempo de ciclo y el throughput disminuyen mesuradamente en función del tiempo.

		Escenarios ProModel tamaño Buffer							
		BASE	A	B	C	D	E	F	G
WIP		12.8	12.82	12.81	12.81	12.8	12.81	12.81	12.8
TH		0.58	0.66	0.66	0.66	0.78	0.67	0.66	0.58
CT		22.1	19.1	19.1	19.22	16.6	19.1	19.2	22.01

Tabla 39 Resultado simulación método DBR

4.1 Discusión

A continuación, se menciona los datos obtenidos de la simulación que como objeto de estudio se ha establecido para 144 horas correspondiente a una semana de trabajo además se ha estructura lotes de producción en kg acorde a la capacidad de las máquinas.

4.2.1 TH Simulación actual

En base a los resultados obtenidos de la simulación, la Tasa de producción (th) es de 0.52 lotes/hora. En la Figura 67 se visualiza el comportamiento de la tasa de producción en las 144 horas de simulación.

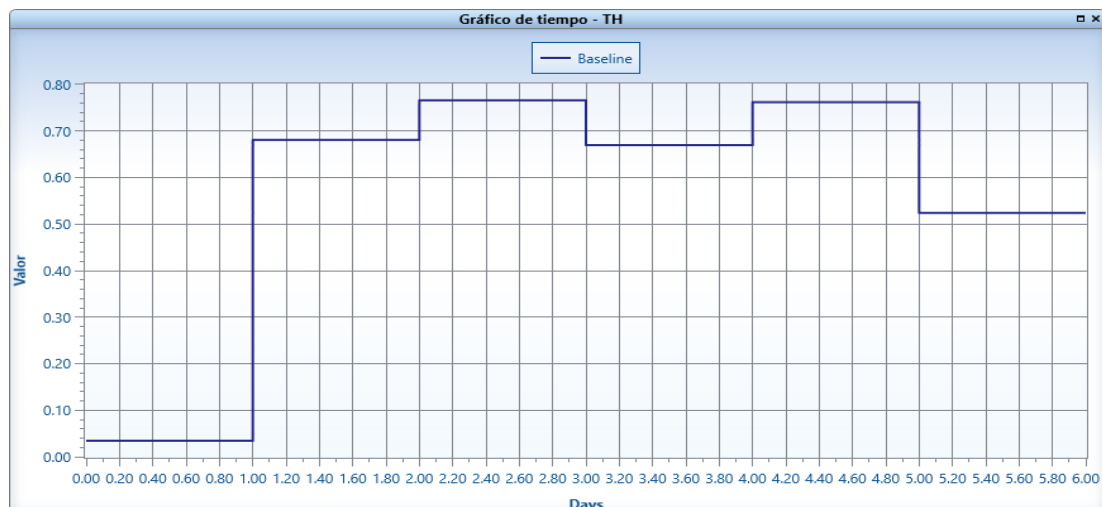


Figura 67 Throughput (th) modelo actual

En la figura 38 se puede observar que el (th) que se ha generado en la simulación, donde cabe destacar que el valor máximo obtenido es de 0.76 lotes/hora mientras que el valor mínimo mostrado es de 0.52 lotes/hora esta tolerancia de entre máximo y mínimo se debe a la medición aleatoria del WIP y CT.

4.2.2 TH simulación DBR

En la Figura 68 se puede visualizar que la tasa de producción (th) es de 0.78 lotes/hora.

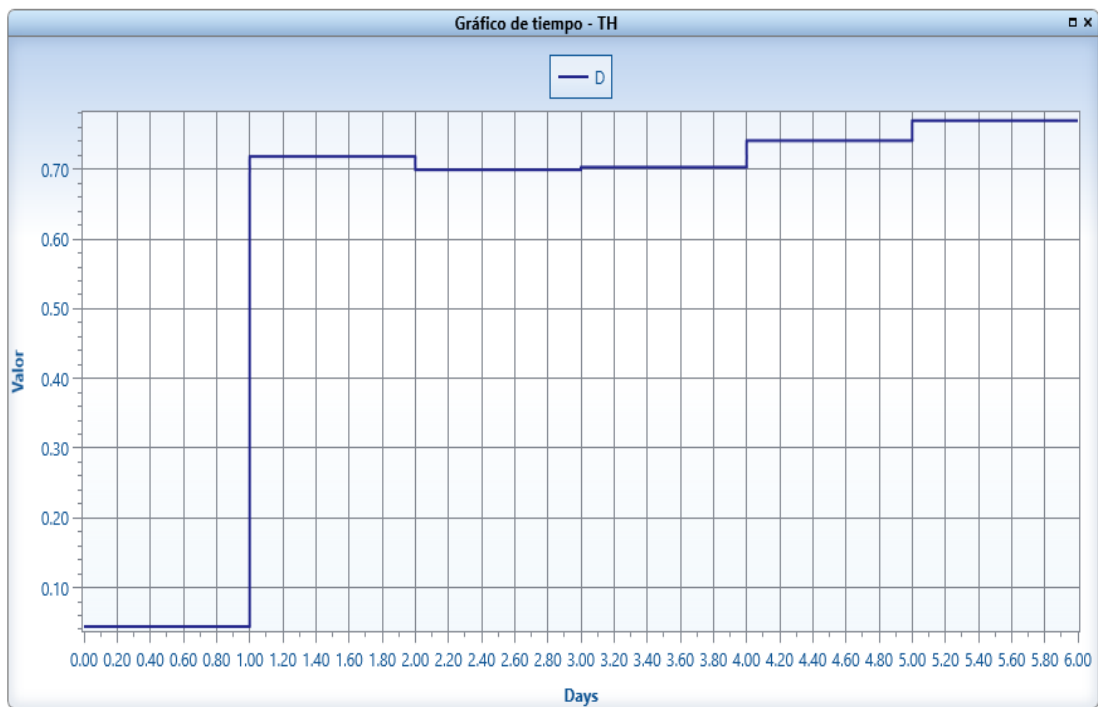


Figura 68 Throughput (th) modelo DBR

Así también se puede observar que el (th) que se ha generado en la simulación, muestra un valor máximo obtenido de 0.78 lotes/hora mientras que el valor mínimo mostrado es de 0.70 lotes/hora esta tolerancia de entre máximo y mínimo se debe a la medición aleatoria del WIP y CT.

4.2.3 CT simulación actual

El tiempo de ciclo estará acorde a las horas de simulación realizadas es decir para 144 horas que representa 6 días de trabajo en 3 turnos seguidos, y se puede observar que el tiempo es de 21.8 horas. En la Figura 69 se detalla el comportamiento de CT.

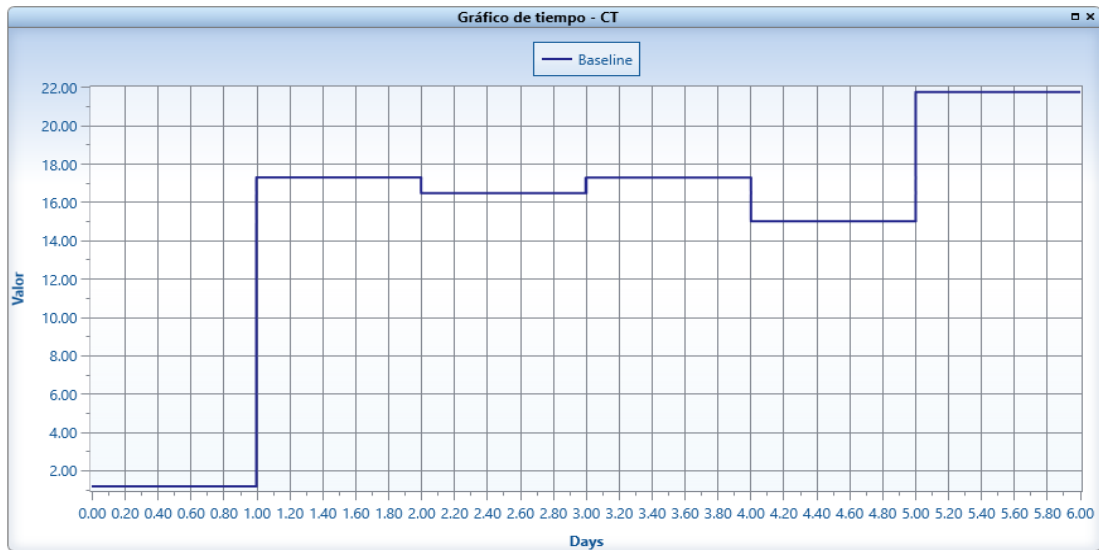


Figura 69 Tiempo de ciclo modelo actual

Se muestra la Figura 69 en la que se puede visualizar el comportamiento del CT a lo largo de la simulación el mismo que nos detalla valores máximos y mínimos tales como 21.8 hr horas y 15 hr respectivamente, es decir mantiene una tolerancia con alta variabilidad.

4.2.4 CT simulación DBR

Para la Figura 70 se menciona que es la representación del comportamiento del CT en el transcurso de la simulación el mismo que ha proporcionado un valor de 17.1 horas.

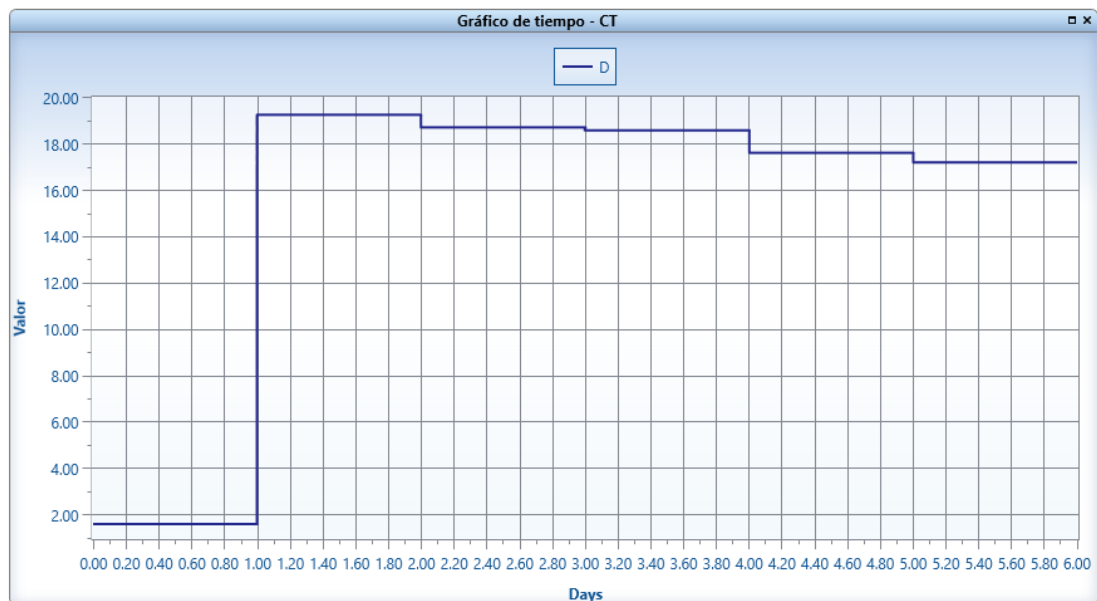


Figura 70 Tiempo de ciclo modelo DBR

Fuente: ProModel® 9.3

Los datos obtenidos no han proporcionado la toleración de estos valores de CT, en lo que se puede desatacar una baja tolerancia entre ellos con un máximo de 19.01 horas y un mínimo de 17.1 horas muestra un mejor comportamiento para un método sincronizado continuo.

4.2.5 WIP simulación actual

Para la simulación realizada en un trascurso de tiempo de 144 horas se ha genera un inventario en proceso de 11,2 lotes.

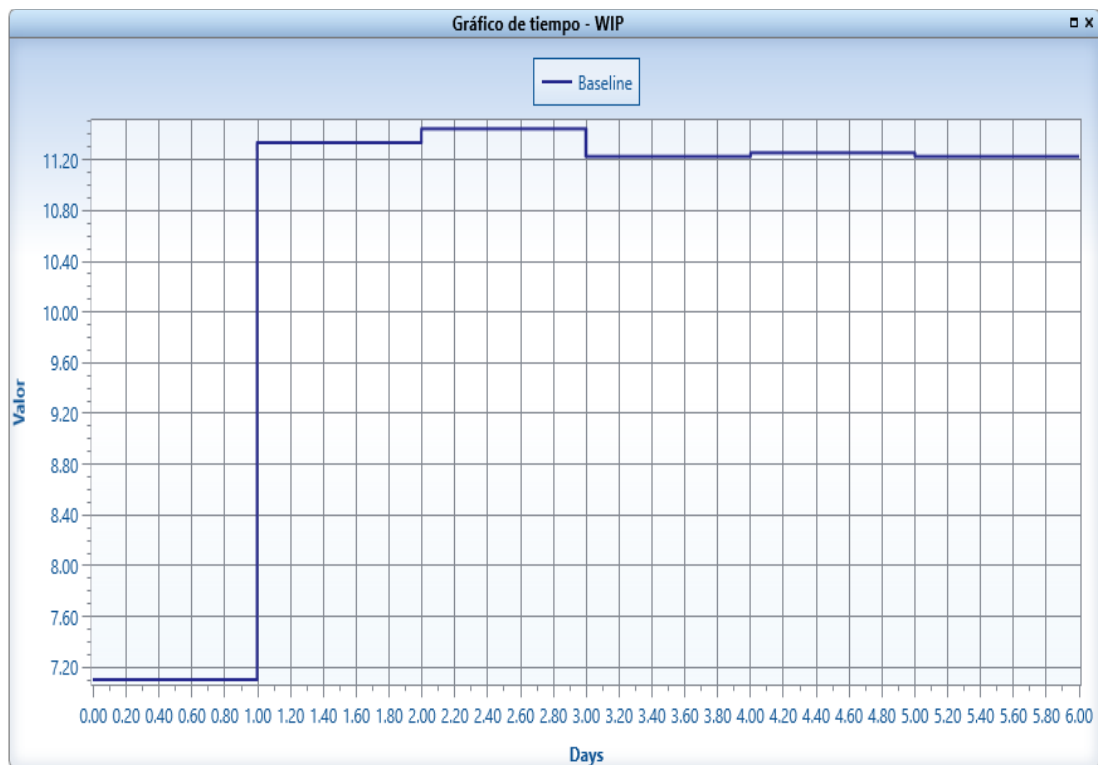


Figura 71 Work in process WIP actual

Mediante la figura 42 se puede determinar los valores máximos y mínimos obtenidos de WIP, en los que se menciona un valor de 11.8 lotes y 11.2 lotes respectivamente es decir se genera una amplia variabilidad en el inventario de proceso.

4.2.6 WIP simulación DBR

Para el WIP simulado en el trascurso de 144 horas de simulación se detalla un valor de 12.8 lotes de producción en la Figura 72.

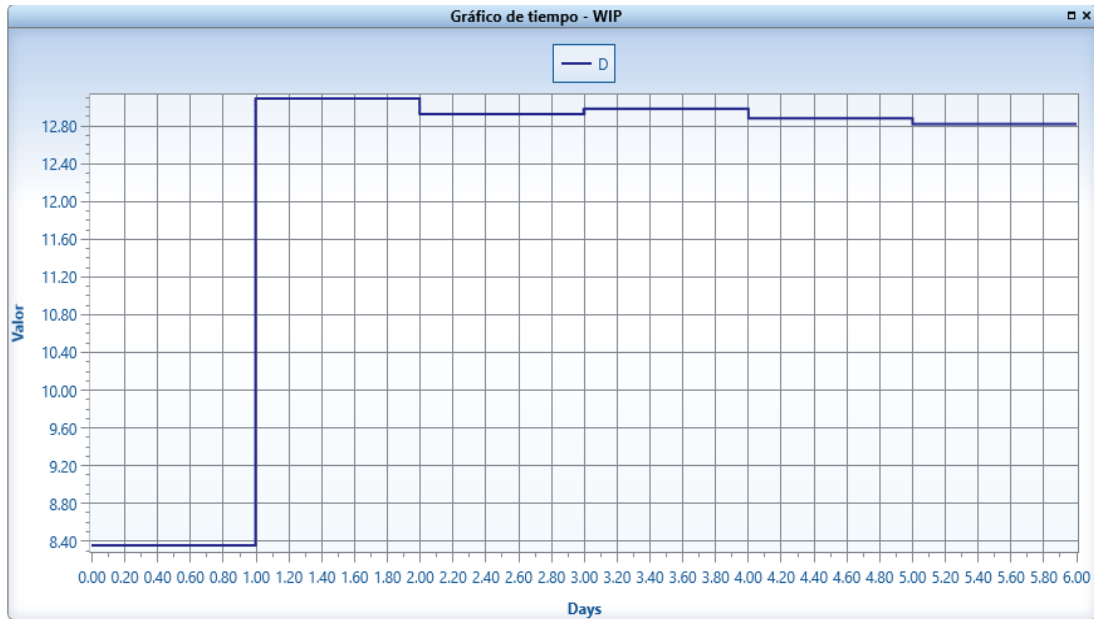


Figura 72 Work in process WIP – DBR

También se ha obtenido un valor máximo y mínimo de inventario en proceso en cual el valor máximo que muestra es de 13 lotes de producción mientras que el mínimo es de 12.8 lotes de producción.

4.2.7 Indicador de productividad

Cabe destacar que la relación que existe entre las unidades procesadas y el tiempo deben proporcionar valores acordes a la productividad, de esta manera permitiendo mostrar el valor de impulsar a la mejora continua dentro de la empresa.

$$Productividad = \frac{Unidades\ Procesadas}{Tiempo} \quad (9)$$

$$Productividad_{DBR} = \frac{330\ Lotes}{144\ horas}$$

$$Productividad_{DBR} = 2.29\ lotes/hora$$

$$Productividad_{Actual} = \frac{300\ Lotes}{144\ horas}$$

$$Productividad_{Actual} = 2.08\ lotes/hora$$

Se muestra un incremento de productividad de 0.21 lotes/hora lo que representa 0.48% de incremento de la producción bruta.

La Tabla 40 muestra la productividad entre el método actual y el propuesto para lo cual se ha hecho uso de la Ecuación 9.

Cálculo de la productividad	
Método Actual	Método DBR
2.29	2.08

Tabla 40 Cálculo de productividad planta de fundición CEDAL S.A

4.2 Interpretación de resultado

Los resultados nos incitan a un posterior análisis para mostrar el cambio de los índices de productividad los mismo que se verán reflejados acorde a los datos obtenidos tano de las simulaciones realizadas así también los cálculos inherentes a cada una de las etapas de evaluación.

4.2.1 Indicador de utilización de capacidad

Los indicadores de la capacidad muestran la utilización de cada una de las áreas de la planta de fundición de la empresa CEDAL S.A.

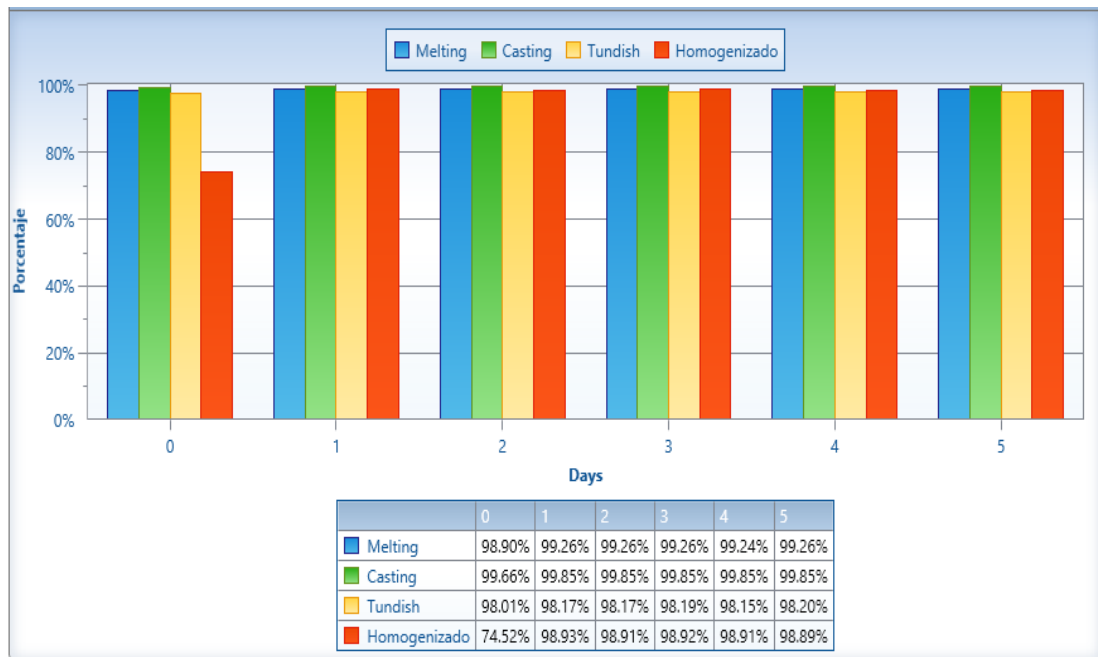


Figura 73 Utilización de capacidad método actual

Fuente: ProModel® 9.3

En la figura 44 se muestra la capacidad de máquinas de la planta de fundición para lo cual ha identificado valores de utilización para 6 días de trabajo es decir 144 horas, en

donde se puede observar que el Melting el día uno tiene una utilización de 98.9% y el día 2 con un 99.26% de utilización para luego en los días 3,4,5,6 mantenerse con un porcentaje de utilización de 99.26%, así también para proceso del Casting el día uno muestra un 99,66% de utilización y en los días 2,3,4,5,6 mantenerse con un 99,85 %, de igual forma para el proceso del Tundish el día uno su porcentaje de utilización fue inferior en todos los días con respecto al resto de procesos con un 98.01% hasta un 98.20% para el proceso del Homogenizado debido que no cuenta con un buffer es decir necesita llenar su capacidad antes de iniciar, el primer día su utilización ha sido de 75.2% para luego incrementar a un 99.93% en los días restantes con una tolerancia de $\pm(0.02)$.

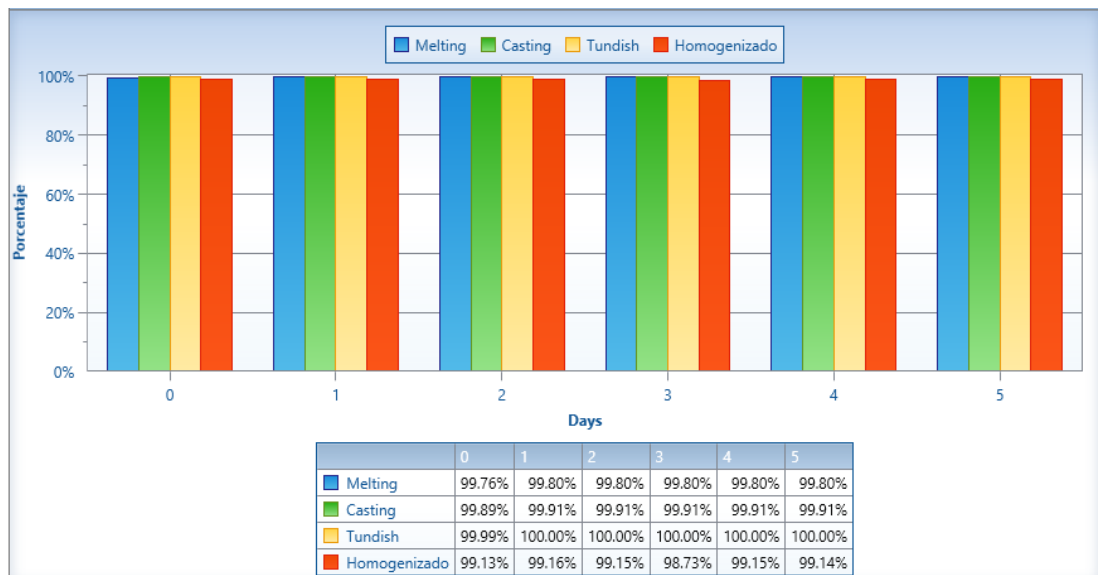


Figura 74 Utilización de capacidad método DBR

Fuente: ProModel® 9.3

En la figura 45 se muestra la capacidad de máquinas de la planta de fundición para lo cual ha identificado valores de utilización para 6 días de trabajo es decir 144 horas, en donde se puede observar que el Melting el día uno tiene una utilización de 99.76% y el día 2 con un 99.80% de utilización para luego en los días 3,4,5,6 mantenerse con un porcentaje de utilización de 99.80%, así también para proceso del Casting el día uno muestra un 99,89% de utilización y en los días 2,3,4,5,6 mantenerse con un 99,91%, de igual forma para el proceso del Tundish el día uno su porcentaje de utilización fue se incrementó a 99.99% hasta un 100% para el proceso del Homogenizado debido que

se le añadió un buffer el cual permite que el primer día su utilización sea 99.13% para luego incrementar a un 99.73% en los días restantes con una tolerancia de $\pm(0.02)$.

4.2.2 Indicadores de productividad

Los indicadores productividad detallan que el método DBR tras la simulación realizada en una jornada de 144 horas presenta una considerable mejora de desempeño en la productividad de la planta como se indica en la Tabla 41.

Productividad

Método Actual	Método DBR
Lotes/h	Lotes/h
2.5	2.71

Tabla 41 Resumen productividad

En conclusión, el método DBR presenta un mejor desempeño ya que se coloca por arriba del método actual por 0.21 lotes/h es decir mediante este método se puede realizar 2124,64 kg/h, un incremento de 0.48%.

4.2.3 Simulación ProModel

A continuación, en la Tabla 42 se muestra el resumen de la simulación realizada de la planta de fundición CEDAL S.A los mismos que se han obtenidos acorde al modelo actual y al modelo DBR

Detalle	Modelo Actual	Modelo DBR
TH	0.52	0.78
WIP	11.2	12.8
CT	21.8	17.1

Tabla 42 Resumen de simulación

- La fila de TH para el caso de la relación entre el método actual y DBR, el método propuesto presenta mejores resultados mediante un incremento del $th=0.26$, por lo que se presentara una mejor tasa de producción.
- El WIP mostrado en la presente tabla de resumen detalla que para el método DBR se incrementa el trabajo e proceso debido a que se le ha añadido buffer para asegurar la capacidad la sincronización de las actividades, pese a esto el wip que presente el método DBR presenta decrecimiento con respecto al

tiempo lo que hace factible usarlo es decir el WIP disminuirá mientras más tiempo se vaya produciendo.

- El tiempo de ciclo CT muestra el tiempo en el que tarda el producto desde su ingreso como aluminio fundido hasta la salida como billet en el que se presenta mejores resultados en el método DBR con un valor de 17.1 horas, este valor es 4,7 hr por debajo del método actual.

De esta manera se ha podido concluir que el método DBR presenta una considerable mejora en la planta puesto que la tasa de producción aumenta mientras que el tiempo de ciclo y trabajo en proceso disminuyen puesto que es factible producir más con los mismos recursos incidiendo directamente en la productividad.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se concluye por medio del levantamiento de procesos en la planta de fundición Cedal S.A, se ha desarrollado la descripción de cada una de las actividades que se ejecutan en el proceso, el método de trabajo que se ha empleado es a través de cursogramas sinóptico y analíticos, es así que se ha identificado 5 áreas principales de las cuales a cada una le ha correspondido un desglose de actividades, además de que mediante los diagramas se ha determinado el flujo de proceso a través de la línea de producción; finalmente se ha realizado un estudio de tiempos llegando a determinar el tiempo estándar de cada una de las áreas, los mismo que han sido usados para el desarrollo del modelo a compararse.
- A través del cálculo de capacidades que se ha realizado a cada área de la planta de Fundición Cedal S.A, se infiere que el Tundish se muestra como un recurso restringido por la capacidad ya que se limita a un 74.78% en el cálculo y en la simulación con un 98.01% en ambos casos representa el valor más bajo de utilización de máquina, además se ha hallado la tasa de cuello de botella a través de la simulación en la que muestra un 0.02 siendo el valor más bajo entre los procesos, demostrando que el cuello de botella está en el Tundish, finalmente el uso de DBR como un sistema que se basa en la teoría de restricciones, cuya principal característica es sincronizar las actividades y controlar el cuello de botella o CCR de sistema para mejorar el rendimiento, por lo que se menciona el desglosé del método, DRUM (Tambor) del proceso Homogenizado, los Buffers (Amortiguador) estarán ubicados en la espera del homogenizado con una capacidad de 50 y a la espera del Melting con una capacidad de 45 lotes de producción, ROPE (cuerda) están en sincronía con los tiempos programados posterior a los buffers.
- En definitiva, el método DBR propuesto como estrategia de mejora muestra en la simulación ProModel un incremento en el desempeño de las actividades

críticas y flujo de proceso dentro de la planta de fundición, se ha mostrado que posee un WIP de 12.8 lotes revelando que posee menor trabajo en proceso reduciendo costos en inventario, así también el CT 17,1 horas que muestra el tiempo del material desde su inicio hasta la salida del último proceso siendo inferior al método actual, y un $Th=0.78$ para el método propuesto lo que define una evidente mejora en el desempeño de la planta en un 0.48% de productividad.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar un minucioso levantamiento de procesos de las condiciones y estado actual de los procesos externos a la planta de fundición CEDAL S.A, para coordinar y sincronizar el flujo de procesos.
- Es importante para la aplicación del método DBR, que exista amplia experiencia del personal para el levantamiento de datos y cálculos, ya que, es fundamental para la identificación de la restricción y posterior análisis del tamaño del buffer ideal a través de varias simulaciones.
- Las propuestas de estrategias de mejora se han enfocado en explotar la restricción, es así que se propone automatizar el control de velocidad, temperatura y nivel que se encuentran el Tundish, además hacer uso del tiempo ocioso en máquina de 2.59 hora por jornada de trabajo, también estudiar el comportamiento del Buffer y la Cuerda para permanecer mejorando continuamente.

1. BIBLIOGRAFÍA

- [1] H. Simon, "The New Science of Management Decision," New York, Harper and Row, 1960.
- [2] F. CPA, "Informe de competitividad foro económico Mundial (WEF)," Montevideo, 2016.
- [3] A. Torres, "Globalización, productividd y nuevas tecnologías," Medellín, 2015.
- [4] INEC, "Insitituto Nacional de Estadística Y Censo," 2016. [Online].
- [5] P. Ospina, "Crisis y tendencias en el Ecuador de Rafael Correa," 2015.
- [6] CESLA, "Centro de Estudios Latinoamericanos," 2016. [Online]. Available: <http://www.cesla.com/informe-economia-ecuador.php>.
- [7] C&G, "Calidad & Gestión," [Online]. Available: <http://calidad-gestion.com.ar/index.html>.
- [8] TRICKER, "ISO 9001: 2008," Ray, Routledge, 2014.
- [9] E. M. Goldratt, The Goal, Tercera edición revisada ed., España: Intitute Ibérica, 2008, p. 208.
- [10] "CEDAL," [Online]. Available: <http://www.cedal.com.ec/>.
- [11] J. B. -. Valhondo and R. A. -. Pozo, "Minimización costes por pérdida de producción y tiempo inerte en el MMSP - WP con activación de los operadores.," *ETSEIB - UPC*, vol. 1, p. 11, 2015.
- [12] J. B. K. Anntonio, "Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento de los procesos de producción de la empresa Calzado Gabriel," Tungurahua, 2013.
- [13] D. R. F. García, La mejora de productividad en la pequeña y mediana empresa., S. Vicente, Ed., Alicante: Club Universitario.
- [14] G. B. Zambrano, "Propuesta para incrementar la productividad en una planta fundidora de metales, mediante la disminución de la variabilidad y desperdicios aplicando herraminta Six Sigma. caso JCR FUNDICIONES," 2011.
- [15] A. M. P. Salzar, "Mejora de la productividad mediante la aplicación de la teoria de restricciones en la manufactura de puertas de garaje forjadas, caso de estudio: Microempresa indutrias Metálicas Vilema (IMEV)," ESPOCH, Riobamba, 2016.

- [16] A. Bhardwaj, A. Gupta and A. Kanda, "Drum-Buffer-Rope: the technique to Plan and Control the production Using Theory Of Constraints," Aerospace, 2010.
- [17] R. B. Chase and F. R. Jacobs, Administración de Operaciones Producción y cadena de Suministros, 13a ed., Toluca, Moterrey: McGrawHill, 2011.
- [18] J. Reyes, K. Alvarez and R. Vasquez, "Dynamic Buffer Management for Raw Material Supply in the Footwear Industry," *JIII*, vol. 4, 2016.
- [19] G. Mária, C. Hector and B. Marcos, "Evaluación de la aplicación de la teoría de las restricciones (TOC) en un proceso de Elaboración de Productos Plásticos Bajo Pedido," ESPOL, Guayaquil, 2015.
- [20] N. I. 2250, "Aluminio, perfiles, barras, varillasy tubos extridos. Requisitos e Inspección," INEN, 2015.
- [21] C. D, B. J and H. T., "Administración de la producción e inventarios," CECSA, México, 1995.
- [22] S. A. Salazar, "Programación de la producción de calzado de seguridad basado en la teoria de restricciones para la mejora de la productividad en la empresa Marcia - Bufalo Industrial," Riobamba, 2016.
- [23] B. S. Lopez, "Ingenieria Industrial," 2016. [Online]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/valoraci%C3%B3n-del-ritmo-de-trabajo/>. [Accessed 26 11 2016].
- [24] ProModel, "ProModel," 2017. [Online]. Available: <http://www.promodel.com.mx/promodel.php>.
- [25] F. Sampere, C. Miralles, C. Romano and E. Vines, Apliación de mejora de métodos de trabajo y medición de tiempos, México D.F: Limusa, 2008.
- [26] J. Reyes, A. Darwin, E. Salazar, E. Armendariz, K. Álvarez, J. Nuñez and M. García, "Finite Progressive Planning for the Assembly Process in Footwear," *IOPSCIENCE*, vol. 212, 2017.
- [27] K. Alvarez., "Modelo TAC (Tambor – Amortiguador – Cuerda) para el abastecimiento de materia prima en la empresa calzado Gamo'S," Tesis Ingeniería Industrial, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2014.
- [28] S. N. Chapman, Planificación y Control de la Producción, Pearson Educación, 2006, pp. 219 - 231.
- [29] F. Chamorro, "Estudio de métodos de trabajo en el área de montaje de calzado en la empresa Rexell," UTA, Ambato, 2015.

2. ANEXOS Y APÉNDICES

Anexo A Producción Máxima año 2016

Producción Máxima 2016											
ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
17,164	17,072	17,072	17,228	17,306	17,072	17,228	17,713	18,624	17,072	17,408	17,072
17,228	17,018	17,018	17,072	17,306	17,072	17,228	17,072	17,072	17,072	18,165	17,196
17,228	17,228	17,018	17,072	17,228	17,306	17,997	17,072	17,072	17,282	17,408	17,250
17,072	17,228	17,072	17,072	17,228	17,072	20,176	17,018	17,072	17,072	17,408	17,250
17,072	17,228	17,072	17,072	17,072	17,072	17,072	17,072	17,072	17,072	17,327	17,196
17,072	17,228	17,072	17,072	17,072	17,072	17,072	17,072	17,072	17,072	18,007	18,818
17,072	17,228	17,072	17,017	17,072	17,072	17,072	17,072	17,072	17,072	17,250	17,250
17,072	17,228	17,072	17,306	17,228	17,659	17,072	17,306	17,072	17,072	17,250	17,250
17,072	17,228	17,072	17,306	17,228	17,072	17,072	17,977	17,072	17,072	17,196	17,487
17,072	17,228	17,072	18,954	17,228	17,072	17,072	17,228	17,072	17,018	17,250	17,487
17,767	17,228	17,072	17,154	17,072	17,228	17,072	17,072	17,072	17,228	17,550	17,484
17,072	17,977	17,072	17,228	17,659	17,228	17,072	17,072	17,821	17,072	17,196	17,550
17,228	17,977	17,072	17,228	17,072	17,306	17,072	17,072	17,072	17,072	17,250	17,196

17,228	17,072	17,072	17,228	17,228	17,072	17,072	17,072	17,072	17,072	17,141	17,250
17,228	17,072	17,072	17,228	17,228	17,072	17,072	17,072	17,072	17,072	17,087	17,141
17,228	17,767	17,306	17,228	17,306	17,072	17,605	17,821	17,072	17,072	17,250	17,087
17,228	17,072	17,228	17,228	17,072	17,072	17,072	17,072	17,072	17,228	17,250	17,250
17,306	17,228	17,228	17,072	17,072	17,154	17,072	17,018	17,072	17,977	17,072	17,250
17,306	17,228	17,228	17,072	17,072	17,306	17,605	17,228	17,821	17,977	17,072	17,072
17,306	17,228	17,072	17,154	17,072	17,228	17,072	17,072	17,250	17,977	17,072	17,550
17,306	17,228	17,072	17,306	17,072	17,977	17,072	17,072	17,250	17,072	17,072	17,196
17,306	17,228	17,072	17,228	17,072	17,072	17,605	17,072	17,196	17,072	17,072	17,072
17,306	17,306	17,072	17,072	17,072	17,605	17,072	17,072	17,250	17,072	17,072	17,228
17,228	17,306	17,154	17,072	17,072	17,072	17,072	17,072	17,550	17,072	17,072	17,977
17,228	17,306	17,306	17,605	17,154	17,072	17,072	17,977	17,196	17,977	17,072	17,977
17,228	17,306	17,228	17,072	17,306	17,072	17,605	17,977	17,250	17,977	17,228	17,977
17,228	17,306	17,977	17,072	17,072	17,072	17,072	17,977	17,141	17,977	17,228	17,977

Anexo A.1 Producción Real año 2016

Producción Real											
ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2,859	7,760	5,243	16,479	14,232	16,479	10,864	6,208	15,658	14,232	16,651	12,546
5,718	17,072	16,479	16,479	16,479	16,964	17,228	13,968	14,834	16,479	17,030	4,705
16,439	10,864	16,479	2,996	17,306	10,864	16,479	13,968	16,482	12,734	16,084	9,409
17,164	10,864	10,487	16,479	17,306	17,072	17,228	15,730	16,482	10,487	18,165	14,114
15,730	15,520	14,232	16,479	16,482	17,072	17,997	16,536	16,705	16,479	3,784	17,072
16,479	16,910	15,520	17,228	16,482	15,872	14,981	7,760	13,223	16,479	4,996	15,682
15,730	16,161	17,072	15,520	16,482	16,482	2,996	7,760	5,003	16,479	14,156	17,250
15,730	17,018	17,018	17,072	16,482	17,306	10,702	3,104	16,439	6,997	16,654	15,682
749	15,520	17,018	17,072	16,482	16,482	13,968	15,520	15,725	16,479	16,654	17,250
5,243	9,738	12,416	16,215	16,439	15,658	20,176	17,072	6,433	15,730	14,989	10,977
17,228	17,228	15,730	10,088	17,228	7,491	17,072	15,520	16,337	12,734	16,654	- 1,432
16,479	16,479	15,730	16,296	12,151	15,520	15,543	13,968	15,520	8,240	16,654	15,682

12,734	17,228	4,494	15,520	6,433	5,432	4,602	10,864	18,624	16,479	7,781	14,114
16,479	16,479	15,730	17,072	6,208	17,072	17,072	- 11,191	10,864	16,407	10,596	14,114
16,479	16,479	17,072	17,072	15,520	17,072	17,072	15,520	6,208	14,834	15,895	17,250
16,479	14,981	16,269	3,104	16,425	17,072	15,520	3,492	17,072	16,482	12,472	14,114
16,479	16,479	17,072	17,072	16,856	15,520	15,520	14,717	15,520	16,482	16,651	15,682
7,491	17,228	17,072	15,520	17,228	17,072	3,104	15,520	17,072	4,494	13,624	15,682
13,483	15,730	16,269	17,017	16,479	7,760	17,072	17,072	17,072	12,341	15,895	6,682
16,479	749	17,072	6,593	15,520	17,659	15,520	17,018	12,416	12,856	14,381	12,546
16,479	17,228	7,760	17,306	17,072	15,520	9,312	15,520	5,208	17,072	12,867	17,250
16,479	17,228	4,656	17,306	17,072	17,072	3,104	17,072	10,864	17,072	12,489	15,682
16,479	17,228	15,520	16,482	17,072	17,072	15,520	16,533	17,072	15,520	14,989	3,969
16,479	17,228	17,072	15,658	16,803	11,985	9,312	12,896	15,520	11,681	10,664	17,250
16,479	10,487	17,072	16,479	16,479	9,738	1	10,864	9,312	10,864	14,444	15,682
16,479	7,491	15,520	18,954	9,150	16,479	10,864	8,989	13,968	17,282	10,730	14,114

14,981	16,479	17,072	16,479	9,889	16,479	17,072	15,520	17,072	9,312	12,278	15,682
4,870	17,228	12,416	16,479	16,479	14,232	15,520	-	4,656	15,520	17,327	6,273
14,010	17,228	15,520	8,989	16,479	16,479	17,072	6,208	17,072	17,072	9,610	16,760
16,482	17,977	17,072	7,148	15,730	16,479	15,520	15,520	15,520	3,104	16,225	16,654
16,482	17,977	6,208	12,146	16,479	17,228	15,520	13,968	17,072	6,208	6,662	15,197
14,834	14,981	17,072	17,154	16,479	16,479	1,552	17,072	15,520	12,072	16,654	14,989
8,989	4,656	16,479	17,228	16,479	17,228	6,208	5,432	17,072	15,520	15,821	16,654
16,479	17,072	16,479	15,725	16,479	16,479	15,220	7,760	15,520	17,072	16,654	14,989
16,479	12,416	16,479	17,228	17,228	16,482	15,466	15,520	17,072	14,717	10,654	16,654
16,479	17,072	16,479	17,228	11,985	17,306	15,520	17,072	17,072	17,072	16,654	4,164
17,228	15,520	11,985	13,858	17,228	4,945	9,312	15,520	3,745	15,520	7,841	3,331
16,479	17,767	14,232	5,618	16,479	15,520	3,104	14,010	16,479	15,520	15,573	17,484
9,738	17,072	16,479	17,228	16,479	17,072	17,072	16,482	16,479	17,072	6,273	16,273
9,738	7,303	16,479	17,228	16,479	17,072	17,072	9,065	12,734	14,641	14,114	14,192

16,479	16,479	14,232	17,228	14,232	17,072	15,520	15,658	- 5,396	15,520	17,250	13,624
16,479	17,228	13,968	13,483	4,494	15,520	17,072	11,537	15,520	6,208	12,154	1,568
16,479	16,479	17,072	11,236	17,228	13,968	17,072	14,834	17,072	7,760	9,505	14,114
11,985	17,228	17,072	16,479	16,479	16,269	17,072	16,482	17,072	13,968	17,250	15,682
16,479	16,479	17,072	14,981	15,882	15,466	17,605	16,482	15,520	15,520	6,665	15,682
16,479	17,228	14,981	5,243	16,482	17,072	6,208	15,658	15,520	11,696	12,546	15,682
16,479	16,479	8,428		15,520	7,760	15,520	6,742	12,416	15,520	17,250	15,682
16,479	13,483	16,482		17,072	10,721	9,312	13,483	12,949	13,968	11,221	12,976
9,738	16,479	16,482		16,161	17,154	15,520	15,730	12,416	14,607	15,682	15,138
15,730	17,228	17,306		5,243	16,439	13,968	16,479	15,520	9,738	17,550	15,895
16,479	17,228	16,482		16,479	13,580	17,072	16,479	15,730	3,104	14,114	15,895
15,730	5,243	16,482		16,479	9,292	15,520	16,479	12,254	17,072	15,682	6,812
17,072	16,479	16,779		16,479	16,407		13,858	15,520	10,864	17,250	
	16,479	17,228		16,479	16,482		16,292	15,520	15,520	14,114	

	16,781	2,996		14,981	17,306		15,730	7,760	15,520	14,114	
	17,306	17,228		11,985	14,834		5,992	16,479	7,760	14,114	
	17,306	17,228		16,479	5,243		16,479	14,981	16,269	3,760	
	17,306			16,479	16,479		12,734	16,479	17,072	15,682	
	12,774			17,659	9,738		13,858	13,483	13,968	14,816	
	17,306			15,520	16,479		16,105	4,989	15,520	17,250	
	16,482				16,479		11,985	16,479	9,312	15,682	
	17,306				17,228		14,981		6,208	17,250	
	16,482				16,479		16,479		16,587	15,682	
	17,306				17,977		17,977		15,730	15,682	
	12,360				16,479		1,124		16,292		
	16,479						12,734		14,981		
	16,479						3,371		7,167		
	2,247						17,228		8,989		

							16,479				
							16,479				
							7,865				
14,262	14,975	14,738	14,521	15,268	14,972	13,221	12,746	13,721	13,328	13,759	13,291

Anexo A.2 Resumen completo de producción año 2016

AÑO 2016																	
MES	Dí a	FEC HA	TURN O	No. INFOR	Prd.Brut a	Rech. S.Homo	Rech. Homo	Prd.Neta	MES	Dí a	FEC HA	TURN O	No. INFOR	Prd.Bruta	Rech. S.Homo	Rech. Homo	Prd.Neta
Enero	V	1-ene.	1	Vacaciones	0	0		0	Julio	S	2-jul.	1	FU1001268	16479.32	0		16479.32
Enero	V	1-ene.	2	Vacaciones	0	0		0	Julio	S	2-jul.	2	FU2001280	17228.38	0		17228.38
Enero	V	1-ene.	3	Vacaciones	0	0		0	Julio	S	2-jul.	3	FU3001299	17996.54 103	0		17996.54 103
Enero	S	2-ene.	1	Vacaciones	0	0		0	Julio	D	3-jul.	1	FU1001269	14981.2	1498.12		13483.08
Enero	S	2-ene.	2	Vacaciones	0	0		0	Julio	D	3-jul.	2	Descanso	0	0		0
Enero	S	2-ene.	3	Vacaciones	0	0		0	Julio	D	3-jul.	3	Descanso	0	0		0
Enero	D	3-ene.	1	Vacaciones	0	0		0	Julio	L	4-jul.	1	Descanso	0	0		0
Enero	D	3-ene.	2	Vacaciones	0	0		0	Julio	L	4-jul.	2	FU2001281	2996.24	0		2996.24
Enero	D	3-ene.	3	Vacaciones	0	0		0	Julio	L	4-jul.	3	FU3001300	10702.31 2	0		10702.31 2
Enero	L	4-ene.	1	Vacaciones	0	0		0	Julio	M	5-jul.	1	FU1001270	13967.89 2	0		13967.89 2
Enero	L	4-ene.	2	FU2001157	2859.02 4	0		2859.02 4	Julio	M	5-jul.	2	FU2001282	20175.84 4	0		20175.84 4
Enero	L	4-ene.	3	FU3001179	5718.04 8	0		5718.04 8	Julio	M	5-jul.	3	FU3001301	17071.86 8	0		17071.86 8
Enero	M	5-ene.	1	FU1001158	16439.3 88	0		16439.3 88	Julio	M	6-jul.	1	FU1001271	15542.99 5	936.325		14606.67
Enero	M	5-ene.	2	FU2001159	17164.1 44	0		17164.1 44	Julio	M	6-jul.	2	FU2001283	4602.096	0		4602.096
Enero	M	5-ene.	3	FU3001180	15730.2 6	0		15730.2 6	Julio	M	6-jul.	3	FU3001302	17071.86 8	0		17071.86 8
Enero	M	6-ene.	1	FU1001159	16479.3 2	1498.12	2244	12737.2	Julio	J	7-jul.	1	FU1001272	17071.86 8	0		17071.86 8
Enero	M	6-ene.	2	FU2001160	15730.2 6	1498.12		14232.1 4	Julio	J	7-jul.	2	FU2001284	15519.88	0		15519.88
Enero	M	6-ene.	3	FU3001181	15730.2 6	561.795		15168.4 65	Julio	J	7-jul.	3	FU3001303	15519.88	0		15519.88
Enero	J	7-ene.	1	FU1001160	749.06	0		749.06	Julio	V	8-jul.	1	FU1001273	3103.976	0		3103.976
Enero	J	7-ene.	2	FU2001161	5243.42	0		5243.42	Julio	V	8-jul.	2	FU2001285	17071.86 8	0		17071.86 8
Enero	J	7-ene.	3	FU3001182	17228.3 8	0		17228.3 8	Julio	V	8-jul.	3	FU3001304	15519.88	0		15519.88

Enero	V	8-ene.	1	FU1001161	16479.3 2	1498.12		14981.2	Julio	S	9-jul.	1	FU1001274	9311.928	0		9311.928
Enero	V	8-ene.	2	FU2001162	12734.0 2	749.06		11984.9 6	Julio	S	9-jul.	2	FU2001286	3103.976	0		3103.976
Enero	V	8-ene.	3	ARRANQUE	0	0		0	Julio	S	9-jul.	3	FU3001305	15519.88	0		15519.88
Enero	S	9-ene.	1	FU1001162	16479.3 2	0		16479.3 2	Julio	D	10- jul.	1	FU1001275	9311.928	0		9311.928
Enero	S	9-ene.	2	FU2001163	16479.3 2	2247.18		14232.1 4	Julio	D	10- jul.	2	Mantenimiento Techo	0	0		0
Enero	S	9-ene.	3	FU3001183	16479.3 2	2247.18		14232.1 4	Julio	D	10- jul.	3	Mantenimiento Techo	0	0		0
Enero	D	10-ene.	1	FU1001163	16479.3 2	0		16479.3 2	Julio	L	11- jul.	1	Mantenimiento Techo	0	0		0
Enero	D	10-ene.	2	FU2001164	7490.6	1498.12		5992.48	Julio	L	11- jul.	2	Mantenimiento Techo	0	0		0
Enero	D	10-ene.	3	Descanso	0	0		0	Julio	L	11- jul.	3	Mantenimiento Techo	0	0		0
Enero	L	11-ene.	1	Descanso	0	0		0	Julio	M	12- jul.	1	Mantenimiento Techo	0	0		0
Enero	L	11-ene.	2	ARRANQUE	0	0	4114	-4114	Julio	M	12- jul.	2	Mantenimiento Techo	0	0		0
Enero	L	11-ene.	3	FU3001184	13483.0 8	0		13483.0 8	Julio	M	12- jul.	3	Mantenimiento Techo	0	0		0
Enero	M	12-ene.	1	FU2001165	16479.3 2	0		16479.3 2	Julio	M	13- jul.	1	Mantenimiento Techo	0	0		0
Enero	M	12-ene.	2	FU2001166	16479.3 2	0		16479.3 2	Julio	M	13- jul.	2	Mantenimiento Techo	0	0		0
Enero	M	12-ene.	3	FU3001185	16479.3 2	16479.32		0	Julio	M	13- jul.	3	Mantenimiento Techo	0	0		0
Enero	M	13-ene.	1	FU1001164	16479.3 2	1123.59		15355.7 3	Julio	J	14- jul.	1	Mantenimiento Techo	0	0		0
Enero	M	13-ene.	2	FU2001167	16479.3 2	0		16479.3 2	Julio	J	14- jul.	2	Mantenimiento Techo	0	0		0
Enero	M	13-ene.	3	FU3001187	16479.3 2	0		16479.3 2	Julio	J	14- jul.	3	Mantenimiento Techo	0	0		0
Enero	J	14-ene.	1	FU1001165	16479.3 2	0		16479.3 2	Julio	V	15- jul.	1	Mantenimiento Techo	0	0		0
Enero	J	14-ene.	2	FU2001168	14981.2	749.06		14232.1 4	Julio	V	15- jul.	2	Mantenimiento Techo	0	0		0
Enero	J	14-ene.	3	FU3001188	4869.56	0		4869.56	Julio	V	15- jul.	3	Mantenimiento Techo	0	0		0
Enero	V	15-ene.	1	FU1001166	14009.7	0		14009.7	Julio	S	16- jul.	1	Mantenimiento Techo	0	0		0
Enero	V	15-ene.	2	FU2001169	16482	2472.3		14009.7	Julio	S	16- jul.	2	Mantenimiento Techo	0	0		0
Enero	V	15-ene.	3	FU3001189	16482	3296.4		13185.6	Julio	S	16- jul.	3	Mantenimiento Techo	0	0		0

Enero	S	16-ene.	1	FU1001167	14833.8	3914.475		10919.325	Julio	D	17-jul.	1	Mantenimiento Techo	0	0		0
Enero	S	16-ene.	2	Descanso	0	0		0	Julio	D	17-jul.	2	Mantenimiento Techo	0	0		0
Enero	S	16-ene.	3	Descanso	0	0		0	Julio	D	17-jul.	3	Mantenimiento Techo	0	0		0
Enero	D	17-ene.	1	Descanso	0	0		0	Julio	L	18-jul.	1	Mantenimiento Techo	0	0		0
Enero	D	17-ene.	2	Descanso	0	0		0	Julio	L	18-jul.	2	Mantenimiento Techo	0	0		0
Enero	D	17-ene.	3	Descanso	0	0		0	Julio	L	18-jul.	3	Mantenimiento Techo	0	0		0
Enero	L	18-ene.	1	Descanso	0	0		0	Julio	M	19-jul.	1	Mantenimiento Techo	0	0		0
Enero	L	18-ene.	2	ARRANQUE	0	0		0	Julio	M	19-jul.	2	FU2001287	1.00103226	0		1.00103226
Enero	L	18-ene.	3	FU3001190	8988.72	0	6358	2630.72	Julio	M	19-jul.	3	FU3001306	10863.916	0		10863.916
Enero	M	19-ene.	1	FU1001168	16479.32	749.06		15730.26	Julio	M	20-jul.	1	FU1001276	17071.868	0		17071.868
Enero	M	19-ene.	2	FU2001170	16479.32	2247.18		14232.14	Julio	M	20-jul.	2	FU2001288	15519.88	0		15519.88
Enero	M	19-ene.	3	FU3001191	16479.32	2996.24		13483.08	Julio	M	20-jul.	3	FU3001307	17071.868	0		17071.868
Enero	M	20-ene.	1	FU1001169	17228.38	0		17228.38	Julio	J	21-jul.	1	FU1001277	15519.88	0		15519.88
Enero	M	20-ene.	2	FU2001171	16479.32	374.53		16104.79	Julio	J	21-jul.	2	FU2001289	15519.88	0		15519.88
Enero	M	20-ene.	3	FU3001192	9737.78	0		9737.78	Julio	J	21-jul.	3	FU3001308	1551.988	0		1551.988
Enero	J	21-ene.	1	FU1001170	9737.78	0		9737.78	Julio	V	22-jul.	1	FU1001278	6207.952	0		6207.952
Enero	J	21-ene.	2	FU2001172	16479.32	0		16479.32	Julio	V	22-jul.	2	FU2001290	15219.8412	0		15219.8412
Enero	J	21-ene.	3	FU3001193	16479.32	749.06		15730.26	Julio	V	22-jul.	3	FU3001309	15466.012	936.325		14529.687
Enero	V	22-ene.	1	FU1001171	16479.32	0		16479.32	Julio	S	23-jul.	1	Arranque	0	0		0
Enero	V	22-ene.	2	Déficit de Chatarra	0	0		0	Julio	S	23-jul.	2	FU2001291	15519.88	0		15519.88
Enero	V	22-ene.	3	Déficit de Chatarra	0	0		0	Julio	S	23-jul.	3	FU3001310	9311.928	0		9311.928
Enero	S	23-ene.	1	Déficit de Chatarra	0	0		0	Julio	D	24-jul.	1	Arranque	0	0		0
Enero	S	23-ene.	2	Déficit de Chatarra	0	0		0	Julio	D	24-jul.	2	FU2001292	3103.976	0		3103.976
Enero	S	23-ene.	3	Déficit de Chatarra	0	0		0	Julio	D	24-jul.	3	Descanso	0	0		0

Enero	D	24-ene.	1	Déficit de Chatarra	0	0	0	0	Julio	L	25-jul.	1	Descanso	0	0	0
Enero	D	24-ene.	2	Déficit de Chatarra	0	0	0	0	Julio	L	25-jul.	2	Arranque	0	0	0
Enero	D	24-ene.	3	Déficit de Chatarra	0	0	0	0	Julio	L	25-jul.	3	FU1001279	17071.868	0	17071.868
Enero	L	25-ene.	1	Déficit de Chatarra	0	0	0	0	Julio	M	26-jul.	1	FU3001311	17071.868	0	17071.868
Enero	L	25-ene.	2	ARRANQUE	0	0	0	0	Julio	M	26-jul.	2	FU2001293	15519.88	0	15519.88
Enero	L	25-ene.	3	FU3001194	11984.96	0	11984.96	0	Julio	M	26-jul.	3	FU3001312	17071.868	0	17071.868
Enero	M	26-ene.	1	FU1001172	16479.32	0	16479.32	0	Julio	M	27-jul.	1	FU1001280	17071.868	0	17071.868
Enero	M	26-ene.	2	FU2001173	16479.32	2996.24	13483.08	0	Julio	M	27-jul.	2	FU2001294	17071.868	0	17071.868
Enero	M	26-ene.	3	FU3001195	16479.32	1498.12	14981.2	0	Julio	M	27-jul.	3	FU3001313	17605.456	6741.54	10863.916
Enero	M	27-ene.	1	FU1001173	16479.32	0	16479.32	0	Julio	J	28-jul.	1	FU1001281	6207.952	0	6207.952
Enero	M	27-ene.	2	FU2001174	9737.78	0	9737.78	0	Julio	J	28-jul.	2	FU2001295	15519.88	0	15519.88
Enero	M	27-ene.	3	FU3001196	15730.26	0	15730.26	0	Julio	J	28-jul.	3	FU3001314	9311.928	0	9311.928
Enero	J	28-ene.	1	FU1001174	16479.32	0	16479.32	0	Julio	V	29-jul.	1	DERRAME DE ALUMINIO	0	0	0
Enero	J	28-ene.	2	FU2001175	15730.26	0	15730.26	0	Julio	V	29-jul.	2	DERRAME DE ALUMINIO	0	0	0
Enero	J	28-ene.	3	FU3001197	17071.868	0	17071.868	0	Julio	V	29-jul.	3	DERRAME DE ALUMINIO	0	0	0
Enero	V	29-ene.	1	Deficit de chatarra	0	0	2057	-2057	Julio	S	30-jul.	1	FU1001282	15519.88	0	15519.88
Enero	V	29-ene.	2	Deficit de chatarra	0	0	0	0	Julio	S	30-jul.	2	FU2001296	13967.892	0	13967.892
Enero	V	29-ene.	3	Deficit de chatarra	0	0	0	0	Julio	S	30-jul.	3	FU3001315	17071.868	0	17071.868
Enero	S	30-ene.	1	Deficit de chatarra	0	0	0	0	Julio	D	31-jul.	1	FU1001283	15519.88	3567	11952.88
Enero	S	30-ene.	2	Deficit de chatarra	0	0	0	0	Julio	D	31-jul.	2				0
Enero	S	30-ene.	3	Deficit de chatarra	0	0	0	0	Julio	D	31-jul.	3				0
Enero	D	31-ene.	1	Deficit de chatarra	0	0	0	0	Agosto	L	1-ago.	1	Descanso	0	0	0
Enero	D	31-ene.	2	Deficit de chatarra	0	0	0	0	Agosto	L	1-ago.	2	FU2001297	6207.952	0	6207.952
Enero	D	31-ene.	3	Deficit de chatarra	0	0	0	0	Agosto	L	1-ago.	3	FU3001316	17713.192	3745.3	13967.892

Febre ro	L	1-feb.	1	Descanso	0	0	0	0	Agosto	M	2- ago.	1	FU1001284	15466.01 2	1498.12	13967.89 2
Febre ro	L	1-feb.	2	FU2001176	7759.94	0	7759.94	7759.94	Agosto	M	2- ago.	2	FU2001298	15730.26	0	15730.26
Febre ro	L	1-feb.	3	FU3001198	17071.8 68	0	17071.8 68	17071.8 68	Agosto	M	2- ago.	3	Arranque	0	0	0
Febre ro	M	2-feb.	1	FU1001175	10863.9 16	0	10863.9 16	10863.9 16	Agosto	M	3- ago.	1	FU1001285	16536.40 4	0	16536.40 4
Febre ro	M	2-feb.	2	FU2001177	10863.9 16	0	10863.9 16	10863.9 16	Agosto	M	3- ago.	2	FU2001299	7759.94	0	7759.94
Febre ro	M	2-feb.	3	FU3001199	15519.8 8	0	15519.8 8	15519.8 8	Agosto	M	3- ago.	3	suspensión de turno	0	0	0
Febre ro	M	3-feb.	1	FU1001176	16910.2 64	4494.36	12415.9 04	12415.9 04	Agosto	J	4- ago.	1	suspensión de turno	0	0	0
Febre ro	M	3-feb.	2	FU2001178	16161.2 04	3745.3	12415.9 04	12415.9 04	Agosto	J	4- ago.	2	Arranque	0	0	0
Febre ro	M	3-feb.	3	FU3001200	17018	1498.12	15519.8 8	15519.8 8	Agosto	J	4- ago.	3	Arranque	0	0	0
Febre ro	J	4-feb.	1	FU1001177	15519.8 8	0	15519.8 8	15519.8 8	Agosto	V	5- ago.	1	FU1001286	7759.94	0	7759.94
Febre ro	J	4-feb.	2	FU2001179	9737.78	0	9737.78	9737.78	Agosto	V	5- ago.	2	Arranque	0	0	0
Febre ro	J	4-feb.	3	FU3001201	17228.3 8	7490.6	9737.78	9737.78	Agosto	V	5- ago.	3	FU3001317	3103.976	0	3103.976
Febre ro	V	5-feb.	1	FU1001178	16479.3 2	749.06	15730.2 6	15730.2 6	Agosto	S	6- ago.	1	FU1001287	15519.88	0	15519.88
Febre ro	V	5-feb.	2	FU2001182	17228.3 8	1498.12	15730.2 6	15730.2 6	Agosto	S	6- ago.	2	FU2001300	17071.86 8	0	17071.86 8
Febre ro	V	5-feb.	3	FU3001202	16479.3 2	2247.18	14232.1 4	14232.1 4	Agosto	S	6- ago.	3	FU3001318	15519.88	0	15519.88
Febre ro	S	6-feb.	1	FU1001179	16479.3 2	749.06	15730.2 6	15730.2 6	Agosto	D	7- ago.	1	FU1001288	16964.13 2	2996.24	13967.89 2
Febre ro	S	6-feb.	2	FU2001180	14981.2	0	14981.2	14981.2	Agosto	D	7- ago.	2	FU2001301	10863.91 6	0	10863.91 6
Febre ro	S	6-feb.	3	FU3001203	16479.3 2	2247.18	14232.1 4	14232.1 4	Agosto	D	7- ago.	3	Descanso	0	0	0
Febre ro	D	7-feb.	1	FU1001180	17228.3 8	0	17228.3 8	17228.3 8	Agosto	L	8- ago.	1	Descanso	0	0	0
Febre ro	D	7-feb.	2	FU2001181	15730.2 6	0	15730.2 6	15730.2 6	Agosto	L	8- ago.	2	FU2001302	3103.976	0	14295 - 11191.02 4
Febre ro	D	7-feb.	3	Descanso	0	0	0	0	Agosto	L	8- ago.	3	FU3001319	15519.88	0	15519.88
Febre ro	L	8-feb.	1	Descanso	0	0	0	0	Agosto	M	9- ago.	1	FU1001289	3491.973	0	3491.973
Febre ro	L	8-feb.	2	Descanso	0	0	0	0	Agosto	M	9- ago.	2	FU2001303	14716.95 2	0	14716.95 2
Febre ro	L	8-feb.	3	Descanso	0	0	0	0	Agosto	M	9- ago.	3	FU3001320	15519.88	0	15519.88

Febrero	M	9-feb.	1	Descanso	0	0	0	0	Agosto	M	10-ago.	1	FU1001290	17071.868	0	17071.868
Febrero	M	9-feb.	2	Descanso	0	0	0	0	Agosto	M	10-ago.	2	FU2001304	17018	0	17018
Febrero	M	9-feb.	3	Descanso	0	0	0	0	Agosto	M	10-ago.	3	FU3001321	15519.88	0	15519.88
Febrero	M	10-feb.	1	Descanso	0	0	0	0	Agosto	J	11-ago.	1	FU1001291	17071.868	0	17071.868
Febrero	M	10-feb.	2	FU2001183	749.06	0	749.06	749.06	Agosto	J	11-ago.	2	FU2001305	16533.188	0	16533.188
Febrero	M	10-feb.	3	FU3001204	17228.38	0	17228.38	17228.38	Agosto	J	11-ago.	3	FU3001322	12895.624	0	12895.624
Febrero	J	11-feb.	1	FU1001181	17228.38	0	17228.38	17228.38	Agosto	V	12-ago.	1	FU1001292	10863.916	0	10863.916
Febrero	J	11-feb.	2	FU2001184	17228.38	0	17228.38	17228.38	Agosto	V	12-ago.	2	FU2001306	8988.72	0	8988.72
Febrero	J	11-feb.	3	FU3001205	17228.38	2996.24	14232.14	14232.14	Agosto	V	12-ago.	3	FU3001323	15519.88	0	15519.88
Febrero	V	12-feb.	1	FU1001182	10486.84	0	6732	3754.84	Agosto	S	13-ago.	1	FU1001293	13670.345	13670.345	0
Febrero	V	12-feb.	2	FU2001185	7490.6	0	7490.6	7490.6	Agosto	S	13-ago.	2	Descanso	0	0	0
Febrero	V	12-feb.	3	FU3001206	16479.32	0	16479.32	16479.32	Agosto	S	13-ago.	3	Descanso	0	0	0
Febrero	S	13-feb.	1	FU1001183	17228.38	0	17228.38	17228.38	Agosto	D	14-ago.	1	Descanso	0	0	0
Febrero	S	13-feb.	2	FU2001186	17228.38	374.53	16853.85	16853.85	Agosto	D	14-ago.	2	Descanso	0	0	0
Febrero	S	13-feb.	3	FU3001207	17977.44	2996.24	14981.2	14981.2	Agosto	D	14-ago.	3	Descanso	0	0	0
Febrero	D	14-feb.	1	FU1001184	17977.44	0	17977.44	17977.44	Agosto	L	15-ago.	1	Descanso	0	0	0
Febrero	D	14-feb.	2	FU2001187	14981.2	0	14981.2	14981.2	Agosto	L	15-ago.	2	FU2001307	6207.952	0	6207.952
Febrero	D	14-feb.	3	Descanso	0	0	0	0	Agosto	L	15-ago.	3	FU3001324	15519.88	0	15519.88
Febrero	L	15-feb.	1	Descanso	0	0	0	0	Agosto	M	16-ago.	1	FU1001294	15466.012	1498.12	13967.892
Febrero	L	15-feb.	2	FU2001188	4655.964	0	4301	354.964	Agosto	M	16-ago.	2	FU2001308	17071.868	0	17071.868
Febrero	L	15-feb.	3	FU3001208	17071.868	0	17071.868	17071.868	Agosto	M	16-ago.	3	FU3001325	5431.958	0	5431.958
Febrero	M	16-feb.	1	FU1001185	12415.904	0	12415.904	12415.904	Agosto	M	17-ago.	1	FU1001295	7759.94	0	7759.94
Febrero	M	16-feb.	2	FU2001189	17071.868	0	17071.868	17071.868	Agosto	M	17-ago.	2	FU2001309	15519.88	0	15519.88
Febrero	M	16-feb.	3	FU3001209	15519.88	0	15519.88	15519.88	Agosto	M	17-ago.	3	FU3001326	17071.868	0	17071.868

Febre ro	M	17- feb.	1	FU1001186	17767.0 6	0		17767.0 6	Agosto	J	18- ago.	1	FU1001296	15519.88	0		15519.88
Febre ro	M	17- feb.	2	FU2001190	17071.8 68	0		17071.8 68	Agosto	J	18- ago.	2	FU2001310	16256.88	2247.18		14009.7
Febre ro	M	17- feb.	3	FU3001210	7303.33 5	0		7303.33 5	Agosto	J	18- ago.	3	FU3001327	17306.1	824.1		16482
Febre ro	J	18- feb.	1	FU1001187	16479.3 2	1498.12		14981.2	Agosto	V	19- ago.	1	Arranque	0	0		0
Febre ro	J	18- feb.	2	FU2001191	17228.3 8	1498.12		15730.2 6	Agosto	V	19- ago.	2	FU2001311	9065.1	0		9065.1
Febre ro	J	18- feb.	3	FU3001211	16479.3 2	2247.18		14232.1 4	Agosto	V	19- ago.	3	FU3001328	16482	824.1		15657.9
Febre ro	V	19- feb.	1	FU1001188	17228.3 8	0		17228.3 8	Agosto	S	20- ago.	1	FU1001297	16482	4944.6		11537.4
Febre ro	V	19- feb.	2	FU2001192	16479.3 2	0		16479.3 2	Agosto	S	20- ago.	2	FU2001312	14833.8	0		14833.8
Febre ro	V	19- feb.	3	FU3001212	17228.3 8	1498.12		15730.2 6	Agosto	S	20- ago.	3	FU3001329	16482	0		16482
Febre ro	S	20- feb.	1	FU1001189	16479.3 2	187.265		16292.0 55	Agosto	D	21- ago.	1	FU1001298	16482	0		16482
Febre ro	S	20- feb.	2	FU2001193	13483.0 8	0		13483.0 8	Agosto	D	21- ago.	2	FU2001313	15657.9	0		15657.9
Febre ro	S	20- feb.	3	FU3001213	16479.3 2	0		16479.3 2	Agosto	D	21- ago.	3	Descanso	0	0		0
Febre ro	D	21- feb.	1	FU1001190	17228.3 8	0		17228.3 8	Agosto	L	22- ago.	1	Descanso	0	0		0
Febre ro	D	21- feb.	2	FU2001194	17228.3 8	1498.12		15730.2 6	Agosto	L	22- ago.	2	Arranque	0	0		0
Febre ro	D	21- feb.	3	Descanso	0	0		0	Agosto	L	22- ago.	3	FU3001330	6741.54	0		6741.54
Febre ro	L	22- feb.	1	Descanso	0	0		0	Agosto	M	23- ago.	1	FU1001299	13483.08	0		13483.08
Febre ro	L	22- feb.	2	FU2001195	5243.42	0		5243.42	Agosto	M	23- ago.	2	FU2001314	15730.26	0		15730.26
Febre ro	L	22- feb.	3	FU3001214	16479.3 2	0		16479.3 2	Agosto	M	23- ago.	3	FU3001331	16479.32	0		16479.32
Febre ro	M	23- feb.	1	FU1001191	16479.3 2	0		16479.3 2	Agosto	M	24- ago.	1	FU1001300	16479.32	0		16479.32
Febre ro	M	23- feb.	2	FU2001196	16780.8 2	0		16780.8 2	Agosto	M	24- ago.	2	FU2001315	16479.32	0		16479.32
Febre ro	M	23- feb.	3	FU3001215	17306.1	0		17306.1	Agosto	M	24- ago.	3	FU3001332	16479.32	2621.71		13857.61
Febre ro	M	24- feb.	1	FU1001192	17306.1	2060.25	6740	8505.85	Agosto	J	25- ago.	1	FU1001301	16479.32	187.265		16292.05 5
Febre ro	M	24- feb.	2	Arranque	0	0		0	Agosto	J	25- ago.	2	FU2001316	15730.26	0		15730.26
Febre ro	M	24- feb.	3	Arranque	0	0		0	Agosto	J	25- ago.	3	FU3001333	5992.48	0		5992.48

Febrero	J	25-feb.	1	FU1001193	17306.1	1854.225		15451.875	Agosto	V	26-ago.	1	FU1001302	16479.32	0		16479.32
Febrero	J	25-feb.	2	FU2001197	12773.55	0		12773.55	Agosto	V	26-ago.	2	FU2001317	14981.2	2247.18		12734.02
Febrero	J	25-feb.	3	FU3001216	17306.1	2472.3		14833.8	Agosto	V	26-ago.	3	FU3001334	16479.32	2621.71		13857.61
Febrero	V	26-feb.	1	FU1001194	16482	0		16482	Agosto	S	27-ago.	1	FU1001303	16479.32	374.53		16104.79
Febrero	V	26-feb.	2	FU2001198	17306.1	0		17306.1	Agosto	S	27-ago.	2	FU2001318	11984.96	0		11984.96
Febrero	V	26-feb.	3	FU3001217	16482	2472.3	2618	11391.7	Agosto	S	27-ago.	3	FU3001335	16479.32	1498.12		14981.2
Febrero	S	27-feb.	1	FU1001195	17306.1	0		17306.1	Agosto	D	28-ago.	1	FU1001304	16479.32	0		16479.32
Febrero	S	27-feb.	2	FU2001199	12360.16	0		12360.16	Agosto	D	28-ago.	2	FU2001319	17977.44	0		17977.44
Febrero	S	27-feb.	3	FU3001218	16479.32	0		16479.32	Agosto	D	28-ago.	3	Descanso	0	0		0
Febrero	D	28-feb.	1	FU1001196	16479.32	0		16479.32	Agosto	L	29-ago.	1	Descanso	0	0		0
Febrero	D	28-feb.	2	FU2001200	2247.18	0		2247.18	Agosto	L	29-ago.	2	FU2001320	1123.59	0		1123.59
Febrero	D	28-feb.	3	Descanso	0	0		0	Agosto	L	29-ago.	3	FU3001336	16479.32	3745.3		12734.02
Febrero	L	29-feb.	1	Descanso	0	0		0	Agosto	M	30-ago.	1	FU1001305	3370.77	0		3370.77
Febrero	L	29-feb.	2	No existe chatarra	0	0	1496	-1496	Agosto	M	30-ago.	2	FU2001321	17228.38	0		17228.38
Febrero	L	29-feb.	3	No existe chatarra	0	0		0	Agosto	M	30-ago.	3	FU3001337	16479.32	0		16479.32
Marzo	M	1-mar.	1	No se tiene chatarras	0	0		0	Agosto	M	31-ago.	1	FU1001306	16479.32	0		16479.32
Marzo	M	1-mar.	2	No se tiene chatarras	0	0		0	Agosto	M	31-ago.	2	FU2001322	7865.13	0		7865.13
Marzo	M	1-mar.	3	No se tiene chatarras	0	0		0	Agosto	M	31-ago.	3					0
Marzo	M	2-mar.	1	No se tiene chatarras	0	0		0	Septiembre	J	1-sep.	1	FU1001307	15657.9	0		15657.9
Marzo	M	2-mar.	2	No se tiene chatarras	0	0		0	Septiembre	J	1-sep.	2	FU2001323	16482	1648.2		14833.8
Marzo	M	2-mar.	3	No se tiene chatarras	0	0		0	Septiembre	J	1-sep.	3	FU3001338	16482	0		16482
Marzo	J	3-mar.	1	No se tiene chatarras	0	0		0	Septiembre	V	2-sep.	1	FU1001308	16482	0		16482
Marzo	J	3-mar.	2	No se tiene chatarras	0	0		0	Septiembre	V	2-sep.	2	FU2001324	16705.244	0		16705.244
Marzo	J	3-mar.	3	No se tiene chatarras	0	0		0	Septiembre	V	2-sep.	3	FU3001339	15724.632	2501.646		13222.986

Marzo	V	4-mar.	1	No se tiene chatarras	0	0		0	Septiembre	S	3-sep.	1	FU1001309	5003.292	0		5003.292
Marzo	V	4-mar.	2	No se tiene chatarras	0	0		0	Septiembre	S	3-sep.	2	FU2001325	16439.388	0		16439.388
Marzo	V	4-mar.	3	No se tiene chatarras	0	0		0	Septiembre	S	3-sep.	3	FU3001340	15724.632	0		15724.632
Marzo	S	5-mar.	1	No se tiene chatarras	0	0		0	Septiembre	D	4-sep.	1	Descanso	0	0		0
Marzo	S	5-mar.	2	No se tiene chatarras	0	0		0	Septiembre	D	4-sep.	2	Descanso	0	0		0
Marzo	S	5-mar.	3	No se tiene chatarras	0	0		0	Septiembre	D	4-sep.	3	Descanso	0	0		0
Marzo	D	6-mar.	1	No se tiene chatarras	0	0		0	Septiembre	L	5-sep.	1	Descanso	0	0		0
Marzo	D	6-mar.	2	No se tiene chatarras	0	0		0	Septiembre	L	5-sep.	2	Descanso	0	0		0
Marzo	D	6-mar.	3	No se tiene chatarras	0	0		0	Septiembre	L	5-sep.	3	FU3001341	6432.804	0		6432.804
Marzo	L	7-mar.	1	No se tiene chatarras	0	0		0	Septiembre	M	6-sep.	1	FU1001310	16337.012	0		16337.012
Marzo	L	7-mar.	2	FU2001201	5243.42	0		5243.42	Septiembre	M	6-sep.	2	FU2001326	15519.88	0		15519.88
Marzo	L	7-mar.	3	FU3001219	16479.32	1872.65		14606.67	Septiembre	M	6-sep.	3	FU3001342	18623.856	0		18623.856
Marzo	M	8-mar.	1	FU1001197	16479.32	1498.12		14981.2	Septiembre	M	7-sep.	1	FU1001311	10863.916	0		10863.916
Marzo	M	8-mar.	2	FU2001202	10486.84	0		10486.84	Septiembre	M	7-sep.	2	FU2001327	6207.952	0		6207.952
Marzo	M	8-mar.	3	FU3001220	14232.14	0		14232.14	Septiembre	M	7-sep.	3	FU3001343	17071.868	0		17071.868
Marzo	M	9-mar.	1	FU1001198	15519.88	0		15519.88	Septiembre	J	8-sep.	1	FU1001312	15519.88	0		15519.88
Marzo	M	9-mar.	2	FU2001203	17071.868	0		17071.868	Septiembre	J	8-sep.	2	FU2001328	17071.868	0		17071.868
Marzo	M	9-mar.	3	FU3001221	17018	1498.12		15519.88	Septiembre	J	8-sep.	3	FU3001344	17071.868	0		17071.868
Marzo	J	10-mar.	1	FU1001199	17018	1498.12	5000	10519.88	Septiembre	V	9-sep.	1	FU1001313	13914.024	1498.12		12415.904
Marzo	J	10-mar.	2	FU2001204	12415.904	0		12415.904	Septiembre	V	9-sep.	2	FU2001329	5207.952	0		5207.952
Marzo	J	10-mar.	3	Arranque	0	0		0	Septiembre	V	9-sep.	3	FU3001346	10863.916	0		10863.916
Marzo	V	11-mar.	1	Arranque	0	0		0	Septiembre	S	10-sep.	1	FU1001314	17071.868	0		17071.868
Marzo	V	11-mar.	2	FU2001205	15730.26	0		15730.26	Septiembre	S	10-sep.	2	FU2001330	15519.88	0		15519.88
Marzo	V	11-mar.	3	FU3001222	15730.26	0		15730.26	Septiembre	S	10-sep.	3	FU3001347	9311.928	0		9311.928

Marzo	S	12-mar.	1	FU1001200	4494.36	0		4494.36	Septiembre	D	11-sep.	1	FU1001315	13967.892	0		13967.892
Marzo	S	12-mar.	2	FU2001206	15730.26	0		15730.26	Septiembre	D	11-sep.	2	FU2001331	17071.868	0		17071.868
Marzo	S	12-mar.	3	Descanso	0	0		0	Septiembre	D	11-sep.	3	Descanso	0	0		0
Marzo	D	13-mar.	1	Descanso	0	0		0	Septiembre	L	12-sep.	1	Descanso	0	0		0
Marzo	D	13-mar.	2	Descanso	0	0		0	Septiembre	L	12-sep.	2	FU2001332	4655.964	0		4655.964
Marzo	D	13-mar.	3	Descanso	0	0		0	Septiembre	L	12-sep.	3	FU3001348	17071.868	0		17071.868
Marzo	L	14-mar.	1	Descanso	0	0		0	Septiembre	M	13-sep.	1	FU1001316	15519.88	0		15519.88
Marzo	L	14-mar.	2	Arranque	0	0		0	Septiembre	M	13-sep.	2	FU2001333	17071.868	0		17071.868
Marzo	L	14-mar.	3	FU2001207	17071.868	0		17071.868	Septiembre	M	13-sep.	3	FU3001349	15519.88	0		15519.88
Marzo	M	15-mar.	1	FU1001201	16268.94	749.06		15519.88	Septiembre	M	14-sep.	1	FU1001317	17071.868	0		17071.868
Marzo	M	15-mar.	2	FU2001208	17071.868	0		17071.868	Septiembre	M	14-sep.	2	FU2001334	15519.88	0		15519.88
Marzo	M	15-mar.	3	FU3001223	17071.868	0		17071.868	Septiembre	M	14-sep.	3	FU3001350	17071.868	0		17071.868
Marzo	M	16-mar.	1	FU1001202	16268.94	749.06		15519.88	Septiembre	J	15-sep.	1	FU1001318	17071.868	0		17071.868
Marzo	M	16-mar.	2	FU2001209	17071.868	0		17071.868	Septiembre	J	15-sep.	2	FU2001335	3745.3	0		3745.3
Marzo	M	16-mar.	3	FU3001224	7759.94	0		7759.94	Septiembre	J	15-sep.	3	FU3001351	16479.32	0		16479.32
Marzo	J	17-mar.	1	Arranque	0	0		0	Septiembre	V	16-sep.	1	FU1001319	16479.32	0		16479.32
Marzo	J	17-mar.	2	FU2001210	4655.964	0		4655.964	Septiembre	V	16-sep.	2	FU2001336	12734.02	0		12734.02
Marzo	J	17-mar.	3	FU3001225	15519.88	0		15519.88	Septiembre	V	16-sep.	3	Descanso	0	0		0
Marzo	V	18-mar.	1	FU1001203	17071.868	0	6358	10713.868	Septiembre	S	17-sep.	1	Descanso	0	0		0
Marzo	V	18-mar.	2	FU2001211	17071.868	0		17071.868	Septiembre	S	17-sep.	2	Descanso	0	0		0
Marzo	V	18-mar.	3	FU3001226	15519.88	0		15519.88	Septiembre	S	17-sep.	3	Descanso	0	0		0
Marzo	S	19-mar.	1	FU1001204	17071.868	0		17071.868	Septiembre	D	18-sep.	1	Descanso	0	0		0
Marzo	S	19-mar.	2	FU2001212	12415.904	0		12415.904	Septiembre	D	18-sep.	2	Descanso	0	0		0
Marzo	S	19-mar.	3	FU3001227	15519.88	0		15519.88	Septiembre	D	18-sep.	3	Descanso	0	0		0

Marzo	D	20-mar.	1	FU1001205	17071.868	0		17071.868	Septiembre	L	19-sep.	1	Descanso	0	0		0
Marzo	D	20-mar.	2	Descanso	0	0		0	Septiembre	L	19-sep.	2	Cargue de material	0	0		0
Marzo	D	20-mar.	3	Descanso	0	0		0	Septiembre	L	19-sep.	3	Cargue de material	0	0		0
Marzo	L	21-mar.	1	Descanso	0	0		0	Septiembre	M	20-sep.	1	FU1001320	3103.976	0	8500	-5396.024
Marzo	L	21-mar.	2	Arranque	0	0		0	Septiembre	M	20-sep.	2	FU2001337	16268.94	749.06		15519.88
Marzo	L	21-mar.	3	FU3001228	6207.952	0		6207.952	Septiembre	M	20-sep.	3	FU3001352	17820.928	749.06		17071.868
Marzo	M	22-mar.	1	FU1001206	17071.868	0	3000	14071.868	Septiembre	M	21-sep.	1	FU1001321	17071.868	0		17071.868
Marzo	M	22-mar.	2	FU2001213	16479.32	0		16479.32	Septiembre	M	21-sep.	2	FU2001338	16268.94	749.06		15519.88
Marzo	M	22-mar.	3	FU3001229	16479.32	0		16479.32	Septiembre	M	21-sep.	3	FU3001353	15519.88	0		15519.88
Marzo	M	23-mar.	1	FU3001230	16479.32	3370.77		13108.55	Septiembre	J	22-sep.	1	FU1001322	16964.132	4548.228		12415.904
Marzo	M	23-mar.	2	FU2001214	16479.32	0		16479.32	Septiembre	J	22-sep.	2	FU2001339	15196.672	2247.18		12949.492
Marzo	M	23-mar.	3	FU3001231	11984.96	0		11984.96	Septiembre	J	22-sep.	3	FU3001354	12415.904	0		12415.904
Marzo	J	24-mar.	1	FU1001207	14232.14	0		14232.14	Septiembre	V	23-sep.	1	FU1001323	15519.88	0		15519.88
Marzo	J	24-mar.	2	FU2001215	16479.32	0		16479.32	Septiembre	V	23-sep.	2	FU2001340	16478.66	749.06		15729.6
Marzo	J	24-mar.	3	FU3001232	16479.32	0		16479.32	Septiembre	V	23-sep.	3	FU3001355	12254.3	0		12254.3
Marzo	V	25-mar.	1	FU1001208	14232.14	0		14232.14	Septiembre	S	24-sep.	1	FU1001324	15519.88	0		15519.88
Marzo	V	25-mar.	2	Descanso	0	0		0	Septiembre	S	24-sep.	2	FU2001341	15519.88	0		15519.88
Marzo	V	25-mar.	3	Descanso	0	0		0	Septiembre	S	24-sep.	3	Descanso	0	0		0
Marzo	S	26-mar.	1	Descanso	0	0		0	Septiembre	D	25-sep.	1	Descanso	0	0		0
Marzo	S	26-mar.	2	Arranque	0	0		0	Septiembre	D	25-sep.	2	Descanso	0	0		0
Marzo	S	26-mar.	3	FU3001233	13967.892	0		13967.892	Septiembre	D	25-sep.	3	Descanso	0	0		0
Marzo	D	27-mar.	1	FU1001209	17071.868	0		17071.868	Septiembre	L	26-sep.	1	Descanso	0	0		0
Marzo	D	27-mar.	2	FU2001216	17071.868	0		17071.868	Septiembre	L	26-sep.	2	FU2001342	7759.94	0		7759.94
Marzo	D	27-mar.	3	FU3001234	17071.868	0		17071.868	Septiembre	L	26-sep.	3	FU3001356	16479.32	0		16479.32

Marzo	L	28-mar.	1	FU1001210	14981.2	1872.65		13108.55	Septiembre	M	27-sep.	1	FU1001325	16479.32	1498.12		14981.2
Marzo	L	28-mar.	2	FU2001217	8427.93	0		8427.93	Septiembre	M	27-sep.	2	FU2001343	16479.32	0		16479.32
Marzo	L	28-mar.	3	FU3001235	16482	0		16482	Septiembre	M	27-sep.	3	FU3001357	13483.08	0		13483.08
Marzo	M	29-mar.	1	FU1001211	16482	1648.2		14833.8	Septiembre	M	28-sep.	1	FU1001326	8988.72	0	4000	4988.72
Marzo	M	29-mar.	2	FU2001218	17306.1	3296.4		14009.7	Septiembre	M	28-sep.	2	FU2001344	16479.32	0		16479.32
Marzo	M	29-mar.	3	FU3001236	16482	0		16482	Septiembre	M	28-sep.	3					0
Marzo	M	30-mar.	1	FU1001212	16482	0	6000	10482	Septiembre	J	29-sep.	1					0
Marzo	M	30-mar.	2	FU2001219	16779.48	0		16779.48	Septiembre	J	29-sep.	2					0
Marzo	M	30-mar.	3	FU3001237	17228.38	0		17228.38	Septiembre	J	29-sep.	3					0
Marzo	J	31-mar.	1	FU1001213	2996.24	0		2996.24	Septiembre	V	30-sep.	1					0
Marzo	J	31-mar.	2	FU2001220	17228.38	0		17228.38	Septiembre	V	30-sep.	2					0
Marzo	J	31-mar.	3	FU3001238	17228.38	0		17228.38	Septiembre	V	30-sep.	3					0
Abril	V	1-abr.	1	Parada	0	0		0	Octubre	S	1-oct.	1	Descanso	0	0		0
Abril	V	1-abr.	2	Descanso	0	0		0	Octubre	S	1-oct.	2	Descanso	0	0		0
Abril	V	1-abr.	3	Descanso	0	0		0	Octubre	S	1-oct.	3	Descanso	0	0		0
Abril	S	2-abr.	1	Descanso	0	0		0	Octubre	D	2-oct.	1	Descanso	0	0		0
Abril	S	2-abr.	2	Descanso	0	0		0	Octubre	D	2-oct.	2	Descanso	0	0		0
Abril	S	2-abr.	3	Descanso	0	0		0	Octubre	D	2-oct.	3	Descanso	0	0		0
Abril	D	3-abr.	1	Descanso	0	0		0	Octubre	L	3-oct.	1	Descanso	0	0		0
Abril	D	3-abr.	2	Descanso	0	0		0	Octubre	L	3-oct.	2	Arranque	0	0	1496	-1496
Abril	D	3-abr.	3	Descanso	0	0		0	Octubre	L	3-oct.	3	FU3001358	14232.14	0		14232.14
Abril	L	4-abr.	1	Descanso	0	0		0	Octubre	M	4-oct.	1	FU1001327	16479.32	0		16479.32
Abril	L	4-abr.	2	Arranque	0	0		0	Octubre	M	4-oct.	2	FU2001345	12734.02	0		12734.02
Abril	L	4-abr.	3	FU3001239	16479.32	561.795		15917.525	Octubre	M	4-oct.	3	FU3001359	10486.84	0		10486.84
Abril	M	5-abr.	1	Parada burbujas	0	0		0	Octubre	M	5-oct.	1	FU1001328	16479.32	0		16479.32

Abril	M	5-abr.	2	FU2001221	16479.3 2	0		16479.3 2	Octubre	M	5-oct.	2	FU2001346	16479.32	0		16479.32
Abril	M	5-abr.	3	Parada burbujas	0	0		0	Octubre	M	5-oct.	3	FU3001360	16479.32	0		16479.32
Abril	M	6-abr.	1	Parada burbujas	0	0		0	Octubre	J	6-oct.	1	FU1001329	16479.32	1498.12	7984	6997.2
Abril	M	6-abr.	2	FU2001222	2996.24	0		2996.24	Octubre	J	6-oct.	2	FU2001347	16479.32	0		16479.32
Abril	M	6-abr.	3	FU3001240	16479.3 2	0		16479.3 2	Octubre	J	6-oct.	3	FU3001361	15730.26	0		15730.26
Abril	J	7-abr.	1	FU1001214	16479.3 2	0	9163	7316.32	Octubre	V	7-oct.	1	FU1001330	14232.14	1498.12		12734.02
Abril	J	7-abr.	2	FU2001223	17228.3 8	0		17228.3 8	Octubre	V	7-oct.	2	Descanso	0	0		0
Abril	J	7-abr.	3	FU3001241	15519.8 8	0		15519.8 8	Octubre	V	7-oct.	3	FU3001362	8239.66	0		8239.66
Abril	V	8-abr.	1	FU1001215	17071.8 68	0		17071.8 68	Octubre	S	8-oct.	1	FU1001331	16479.32	0		16479.32
Abril	V	8-abr.	2	FU2001224	17071.8 68	0		17071.8 68	Octubre	S	8-oct.	2	FU2001348	16406.96	0		16406.96
Abril	V	8-abr.	3	FU3001242	16215.0 72	2247.18		13967.8 92	Octubre	S	8-oct.	3	FU3001363	16482	1648.2		14833.8
Abril	S	9-abr.	1	FU1001216	10087.9 22	0		10087.9 22	Octubre	D	9-oct.	1	FU1001332	16482	0		16482
Abril	S	9-abr.	2	FU2001225	16295.8 74	0		16295.8 74	Octubre	D	9-oct.	2	FU2001349	16482	0		16482
Abril	S	9-abr.	3	FU3001243	15519.8 8	0		15519.8 8	Octubre	D	9-oct.	3	Descanso	0	0		0
Abril	D	10-abr.	1	FU1001217	17071.8 68	0		17071.8 68	Octubre	L	10-oct.	1	Descanso	0	0		0
Abril	D	10-abr.	2	FU2001226	17071.8 68	0		17071.8 68	Octubre	L	10-oct.	2	FU2001350	4494.36	0		4494.36
Abril	D	10-abr.	3	Descanso	0	0		0	Octubre	L	10-oct.	3	FU3001364	15519.88	0	3179	12340.88
Abril	L	11-abr.	1	Descanso	0	0		0	Octubre	M	11-oct.	1	FU1001333	16856.39 6	0	4000	12856.39 6
Abril	L	11-abr.	2	Descanso	0	0		0	Octubre	M	11-oct.	2	FU2001351	17071.86 8	0		17071.86 8
Abril	L	11-abr.	3	FU2001227	3103.97 6	0		3103.97 6	Octubre	M	11-oct.	3	FU3001365	17071.86 8	0		17071.86 8
Abril	M	12-abr.	1	FU1001218	17071.8 68	0		17071.8 68	Octubre	M	12-oct.	1	FU1001334	15519.88	0		15519.88
Abril	M	12-abr.	2	FU2001228	15519.8 8	0		15519.8 8	Octubre	M	12-oct.	2	FU2001352	11681.04 8	0		11681.04 8
Abril	M	12-abr.	3	FU3001244	17017.4 64	618.075		16399.3 89	Octubre	M	12-oct.	3	FU3001366	10863.91 6	0		10863.91 6
Abril	M	13-abr.	1	FU1001219	6592.8	0		6592.8	Octubre	J	13-oct.	1	FU1001335	17282.24 8	0		17282.24 8

Abril	M	13-abr.	2	FU2001229	17306.1	0		17306.1	Octubre	J	13-oct.	2	FU2001353	13967.89 2	4655.964		9311.928
Abril	M	13-abr.	3	FU3001245	17306.1	0		17306.1	Octubre	J	13-oct.	3	FU3001367	16268.94	749.06		15519.88
Abril	J	14-abr.	1	FU1001220	16482	0		16482	Octubre	V	14-oct.	1	FU1001336	17071.86 8	0		17071.86 8
Abril	J	14-abr.	2	FU2001230	15657.9	0		15657.9	Octubre	V	14-oct.	2	FU2001354	3103.976	0		3103.976
Abril	J	14-abr.	3	FU3001246	16479.3 2	0		16479.3 2	Octubre	V	14-oct.	3	Descanso	0	0		0
Abril	V	15-abr.	1	FU1001221	18954.3	0		18954.3	Octubre	S	15-oct.	1	Descanso	0	0		0
Abril	V	15-abr.	2	FU2001231	16479.3 2	0		16479.3 2	Octubre	S	15-oct.	2	Descanso	0	0		0
Abril	V	15-abr.	3	FU3001247	16479.3 2	0		16479.3 2	Octubre	S	15-oct.	3	Descanso	0	0		0
Abril	S	16-abr.	1	FU1001222	8988.72	0		8988.72	Octubre	D	16-oct.	1	Descanso	0	0		0
Abril	S	16-abr.	2	Déficit de Chatarra	0	0		0	Octubre	D	16-oct.	2	Descanso	0	0		0
Abril	S	16-abr.	3	Déficit de Chatarra	0	0		0	Octubre	D	16-oct.	3	FU3001368	6207.952	0		6207.952
Abril	D	17-abr.	1	Déficit de Chatarra	0	0		0	Octubre	L	17-oct.	1	FU1001337	17071.86 8	0	5000	12071.86 8
Abril	D	17-abr.	2	Déficit de Chatarra	0	0		0	Octubre	L	17-oct.	2	FU2001355	15519.88	0		15519.88
Abril	D	17-abr.	3	Déficit de Chatarra	0	0		0	Octubre	L	17-oct.	3	FU3001369	17071.86 8	0		17071.86 8
Abril	L	18-abr.	1	Déficit de Chatarra	0	0		0	Octubre	M	18-oct.	1	FU1001338	16215.07 2	1498.12		14716.95 2
Abril	L	18-abr.	2	Déficit de Chatarra	0	0		0	Octubre	M	18-oct.	2	FU2001356	17071.86 8	0		17071.86 8
Abril	L	18-abr.	3	Déficit de Chatarra	0	0		0	Octubre	M	18-oct.	3	FU3001371	15519.88	0		15519.88
Abril	M	19-abr.	1	Déficit de Chatarra	0	0		0	Octubre	M	19-oct.	1	FU1001339	16268.94	749.06		15519.88
Abril	M	19-abr.	2	Déficit de Chatarra	0	0		0	Octubre	M	19-oct.	2	FU2001357	17071.86 8	0		17071.86 8
Abril	M	19-abr.	3	Déficit de Chatarra	0	0		0	Octubre	M	19-oct.	3	FU3001372	17071.86 8	0	2431	14640.86 8
Abril	M	20-abr.	1	Déficit de Chatarra	0	0		0	Octubre	J	20-oct.	1	FU1001340	16268.94	749.06		15519.88
Abril	M	20-abr.	2	Déficit de Chatarra	0	0		0	Octubre	J	20-oct.	2	FU2001358	6207.952	0		6207.952
Abril	M	20-abr.	3	Déficit de Chatarra	0	0		0	Octubre	J	20-oct.	3	FU3001373	7759.94	0		7759.94
Abril	J	21-abr.	1	Déficit de Chatarra	0	0		0	Octubre	V	21-oct.	1	FU1001341	16215.07 2	2247.18		13967.89 2

Abril	J	21-abr.	2	Arranque	0	0	0	0	Octubre	V	21-oct.	2	FU2001359	15519.88	0	15519.88
Abril	J	21-abr.	3	FU3001248	7147.56	0	7147.56	7147.56	Octubre	V	21-oct.	3	FU3001374	16190.264	4494.36	11695.904
Abril	V	22-abr.	1	FU1001223	12146.296	0	12146.296	12146.296	Octubre	S	22-oct.	1	FU1001342	17018	1498.12	15519.88
Abril	V	22-abr.	2	FU2001232	17154.144	0	17154.144	17154.144	Octubre	S	22-oct.	2	FU2001360	16215.072	2247.18	13967.892
Abril	V	22-abr.	3	FU3001249	17228.38	0	17228.38	17228.38	Octubre	S	22-oct.	3	FU3001375	17228.38	2621.71	14606.67
Abril	S	23-abr.	1	FU1001224	15724.632	0	15724.632	15724.632	Octubre	D	23-oct.	1	FU1001343	9737.78	0	9737.78
Abril	S	23-abr.	2	FU2001233	17228.38	0	17228.38	17228.38	Octubre	D	23-oct.	2	Descanso	0	0	0
Abril	S	23-abr.	3	FU3001250	17228.38	0	17228.38	17228.38	Octubre	D	23-oct.	3	Descanso	0	0	0
Abril	D	24-abr.	1	FU1001225	13857.61	0	13857.61	13857.61	Octubre	L	24-oct.	1	Descanso	0	0	0
Abril	D	24-abr.	2	Descanso	0	0	0	0	Octubre	L	24-oct.	2	FU2001361	3103.976	0	3103.976
Abril	D	24-abr.	3	Descanso	0	0	0	0	Octubre	L	24-oct.	3	FU3001376	17071.868	0	17071.868
Abril	L	25-abr.	1	Descanso	0	0	0	0	Octubre	M	25-oct.	1	FU1001344	17071.868	0	6207.952 10863.916
Abril	L	25-abr.	2	FU2001234	5617.95	0	5617.95	5617.95	Octubre	M	25-oct.	2	FU2001362	16343.98	824.1	15519.88
Abril	L	25-abr.	3	FU3001251	17228.38	0	17228.38	17228.38	Octubre	M	25-oct.	3	FU3001377	17071.868	1551.988	15519.88
Abril	M	26-abr.	1	FU1001226	17228.38	0	17228.38	17228.38	Octubre	M	26-oct.	1	FU1001345	16268.94	749.06	7759.94 7759.94
Abril	M	26-abr.	2	FU2001235	17228.38	561.795	16666.585	16666.585	Octubre	M	26-oct.	2	FU2001363	16268.94	0	16268.94
Abril	M	26-abr.	3	FU3001252	13483.08	0	13483.08	13483.08	Octubre	M	26-oct.	3	FU3001378	17071.868	0	17071.868
Abril	M	27-abr.	1	Déficit de Chatarra	0	0	0	0	Octubre	J	27-oct.	1	FU1001346	17071.868	3103.976	13967.892
Abril	M	27-abr.	2	Déficit de Chatarra	0	0	0	0	Octubre	J	27-oct.	2	FU2001364	15519.88	0	15519.88
Abril	M	27-abr.	3	Déficit de Chatarra	0	0	0	0	Octubre	J	27-oct.	3	FU3001379	9311.928	0	9311.928
Abril	J	28-abr.	1	Déficit de Chatarra	0	0	0	0	Octubre	V	28-oct.	1	FU1001347	13967.892	0	7759.94 6207.952
Abril	J	28-abr.	2	Déficit de Chatarra	0	0	0	0	Octubre	V	28-oct.	2	FU2001365	16587.056	0	16587.056
Abril	J	28-abr.	3	Déficit de Chatarra	0	0	0	0	Octubre	V	28-oct.	3	FU3001380	16479.32	749.06	15730.26
Abril	V	29-abr.	1	Déficit de Chatarra	0	0	0	0	Octubre	S	29-oct.	1	FU1001348	17228.38	936.325	16292.055

Abril	V	29-abr.	2	FU2001236	11235.9	0		11235.9	Octubre	S	29-oct.	2	FU2001366	16479.32	1498.12		14981.2
Abril	V	29-abr.	3	FU3001253	16479.32	0		16479.32	Octubre	S	29-oct.	3	FU3001382	16479.32	0	9311.928	7167.392
Abril	S	30-abr.	1	FU1001227	14981.2	0		14981.2	Octubre	D	30-oct.	1	FU1001349	8988.72	0		8988.72
Abril	S	30-abr.	2	FU2001237	5243.42	0		5243.42	Octubre	D	30-oct.	2	Descanso				0
Abril	S	30-abr.	3	0		0		0	Octubre	D	30-oct.	3	Descanso				0
Mayo	D	1-may.	1	Descanso	0	0		0	Octubre	L	31-oct.	1	Descanso				0
Mayo	D	1-may.	2	Descanso	0	0		0	Octubre	L	31-oct.	2	Descanso				0
Mayo	D	1-may.	3	Descanso	0	0		0	Octubre	L	31-oct.	3	Descanso				0
Mayo	L	2-may.	1	Descanso	0	0		0	Noviembre	M	1-nov.	1	FU1001350	16651.492	0		16651.492
Mayo	L	2-may.	2	Arranque	0	0		0	Noviembre	M	1-nov.	2	FU2001367	17408.378	378.443		17029.935
Mayo	L	2-may.	3	FU3001254	14232.14	0		14232.14	Noviembre	M	1-nov.	3	FU3001383	16651.492	567.6645		16083.8275
Mayo	M	3-may.	1	FU1001228	16479.32	0		16479.32	Noviembre	M	2-nov.	1	FU1001351	18165.264	0		18165.264
Mayo	M	3-may.	2	FU2001238	17306.1	0		17306.1	Noviembre	M	2-nov.	2	FU2001368	3784.43	0		3784.43
Mayo	M	3-may.	3	FU3001255	17306.1	0		17306.1	Noviembre	M	2-nov.	3	Feriado	0	0		0
Mayo	M	4-may.	1	FU1001229	16482	0		16482	Noviembre	J	3-nov.	1	Feriado	0	0		0
Mayo	M	4-may.	2	FU2001239	16482	0		16482	Noviembre	J	3-nov.	2	Feriado	0	0		0
Mayo	M	4-may.	3	FU3001256	16482	0		16482	Noviembre	J	3-nov.	3	Feriado	0	0		0
Mayo	J	5-may.	1	Parada bajo nivel	0	0		0	Noviembre	V	4-nov.	1	Feriado	0	0		0
Mayo	J	5-may.	2	Arranque	0	0		0	Noviembre	V	4-nov.	2	Feriado	0	0		0
Mayo	J	5-may.	3	FU3001257	16482	0		16482	Noviembre	V	4-nov.	3	Feriado	0	0		0
Mayo	V	6-may.	1	FU1001230	16482	1442.175		15039.825	Noviembre	S	5-nov.	1	Feriado	0	0		0
Mayo	V	6-may.	2	FU2001240	16439.388	0		16439.388	Noviembre	S	5-nov.	2	Feriado	0	0		0
Mayo	V	6-may.	3	FU3001258	17228.38	1310.855		15917.525	Noviembre	S	5-nov.	3	Feriado	0	0		0
Mayo	S	7-may.	1	FU1001231	12150.852	0		12150.852	Noviembre	D	6-nov.	1	Feriado	0	0		0

Mayo	S	7-may.	2	Descanso	0	0	0	0	Noviembre	D	6-nov.	2	Feriado	0	0	0	0
Mayo	S	7-may.	3	Descanso	0	0	0	0	Noviembre	D	6-nov.	3	Feriado	0	0	0	0
Mayo	D	8-may.	1	Descanso	0	0	0	0	Noviembre	L	7-nov.	1	Feriado	0	0	0	0
Mayo	D	8-may.	2	Descanso	0	0	0	0	Noviembre	L	7-nov.	2	Cargar el horno	0	0	0	0
Mayo	D	8-may.	3	Descanso	0	0	0	0	Noviembre	L	7-nov.	3	FU3001384	4996.26	0	0	4996.26
Mayo	L	9-may.	1	Descanso	0	0	0	0	Noviembre	M	8-nov.	1	FU1001352	16654.2	2498.13	0	14156.07
Mayo	L	9-may.	2	Arranque	0	0	0	0	Noviembre	M	8-nov.	2	FU2001369	16654.2	0	0	16654.2
Mayo	L	9-may.	3	FU3001259	6432.804	0	0	6432.804	Noviembre	M	8-nov.	3	FU3001385	16654.2	0	0	16654.2
Mayo	M	10-may.	1	FU1001232	6207.952	0	0	6207.952	Noviembre	M	9-nov.	1	FU1001353	15821.49	832.71	0	14988.78
Mayo	M	10-may.	2	FU2001241	15519.88	0	0	15519.88	Noviembre	M	9-nov.	2	FU2001370	16654.2	0	0	16654.2
Mayo	M	10-may.	3	FU3001260	16424.8088	2247.18	6122	8055.6288	Noviembre	M	9-nov.	3	FU3001386	16654.2	0	0	16654.2
Mayo	M	11-may.	1	FU1001233	16856.396	0	0	16856.396	Noviembre	J	10-nov.	1	FU1001354	16654.2	1873.5975	7000	7780.605
Mayo	M	11-may.	2	FU2001242	17228.38	0	0	17228.38	Noviembre	J	10-nov.	2	FU2001371	10596.404	0	0	10596.404
Mayo	M	11-may.	3	FU3001261	16479.32	2456.9168	0	14022.4032	Noviembre	J	10-nov.	3	FU3001387	15894.606	0	0	15894.606
Mayo	J	12-may.	1	FU1001234	15519.88	0	0	15519.88	Noviembre	V	11-nov.	1	FU1001355	17408.378	0	4936	12472.378
Mayo	J	12-may.	2	FU2001243	17071.868	0	0	17071.868	Noviembre	V	11-nov.	2	FU2001372	16651.492	0	0	16651.492
Mayo	J	12-may.	3	FU3001262	17071.868	0	0	17071.868	Noviembre	V	11-nov.	3	FU3001388	16651.492	3027.544	0	13623.948
Mayo	V	13-may.	1	FU1001235	17071.868	0	0	17071.868	Noviembre	S	12-nov.	1	FU1001356	17408.378	1513.772	0	15894.606
Mayo	V	13-may.	2	FU2001244	16802.528	561.795	0	16240.733	Noviembre	S	12-nov.	2	FU2001373	16651.492	2270.658	0	14380.834
Mayo	V	13-may.	3	FU3001263	16479.32	374.53	0	16104.79	Noviembre	S	12-nov.	3	FU3001389	12867.062	0	0	12867.062
Mayo	S	14-may.	1	FU1001236	9150.324	0	0	9150.324	Noviembre	D	13-nov.	1	FU1001357	15894.606	3405.987	0	12488.619
Mayo	S	14-may.	2	Descanso	0	0	0	0	Noviembre	D	13-nov.	2	FU2001374	16654.2	1665.42	0	14988.78
Mayo	S	14-may.	3	Descanso	0	0	0	0	Noviembre	D	13-nov.	3	FU3001390	10663.5624	0	0	10663.5624
Mayo	D	15-may.	1	Descanso	0	0	0	0	Noviembre	L	14-nov.	1	Descanso	0	0	0	0

Mayo	D	15-may.	2	Descanso	0	0	0	0	Noviem bre	L	14-nov.	2	Sin Chatarra	0	0	0	0
Mayo	D	15-may.	3	Descanso	0	0	0	0	Noviem bre	L	14-nov.	3	Sin Chatarra	0	0	0	0
Mayo	L	16-may.	1	Descanso	0	0	0	0	Noviem bre	M	15-nov.	1	Sin Chatarra	0	0	0	0
Mayo	L	16-may.	2	FU2001245	9889.09 012	0	9889.09 012	9889.09 012	Noviem bre	M	15-nov.	2	Sin Chatarra	0	0	0	0
Mayo	L	16-may.	3	FU3001264	16479.3 2	0	16479.3 2	16479.3 2	Noviem bre	M	15-nov.	3	Sin Chatarra	0	0	0	0
Mayo	M	17-may.	1	FU1001237	16479.3 2	0	16479.3 2	16479.3 2	Noviem bre	M	16-nov.	1	Sin Chatarra	0	0	6000	-6000
Mayo	M	17-may.	2	FU2001246	15730.2 6	0	15730.2 6	15730.2 6	Noviem bre	M	16-nov.	2	Arranque	0	0	0	0
Mayo	M	17-may.	3	FU3001265	16479.3 2	0	16479.3 2	16479.3 2	Noviem bre	M	16-nov.	3	FU3001391	14444.47 2	0	14444.47 2	14444.47 2
Mayo	M	18-may.	1	FU1001238	16479.3 2	0	16479.3 2	16479.3 2	Noviem bre	J	17-nov.	1	FU1001358	16611.14 28	0	5881	10730.14 28
Mayo	M	18-may.	2	FU2001247	16479.3 2	0	16479.3 2	16479.3 2	Noviem bre	J	17-nov.	2	FU2001375	16611.14 28	4333.3416	12277.80 12	12277.80 12
Mayo	M	18-may.	3	FU3001266	16479.3 2	0	16479.3 2	16479.3 2	Noviem bre	J	17-nov.	3	FU3001392	17326.86 72	0	17326.86 72	17326.86 72
Mayo	J	19-may.	1	FU1001239	17228.3 8	0	17228.3 8	17228.3 8	Noviem bre	V	18-nov.	1	FU1001359	16604.91 44	721.9528	6273	9609.961 6
Mayo	J	19-may.	2	FU2001248	11984.9 6	0	11984.9 6	11984.9 6	Noviem bre	V	18-nov.	2	FU2001376	16433.22 72	208.1775	16225.04 97	16225.04 97
Mayo	J	19-may.	3	FU3001267	17228.3 8	1498.12	15730.2 6	17228.3 8	Noviem bre	V	18-nov.	3	FU3001393	6661.68	0	6661.68	6661.68
Mayo	V	20-may.	1	FU1001240	16479.3 2	2247.18	14232.1 4	14232.1 4	Noviem bre	S	19-nov.	1	FU1001360	16654.2	0	16654.2	16654.2
Mayo	V	20-may.	2	FU2001249	16479.3 2	1498.12	14981.2	14981.2	Noviem bre	S	19-nov.	2	FU2001377	16654.2	832.71	15821.49	15821.49
Mayo	V	20-may.	3	FU3001268	16479.3 2	0	16479.3 2	16479.3 2	Noviem bre	S	19-nov.	3	FU3001394	16654.2	0	16654.2	16654.2
Mayo	S	21-may.	1	FU1001241	14232.1 4	0	14232.1 4	14232.1 4	Noviem bre	D	20-nov.	1	FU1001361	16654.2	0	6000	10654.2
Mayo	S	21-may.	2	Descanso	0	0	0	0	Noviem bre	D	20-nov.	2	FU2001378	16654.2	0	16654.2	16654.2
Mayo	S	21-may.	3	Descanso	0	0	0	0	Noviem bre	D	20-nov.	3	Descanso	0	0	0	0
Mayo	D	22-may.	1	Descanso	0	0	0	0	Noviem bre	L	21-nov.	1	Descanso	0	0	6273	-6273
Mayo	D	22-may.	2	Descanso	0	0	0	0	Noviem bre	L	21-nov.	2	FU2001379	7841.014	0	7841.014	7841.014
Mayo	D	22-may.	3	Descanso	0	0	0	0	Noviem bre	L	21-nov.	3	FU3001395	15573.16 64	0	15573.16 64	15573.16 64
Mayo	L	23-may.	1	Descanso	0	0	0	0	Noviem bre	M	22-nov.	1	FU1001362	18007.11 68	2325.0888	9409	6273.028

Mayo	L	23-may.	2	FU2001250	4494.36	0		4494.36	Noviem bre	M	22-nov.	2	FU2001380	16611.9552	2498.13		14113.8252
Mayo	L	23-may.	3	FU3001269	17228.38	0		17228.38	Noviem bre	M	22-nov.	3	FU3001396	17250.2308	0		17250.2308
Mayo	M	24-may.	1	FU1001242	16479.32	1123.59		15355.73	Noviem bre	M	23-nov.	1	FU1001363	15682.028	0	3528	12154.028
Mayo	M	24-may.	2	FU2001251	15881.68	374.53		15507.15	Noviem bre	M	23-nov.	2	FU2001381	9505.3552	0		9505.3552
Mayo	M	24-may.	3	FU3001270	16482	0		16482	Noviem bre	M	23-nov.	3	FU3001397	17250.2308	0		17250.2308
Mayo	M	25-may.	1	FU1001243	15519.88	0	7000	8519.88	Noviem bre	J	24-nov.	1	FU1001364	16597.9552	2484.13	7449	6664.8252
Mayo	M	25-may.	2	FU2001252	17071.868	0		17071.868	Noviem bre	J	24-nov.	2	FU2001382	17195.8	4650.1776		12545.6224
Mayo	M	25-may.	3	FU3001271	16161.204	0		16161.204	Noviem bre	J	24-nov.	3	FU3001398	17250.2308	0		17250.2308
Mayo	J	26-may.	1	Arranque	0	0		0	Noviem bre	V	25-nov.	1	FU1001365	16466.2648	196.0592	5049	11221.2056
Mayo	J	26-may.	2	FU2001253	5243.42	0		5243.42	Noviem bre	V	25-nov.	2	FU2001383	15682.028	0		15682.028
Mayo	J	26-may.	3	FU3001272	16479.32	749.06		15730.26	Noviem bre	V	25-nov.	3	FU3001399	17550.2308	0		17550.2308
Mayo	V	27-may.	1	FU1001244	16479.32	0		16479.32	Noviem bre	S	26-nov.	1	FU1001366	16555.6288	2441.8036		14113.8252
Mayo	V	27-may.	2	FU2001254	16479.32	0		16479.32	Noviem bre	S	26-nov.	2	FU2001384	17195.8	1513.772		15682.028
Mayo	V	27-may.	3	FU3001273	16479.32	187.265		16292.055	Noviem bre	S	26-nov.	3	FU3001400	17250.2308	0		17250.2308
Mayo	S	28-may.	1	FU1001245	14981.2	0		14981.2	Noviem bre	D	27-nov.	1	FU1001367	14113.8252	0		14113.8252
Mayo	S	28-may.	2	Descanso	0	0		0	Noviem bre	D	27-nov.	2	FU2001385	17141.3692	3027.544		14113.8252
Mayo	S	28-may.	3	Descanso	0	0		0	Noviem bre	D	27-nov.	3	FU3001401	14113.8252	0		14113.8252
Mayo	D	29-may.	1	Descanso	0	0		0	Noviem bre	L	28-nov.	1	Descanso	0	0		0
Mayo	D	29-may.	2	Descanso	0	0		0	Noviem bre	L	28-nov.	2	FU2001387	7760.014	0	4000	3760.014
Mayo	D	29-may.	3	Descanso	0	0		0	Noviem bre	L	28-nov.	3	FU3001402	15682.028	0		15682.028
Mayo	L	30-may.	1	Descanso	0	0		0	Noviem bre	M	29-nov.	1	FU1001368	17086.9384	2270.658		14816.2804
Mayo	L	30-may.	2	FU2001255	11984.96	0		11984.96	Noviem bre	M	29-nov.	2	FU2001388	17250.2308	0		17250.2308
Mayo	L	30-may.	3	FU3001274	16479.32	0		16479.32	Noviem bre	M	29-nov.	3	FU3001403	16438.914	756.886		15682.028
Mayo	M	31-may.	1	FU1001246	16479.32	749.06		15730.26	Noviem bre	M	30-nov.	1	FU1001369	17250.2308	0		17250.2308

Mayo	M	31-may.	2	FU2001256	17659.324	0		17659.324	Noviembre	M	30-nov.	2	FU2001389	15682.028	0		15682.028
Mayo	M	31-may.	3	FU3001275	15519.88	0		15519.88	Noviembre	M	30-nov.	3	FU3001404	15682.028	0		15682.028
Junio	M	1-jun.	1	FU1001247	16479.32	0		16479.32	Diciembre	J	1-dic.	1	FU1001370	12545.6224	0		12545.6224
Junio	M	1-jun.	2	FU2001257	16964.132	0		16964.132	Diciembre	J	1-dic.	2	FU2001390	4704.6084	0		4704.6084
Junio	M	1-jun.	3	FU3001276	10863.916	0		10863.916	Diciembre	J	1-dic.	3	FU3001405	9409.2168	0		9409.2168
Junio	J	2-jun.	1	FU1001248	17071.868	0		17071.868	Diciembre	V	2-dic.	1	FU1001371	16384.4832	2270.658		14113.8252
Junio	J	2-jun.	2	FU2001258	17071.868	0		17071.868	Diciembre	V	2-dic.	2	FU2001391	17072.2308	0		17072.2308
Junio	J	2-jun.	3	FU3001277	15872.032	3895.38		11976.652	Diciembre	V	2-dic.	3	FU3001406	17195.8	1513.772		15682.028
Junio	V	3-jun.	1	FU1001249	16482	0		16482	Diciembre	S	3-dic.	1	FU1001372	17250.2308	0		17250.2308
Junio	V	3-jun.	2	FU2001259	17306.1	2472.3		14833.8	Diciembre	S	3-dic.	2	FU2001392	15682.028	0		15682.028
Junio	V	3-jun.	3	FU3001278	16482	1648.2		14833.8	Diciembre	S	3-dic.	3	FU3001407	17250.2308	0		17250.2308
Junio	S	4-jun.	1	FU1001250	15657.9	0		15657.9	Diciembre	D	4-dic.	1	FU1001373	10977.4196	0		10977.4196
Junio	S	4-jun.	2	Descanso	0	0		0	Diciembre	D	4-dic.	2	Descanso	0	0		0
Junio	S	4-jun.	3	Descanso	0	0		0	Diciembre	D	4-dic.	3	Descanso	0	0		0
Junio	D	5-jun.	1	Descanso	0	0		0	Diciembre	L	5-dic.	1	Descanso	0	0		0
Junio	D	5-jun.	2	Descanso	0	0		0	Diciembre	L	5-dic.	2	FU2001393	1568.2028	0	3000	-1431.7972
Junio	D	5-jun.	3	Descanso	0	0		0	Diciembre	L	5-dic.	3	FU3001408	17195.8	1513.772		15682.028
Junio	L	6-jun.	1	Descanso	0	0		0	Diciembre	M	6-dic.	1	FU1001374	16611.9552	2498.13		14113.8252
Junio	L	6-jun.	2	Suspensión de Turno MG	0	0		0	Diciembre	M	6-dic.	2	FU2001394	15558.2724	1444.4472		14113.8252
Junio	L	6-jun.	3	Suspensión de Turno MG	0	0		0	Diciembre	M	6-dic.	3	FU3001409	18818.4336	1568.2028		17250.2308
Junio	M	7-jun.	1	Suspensión de Turno MG	0	0		0	Diciembre	M	7-dic.	1	FU1001375	16384.4832	2270.658		14113.8252
Junio	M	7-jun.	2	Suspensión de Turno MG	0	0		0	Diciembre	M	7-dic.	2	FU2001395	15682.028	0		15682.028
Junio	M	7-jun.	3	Suspensión de Turno MG	0	0		0	Diciembre	M	7-dic.	3	FU3001410	16438.914	756.886		15682.028
Junio	M	8-jun.	1	Suspensión de Turno MG	0	0		0	Diciembre	J	8-dic.	1	FU1001376	16438.914	756.886	9000	6682.028

Junio	M	8-jun.	2	FU2001260	7490.6	0		7490.6	Diciembre	J	8-dic.	2	FU2001396	14211.04 24	1665.42		12545.62 24
Junio	M	8-jun.	3	FU3001279	15519.8 8	387.997		15131.8 83	Diciembre	J	8-dic.	3	FU3001411	17250.23 08	0		17250.23 08
Junio	J	9-jun.	1	FU1001251	5431.95 8	0		5431.95 8	Diciembre	V	9-dic.	1	FU1001377	16438.91 4	756.886		15682.02 8
Junio	J	9-jun.	2	FU2001261	17071.8 68	1551.988		15519.8 8	Diciembre	V	9-dic.	2	FU2001397	3969.115 6	0		3969.115 6
Junio	J	9-jun.	3	FU3001280	17071.8 68	1840		15231.8 68	Diciembre	V	9-dic.	3	FU3001412	17250.23 08	0		17250.23 08
Junio	V	10-jun.	1	FU1001252	17071.8 68	0		17071.8 68	Diciembre	S	10-dic.	1	FU1001378	16438.91 4	756.886		15682.02 8
Junio	V	10-jun.	2	FU2001262	15519.8 8	0		15519.8 8	Diciembre	S	10-dic.	2	FU2001398	14113.82 52	0		14113.82 52
Junio	V	10-jun.	3	FU3001281	17071.8 68	1137		15934.8 68	Diciembre	S	10-dic.	3	Descanso	0	0		0
Junio	S	11-jun.	1	FU1001253	7759.94	0		7759.94	Diciembre	D	11-dic.	1	Descanso	0	0		0
Junio	S	11-jun.	2	FU2001263	17659.3 24	0		17659.3 24	Diciembre	D	11-dic.	2	Descanso	0	0		0
Junio	S	11-jun.	3	FU3001282	15519.8 8	0		15519.8 8	Diciembre	D	11-dic.	3	Descanso	0	0		0
Junio	D	12-jun.	1	FU1001254	17071.8 68	0		17071.8 68	Diciembre	L	12-dic.	1	Descanso	0	0	5000	-5000
Junio	D	12-jun.	2	FU2001264	17071.8 68	0		17071.8 68	Diciembre	L	12-dic.	2	Arranque	0	0		0
Junio	D	12-jun.	3	FU3001283	11984.9 6	2247.18		9737.78	Diciembre	L	12-dic.	3	FU3001413	15682.02 8	0		15682.02 8
Junio	L	13-jun.	1	Descanso	0	0		0	Diciembre	M	13-dic.	1	FU1001379	6272.811 2	0		6272.811 2
Junio	L	13-jun.	2	FU2001265	9737.78	0		9737.78	Diciembre	M	13-dic.	2	FU2001399	16760.35 36	0		16760.35 36
Junio	L	13-jun.	3	FU3001284	16479.3 2	1310		15169.3 2	Diciembre	M	13-dic.	3	FU3001414	16654.2	0		16654.2
Junio	M	14-jun.	1	FU1001255	16479.3 2	1435		15044.3 2	Diciembre	M	14-dic.	1	FU1001380	16654.2	1457.2425		15196.95 75
Junio	M	14-jun.	2	FU2001266	14232.1 4	0		14232.1 4	Diciembre	M	14-dic.	2	FU2001400	17486.91	2498.13		14988.78
Junio	M	14-jun.	3	FU3001285	16479.3 2	0		16479.3 2	Diciembre	M	14-dic.	3	FU3001415	16654.2	0		16654.2
Junio	M	15-jun.	1	FU1001256	16479.3 2	1050		15429.3 2	Diciembre	J	15-dic.	1	FU1001382	16654.2	1665.42		14988.78
Junio	M	15-jun.	2	FU2001267	17228.3 8	0		17228.3 8	Diciembre	J	15-dic.	2	FU2001401	17486.91	832.71		16654.2
Junio	M	15-jun.	3	FU3001286	16479.3 2	1260		15219.3 2	Diciembre	J	15-dic.	3	FU1001381	4163.55	0		4163.55
Junio	J	16-jun.	1	FU1001257	17228.3 8	1020		16208.3 8	Diciembre	V	16-dic.	1	FU1001383	3330.84	0		3330.84

Junio	J	16-jun.	2	FU2001268	16479.32	0		16479.32	Diciembre	V	16-dic.	2	FU2001402	17484.202	0		17484.202
Junio	J	16-jun.	3	FU3001287	16482	1380		15102	Diciembre	V	16-dic.	3	FU3001416	16651.492	378.443		16273.049
Junio	V	17-jun.	1	FU1001258	17306.1	0		17306.1	Diciembre	S	17-dic.	1	FU1001384	16651.492	2459.8795		14191.6125
Junio	V	17-jun.	2	Reparación horno proyectado	0	0		0	Diciembre	S	17-dic.	2	FU2001403	13623.948	0		13623.948
Junio	V	17-jun.	3	Reparación horno proyectado	0	0		0	Diciembre	S	17-dic.	3	Descanso	0	0		0
Junio	S	18-jun.	1	Reparación horno proyectado	0	0		0	Diciembre	D	18-dic.	1	Descanso	0	0		0
Junio	S	18-jun.	2	Reparación horno proyectado	0	0		0	Diciembre	D	18-dic.	2	Descanso	0	0		0
Junio	S	18-jun.	3	Reparación horno proyectado	0	0		0	Diciembre	D	18-dic.	3	Descanso	0	0		0
Junio	D	19-jun.	1	Reparación horno proyectado	0	0		0	Diciembre	L	19-dic.	1	Descanso	0	0	5000	-5000
Junio	D	19-jun.	2	Reparación horno proyectado	0	0		0	Diciembre	L	19-dic.	2	FU2001404	1568.2028	0		1568.2028
Junio	D	19-jun.	3	Reparación horno proyectado	0	0		0	Diciembre	L	19-dic.	3	FU3001417	15627.5972	1513.772		14113.8252
Junio	L	20-jun.	1	Reparación horno proyectado	0	0		0	Diciembre	M	20-dic.	1	FU1001385	15682.028	0		15682.028
Junio	L	20-jun.	2	FU2001269	4944.6	0		4944.6	Diciembre	M	20-dic.	2	FU2001405	15682.028	0		15682.028
Junio	L	20-jun.	3	FU3001288	15519.88	0		15519.88	Diciembre	M	20-dic.	3	FU3001418	15682.028	0		15682.028
Junio	M	21-jun.	1	FU1001259	17071.868	0		17071.868	Diciembre	M	21-dic.	1	FU1001386	16514.738	832.71		15682.028
Junio	M	21-jun.	2	FU2001270	17071.868	0		17071.868	Diciembre	M	21-dic.	2	FU2001406	12975.9236	0		12975.9236
Junio	M	21-jun.	3	FU3001289	17071.868	0		17071.868	Diciembre	M	21-dic.	3	FU3001419	15137.72	0		15137.72
Junio	M	22-jun.	1	FU1001260	15519.88	0		15519.88	Diciembre	J	22-dic.	1	FU1001387	16651.492	756.886		15894.606
Junio	M	22-jun.	2	FU2001271	13967.892	0		13967.892	Diciembre	J	22-dic.	2	FU2001408	15894.606	0		15894.606
Junio	M	22-jun.	3	FU3001290	16268.94	749.06		15519.88	Diciembre	J	22-dic.	3	FU3001420	6811.974	0		6811.974
Junio	J	23-jun.	1	FU1001261	15466.012	3558.035		11907.977	Diciembre	V	23-dic.	1	Déficit de chatarras y primario	0	0		0
Junio	J	23-jun.	2	FU2001272	17071.868	0		17071.868	Diciembre	V	23-dic.	2	Déficit de chatarras y primario	0	0		0
Junio	J	23-jun.	3	FU3001291	7759.94	0		7759.94	Diciembre	V	23-dic.	3	Déficit de chatarras y primario	0	0		0
Junio	V	24-jun.	1	FU1001262	10721.34	0		10721.34	Diciembre	S	24-dic.	1	Déficit de chatarras y primario	0	0		0

Junio	V	24-jun.	2	FU2001274	17154.144	0		17154.144	Diciembre	S	24-dic.	2	Déficit de chatarras y primario	0	0		0
Junio	V	24-jun.	3	FU3001292	16439.388	0		16439.388	Diciembre	S	24-dic.	3	Déficit de chatarras y primario	0	0		0
Junio	S	25-jun.	1	FU1001263	13580.364	0		13580.364	Diciembre	D	25-dic.	1	Déficit de chatarras y primario	0	0		0
Junio	S	25-jun.	2	FU2001273	9291.828	0		9291.828	Diciembre	D	25-dic.	2	Déficit de chatarras y primario	0	0		0
Junio	S	25-jun.	3	FU3001293	16406.96	0		16406.96	Diciembre	D	25-dic.	3	Déficit de chatarras y primario	0	0		0
Junio	D	26-jun.	1	FU1001264	16482	0		16482	Diciembre	L	26-dic.	1	Déficit de chatarras y primario	0	0		0
Junio	D	26-jun.	2	FU2001275	17306.1	0		17306.1	Diciembre	L	26-dic.	2	Déficit de chatarras y primario	0	0		0
Junio	D	26-jun.	3	FU3001294	14833.8	0		14833.8	Diciembre	L	26-dic.	3	Déficit de chatarras y primario	0	0		0
Junio	L	27-jun.	1	Descanso	0	0		0	Diciembre	M	27-dic.	1	Déficit de chatarras y primario	0	0		0
Junio	L	27-jun.	2	FU2001276	5243.42	0		5243.42	Diciembre	M	27-dic.	2	Déficit de chatarras y primario	0	0		0
Junio	L	27-jun.	3	FU3001295	16479.32	0		16479.32	Diciembre	M	27-dic.	3	Déficit de chatarras y primario	0	0		0
Junio	M	28-jun.	1	FU1001265	9737.78	0		9737.78	Diciembre	M	28-dic.	1	Déficit de chatarras y primario	0	0		0
Junio	M	28-jun.	2	FU2001277	16479.32	0		16479.32	Diciembre	M	28-dic.	2	Déficit de chatarras y primario	0	0		0
Junio	M	28-jun.	3	FU3001296	16479.32	0		16479.32	Diciembre	M	28-dic.	3	Déficit de chatarras y primario	0	0		0
Junio	M	29-jun.	1	FU1001266	17228.38	0		17228.38	Diciembre	J	29-dic.	1	Déficit de chatarras y primario	0	0		0
Junio	M	29-jun.	2	FU2001278	16479.32	0		16479.32	Diciembre	J	29-dic.	2	Déficit de chatarras y primario	0	0		0
Junio	M	29-jun.	3	FU3001247	17977.44	0		17977.44	Diciembre	J	29-dic.	3	Déficit de chatarras y primario	0	0		0
Junio	J	30-jun.	1	FU1001267	16479.32	2247.18		14232.14	Diciembre	M	30-dic.	1	Déficit de chatarras y primario	0	0		0
Junio	J	30-jun.	2					0	Diciembre	M	30-dic.	2	Déficit de chatarras y primario	0	0		0
Junio	J	30-jun.	3					0	Diciembre	M	30-dic.	3	Déficit de chatarras y primario	0	0	3000	-3000
Julio	V	1-jul.	1	Arranque	0	0		0	Diciembre	J	31-dic.	1	Déficit de chatarras y primario	0	0		0
Julio	V	1-jul.	2	FU2001279	10863.916	0		10863.916	Diciembre	J	31-dic.	2	Déficit de chatarras y primario	0	0		0
Julio	V	1-jul.	3	FU3001298	17228.38	0		17228.38	Diciembre	J	31-dic.	3	Déficit de chatarras y primario	0	0		0

Anexo B Tiempo de proceso áreas

Tiempo de Proceso			
Melting / Casting	Tundish		Homogenizado
Tiempo (min)	Tiempo (min) Procesar	Tiempo (min) Salir	Tiempo (min)
22	44.67	2.21	581
21	44.38	2.21	589
23	44.43	3.34	601
21	44.44	2.24	591
21	44.55	3.21	597
25	44.29	3.34	603
19	44.55	2.12	568
15	44.47	3.45	576
19	44.05	2.34	562
27	44.66	2.21	573
22	44.29	2.45	594
28	44.22	2.32	583
32	44.61	2.34	598
21	44.07	3.43	577
27	44.02	3.32	559
19	44.61	2.32	576
21	44.66	2.45	598
18	44.14	3.34	559
19	44.63	2.12	602
21	44.28	2.56	556
21	43.83	3.35	593
18	44.52	2.45	570

Anexo C Check list levantamiento de proceso

Check List TUNDISH				
Operación:		Subáreas:		
Producto:		Material:		
Máquina:		Herramientas:		
Hombre		Tiempo	Distancia	Observaciones
A1				
A2				
A3				
A4				
A5				
A6				
B1				
B2				
B3				
B4				
B5				
B6				
B7				
C1				
C3				
C4				
C5				
C6				
Máquina				
M1				
M2				
M3				
M4				
M5				