

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA
NÚCLEO DE BOLÍVAR
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**DETERMINACIÓN DE LA CARGA LABORAL Y
DISTRIBUCIÓN ÓPTIMA DE LA FUERZA LABORAL A NIVEL
DE SUPERVISORES DE LAS LÍNEAS DE DECAPADO I Y II,
CORTE Y TAJADO I Y II, SKIN PASS Y REPARACIÓN
MANUAL DE LA EMPRESA “SIDERÚRGICA DEL ORINOCO,
ALFREDO MANEIRO”.**

**TRABAJO FINAL DE GRADO
PRESENTADO POR EL
BACHILLER MACHADO P
LUIS A. PARA OPTAR AL
TÍTULO DE INGENIERO
INDUSTRIAL**

CIUDAD BOLÍVAR, JUNIO 2010

HOJA DE APROBACIÓN

Este trabajo de grado intitulado “**Determinación de la carga laboral y distribución optima de la fuerza laboral a nivel de supervisores de las líneas de Decapado I y II, Corte y Tajado I y II, Skin Pass y Reparación Manual de la empresa Siderúrgica del Orinoco, Alfredo Maneiro**”, presentado por el bachiller **Machado P. Luis A.**, ha sido aprobado, de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombre:

Firma:

Profesora Marilin Arciniegas
(Asesor)

Profesor Dafnis Echeverría

Jefe del Departamento de Ingeniería
Industrial

CIUDAD BOLÍVAR; JUNIO DEL 2010

DEDICATORIA

A mi madre Carmen, mi abuela Yoli y mi prima Ana, mi pequeña gran familia.

A Dios Padre Todopoderoso, por todas las bendiciones que me das cada día.
“Tuyo es el reino, el poder y la gloria por siempre Señor”.

A la memoria de Víctor Rosales, que Dios te tenga en su santísima gloria,
hermano.

Luis Machado

AGRADECIMIENTOS

A la señora Carmen Josefina Luna y al señor Berman Baquero, no solo por la oportunidad de realizar mi trabajo de grado en la empresa, si no por sus enseñanzas sobre el amor al trabajo.

A todo el equipo de supervisores de las Líneas de Decapados, Corte y Tajado y Skin Pass, los señores Francisco Urrieta, William Romero, Sergio Ramírez, Douglas Herrera, Luis Agreda, Daniel de León, Herley Olivo, José Caruso, Marcelo Jiménez, José Betancourt y Evodio Hernández, quienes se sometieron a este árduo muestreo y mostraron en todo momento una gran cordialidad.

Al señor Yán Briceño y a José Díaz Lissien por el apoyo brindado en todo momento durante la realización de este trabajo de grado.

A las Profesoras Marilin Arciniega y Mariel Mora por el apoyo y voluntad permanente en aclarar mis dudas y plantear sugerencias.

Luis Machado

RESUMEN

La siguiente investigación se realizó con el fin de aclarar desde un punto de vista numérico la realidad acerca de la carga laboral a la que está sometida la fuerza laboral a nivel de supervisores de las líneas de Decapado I y II, Corte y Tajado I y II, Reparación Manual y Skin Pass, de la empresa “Siderúrgica del Orinoco, Alfredo Maneiro” ubicada en Ciudad Guayana al Sureste de Venezuela, en el sector industrial Matanzas sobre la margen derecha del río Orinoco, en el estado Bolívar. Para ello se aplicó un estudio de campo, del tipo explicativo. El objetivo principal que nos propusimos fue “Determinar la carga laboral y la distribución óptima de la fuerza laboral a nivel de supervisores de las líneas de Decapado I y II, Corte y Tajado I y II, Skin Pass y Reparación Manual de la Empresa Siderúrgica del Orinoco, Alfredo Maneiro”, para ello nos valimos de las técnicas de estudio de tiempo para la recolección de datos y de las técnicas del muestreo de trabajo para el análisis de los mismos, esto con el fin de determinar dicha carga laboral. Para determinar la distribución óptima se realizó un análisis comparativo entre la distribución actual con diferentes distribuciones hipotéticas alternativas, las cuales pudimos lograr pronosticar su carga laboral utilizando técnicas matemáticas estocásticas y de simulación de Montecarlo. Los resultados obtenidos fueron que la distribución actual no presenta un promedio porcentual de carga laboral tan elevado como los trabajadores demandan, y que por el contrario los supervisores de la línea de Skin Pass poseen un promedio porcentual de carga laboral demasiado bajo. Se le propone a la empresa que los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual se encarguen únicamente de las líneas de Corte y Tajado I y II, dejando la línea de Reparación Manual bajo el mando de los supervisores de la línea de Skin Pass para de esta forma, equilibrar un poco la carga laboral de estos cargos cuya diferencia entre ambos es considerable y que los supervisores de las líneas de Decapado I y II se mantengan igual.

CONTENIDO

	Página
HOJA DE APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN.....	v
CONTENIDO	vi
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABLAS	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	4
SITUACIÓN A INVESTIGAR	4
1.1 Planteamiento del problema.....	4
1.2 Objetivos de la investigación	8
1.2.1 Objetivo general.....	8
1.2.2 Objetivos específicos.....	8
1.3 Justificación.....	9
1.4 Alcance de la investigación.....	10
1.5 Limitaciones	11
CAPÍTULO II	12
GENERALIDADES	12
2.1 La empresa	12
2.1.1 Ubicación geográfica.....	13
2.1.2 Objetivos de la empresa.....	14
2.1.3 Visión.....	16
2.1.4 Misión	16
2.1.5 Estructura organizativa.....	16
2.2 Principales instalaciones	17
2.3 Productos que fabrica.....	22

2.3.1 Productos primarios	22
2.3.2 En el área de productos planos	23
2.3.3 En el área de productos largos	26
2.4 Política personal	27
2.5 Procesos productivos.....	29
2.6 Departamento de corte y tajado, decapados y Skin Pass	30
2.6.1 Líneas de decapado I y II.....	32
2.6.2 Líneas de corte y tajado I y II.....	32
2.6.3 Líneas de Skin Pass	32
CAPÍTULO III	33
MARCO TEÓRICO.....	33
3.1 Antecedentes de la investigación	33
3.2 Bases teóricas	36
3.2.1 Carga laboral.....	36
3.2.2 Muestreo del trabajo	38
3.2.3 Fases del muestreo de trabajo	41
3.2.4 Estudio de tiempo	43
3.2.5 Etapas del estudio de tiempo	43
3.2.6 Requerimientos del estudio de tiempos	44
3.2.7 Responsabilidades del analista de tiempos	45
3.2.8 Equipos para el estudio de tiempos	46
3.2.9 Técnicas para registrar los tiempos.....	47
3.2.10 Suplementos.....	49
3.2.11 Simulación	50
3.2.12 Método de simulación de Monte Carlo	52
3.2.13 Pasos para realizar un modelo de simulación	53
3.2.14 Probabilidad y teoría de la probabilidad	57
3.2.15 Distribución de probabilidad	58
3.3 Bases legales	60

3.4 Hipótesis de la investigación.....	61
3.5 Operacionalización de las variables	61
3.6 Términos básicos.....	64
CAPÍTULO IV.....	65
METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	65
4.1 Tipo de investigación	65
4.2 Diseño de la investigación	66
4.3 Población de la investigación.....	66
4.4 Muestra de la investigación.....	66
4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	67
4.5.1 Técnicas de recolección de datos.....	67
4.5.2 Instrumentos de recolección de datos	68
4.6 Técnicas de ingeniería industrial utilizadas	69
4.6.1 Muestreo de trabajo y estudio de tiempos	69
4.6.2 Simulación	69
4.7 Pasos requeridos para la realización de la investigación	70
CAPITULO V	73
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	73
5.1 Diagnóstico de la carga de trabajo actual a la que se encuentran sometidos los supervisores de las líneas de reparación de la planta de laminación en caliente	73
5.1.1 Distribución actual de la fuerza laboral objeto de estudio.....	73
5.1.2 Descripción de cargo y clasificación de actividades competentes a los supervisores.....	75
5.1.3 Problemas que enfrentan los supervisores de las líneas de Decapado	77
5.1.4 Problemas que enfrentan los supervisores de las líneas de Corte y Tajado y Reparación Manual	79
5.1.5 Problemas que enfrentan los supervisores de la línea de Skin Pass	81
5.2 Definición de los elementos iniciales necesarios para la realización del muestreo del trabajo.....	83

5.2.1 Elección de los trabajadores a evaluar.....	83
5.2.2 Actividades realizadas por los supervisores	85
5.2.3 Determinación de tamaño de la muestra.....	91
5.2.4 Determinación del suplemento de trabajo	98
5.3 Determinación de la carga laboral para los supervisores de las líneas de Decapado I y II, Corte y Tajado I y II, Reparación Manual y Skin Pass	106
5.3.1 Determinación de la carga laboral para los supervisores de las líneas de Decapado I y II.....	106
5.3.2 Determinación de la carga laboral para los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual	127
5.3.3 Determinación de la carga laboral para los supervisores de la línea de Skin Pass	137
5.4 Diseño de un modelo de simulación para la generación de un comportamiento virtual de los supervisores de las líneas a estudiar para un horizonte de tiempo establecido a través del método de Montecarlo	146
5.4.1 Especificación de los parámetros y las variables.....	147
5.4.2 Especificación de las normas de decisión.....	150
5.4.3 Especificación de las distribuciones de probabilidad	151
5.4.4 Procedimiento que sigue el modelo de simulación	151
5.5 Determinación de la carga laboral para diferentes configuraciones que puede adoptar la fuerza laboral a nivel de supervisores en las líneas objeto de estudio	154
5.5.1 Determinación de la carga laboral para un supervisor en las líneas de Corte y Tajado I y II.....	156
5.5.2 Determinación de la carga laboral para un supervisor en cada línea de Corte y Tajado.....	158
5.5.3 Determinación de la carga laboral para un supervisor en las líneas de Skin Pass y Reparación Manual	161
5.5.4 Determinación de la carga laboral para un supervisor en las líneas de Corte y Tajado I y II, Skin Pass y Reparación Manual.....	164

5.6 Análisis comparativo entre la distribución actual y las distribuciones hipotéticas generadas por simulación de la fuerza laboral objeto de estudio.....	167
5.6.1 Comparación entre la distribución “A” y la distribución actual.....	171
5.6.2 Comparación entre la distribución “B” y la distribución actual.....	174
5.6.3 Comparación entre la distribución “C” y la distribución actual.....	177
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	181
Conclusiones.....	181
Recomendaciones.....	183
REFERENCIAS.....	184

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Ubicación física de SIDOR C.A. (Intranet SIDOR C.A)	14
Figura 2.2 Organigrama de SIDOR C.A. (Intranet SIDOR C.A).	17
Figura 2.4 Sistema de reducción directa de SIDOR C.A. (Intranet SIDOR C.A).	20
Figura 2.5 Proceso de producción de planchones. (Intranet SIDOR C.A).	21
Figura 2.6 Planchones. (Intranet SIDOR C.A).	23
Figura 2.7 Bobinas de chapas laminadas en caliente. (Intranet SIDOR C.A).	24
Figura 2.8 Bobinas laminadas en frío (Intranet SIDOR C.A.).....	25
Figura 2.9 Palanquillas. (Intranet SIDOR C.A).	26
Figura 2.10 Alambrón. (Intranet SIDOR C.A).	27
Figura 2.11 Proceso productivo general de la planta. (Gerencia de Ingeniería Industrial).	30
Figura 2.12 Organigrama de la Gerencia de Productos Laminados en Caliente.	31
Figura 3.1 Representación gráfica de la intensidad de carga versus el tiempo transcurrido.	37
Figura 3.2 Curva de distribución normal y probabilidad de que un valor este dentro de 1σ , 2σ y 3σ	41
Figura 4.1 Pasos requeridos para la realización de la investigación.	72
Figura 5.1 Distribución de la fuerza laboral a nivel de supervisores en las líneas de Corte y Tajado I y II, Decapado I y II y Skin Pass.	74
Figura 5.2. Disposición de rodillos en la línea de Skin Pass.	83
Figura 5.3 Formulario para determinar suplemento de trabajo en formato Excel. ..	100
Figura 5.4 Rango de duración que puede tener cada tipo de actividad y el conjunto total de actividades que realizan los supervisores de las líneas de Decapado I y II.	110
Figura 5.5 Distribución del tiempo de trabajo de los supervisores de las líneas de Decapado I y II en diferentes tipos de actividades.....	112

Figura 5.6 Histograma de probabilidad y curva de distribución de probabilidad para las actividades del tipo Ocio de los supervisores de las líneas de Decapado I y II..	124
Figura 5.7 Rango de duración que puede tener cada tipo de actividad y el conjunto total de actividades que realizan los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual.	129
Figura 5.8 Distribución del porcentaje de tiempo de los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual en diferentes tipos de actividades.	131
Figura 5.9 Histograma de probabilidad y curva de distribución de probabilidad para las actividades “Ocio” de los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual.	134
Figura 5.10 Rango de duración que puede tener cada actividad realizada para todo el conjunto total y según la clasificación a la que pertenezca.....	139
Figura 5.11 Distribución del porcentaje de tiempo de los supervisores de la línea de Skin Pass en diferentes tipos de actividades.	141
Figura 5.12 Histograma de probabilidad y curva de distribución de probabilidad para las actividades del tipo Ocio de los supervisores de la línea de Skin Pass.	144
Figura 5.13 Diagrama de flujo del modelo de generación de actividades modelo de simulación para la generación de un comportamiento virtual de los supervisores de las líneas a estudiar para un horizonte de tiempo establecido a través del método de Montecarlo.	153
Figura 5.14 Contraste entre los resultados de los parámetros de carga laboral calculados para la distribución actual y para la distribución “A”.....	172
Figura 5.15 Contraste entre los resultados de los parámetros de carga laboral calculados para la distribución actual y para la distribución “A”.....	175
Figura 5.16 Contraste entre los resultados de los parámetros de carga laboral calculados para la distribución actual y para la distribución “C”.	178

LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1 Operacionalización de variables.	62
Tabla 5.1 Sistema de clasificación de actividades registradas en el muestreo del trabajo.....	87
Tabla 5.2 Cantidad de registros tomados para cada caso como muestra piloto.....	92
Tabla 5.3 Contraste entre la muestra piloto y la muestra requerida y error de la muestra piloto para los supervisores de las líneas de Decapado I y II.....	95
Tabla 5.4 Contraste entre la muestra piloto y la muestra requerida y error de la muestra piloto para los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual.	96
Tabla 5.5 Contraste entre la muestra piloto y la muestra requerida, y error de la muestra piloto para los supervisores de la línea de Skin Pass.....	97
Tabla 5.6 Contraste entre la muestra piloto, la muestra requerida, y error de la muestra piloto para los supervisores de la línea de Skin Pass usando nuevos parámetros establecidos.	98
Tabla 5.7 Parámetros guía para la puntuación de los factores de fatiga.	101
Tabla 5.8 Puntuaciones otorgadas a cada factor de fatiga para cada uno de los cargos objeto de estudio.	105
Tabla 5.9 Duración promedio y desviación estándar para cada tipo de actividad realizada por los supervisores de las líneas de decapado I y II.....	108
Tabla 5.10 Distribución del tiempo de trabajo de los supervisores de las líneas de Decapado I y II en diferentes tipos de actividades.....	111
Tabla 5.11 Resultados de los testss Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling y Chi cuadrado para las actividades Ocio de los supervisores de las líneas de Decapado I y II.	125

Tabla 5.12 Duración promedio y desviación estándar para cada tipo de actividad realizada por los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual.....	127
Tabla 5.13 Distribución del tiempo de trabajo de los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual en diferentes tipos de actividades.	130
Tabla 5.14 Resultados de los testss Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling y Chi cuadrado para las actividades “Ocio” de los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II.....	135
Tabla 5.15. Duración promedio y desviación estándar para cada tipo de actividad realizada por los supervisores de la línea de Skin Pass.....	137
Tabla 5.16 Distribución del tiempo de trabajo de los supervisores de la línea de Skin Pass en diferentes tipos de actividades.....	140
Tabla 5.12 Resultados de los testss Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling y Chi cuadrado para las actividades del tipo Ocio de los supervisores de la línea de Skin Pass.....	144
Tabla 5.18 Distribuciones de probabilidad para cada tipo de actividad del caso hipotético de un supervisor para las líneas de Corte y Tajado I y II.....	157
Tabla 5.19 Resultados arrojados por el modelo de simulación sobre la carga laboral que ejercería el caso hipotético de supervisor en las líneas de Corte y Tajado I y II.	158
Tabla 5.20 Distribuciones de probabilidad para cada tipo de actividad del caso hipotético de un supervisor para cada una de las líneas de Corte y Tajado I y II. ...	160
Tabla 5.21 Resultados arrojados por el modelo de simulación sobre la carga laboral que ejercería el caso hipotético de un supervisor en cada una de las líneas de Corte y Tajado I y II.....	161
Tabla 5.22 Distribuciones de probabilidad para cada tipo de actividad del caso hipotético de un supervisor para las líneas de Skin Pass y Reparación Manual.....	163

Tabla 5.23 Resultados arrojados por el modelo de simulación sobre la carga laboral que ejercería el caso hipotético de supervisor para las líneas de Skin Pass y Reparación Manual	164
Tabla 5.24 Distribuciones de probabilidad para cada tipo de actividad del caso hipotético de un supervisor para las líneas de Corte y Tajado I y II, Skin Pass y Reparación Manual.	166
Tabla 5.25 Resultados arrojados por el modelo de simulación sobre la carga laboral que ejercería el caso hipotético de supervisor para las líneas de Corte y Tajado I y II, Skin Pass y Reparación Manual.....	166
Tabla 5.26 Asignación de nombre a distribuciones hipotéticas generadas.....	170
Tabla 5.27 Contraste entre los resultados de los parámetros de carga laboral calculados para la distribución actual y para la distribución “A”.	171
Tabla 5.28 Ventajas y desventajas de la distribución “A” respecto a la distribución actual de la fuerza laboral a nivel de supervisores en las líneas objeto de estudio. .	173
Tabla 5.29 Contraste entre los resultados de los parámetros de carga laboral calculados para la distribución actual y para la distribución “B”.	174
Tabla 5.30 Ventajas y desventajas de la distribución “B” respecto a la distribución actual de la fuerza laboral a nivel de supervisores en las líneas objeto de estudio. .	176
Tabla 5.31 Contraste entre los resultados de los parámetros de carga laboral calculados para la distribución actual y para la distribución “C”.	177
Tabla 5.32 Ventajas y desventajas de la distribución “C” respecto a la distribución actual de la fuerza laboral a nivel de supervisores en las líneas objeto de estudio. .	179

INTRODUCCIÓN

La Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro”, es una empresa encargada de fabricar, transformar y comercializar productos de acero semi-terminados y terminados de modo eficiente, utilizando tecnología de reducción directa, horno eléctrico y colada continua. Ésta empresa se encuentra ubicada en Ciudad Guayana al Sureste de Venezuela, en el sector industrial Matanzas sobre la margen derecha del río Orinoco, en el estado Bolívar. Entre sus más variados productos se encuentran aquellos laminados en caliente los cuales, según especificaciones de sus clientes, pueden dárseles mayor valor agregado a través de los procesos de Corte y Tajado, Decapado y Skin Pass. Estos procesos se logran a través de las líneas de Corte y Tajado I y II, Decapado I y II, Reparación Manual y Skin Pass, las cuales se encuentran todas en una misma nave o galpón la cual posee una fuerza laboral bien definida en todos los niveles.

Sin embargo, los trabajadores que ejercen el cargo de supervisor, los cuales son la primera línea de dirección con la que cuenta la gerencia de productos laminados y quienes encarga de manejar las operaciones de las líneas bajo su mando, de un tiempo para acá han manifestado que la distribución de ellos en la planta no es la más adecuada. Según estos trabajadores comentan, las dos líneas de Decapado tienen un solo cargo supervisor, siendo estas de proporciones muy grandes y con una cantidad de variables que la hacen difícil de manejar. De igual forma para las dos líneas de Corte y Tajado y la línea de Reparación Manual existe

también un solo cargo de supervisor, por lo que estos trabajadores reclaman que poseen muchas líneas bajo su mando y que la distancia que las separan es muy grande lo que ocasiona una gran dificultad para poder moverse entre líneas y mantener el control de todas ellas. Por último,, tenemos que los trabajadores anteriormente citados demandan que en la línea de Skin Pass solo hay un cargo de supervisor, por lo que consideran que no es justa su distribución actual la planta ya que, según ellos comentan, mientras más líneas hay bajo el mando de un trabajador mayor es la carga de trabajo que se le aplica. Todas estas diferencias han generado una serie de reclamos que han llegado hasta el punto de parar la producción las líneas que están bajo su mando como forma de protesta.

Es por todo lo anteriormente expuesto que la gerencia de productos laminados, específicamente la jefatura de operaciones del departamento de decapados, corte y tajado y Skin Pass, decide realizar un estudio para determinar la carga laboral a la que se encuentran sometidos sus supervisores y de esta forma tomar una decisión con miras a la contratación de más personal o bien de una nueva redistribución del personal actual.

La siguiente investigación se realiza con el fin de aclarar desde un punto de vista numérico, la realidad acerca de la carga laboral a la que están sometidos los supervisores de las líneas anteriormente nombrada, determinando el promedio porcentual de carga laboral neta que estos poseen y así mismo determinar a través de métodos estocásticos y de simulación de Montecarlo, cuales son las diferentes alternativas que se pudieran adoptar para la solución de la problemática, las cuales luego se analizaran comparándolas con la situación actual a fin de poder elegir la mejor.

El presente trabajo de grado está estructurado de la siguiente forma: Capítulo I, se hace una exposición detallada de la problemática que enfrentan los supervisores

objeto de estudio y el porqué de la necesidad de hacer esta investigación, con lo que definen los objetivos a seguir para la consecución de la misma, también se define el alcance que tendrá la investigación y las limitantes de la misma. Capítulo II, se presentan las generalidades de la empresa, ubicación geográfica, objetivos de la empresa, visión, misión, estructura organizacional de la empresa, principales instalaciones, productos que fabrican, política del personal, una descripción de cada uno de sus procesos productivos, las materias primas que utiliza La Siderúrgica del Orinoco para sus procesos y por último una pequeña descripción del área donde se ejecutó el estudio. Capítulo III, comprende los antecedentes de la investigación y la sustentación teórica del estudio. También se exponen algunos conceptos fundamentales para ayudar a entender el estudio. Capítulo IV, establece el marco metodológico del trabajo, definiendo el tipo de investigación que se eligió para la realización del mismo, el diseño de la investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, y las técnicas de ingeniería industrial utilizadas. Capítulo V, se realiza un análisis y exposición de los resultados obtenidos durante la investigación. Es importante señalar que este último capítulo termina con un análisis comparativo entre la distribución de la fuerza laboral objeto de estudio actual, versus diferentes distribuciones hipotéticas de la misma, que se determinaron como potenciales alternativas para la solución de la problemática y de esta forma determinar cuál es la mejor.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Planteamiento del problema

En los últimos años las empresas han prestado una mayor atención a la problemática, tanto teórica como experimental, sobre la salud organizacional y la satisfacción en el trabajo, debido fundamentalmente a la alta correlación que existe con la productividad, la eficacia de la empresa en general y por otra parte también al carácter predictivo que pueden tener como pronósticos el comportamiento y actuación del trabajador en general. La Empresa Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro”, también presenta esta misma preocupación y más actualmente cuando se encuentra bajo un proceso de reorganización de su fuerza laboral orientada a evitar la sobrecarga de los trabajadores, logrando un mejor desempeño del personal en la realización de sus actividades lo cual se traduciría en una mejora considerable en la productividad de la empresa.

La Empresa Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro”, es una empresa encargada de fabricar, transformar y comercializar productos de acero semi-terminados y terminados de modo eficiente, utilizando tecnología de reducción directa, horno eléctrico y colada continua. Es la principal productora de acero de Venezuela, la Región Andina y el Caribe y sus productos son de dos tipos: planos (planchones, bobinas y láminas) y largos (palanquillas, barras y alambrón). Sus productos serán utilizados por una amplia gama de sectores empresariales como Constructoras de estructuras Metálicas, Industrias Productoras de Envases para Alimentos, Construcción Civil, Astilleros, Industria Automovilística y una lista de interminable de consumidores que aprovechan los productos que la Siderúrgica obtiene a partir del procesamiento del mineral de hierro.

La Empresa Siderúrgica del Orinoco, cuenta con una inmensa área destinada a la producción de sus productos planos, esta está constituida por dos plantas, una de Laminación en Caliente y otra de Laminación en Frío. A su vez la planta de Laminación en Caliente está constituida por un Laminador en Caliente, el cual es la línea que provee el producto principal que consumen las otras líneas que componen la planta de Laminación en Caliente y las líneas de la planta de Laminación en Frío. Las líneas restantes que constituyen la planta de Laminación en Caliente, son 2 líneas de Decapado, 2 líneas de Corte y Tajado, una línea de Reparación Manual y una línea de Skin Pass. Estas líneas se encargan de ajustar las bobinas elaboradas en el laminador en caliente a las exigencias específicas del cliente. Las líneas de decapado hacen pasar las bobinas por un tratamiento con ácido clorhídrico para lograr bobinas libres de óxido, las líneas de corte y tajado cortan las bobinas en laminas de longitud específica, según los requerimientos de cada cliente, a, la línea de Skin Pass mejora las características superficiales de las bobinas y por último, la línea de Reparación Manual corrige, de forma artesanal, anomalías en aquellas bobinas que las presenten antes de ser procesadas en las líneas antes mencionadas.

Por otra parte, cabe destacar que estas últimas líneas que se mencionan, se encuentran ubicadas en un mismo galpón. Estas se encuentran totalmente separadas de la línea de laminación en caliente, el cual, debido a sus grandes dimensiones, ocupa todo un galpón aparte. Las líneas de decapado (Decapado 1 y Decapado 2 ó DC1 y DC2 como se les llama en forma abreviada, respectivamente) que cada una tiene unos 200 metros de largo se encuentran juntas una al lado de la otra. Las líneas de Corte y Tajado que tienen unos 50 metros de largo, están totalmente separadas a unos 500 metros de distancia. Una de estas líneas de Corte y Tajado (línea de corte y tajado 1 o TC1 en forma abreviada) está cercana (a 30 metros) del punto de inicio de las líneas de Decapados, la otra línea de Corte y Tajado (línea de corte y tajado 2 o TC2 como se encuentra abreviada) está cercana (a 25 metros) de punto de salida de las líneas de decapado. La línea de Skin Pass se encuentra a 15 metros de distancia de

la línea de corte y tajado 1 y tiene 10 metros de largo, la línea de reparación manual se encuentra paralela a la línea de Corte y Tajado 1 y los trabajadores ocupan 3 metros para realizar sus labores.

Estas líneas, las cuales a partir de ahora cuando se haga referencia a ellas en forma global se llamaran “líneas de Ajuste y Reparación” (debido al fin para las que fueron instaladas), fueron dispuestas de una forma estratégica, la cual favorece la producción y la conexión entre una línea y otra, pero, por otra parte,, dificulta la supervisión en las mismas requiriendo trabajadores en cada una de ellas, para coordinar y administrar las operaciones que realizan.

Para el momento en el que la empresa fue privatizada, la nueva directiva hizo un recorte de personal debido a los altos costos que generaban la gran cantidad de trabajadores que en toda la siderúrgica laboraban. Esto afectó de igual forma a las líneas de ajuste y reparación de los cuales fueron removidos dos cargos de supervisores, dejando un cargo para las dos líneas de decapado y un cargo para las dos líneas de cortes. Para el momento del recorte de personal la línea de Skin Pass no se había instalado, esta se agregó mucho tiempo después y le fue asignada, a pesar de lo pequeña que esta es, un cargo de supervisor, el cual a diferencia del resto de los supervisores se encargaría no solo de coordinar y administrar labores operativas si no también labores de mantenimiento.

A lo largo de todo el tiempo, desde la privatización hasta la nacionalización de la empresa los trabajadores que ejercen estos cargos se han mantenido en constante protesta por lo difícil que se hace poder realizar la labor de forma optima. Los trabajadores que ejercen el cargo de supervisor en las líneas de corte y tajado alegan que la distancia entre las dos líneas es muy larga y cuando se encuentran en una línea pierden el total control de lo que ocurre en la otra línea. Una situación similar alegan los trabajadores que ejercen el cargo de supervisor que ocurre en las líneas de

decapado, haciendo énfasis además en el gran tamaño de las líneas, el extenso número de variables a controlar, y el problema de la estructura que sostiene la línea, la cual por efectos del ácido clorhídrico con que trabajan, se corroe constantemente y si no se mantiene la línea en continua inspección, para corregir fallas a tiempo, pueden ocurrir graves problemas de higiene y seguridad industrial. Por otra parte, los trabajadores que ejercen el cargo de supervisor en la línea de Skin Pass, señalan que el tiempo de su turno de trabajo alcanza de forma ajustada para cumplir con la tarea de coordinar y administrar tanto las operaciones como el mantenimiento de la línea.

Por otro lado,, la directiva de la planta de laminación en caliente, alega que los trabajadores no realizan sus funciones de la forma más adecuada, añadiendo actividades que no son de su competencia (como intervenir maquinas técnicamente o tomar el papel de operadores cuando estos faltan a su puesto de trabajo) y omitiendo el uso de herramientas que la empresa les ha facilitado para el mejor desarrollo de sus actividades.

Es importante considerar situaciones como la ocurrida hace un poco más de un año, cuando falleció un trabajador que realizaba labores de mantenimiento en la línea de Corte y Tajado I; El evento que genero esta consecuencia ocurrió mientras el supervisor se encontraba en la otra línea. Y de tal suceso las opiniones del supervisor y de la directiva, contrastan de la siguiente forma: mientras el supervisor alega que de haber estado en esa línea al momento del accidente, el hecho no hubiese ocurrido, la directiva afirma que de haberse tomado las acciones contempladas en los manuales y prácticas operativas de la empresa, el supervisor podía haber estado en la otra línea garantizando que no ocurriera dicho accidente.

Debido a todo lo anteriormente expuesto surgen las siguientes interrogantes que dan pie a la realización de la presente investigación:

1. ¿Cuáles son las funciones que deben ejercer los supervisores para el cumplimiento de su cargo?.
2. ¿Cuál es la situación actual de la fuerza laboral entre estos supervisores?.
3. ¿Cuál es la carga laboral a la que se encuentran sometidos los supervisores?.
4. ¿Es la distribución de esa fuerza laboral actual la óptima?.
5. ¿Cuál sería la mejor distribución de la fuerza laboral a nivel de supervisores que se puede adoptar en las líneas objeto de estudio?.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Determinar la carga laboral y la distribución óptima de la fuerza laboral a nivel de supervisores de las líneas de Decapado I y II, Corte y Tajado I y II, Skin Pass y Reparación Manual de la Empresa Siderúrgica del Orinoco, Alfredo Maneiro.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Diagnosticar el estado actual a la que se encuentran sometidos los supervisores de las líneas de reparación de la planta de laminación en caliente a través de observación directa, entrevistas no estructuradas a los trabajadores, y revisión de la documentación relacionada al cargo.

2. Definir los elementos iniciales necesarios para la realización del muestreo del trabajo, como lo son, la elección de los trabajadores a evaluar, análisis de las actividades que realizan, determinación del tamaño de la muestra y determinación del suplemento de trabajo.

3. Analizar los resultados del muestreo del trabajo realizado a los supervisores de las líneas a estudiar y determinar la carga laboral a la que se encuentran sometidos.

4. Diseñar un modelo de simulación que genere un comportamiento virtual de los supervisores de las líneas a estudiar para un horizonte de tiempo de un año a través del método de Montecarlo.

5. Determinar la carga laboral de los supervisores para diferentes configuraciones hipotéticas que pudieran adoptar estos en la planta con ayuda del algoritmo de simulación generado.

6. Determinar la distribución óptima de supervisores en la planta a través de la comparación de los resultados de las distribuciones hipotéticas simuladas con la distribución actual.

1.3 Justificación

La supervisión es de gran importancia para cualquier empresa debido a que mediante ella se imprime la dinámica necesaria a la fuerza laboral para que se logren los objetivos propuestos. Se pudiera decir entonces que el cargo de supervisor es clave para el buen logro de la productividad y la eficacia de cualquier organización ya que en su papel de líder consigue guiar a un equipo de trabajo hacia el logro de un mejor desempeño de sus actividades.

Es por ello que es importante buscar constantemente, mecanismos que ayuden a mejorar el desempeño de los trabajadores que ejercen este cargo a través de un estudio profundo de sus métodos de trabajo y el entorno de trabajo en el que se encuentran inmersos.

Por lo tanto, con la realización de este trabajo se busca brindar nuevos métodos que permitan hacer un estudio profundo del desempeño del cargo de supervisor, el cual ayudará a la Gerencia de Productos Laminados de La Siderúrgica del Orinoco, a tener un diagnóstico preciso acerca de la gestión de los supervisores que están a su mando y que facilite la toma de decisiones en materia de recursos humanos. Así mismo, también se proponen métodos que ayudaran a los supervisores a realizar su trabajo de una forma más organizada y les permita tanto a ellos como a sus superiores y la gerencia en general, monitorear constantemente los logros obtenidos bajo su gestión, de forma que a través de la evaluación y la autoevaluación se logre mejorar constantemente la forma de realizar sus labores y obtener resultados óptimos.

1.4 Alcance de la investigación

La siguiente investigación requiere un estudio profundo de las actividades realizadas por los supervisores de las líneas de Decapado I y II, Corte y Tajado I y II, Reparación Manual y Skin Pass, pertenecientes a la línea de Laminación en Caliente de La Siderúrgica del Orinoco, en un turno de trabajo completo de 8 horas, con esto se persigue diagnosticar la problemática que presenten los trabajadores en la realización de sus labores. Esta investigación pretende desarrollar métodos que permitan mejorar el desempeño de los trabajadores que ejercen el cargo de supervisor y que este sea aplicable no solo en las áreas donde se realice el estudio, sino también en cualquier otra parte donde se considere que los métodos propuestos en este trabajo puedan ayudarlos de una u otra forma.

1.5 Limitaciones

Existe resistencia por parte de algunos supervisores, a ser estudiada su forma de trabajo, lo que no permite realizarles la evaluación a los trabajadores en su totalidad, solo a aquellos que aceptan colaborar con la investigación.

Ocasionalmente se hace imposible llegar al área de trabajo a las 7 a.m. para iniciar el registro de datos, debido a que por diversos motivos el sindicato de la empresa frena el acceso de los trabajadores a su puesto de trabajo. Esto impide que se hagan registros completos de todo el turno de trabajo en esos días.

CAPÍTULO II GENERALIDADES

2.1 La empresa

La Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro (SIDOR C.A) se encuentra ubicada en Ciudad Guayana al Sureste de Venezuela, en el sector industrial Matanzas sobre la margen derecha del río Orinoco en el estado Bolívar. La misma, es una empresa venezolana dedicada esencialmente a procesar mineral de hierro para obtener productos de acero y subproductos de procesos básicos, con el objetivo de la elaboración y comercialización de productos siderúrgicos de alta calidad en forma eficiente, competitiva y rentable, empleando para ello alta tecnología en lo que se refiere a Reducción Directa, y Hornos Eléctricos de Arco. Cumple con la función de disminuir la necesidad de importar productos de acero y aprovechar el mineral de hierro ubicados en la Región de Guayana.

Es una empresa integral, donde su proceso productivo comienza desde la fabricación de pellas y culminan con la comercialización y venta de productos finales; tipo largos (Barras y Alambrón) o tipo Planos (Láminas en Caliente, Láminas en Frío y Recubiertos), estas ventas pueden ser a nivel del mercado nacional e internacional.

Para cumplir con su proceso productivo, SIDOR se abastece de energía eléctrica generada en las represas de Macagua y Guri sobre el río Caroní, así como de gas natural proveniente de los campos petroleros del oriente venezolano. SIDOR produce acero a partir de un mineral de alto contenido de hierro, 80% de hierro de reducción directa y 20% máximo de chatarra, utilizando la vía de reducción directa, hornos eléctricos de arco y colada continua, lo que contribuye a la elaboración de un acero de bajo contenido de impureza.

La empresa tiene el compromiso de satisfacer las necesidades de sus clientes y mantener estándares mundiales de calidad en sus productos bajo la norma ISO 9001, que aseguran su competitividad en los mercados internacionales. Para cumplir con ese objetivo, SIDOR ha puesto en práctica un sistema de calidad que le permite cumplir con las exigencias establecidas y ocupar una posición destacada en el área donde realiza sus operaciones.

El sistema se basa en la participación de todo el personal y en la búsqueda de la excelencia en los procesos y productos. Esta dedicación se traduce en un esfuerzo continuo que asegura la entrega al mercado de productos siderúrgicos certificados.

2.1.1 Ubicación geográfica

El domicilio fiscal de la Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro (SIDOR) se encuentra en la ciudad de Caracas y su planta industrial está ubicada en Ciudad Guayana, al Sureste de Venezuela, en la zona industrial Matanzas estado Bolívar, sobre la margen derecha del río Orinoco, a 300 Km de su desembocadura en el Océano Atlántico.

Su ubicación responde a razones económicas y geográficas, que le permite enlazarse con el resto del país por vía terrestre y por vía fluvial – marítima con el resto del mundo. Anexando a todas estas ventajas la cercanía con los cerros Bolívar y Pao en los que se encuentra el mineral de hierro. (Figura 2.1).

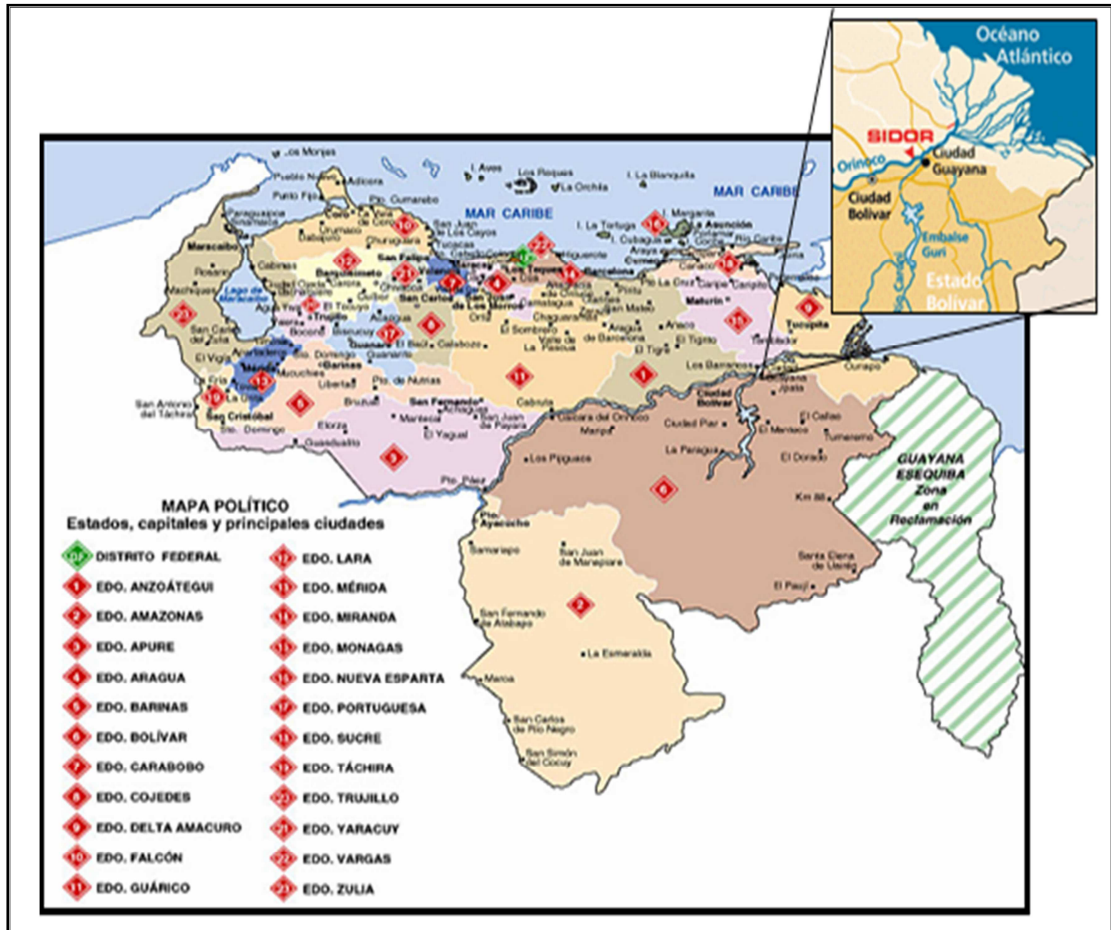


Figura 2.1 Ubicación física de SIDOR C.A. (Intranet SIDOR C.A)

El complejo siderúrgico SIDOR C.A. fue y ha sido una estrategia para el aprovechamiento del recurso natural que posee la región Guayana, procurando la modernización e industrialización de la región y de Venezuela.

2.1.2 Objetivos de la empresa

La Siderúrgica del Orinoco es una empresa dedicada a procesar mineral de hierro para obtener productos de acero destinado principalmente a:

1. Suministrar el mercado nacional específicamente los sectores industriales de la construcción, petróleo, y otros.
2. Suplir las importaciones adicionales de productos siderúrgicos en el mercado nacional abasteciéndolo plenamente, a la vez que genera ingresos de divisas por concepto de las exportaciones a los mercados internacionales.
3. Una mayor participación de la industria del hierro y del acero en la economía nacional y regional.

Para el cumplimiento de la misión que le ha sido encomendada, la empresa se trazó varios objetivos que responden a las áreas de gestión y orientan a las acciones a mediano y largo plazo de la organización. Dichos objetivos son:

1. Optimizar y aumentar la producción en función de las exigencias del mercado en cuanto a volumen, calidad y oportunidad.
2. Optimizar los beneficios de la empresa mediante la venta de productos siderúrgicos, cumpliendo oportunamente con los requisitos y necesidades del mercado, prestando a los clientes un servicio confiable, de buena calidad y a precios cooperativos.
3. Alcanzar la independencia, dominio y desarrollo de la tecnología siderúrgica.
4. Alcanzar y mantener una estructura financiera sana para la empresa, teniéndose en cuenta los requisitos propios y la política financiera nacional.

5. Conformar la estructura del sistema administrativo para el logro de la misión de la empresa.

6. Asegurar la disponibilidad, desarrollo y eficiente de la utilización de los recursos humanos de la empresa.

7. Promover la identificación de la empresa con las necesidades y aspiraciones sociales con la comunidad.

2.1.3 Visión

Ser la empresa siderúrgica líder de América, comprometida con el desarrollo de sus clientes, a la vanguardia en parámetros industriales, y destacada por la excelencia de sus recursos humanos. SIDOR C.A. tendrá estándares de competitividad similares a los productores de acero más eficientes y estará ubicada entre las mejores del mundo.

2.1.4 Misión

Creamos valor con nuestros clientes, mejorando la competitividad y productividad conjunta, a través de una base industrial y tecnológica de alta eficiencia y una red comercial global. Dedicada a la fabricación de productos de acero largos y planos destinados fundamentalmente al mercado venezolano y a la exportación.

2.1.5 Estructura organizativa

La Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro, presenta una estructura organizacional de tipo funcional, lo que garantiza al máximo la utilización de las

habilidades técnicas del recurso humano, basándose en la especialización ocupacional. (Figura 2.2).

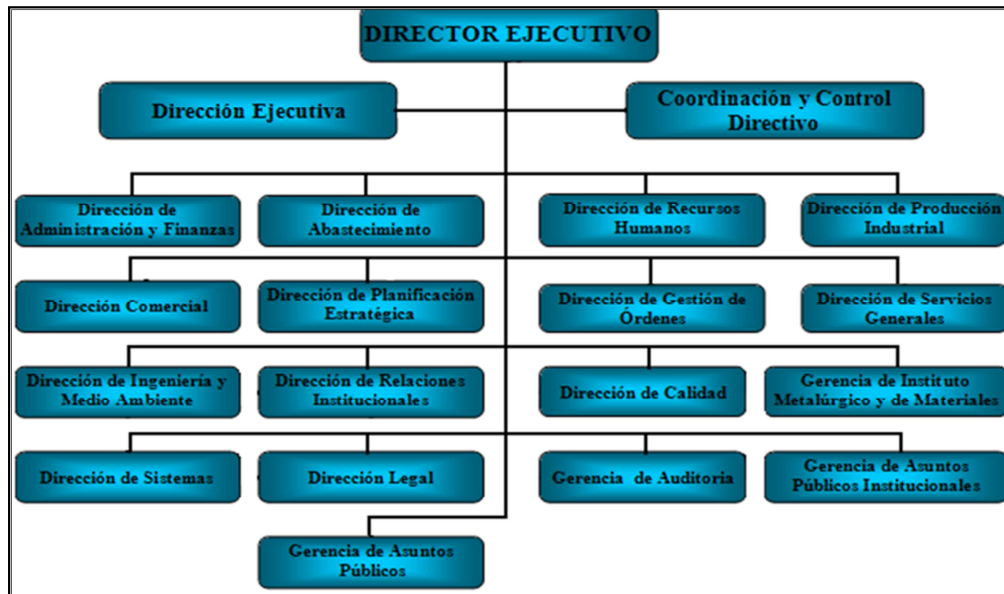


Figura 2.2 Organigrama de SIDOR C.A. (Intranet SIDOR C.A).

2.2 Principales instalaciones

La Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro, se extienden sobre una superficie de 2.838 hectáreas, cuenta con una amplia red de comunicaciones de 74 Km de carreteras pavimentadas, 132 Km de vías férreas y acceso al mar por el Terminal portuario con capacidad para atracar simultáneamente 6 barcos de 20.000 Ton cada uno. Además de contar con edificaciones en las cuales se desarrollan las áreas administrativas y de soporte al personal (comedores, servicio médico y talleres centrales).

También cuenta con una planta de tratamiento de aguas negras, con capacidad de tratar física, biológica y químicamente el agua residual, una planta de briquetas,

planta de chatarras, sistemas contra incendios, sistemas de gas, sistemas de combustible y aceite, sistemas de mantenimiento, cintas transportadoras, talleres y almacén. Las instalaciones de producción con que cuenta SIDOR C.A actualmente, están compuestas por dos áreas: El área I “Planta Vieja” donde se encuentran las Instalaciones Originales de la Planta las cuales son:

1. Terminal portuario.
2. Hornos eléctricos de reducción.
3. Fundería.
4. Acería Siemens Martín.
5. Planta de productos no planos.
6. Fabrica de tubos.
7. Planta de productos planos.

El Área II a la cual también se le llama “Planta Nueva o Plan IV” y contiene las siguientes instalaciones:

1. Planta de pellas: La planta de Paletización, fábrica pella utilizando mineral de hierro fino proveniente del cerro Bolívar, suplido por la CVG Ferrominera del Orinoco, C.A., Su capacidad nominal es de 6,2 millones de toneladas por año. (Figura 2.3).

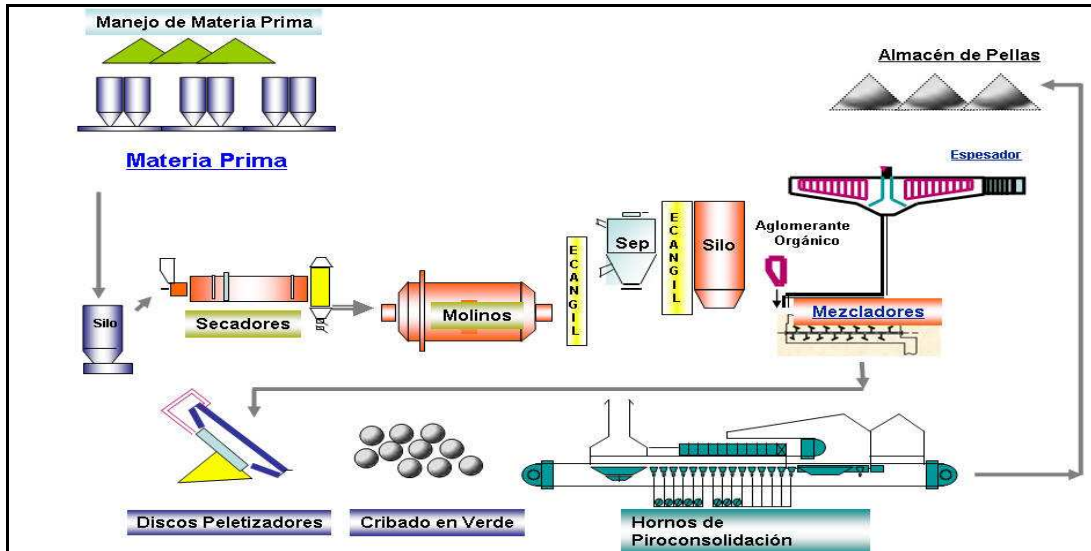


Figura 2.3 Proceso productivo de pellas de SIDOR C.A. (Intranet SIDOR C.A).

2. Planta de reducción directa, H y L: Constituida por una planta, con tecnología HYLSAMEX conocida como HyL II, con capacidad instalada de 2.112.000 Ton/años. Esta planta tiene como finalidad extraer el oxígeno contenidos en las pellas mediante la utilización de un agente reductor a temperaturas menores a las de fusión.

3. Planta de reducción directa, MIDREX: Compuesta por dos plantas de proceso continuo, con tecnología Alemana, denominadas MIDREX I y MIDREX II, una de un módulo que representa a un reactor, y otra de tres módulos. Las capacidades instaladas son de 1,63 millones de toneladas por año. (Figura 2.4).

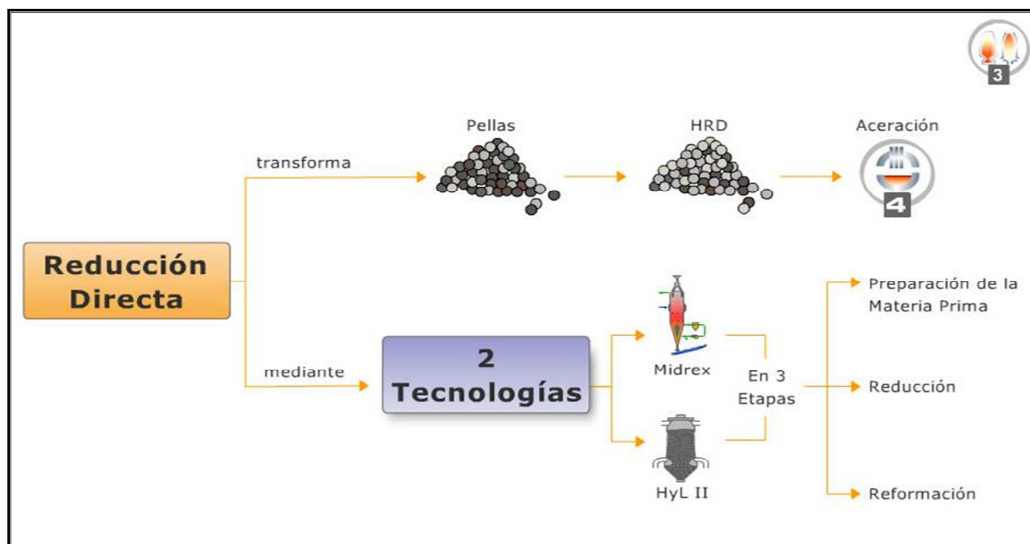


Figura 2.4 Sistema de reducción directa de SIDOR C.A. (Intranet SIDOR C.A).

4. Acerías eléctricas y coladas continuas de planchones: La acería eléctrica de planchones cuenta con seis hornos eléctricos (dos fuera de operación), de 200 toneladas por colada, 5 con paneles refrigerados y todos con bóvedas refrigeradas, tres máquinas de colada continua de dos líneas cada una y dos hornos de metalurgia secundaria. La capacidad total es de 2,4 millones de toneladas de acero líquido por año a partir de hierro esponja y chatarra.

La producción del acero líquido comienza con la preparación del horno, labor que se realiza después y cada colada, continúa con la preparación de la cesta (con chatarra liviana, chatarra pesada, arrabio sólido y briquetas), se cargan los materiales en el horno: cesta y hrd, se inicia el proceso de fusión, pasando por una etapa de afinamiento se procede a retirar la escoria del horno y se vierte el acero en la máquina de colada continua para obtención de los planchones. (Figura 2.5).

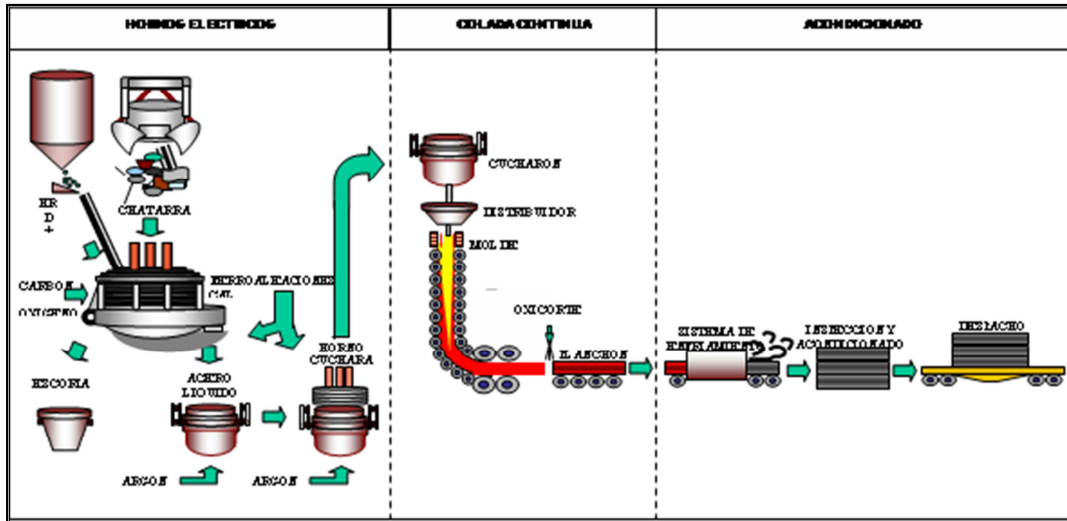


Figura 2.5 Proceso de producción de planchones. (Intranet SIDOR C.A).

5. Acería eléctrica y colada continua de palanquillas: Este conjunto consta de tres hornos eléctricos de 150 toneladas cada uno y sistemas de paneles refrigerados que produce un total de 1.200.000 toneladas de acero líquido por año a partir del hierro de reducción directa, acoplados a tres máquinas de colada continua de 6 líneas cada una con capacidad de 1,12 millones de toneladas de palanquillas al año además de 1 horno cuchara e instalaciones y equipos auxiliares.

6. Tren de barra: Su capacidad de laminación por año es de 750.000 toneladas de cabillas, barras lisas, pletinas en acero de calidad comercial y de alta resistencia. La obtención de las barras se logra mediante la carga de palanquillas en mesas de transferencia para luego ser llevadas al horno de calentamiento, laminadas en el desbastador, en el tren intermedio y el tren afinador.

7. Tren de alambón: Su capacidad anual es de 450.000 toneladas métricas de alambón de diferentes diámetros. El proceso inicia con la carga de las palanquillas en las mesas de transferencia para su pase al horno a fin de calentarlas, una vez alcanzada la temperatura requerida, es laminada en el desbastador, en el tren

intermedio y en Bloque Morgan donde es obtenido el alambón transferido y enfriado para formar rollos.

8. Planta de cal: Tiene una capacidad de producción anual de 600.000 toneladas de cal hidratada. Este producto es utilizado como aglutinante en la planta de pellas, para proteger y evitar la sinterización de las pellas en reducción directa, y como fundente en las acerías eléctricas.

2.3 Productos que fabrica

2.3.1 Productos primarios

2.3.1.1 Pellas: Es un aglomerado de fino de material de hierro; de forma aproximadamente esférica y granulometría determinada, obtenida con el agregado de elementos aglomerantes, sometidos al final a procesos de endurecimiento.

2.3.1.2 Hierro de reducción directa (HRD): Producto poroso obtenido de la reducción directa de las pellas, que por su grado de metalización es adecuado para emplearse, como un sustituto parcial o total de la chatarra, directamente en los procesos de aceración.

2.3.1.3 Cal viva: Producto de la calcinación a elevadas temperaturas, de caliza, cuyo componente principal es el óxido de calcio, y se utiliza como aglutinante en la planta de pellas y como fundente en la acería.

También en el tratamiento de aguas negras para remoción de fósforo y nitrógeno. La capacidad instalada de SIDOR para fabricar este producto es de 500 mil toneladas métricas anuales.

2.3.1.4 Cal hidratada: Producto derivado de la hidratación de la cal viva, cuyo compuesto principal es el hidróxido de calcio; se utiliza en la siderurgia como aglomerante en la elaboración de pellas y en el tratamiento de aguas industriales. SIDOR cuenta con una planta de cal hidratada que tiene una capacidad instalada de 220 mil toneladas métricas anuales.

2.3.2 En el área de productos planos

2.3.2.1 Planchones: producto semi-terminado de acero; de sección transversal rectangular, con un área no menor a 10.300 mm², según definición ASTM, con espesor de 175 y 200 milímetros; ancho de 949 a 2.000 milímetros y longitudes entre 5.000 y 12.500 milímetros. Como producto semi-elaborado, los planchones se utilizan en procesos de transformación mecánica en caliente; siendo su uso más común la laminación de productos planos en caliente. Su utilización está regida por características dimensionales, químicas y metalúrgicas. (Figura 2.6).



Figura 2.6 Planchones. (Intranet SIDOR C.A).

2.3.2.2 Planos laminados en caliente (LAC): el laminador de productos planos en caliente procesa los planchones, siguiendo prácticas metalúrgicas y operativas que garantizan la obtención de productos de alta calidad. Los productos laminados en caliente se suministran en forma de rollos (Bobinas o Bandas) y/o cortados a longitud específica (Láminas). Se utilizan para fabricar recipientes a presión, tubería soldada, pletinas, piezas automotrices y en la industria metalmecánica en general, en su transformación posterior a productos laminados en frío. (Figura 2.7).



Figura 2.7 Bobinas de chapas laminadas en caliente. (Intranet SIDOR C.A).

2.3.2.3 Planos laminados en frío (LAF): SIDOR cuenta con dos laminadores en frío (tándems) para la fabricación de productos de alta calidad. Los productos laminados en frío se suministran en forma de rollo (Bobinas) y/o cortados a longitud específica (Láminas), con la excepción del material crudo (Full Hard) que sólo se suministra en bobinas. Se utilizan en la industria metalmecánica para la elaboración de diversos productos, muchos de uso cotidiano. (Figura 2.8).



Figura 2.8 Bobinas laminadas en frío (Intranet SIDOR C.A.)

2.3.2.4 Planos recubiertos (hojalata y hoja cromada): SIDOR cuenta con dos líneas de recubrimiento electrolítico, sometidas a un proceso de mantenimiento intensivo que le permite la obtención de un producto de óptima calidad. La materia prima utilizada en la elaboración de los productos recubiertos es la hoja negra. Los productos recubiertos se suministran en forma de rollo (bobinas) y/o cortados a longitud específica (láminas). Por sus características de resistencia a la corrosión y sus características mecánicas, así como la condición de ser no tóxicos, cobran importancia fundamental en la industria de los alimentos y otras industrias dirigidas a servir a los hogares.

2.3.3 En el área de productos largos

2.3.3.1 Palanquillas: es un producto semi-elaborado de sección transversal cuadrada, mayor o igual 1.660 mm² y menor que 31.684 m², cuyas longitudes varían entre 3 y 15 m, transformado por laminación o forja en caliente para obtener productos tales como barras lisas y con resaltes, cabillas, alambrón, pletinas, entre otros. (Figura 2.9).



Figura 2.9 Palanquillas. (Intranet SIDOR C.A).

2.3.3.2 Alambrón: es fabricado de aceros al carbono, se produce en varias calidades, cada una requiere una combinación específica de prácticas de refinación del acero, laminación de palanquillas, acondicionada de las mismas, enfriamiento e inspección para cumplir con los requerimientos de los usuarios. SIDOR suministra alambrón en dos calidades básicas: trefilación y fabricación de electrodos de soldadura. (Figura 2.10).



Figura 2.10 Alambrón. (Intranet SIDOR C.A).

2.3.3.3 Barras con resaltes para la construcción (Cabillas): las barras de construcción o cabillas son productos de acero de sección circular, con resaltes en su superficie. Son fabricadas por Sidor mediante la laminación en caliente de palanquillas provenientes de sus propias instalaciones. Se utilizan como refuerzo en las construcciones de concreto armado.

2.3.3.4 Tuberías (sin costuras): producto de acero que utiliza la industria petrolera de construcción y minería.

2.4 Política personal

SIDOR C.A., en la fabricación y comercialización de productos de acero, considera que su capital más importante es su personal, para lograr ser una empresa siderúrgica competitiva. Dentro de este orden de ideas, asegurar el mayor nivel de su fuerza laboral forma el elemento clave en la diferenciación frente a la competencia.

Para el progreso de todas sus actividades establece entre sus premisas primordiales, mejorar en forma permanente y sostenida las actitudes y condiciones de

higiene y seguridad de su personal, para convertir a todas sus instalaciones industriales en modelos de gestión de trabajo seguro y eficiente, proyectando sus programas de seguridad a la comunidad. La empresa, a este respecto, posee ciertos criterios para definir el perfil óptimo que debe tener cada uno de los puestos de trabajo dentro de la compañía:

1. Los procesos de selección y desarrollo del personal se diseñan para captar y dar oportunidad en la compañía a los mejores recursos. El mejor recurso humano es aquel cuyo conocimiento se ajusta o supera los requerimientos del cargo, demuestra compromiso con su tarea, posee sólidos principios morales y un equilibrio emocional superior al promedio.

2. El esquema de trabajo está concebido para revalorizar al individuo, incrementando su nivel de conocimientos, para permitirle incidir efectivamente sobre la productividad de los equipos y ampliarle sus posibilidades de desarrollo individual.

3. La capacitación y el entrenamiento de la gente constituyen una inversión.

4. La mejora permanente de las actitudes y condiciones de higiene y seguridad, el cuidado de la salud del trabajador y su protección en el ámbito laboral son premisas básicas para una empresa competitiva.

5. El sistema de desarrollo del personal está dirigido a incorporar un modelo supervisorio sustentado en el liderazgo técnico, privilegiar a la especialización del trabajador y dotar a SIDOR de la generación de relevo tanto en el ámbito de dirección y gerencia como en el ámbito técnico.

6. Las relaciones laborales se caracterizan por la confianza mutua, la veracidad y transparencia en las comunicaciones, así como por el respeto entre las partes.

7. La aplicación estricta de las leyes, normas, procedimientos y acuerdos, es un principio organizacional.

2.5 Procesos productivos

Los principales elementos en el proceso productivo de la siderúrgica son el mineral de hierro fino, el gas natural y la energía eléctrica. Sin embargo, cada una de las 19 plantas de producción que conforman SIDOR, utiliza ciertas materias primas específicas de cada proceso como lo son las pellas, hr, Oxígeno, etc.

Para convertir el mineral de hierro en productos semi-elaborados o elaborados de acero, se desarrolla dos grandes procesos. Los primarios, que tienen como finalidad darle al mineral las características que lo convertirán en acero de buena calidad, y los de fabricación donde el objetivo es proporcionarle al acero las dimensiones y formas físicas requeridas. (Figura 2.11).

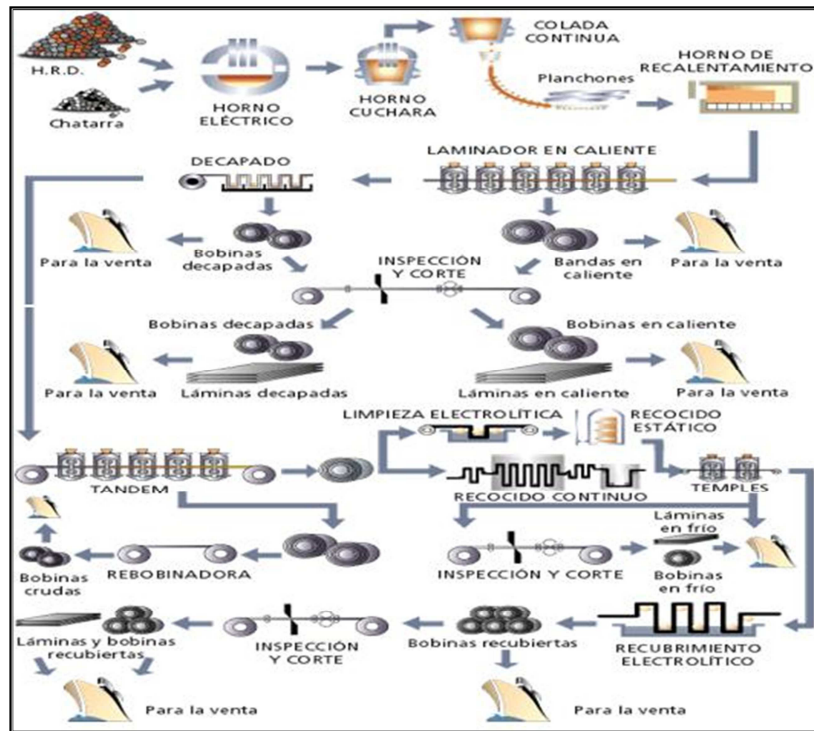


Figura 2.11 Proceso productivo general de la planta. (Gerencia de Ingeniería Industrial).

2.6 Departamento de corte y tajado, decapados y Skin Pass

El Departamento de Corte y Tajado, Decapados y Skin Pass, es el encargado de la dirección operacional de las líneas de Corte y Tajado I y II, Decapado I y II, Reparación Manual y Skin Pass. Este departamento es dependencia de la gerencia de productos laminados en caliente cuyo organigrama se muestra a continuación. (Figura 2.12).

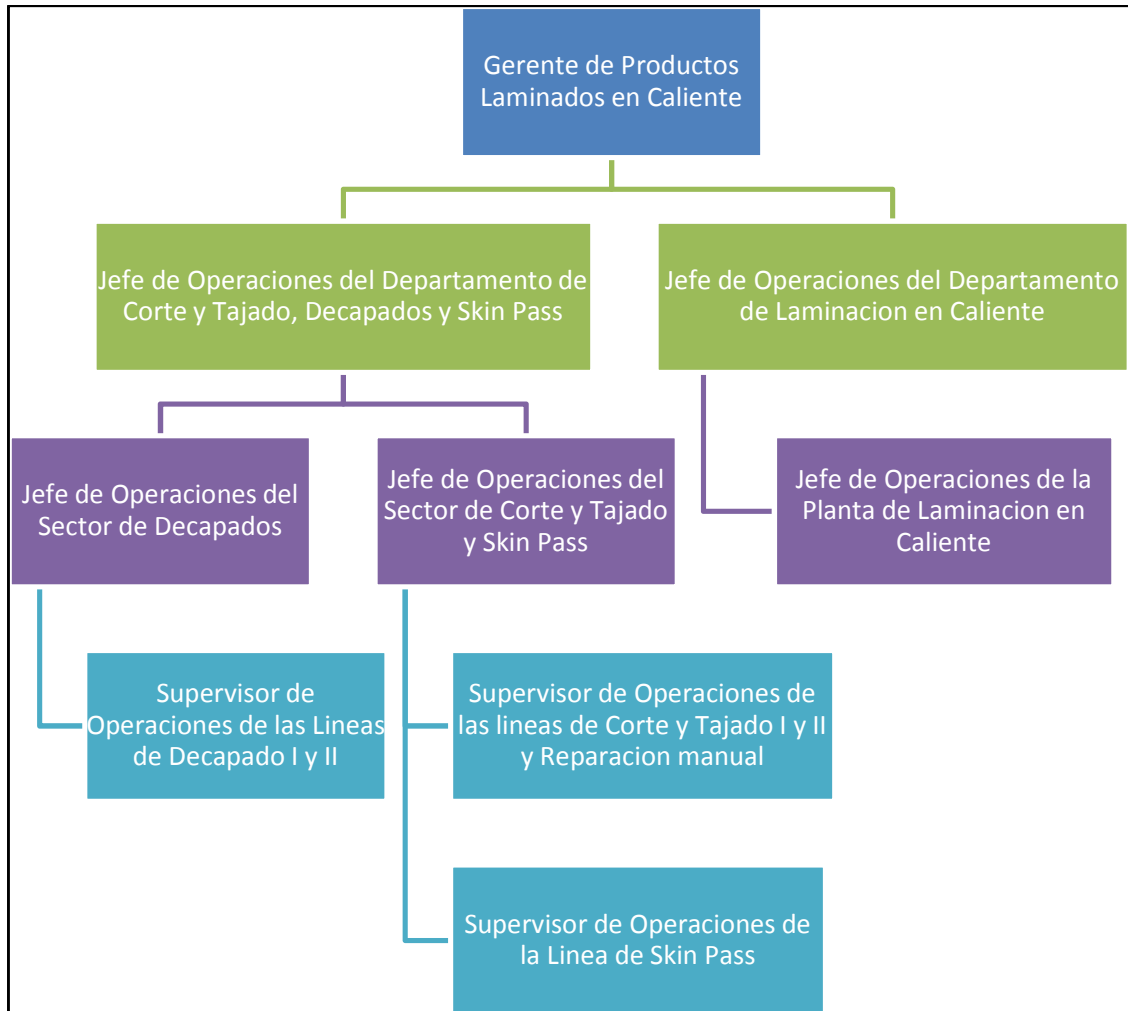


Figura 2.12 Organigrama de la Gerencia de Productos Laminados en Caliente.

En la figura 2.12, se puede ver toda la línea jerárquica que dirige las operaciones en la planta la laminación en caliente y sus dependencias. Nuestro estudio se basa en el determinar la carga laboral de los cargos que se encuentran más abajo en la línea de mando que son los supervisores de operaciones de las diferentes líneas del departamento de corte y tajado, decapados y Skin Pass, la hoja de cargo que define sus funciones puede verse en el apéndice A. A continuación hablaremos un poco sobre las líneas cuyos supervisores son objeto de estudio.

2.6.1 Líneas de decapado I y II

Las líneas de decapado son instalaciones que eliminan, utilizando HCL en altas concentraciones, el óxido de hierro o escamas que se forma en la banda metálica, durante su paso por el laminador en caliente o cuando son almacenadas en los patios. Se producen bandas de acero decapadas en forma de bobinas, destinadas al proceso de laminación en frío y también a la industria metalmecánica. SIDOR, C.A. cuenta con dos líneas de decapado con una capacidad de 1.4 millones de toneladas al año.

2.6.2 Líneas de corte y tajado I y II

Son líneas que permiten cortar longitudinalmente las bobinas provenientes del proceso de laminación en caliente y como valor agregado la línea de corte y tajado II puede cortar además bobinas provenientes de las líneas de decapado. Las láminas producidas mediante este proceso son utilizadas por la industria automotriz y la metal-mecánica, en general.

2.6.3 Líneas de Skin Pass

Esta es una nueva línea incorporada al proceso productivo de la empresa SIDOR, C.A. la cual está en capacidad de ofrecer bobinas negras laminadas en caliente o decapadas con proceso de Skin Pass, destinada a la industria automotriz, tuberías, recipientes a presión, construcción, implementos y maquinarias agrícolas, entre otros. La capacidad instalada de esta planta es de 600 mil toneladas anuales.

Esta línea permite mejorar la planeza, las propiedades mecánicas del material y eliminar el efecto de quebradura. De igual manera, suponen mejoras importantes en costos, productividad, calidad y aumento de la efectividad de la planta.

CAPÍTULO III MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la investigación

Romero, (2008) en su trabajo de grado que lleva por nombre; Estudio de la carga de trabajo de líderes de los grupos técnicos gestión mantenimiento, en la coordinación de preparación y molienda, de planta de pellas, SIDOR, Ciudad Guayana, Estado Bolívar. Se logró la evaluación de la carga de trabajo del personal de líderes de grupos técnicos gestión mantenimiento con el propósito de generar recomendaciones, mejoras en la productividad y en la fuerza laboral de la coordinación de preparación y molienda.

De acuerdo con los resultados obtenidos por el estudio de tiempo, la carga de trabajo se excede de lo permitido, esto es, debido a la cantidad de funciones que cumplen los líderes en su día a día y a la división geográfica de equipos asignados a estos. Esta carga debería estar expuesta a un aproximado de 84,37% debido al 15,63% de las demoras inevitables, con el fin de evitar fatigas y menor tiempo en su jornada laboral. El requerimiento de mano de obra reflejó que se requiere la asistencia de otros líderes, a fin de poder cumplir con todas las actividades que conciernen a la gestión de mantenimiento asignadas a ellos por la coordinación de preparación y molienda.

Existe una relación entre el trabajo de grado de Romero y esta investigación, debido a que en ambas tienen como finalidad determinar la carga de trabajo por medio de la aplicación de un estudio de tiempo, y de acuerdo con los resultados proponer mejoras que disminuyan el agotamiento y la fatiga de los trabajadores.

Lugo, (2007) la cual lleva por nombre; Estudio de tiempo de ocupación de los supervisores de reducción, acería, y laminación en caliente. Este trabajo tuvo como objetivo general determinar el tiempo de ocupación, por actividades, de los supervisores de las áreas de Reducción, Acerías y Laminación en caliente.

De acuerdo con los resultados obtenidos por el estudio de tiempo se pudo concluir que para las actividades operacionales el supervisor del área de acerías mantiene la mayor ocupación ubicándose en 58%, el supervisor de laminación le dedica 48 % del tiempo a dichas actividades, mientras que el supervisor de reducción utiliza un 38% de su tiempo laboral en actividades operacionales. Dentro de las actividades operacionales, la labor que ocupa el mayor tiempo de los supervisores es verificar la ejecución de tareas prioritarias, siendo el área de acerías la que mantiene la mayor ocupación de este ítem con un 48% de las actividades operacionales, la función que muestra el segundo valor es recorridas por el área, el supervisor de reducción dedica 22 % del tiempo de las actividades operativas a esta labor.

El supervisor de reducción destina 35% de tiempo a las actividades administrativas, el supervisor de laminación emplea 31% de tiempo en estas actividades, por su parte el supervisor de acerías tiene la menor ocupación en las tareas administrativas con un porcentaje de 20%.

En lo que respecta a las actividades administrativas, los reportes de demoras del turno en curso es la actividad que mayor índice de ocupación genera, el área que tiene la mayor ocupación es acerías con un 28 % del tiempo dedicado a dicho renglón. En segundo término se ubica la apertura y cierre de protocolos, el supervisor de laminación emplea 27% del tiempo destinado a las actividades administrativas en esta función. Considerando la ocupación como el tiempo efectivo entre el tiempo calendario, se concluye que en el período de análisis el supervisor de laminación

mantuvo una ocupación del 98%, mientras que el supervisor de Acerías se ubicó en 97% de ocupación y el supervisor de Reducción en 90%.

Existe una relación con el estudio realizado por Lugo, ya que de igual forma se realizó el seguimiento a las actividades que realizan los operadores de materia prima, considerando los tiempos y las frecuencias de cada una de ellas para de esta manera determinar el tiempo de ocupación de los mismos.

Bolívar, Perales y Lima, (2006) en la revista Geominas N° 36, la cual se titula Estudio de la fuerza laboral en la superintendencia de mantenimiento de equipos pesados de C.V.G Bauxilum. En él se habla sobre un trabajo de investigación realizado Con el propósito de determinar la fuerza laboral requerida para cumplir la gestión de mantenimiento de la superintendencia de mantenimiento de equipos pesados de C.V.G. Bauxilum. En ella se procedió a revisar la estructura organizativa aprobada de dicha superintendencia, así como las descripciones de cargos, y se analizó la influencia de la disponibilidad y condiciones de los materiales, herramientas, maquinas, equipos y ambiente de trabajo sobre las actividades desarrolladas en la misma. A través de cuestionario y observación directa se evaluó el cumplimiento de las practicas de manteniendo. Mediante la técnica de estudio de tiempo se determinó el tiempo estándar de las actividades desarrolladas, y con la aplicación técnica del muestreo del desempeño se determinó el nivel de eficiencia de los trabajadores, lo que a su vez permitió el cálculo de la fuerza laboral requerida. Se concluye que es necesario ampliar la estructura organizativa actual en cuatro posiciones adicionales (dos lubricantes y dos mantenedores y limpieza de equipos pesados) y solucionar los casos de trabajadores con la condición de enfermedad ocupacional y cargos vacantes. También se llegó a la conclusión que las variables con base en las cuales es elaborado el plan de mantenimiento anual, no son suficientes para lograr una gestión óptima.

De igual forma esta publicación guarda relación con la siguiente publicación debido a que en ella explican cómo fue realizado el proceso de cálculo de la fuerza laboral requerida en dicha superintendencia, y por otra parte fueron utilizados métodos de observación directa y de cuestionarios como medio para recabar datos sobre la situación actual que se les presento en dicho momento y poder analizar el cumplimiento de los métodos de trabajo, así como la eficiencia de los trabajadores y la problemática a la que se presentan.

3.2 Bases teóricas

3.2.1 Carga laboral

Por lo general, la carga laboral se interpreta como un valor constante que considera entre otros elementos, la tarea y las influencias del entorno laboral. Se define carga laboral, como el grado de resistencia o dificultad dada por la totalidad de las influencias de distinto tipo que actúan sobre el hombre.

Estas influencias actuantes pueden ser un conjunto de cargas físicas, cognitivas, psíquicas y sociales. La Norma DIN 33.400, cuando define la carga de trabajo, hace referencia a la totalidad de las influencias en el hombre que son registrables. En el caso límite de la carga, se suele definir al estrés como cualquier aspecto de la actividad humana o medioambiente que, al actuar sobre los individuos, de como resultado algún efecto o reacción no deseada.

Dentro de las magnitudes condicionantes que influyen en el hombre se encuentran los elementos de estudio del sistema laboral tales como: el objeto de trabajo, los medios de elaboración, el entorno laboral y la relación existente entre los mismos.

3.2.1.1 Magnitudes de carga: se habla de magnitudes de carga cuando las mismas son cuantificables. Como por ejemplo en la manipulación de carga se observa, entre otras, la distancia en metros, el peso transportado en kilogramos y el tiempo que tarda el ejecutarse la tarea en minutos o en centésimas de minuto.

3.2.1.2 Factores de carga: son aquellos que solo se los puede describir, es decir, que se procede a una evaluación en forma cualitativa. En este caso se trata de una ponderación subjetiva como por ejemplo, el peso excesivo o liviano de un bulto.

3.2.1.3 Intervalo de carga: se denomina de esta forma al intervalo de tiempo que corresponde a cargas cuyas intensidades sean constantes. Cada tipo de carga se puede representar gráficamente según su intensidad y duración.

La magnitud total de la carga de trabajo, resulta de la sumatoria de las cargas parciales correspondientes a los intervalos de carga en estudio. Es decir, que en un turno de trabajo se puede describir la carga total por la intensidad, duración, secuencia y superposición de los distintos tipos de carga. (Figura 3.1).

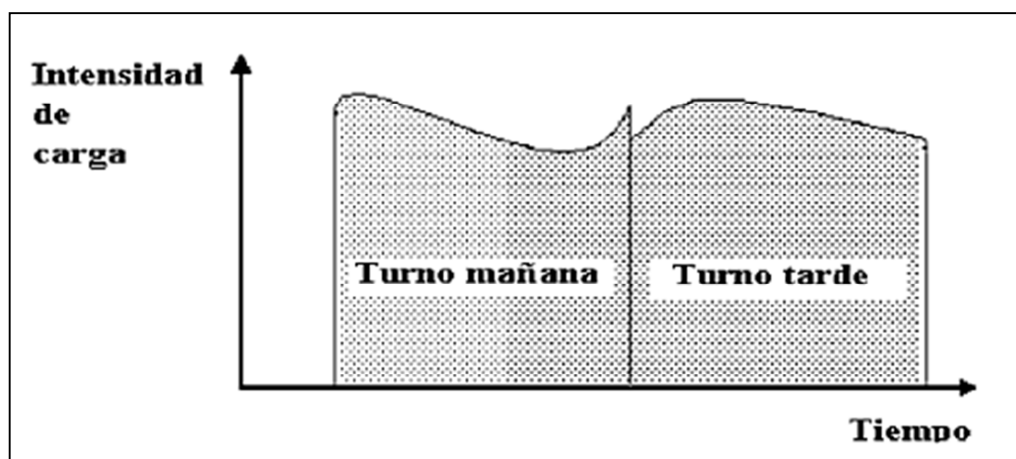


Figura 3.1 Representación gráfica de la intensidad de carga versus el tiempo transcurrido.

3.2.2 Muestreo del trabajo

La teoría del muestreo de trabajo se basa en las leyes fundamentales de la probabilidad. Los estadísticos han deducido la siguiente expresión que determina la probabilidad de "x" ocurrencias de un evento de "n" observaciones:

$$(p + q)^n = 1 \quad (3.1)$$

Donde:

p = Probabilidad de ocurrencia de un evento o suceso.

q = Probabilidad de que no haya ocurrencia (1 - p).

n = Numero de observaciones.

Esta expresión se desarrolla por el binomio de Newton, el primer término dará la probabilidad de $x = 0$, el segundo término, la de $x = 1$ y así sucesivamente. La distribución de esta probabilidad se conoce como distribución binomial. Para esta distribución binomio sabemos que la media está dada según la ecuación que se muestra a continuación:

$$\mu = np \quad (3.2)$$

Donde:

μ = media aritmética o promedio.

n = Numero de observaciones.

p = probabilidad de ocurrencia del evento o suceso.

Por otra parte, sabemos también que la varianza para una distribución binomial está dada por la fórmula que se puede ver a continuación:

$$\sigma^2 = npq \quad (3.3)$$

Donde:

σ^2 = Varianza.

n = numero de observaciones.

p = probabilidad de ocurrencia del evento o suceso.

q = Probabilidad de que no haya ocurrencia (1 - p).

Por lo que la desviación estándar viene dada entonces por la fórmula que se muestra a continuación:

$$\sigma = \sqrt{npq} \quad (3.4)$$

Donde:

σ = Desviación estándar.

n = numero de observaciones.

p = probabilidad de ocurrencia del evento o suceso.

q = Probabilidad de que no haya ocurrencia (1 - p).

A medida que "n" aumenta, la distribución binomial tiende a la distribución normal. Los estudios de muestreo de trabajo implican muestras de gran tamaño, por lo que la distribución normal es una muy buena aproximación de la distribución

binomial. Tenemos entonces que es más conveniente usar las siguientes formulas para determinar la media o promedio y la desviación estándar.

El promedio viene dado por:

$$\mu = p \quad (3.5)$$

Donde:

μ = media aritmética o promedio.

p = probabilidad de ocurrencia del evento o suceso.

Y la desviación estándar está dada por:

$$\sigma = \sqrt{pq/n} \quad (3.6)$$

Donde:

σ = Desviación estándar.

n = numero de observaciones.

p = probabilidad de ocurrencia del evento o suceso.

q = Probabilidad de que no haya ocurrencia (1 - p).

En un intento de estimar "P" (porcentaje real), se toma una muestra pequeña donde se calcula "p". Por teoría elemental no se puede esperar que "p" (de la muestra) de cada muestra sea el verdadero valor de "P". No obstante, se puede esperar que la p de una muestra se encuentre dentro del intervalo de " $p \pm 2\sigma$ " aproximadamente del 95% de las veces. (Figura 3.2).

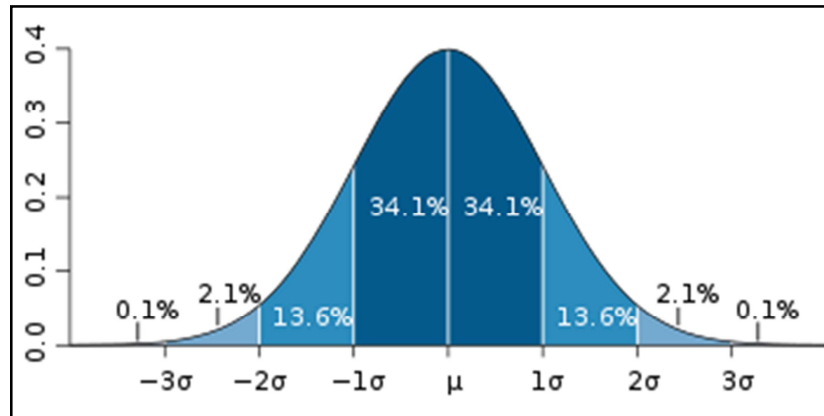


Figura 3.2 Curva de distribución normal y probabilidad de que un valor este dentro de 1σ , 2σ y 3σ .

Conociendo esto y despejando de la formula de desviación estándar podemos calcular el número de observaciones necesarias para los parámetros de confianza y error mediante la siguiente fórmula:

(3.7)

Donde:

σ = Desviación estándar.

n = numero de observaciones.

p = probabilidad de ocurrencia del evento o suceso.

q = Probabilidad de que no haya ocurrencia ($1 - p$).

3.2.3 Fases del muestreo de trabajo

1. Seleccionar la actividad o actividades a observar.

2. Tomar una muestra preliminar de aproximadamente 100 observaciones, para determinar un valor estimado del parámetro "p" donde p se calcula de la siguiente forma:

$$p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n p_i \quad (3.8)$$

Donde:

n = número de observaciones.

p = probabilidad de ocurrencia del evento o suceso.

p_i = mediciones obtenidas de cada observación.

3. Calcular el número de observaciones requeridas en función de "p" y con niveles de confianza y exactitud establecida utilizando la fórmula 3.7.

4. Preparar una programación de observaciones aleatorias, para completar las observaciones requeridas.

5. Observar, calificar y registrar las actividades del trabajador.

6. Registrar el número de unidades producidas o servicios efectuados durante el periodo de estudio.

7. Determinar los parámetros requeridos como tiempo normal, tiempo estándar, carga de trabajo, etcétera.

3.2.4 Estudio de tiempo

El estudio de tiempo es una técnica para establecer un tiempo estándar permitido para realizar una tarea dada. Esta técnica se basa en la medición del contenido del trabajo con el método prescrito, con los debidos suplementos por fatiga y por retrasos personales e inevitables. El estudio de tiempo a menudo se define como un método para determinar un día de trabajo justo.

Puntos clave:

1. Usar el estudio de tiempos para establecer los tiempos estándar.
2. Aplicar indicadores auditivos y visuales para dividir las operaciones en elementos.
3. Emplear tiempos continuos para obtener un registro completo de tiempos.
4. Tomar tiempos con la técnica de regresos a cero para evitar errores de empleados.
5. Verificar los tiempos para confirmar la validez del estudio de tiempos.

3.2.5 Etapas del estudio de tiempo

Una vez elegido el trabajo que se va analizar, el estudio de tiempo suele constar de seis etapas, las cuales son:

1. Obtener y registrar toda la información posible acerca de la tarea del personal y las condiciones que puedan influir en la ejecución del trabajo.

2. Registrar una descripción completa del método descomponiendo la operación en elementos.
3. Examinar un desglose para verificar si se están utilizando los mejores métodos y movimientos y determinar el tamaño de la muestra.
4. Realizar mediciones de tiempos con instrumentos apropiados (generalmente se usa un cronómetro), y registrar el tiempo invertido por el personal en llevar a cabo sus funciones.
5. Determinar simultáneamente la Velocidad del trabajo efectivo del personal por correlación con la idea que tenga el analista de lo que debe ser el ritmo del trabajo.
6. Convertir los tiempos observados en tiempos básicos.

3.2.6 Requerimientos del estudio de tiempos

Deben cumplirse ciertos requerimientos fundamentales antes de tomar un estudio de tiempos. Por ejemplo, si se requiere un estándar de una nueva tarea, o de una tarea anterior en el que el método o parte de él se ha alterado, el operario debe estar familiarizado por completo con la nueva técnica antes de estudiar la operación. Además, el método debe estandarizarse en todos los puntos en que se use antes de iniciar el estudio.

A menos que todos los detalles del método y las condiciones de trabajo se hayan estandarizado, los estándares de tiempo tendrán poco valor y se convertirán en una fuente continua de desconfianza, resentimientos y fricciones internas.

3.2.7 Responsabilidades del analista de tiempos

1. Observar a un empleado y medir el tiempo real que le toma realizar su trabajo. Con el apoyo del supervisor, analizar el equipo, el método y la destreza del operario antes de estudiar la operación.
2. Registrar con precisión los tiempos tomados.
3. Evaluar con honestidad el desempeño del operador, y abstenerse de criticarlo.
4. Contestar las preguntas relacionadas con la técnica del estudio de tiempo o acerca de algún estudio específico que pudieran hacerle al representante sindical, al operario o al supervisor.
5. Colaborar siempre con el representante del sindicato y con el trabajador para obtener la máxima ayuda de ellos.
6. Abstenerse de toda discusión con el operario que interviene en el estudio o con otros operarios y de lo que pudiera interpretarse como crítica o censura de la persona.
7. Mostrar información completa y exacta en cada estudio de los tiempos realizados para que se identifique específicamente el método que se estudia.
8. Anotar cuidadosamente las medidas de tiempos correspondientes a los elementos de la operación que se estudia.
9. Evaluar con toda honestidad y justicia la actuación del operario.

10. Observar siempre una conducta irreprochable con todos y dondequiera, a fin de atraer y conservar el respeto y la confianza de los representantes laborales y de la empresa.

3.2.8 Equipos para el estudio de tiempos

El equipo mínimo requerido para llevar a cabo un programa de estudio de tiempos incluye un cronómetro, una tabla, las formas para el estudio y una calculadora de bolsillo. También puede ser útil un equipo de vídeo grabación.

3.2.8.1 Cronómetro: El reloj es la herramienta más importante en el estudio de tiempos. Un reloj de pulso ordinario, puede ser el adecuado para los tiempos totales y/o ciclos largos, sin embargo, el cronómetro es el más adecuado para la mayoría de los estudios de tiempos.

El cronómetro manual (mecánico) proporciona una exactitud y facilidad de lecturas razonables (para ciclos de 0,03 minutos y más).

Varios tipos de cronómetros están en uso actualmente, la mayoría de los cuales se encuentran comprendidos dentro de la clasificación siguiente:

1. Cronómetro decimal de minutos (de 0.01 min.).
2. Cronómetro decimal de minutos (de 0.001 min.).
3. Cronómetro decimal de horas (de 0.0001 de hora).
4. Cronómetro electrónico o digital.

La unidad de tiempo llamada segundo, es la sexagésima parte de un minuto. Esta unidad de medida va cayendo en desuso por ciertos inconvenientes que presenta el sistema sexagesimal. El minuto, la sexagésima parte de una hora, es más utilizado, pero dividido en 100 partes, cada una de estas partes es una centésima de minuto, y una hora, por tanto, son 6000 centésimas de minuto.

3.2.8.2 Tablero de estudio de tiempos: Cuando se usa un cronómetro, es conveniente tener una tabla adecuada para sostener la forma del estudio de tiempos y el cronómetro. La tabla debe ser ligera para que no se cansen el brazo y fuerte para proporcionar el apoyo necesario para la forma. La tabla debe tener formas de contacto para el brazo y el cuerpo para que el ajuste sea cómodo y sea fácil escribir mientras se sostiene.

3.2.8.3 Formas de estudio de tiempos: Todos los detalles del estudio se registran en una forma de estudio de tiempos. La forma contiene espacio para registrar toda la información pertinente sobre el método que está en estudio, las herramientas utilizadas.

Se identifica la operación que se estudia con información como nombre, y número del operario, descripción y número de la operación, nombre y número de la máquina, herramientas especiales usadas y sus respectivos números, el departamento donde se realiza la información y las condiciones de trabajo que prevalecen.

3.2.9 Técnicas para registrar los tiempos

Se puede usar una de dos técnicas para registrar los tiempos elementales durante el estudio:

3.2.9.1 Método de regresos a cero: Después de leer el cronómetro en el punto terminar de cada elemento (actividad o tarea), el tiempo se restablece en cero; cuando se realiza el siguiente elemento el tiempo avanza desde cero. El método de regresos a cero tiene tantas ventajas como desventajas comparado con la técnica de tiempos continuo.

Algunos analistas de tiempos usan ambos métodos, con la idea de que los estudios en los que predominan los elementos prolongados se adaptan mejor a las lecturas con regresos a cero, y es mejor usar el método continuo en los estudios de ciclos cortos.

Como los valores del elemento que ocurrió tienen una lectura directa con el método de regresos a cero, no es necesario realizar las restas sucesivas, como en el método continuo. También se pueden registrar de inmediato los elementos que el operario ejecuta en desorden sin una anotación especial. Como se pueden comparar los valores elementales de un ciclo a otro, es posible tomar decisiones en cuanto a que números de ciclos estudiar.

3.2.9.2 Método continuo: Como su nombre lo indica, permite que el cronómetro trabaje durante todo el estudio. En este método el analista lee el reloj en el punto terminar de cada elemento (actividad o tarea) y el tiempo sigue corriendo. El método continuo para registrar valores elementales es superior al de regresos a cero por varias razones.

Lo más significativo es que el estudio que se obtiene presenta un registro completo de todo el periodo de observación; esto complace al operario y al representante sindical. El método continuo también se adapta mejor a la medición y registros de elementos muy cortos.

Por otro lado,, se requiere más trabajo de escritorio para calcular el estudio si se usa el método continuo, como se lee el cronómetro en puntos terminales de cada elemento mientras las manecillas del reloj continúan su movimiento, es necesario hacer restas sucesivas de las lecturas consecutivas para determinar el tiempo transcurrido en cada elemento.

3.2.10 Suplementos

Ningún operario puede mantener un paso promedio todos los minutos del día de trabajo. Pueden tener lugar tres clases de interrupciones para las que debe asignarse tiempo adicional. La primera son las interrupciones personales, como viajes al baño y a los bebederos, la segunda es la fatiga que afecta aun a los individuos más fuertes en los trabajos más ligeros.

Por último, existen retrasos inevitables, como herramientas que se rompen, interrupciones del supervisor, pequeños problemas con las herramientas y variaciones del material, todos ellos requieren la asignación de algún tiempo. Como el estudio de tiempo se toma en un periodo relativamente corto y como los elementos extraños se eliminan para determinar el tiempo normal (nivelado), debe añadirse un suplemento al tiempo normal para llegar a un estándar justo que un trabajador pueda lograr con facilidad. El tiempo requerido para un operario promedio, calificado y capacitado, trabajando a paso normal y realizando un esfuerzo promedio para ejecutar la operación se llama tiempo estándar de esa operación. Por lo común, el suplemento se da como un porcentaje o fracción del tiempo normal y se usa como un multiplicador igual a uno más suplemento.

3.2.11 Simulación

La simulación es una herramienta de la Ingeniería que permite reducir los costos y riesgos de experimentación, facilitar el proceso de toma de decisiones empresariales en las gestiones de mejora continua y de mejora radical. En concreto, presenta importantes posibilidades en su aplicación a instalaciones y procesos industriales, logísticos, de transporte, o de servicios. Todo consiste en crear un modelo que describa el funcionamiento del sistema existente o propuesto y realizar pruebas sin interferir en las actividades diarias del mismo. Asimismo, permite profundizar en las variables que afectan más significativamente al funcionamiento del sistema, analizar sus interacciones y evaluar su impacto global.

La simulación produce resultados en la forma de valores estadísticos, o simplemente permita monitorear el desenvolvimiento del sistema durante su funcionamiento. La simulación de procesos es una de las más grandes herramientas de la ingeniería industrial, la cual se utiliza para representar un proceso o fenómeno mediante otro que lo hace mucho más simple y entendible. Pero la simulación no es solo eso, también es algo muy cotidiano, hoy en día, puede ser desde la simulación de un examen, que le hace la maestra a su alumno para un examen del ministerio, la producción de textiles, alimentos, juguetes, construcción de infraestructuras por medio de maquetas, hasta el entrenamiento virtual de los pilotos de combate.

En el modelo se pueden manipular sus parámetros, logrando de manera simple, cambiar las características de operación y permitiendo observar los cambios que se producen. A partir de los resultados obtenidos en la simulación será posible determinar la viabilidad, mejor configuración e incluso potencial peligrosidad del sistema modelado.

Uno de los aspectos más importantes en una simulación es el manejo del tiempo, pues los sistemas normalmente se desenvuelven de acuerdo con una componente temporal y los procesos industriales como el que nos ocupa, se desarrollan a través de períodos de tiempo relativamente largos (normalmente horas). Para resolver este punto, la alternativa más simple es emplear una componente de tiempo discreto. Según este enfoque, el funcionamiento del sistema se puede predecir dentro de unidades discretas de tiempo (por ejemplo, segundos o minutos). La elección de esta unidad resulta fundamental, pues introducirá cierto margen de error en la simulación.

Otro aspecto fundamental es la alimentación de la simulación con datos de entrada reales. Las simulaciones usualmente involucran una gran cantidad de trabajo de campo recogiendo valores de entrada. Por ejemplo, para simular las colas que se forman en una intersección será necesario tomar datos sobre la afluencia de vehículos por cada calle que concurre a la intersección.

Existen bases teóricas que pueden aplicarse a distintos modelos de simulación, tal es el caso de la Teoría de Colas para la simulación de filas en las que usuarios esperan ser atendidos, o dinámica para la simulación de cuerpos en movimiento. En general, una simulación requerirá de la realización de un modelo matemático, determinista o estocástico, que describa el proceso de manera tal que permita observar y medir la variación de los resultados al realizar variaciones en los parámetros que se desean investigar y por consiguiente, dependerá de cada caso en particular.

Con la simulación se puede evaluar el funcionamiento de un sistema existente o de uno nuevo, bajo configuraciones y políticas de operación distintas, antes de actuar directamente sobre el sistema en cuestión. Generar un modelo de un sistema y simular su comportamiento en computadora permitirá reducir dramáticamente los

riesgos de cuellos de botella no detectados o que el sistema no cumpla con los requerimientos específicos o no satisfaga una demanda esperada en un horizonte de tiempo de planeación.

La experimentación con un modelo de simulación es generalmente necesaria ya que la evaluación del funcionamiento de un sistema en el que interactúan simultáneamente diversos factores suele ser extremadamente compleja, inexacta o imposible por medio de otras técnicas de valuación.

3.2.12 Método de simulación de Monte Carlo

Consiste en la simulación de un sistema en un momento del tiempo. La simulación Monte Carlo puede ser adaptada fácilmente a cualquier situación, con tal que las alternativas puedan ser especificadas cuantitativamente y que los datos requeridos puedan ser calculados con aceptable confianza.

El método Monte Carlo es para simular, mediante procedimientos al azar, situaciones del mundo real de naturaleza probabilística. Su aplicación sólo requiere dos cosas básicas: Se debe tener un modelo que represente una imagen de realidad tal como lo vemos. El modelo en este caso no es más que la distribución por probabilidades de la variable que se considera. El mérito importante de la simulación es que puede ser aplicada aunque las distribuciones de probabilidad no puedan ser expresadas explícitamente en cualquiera de las formas teóricas, tales como aquellas que han sido presentadas en este texto. Todo lo que se requiere es una tabla o un gráfico de una distribución de una variable directa o, indirectamente, por el uso de registros pasados. Es un mecanismo para simular el modelo. El mecanismo pudo ser cualquier generador de números al azar, tal como un par de dados, un puntero giratorio, una rueda de ruleta, una tabla de dígitos al azar o una computadora de alta velocidad apropiadamente instruida.

3.2.13 Pasos para realizar un modelo de simulación

1. Definición del problema: implica la especificación de los objetivos y la identificación de las variables pertinentes controlables e incontrolables del sistema que se va a estudiar.
2. Construcción del modelo de simulación: algo que distingue a la simulación de otros métodos como la programación lineal o la teoría de colas, es el hecho de que un modelo de simulación debe hacerse a la medida para cada situación problemática.
3. Especificación de los parámetros y las variables: el primer paso en la construcción de un modelo de simulación es determinar que propiedades del sistema real deben ser fijas (parámetros) y cuales pueden variar durante todo el funcionamiento de la simulación (variables).
4. Especificación de las normas de decisión: son las condiciones bajo las cuales se observa el comportamiento del modelo de simulación. Estas normas, directa o indirectamente, el centro de atención de todos los estudios de simulación.
5. Especificación de las distribuciones de las probabilidades: para la simulación pueden utilizarse dos categorías de distribuciones: las distribuciones de frecuencia empírica y las distribuciones matemáticas típicas. Una distribución empírica es aquella derivada de la observación de las frecuencias relativas de algún evento tal como la llegada en una cola. Aunque, con frecuencia estas distribuciones pueden aproximarse bastante a distribuciones matemáticas típicas, tales como la normal o la de Poisson. Esto simplifica la recopilación de datos.

6. Especificación del procedimiento de incremento del tiempo: en un modelo de simulación, el tiempo puede avanzarse mediante uno de dos métodos; incrementos de tiempos fijos e incrementos de tiempo variables. Bajo ambos métodos de incremento de tiempo, el concepto de un reloj simulado es importante. En un método de incremento de tiempo fijo, los incrementos de tiempo del reloj uniforme (minutos, horas, días) se especifican y la simulación prosigue por intervalos fijos de un periodo de tiempo al siguiente. En el método del incremento de tiempo variable, el tiempo del reloj se avanza en la cantidad requerida para iniciar el evento siguiente. El método de incremento de tiempo fijo es aconsejable cuando los eventos de interés ocurren con regularidad o cuando el número de eventos es considerable y varios de ellos ocurren en el mismo periodo de tiempo. El método de incremento de tiempo variable es aconsejable en general y se toma menos tiempo de computador cuando hay relativamente pocos eventos que ocurran dentro de una cantidad de tiempo considerable.

7. Especificación de los valores de variables y parámetros: a las variables se les asigna un valor al inicio de la simulación y los parámetros permanecerán constantes, sin embargo, podrán cambiarse en la medida en que se estudien diferentes alternativas en otras simulaciones.

8. Determinación de las condiciones de iniciación: el hecho de determinar las condiciones de iniciación para las variables es una decisión táctica importante en la simulación. Esto se debe a que el modelo está sesgado por la serie de valores iniciales de comienzo hasta que se ha asentado en un estado firme. Para resolver este problema, se pueden seguir 3 enfoques: (1) descartar los datos generados durante las partes tempranas del funcionamiento, (2) seleccionar las condiciones de iniciación que reducen la duración del período de preparación, o (3) seleccionar las condiciones de iniciación que eliminan el sesgo.

9. Determinación de la duración del funcionamiento: la duración del funcionamiento de la simulación depende del propósito de la misma. Tal vez, el enfoque más común es continuar con la simulación hasta que esta haya logrado una condición de equilibrio. Otro enfoque es hacer funcionar la simulación durante un periodo fijo, como un mes, o un año, y observar si las condiciones al final del periodo parecen razonables. También, se podría fijar la duración del funcionamiento de manera tal que se reúna una muestra lo suficientemente grande para efectos de la prueba de hipótesis estadística.

10. Evaluación de los resultados los tipos de conclusiones que pueden extraerse de una simulación dependen, del grado en el cual el modelo refleja el sistema real, pero también dependen del diseño de la simulación en un sentido estadístico. En realidad, muchos analistas ven la simulación como una forma de prueba hipotética y cada funcionamiento de la simulación provee una o más piezas de datos de muestra que se pueden llevar a un análisis formal a través de los métodos estadísticos diferenciales.

11. En la mayoría de situaciones, el analista tiene otra información disponible para comparar los resultados de la simulación, los datos operativos anteriores del sistema real, los datos operativos de desempeño de sistemas similares y el entendimiento intuitivo propio del analista sobre la operación del sistema real. Sin embargo, la información obtenida de estas fuentes probablemente no es suficiente para validar las conclusiones derivadas de la simulación. Así pues, la única prueba verdadera de una simulación es que tan bien se desempeña el sistema real después de que los resultados del estudio se hayan puesto en ejecución.

3.2.13.1 Validación: se refiere al hecho de probar el modelo para garantizar que la simulación esta correcta. Específicamente, se trata de verificar si la simulación representa el sistema real de manera adecuada. En el programa pueden surgir errores provenientes de equivocaciones en la codificación o en la lógica. Las equivocaciones en la codificación, por lo general, se encuentran fácilmente por cuanto lo más probable es que el programa no sea ejecutado por el computador. Sin embargo, las equivocaciones en la lógica presentan algo más que un desafío. En este caso el programa corre pero falla en la producción de resultados correctos. Para enfrentarse a este problema el analista tiene varias alternativas: imprimir todos los cálculos y verificarlos mediante cómputos separados, simular las condiciones presentes y comparar los resultados con el sistema existente o, escoger algún punto del funcionamiento de la simulación y comparar su producto con la respuesta obtenida al resolver un modelo matemático pertinente de la simulación en ese punto. Aun cuando los dos primeros enfoques tienen inconvenientes obvios, tienen más probabilidades de ser utilizados que el tercero porque si se tuviera en mente un modelo matemático pertinente, se estaría en capacidad de resolver el problema sin ayuda de la simulación.

3.2.13.2 Propuesta de un nuevo experimento: con base en los resultados de la simulación, puede realizarse un nuevo experimento de simulación. Se podrían cambiar mucho de los factores: los parámetros, las variables, las normas de decisión, las condiciones de iniciación y la duración del funcionamiento. El hecho de ensayar unas normas de decisión diferentes sería apropiado si las normas iniciales condujeran a resultados pobres o si estas corridas produjeran nuevas percepciones del problema. Asimismo, los valores provenientes del experimento previo pueden ser condiciones de iniciación útiles para las simulaciones subsiguientes. Finalmente, el hecho de ensayar duraciones de funcionamiento diferentes constituye un nuevo experimento en lugar de ser una reproducción de un experimento previo que depende de los tipos de eventos que ocurren en la operación del sistema con el tiempo.

3.2.14 Probabilidad y teoría de la probabilidad

La probabilidad mide la frecuencia con la que se obtiene un resultado (o conjunto de resultados) al llevar a cabo un experimento aleatorio, del que se conocen todos los resultados posibles, bajo condiciones suficientemente estables. La teoría de la probabilidad se usa extensamente en áreas como la estadística, la física, la matemática, la ciencia y la filosofía para sacar conclusiones sobre la probabilidad de sucesos potenciales y la mecánica subyacente de sistemas complejos.

La teoría de la probabilidad es la teoría matemática que modela los fenómenos aleatorios. Estos deben contraponerse a los fenómenos determinísticos, en los cuales el resultado de un experimento, realizado bajo condiciones determinadas, produce un resultado único o previsible: por ejemplo, el agua calentada a 100 grados Celsius, a nivel del mar, se transforma en vapor. Un fenómeno aleatorio es aquel que, a pesar de realizarse el experimento bajo las mismas condiciones determinadas, tiene como resultados posibles un conjunto de alternativas, como el lanzamiento de un dado o de una moneda.

Los procesos reales que se modelizan como procesos aleatorios pueden no serlo realmente; cómo tirar una moneda o un dado no son procesos de aleación en sentido estricto, ya que no se reproducen exactamente las mismas condiciones iniciales que lo determinan, sino sólo unas pocas. En los procesos reales que se modelizan mediante distribuciones de probabilidad corresponden a modelos complejos donde no se conocen a priori todos los parámetros que intervienen; ésta es una de las razones por las cuales la estadística, que busca determinar estos parámetros, no se reduce inmediatamente a la teoría de la probabilidad en sí.

La probabilidad es la característica de un evento, del cual existen razones para creer que éste se realizará. La probabilidad “p” de que suceda un evento “S” de un

total de n casos posibles igualmente probables es igual a la razón entre el número de ocurrencias “ h ” de dicho evento (casos favorables) y el número total de casos posibles “ n ”. La probabilidad es un número (valor) que varía entre 0 y 1. Cuando el evento es imposible se dice que su probabilidad es 0, si el evento es cierto y siempre tiene que ocurrir su probabilidad es 1. También tenemos que la probabilidad de no ocurrencia de un evento está dada por q la cual es igual a $1 - p$. Por tanto, sabemos que p es la probabilidad de que ocurra un evento y q es la probabilidad de que no ocurra, entonces $p + q = 1$.

Simbólicamente el espacio de resultados, que normalmente se denota por Ω , es el espacio que consiste en todos los resultados que son posibles. Los resultados, que se denota por ω_1, ω_2 , etcétera, son elementos del espacio Ω .

3.2.14.1 Probabilidad discreta: Este tipo de probabilidad, es aquel que puede tomar sólo ciertos valores diferentes que son el resultado de la cuenta de alguna característica de interés. Estos Valores pueden ser de varios tipos ya sean Finitos o Infinitos, Numerables o innumerables.

3.2.14.2 Probabilidad continua: una variable aleatoria es una función medible que da un valor numérico a cada suceso de Ω .

3.2.15 Distribución de probabilidad

En teoría de la probabilidad y estadística, la distribución de probabilidad de una variable aleatoria es una función que asigna a cada suceso definido sobre la variable aleatoria la probabilidad de que dicho suceso ocurra. La distribución de probabilidad está definida sobre el conjunto de todos los eventos rango de valores de la variable aleatoria.

Cuando la variable aleatoria toma valores en el conjunto de los números reales, la distribución de probabilidad está completamente especificada por la función de distribución, cuyo valor en cada real x es la probabilidad de que la variable aleatoria sea menor o igual que x .

Las propiedades que posee una distribución de probabilidad, es que es una función continua por la derecha y es una función monótona no decreciente, además debe cumplirse que el límite de x cuando tiende al infinito positivo es igual a 1, pero cuando el límite de x tiende al infinito negativo este es igual a 0.

Distribución de variable discreta: Una variable aleatoria se denomina discreta si puede adoptar solo una cantidad finita o infinita contable de valores distintos. Cabe destacar que un conjunto de elementos es infinito contable si los elementos que lo integran se pueden corresponder, uno a uno, con los enteros positivos. Algunas distribuciones de variable discreta son la distribución binomial, distribución de Poisson, distribución hipergeométrica, entre otras.

Distribución de variable continua: si Y es cualquier variable aleatoria, la función de distribución de Y , que se denota como $F(y)$, se expresa como $F(y) = P(Y \leq y)$ para toda “ y ” entre menos infinito y más infinito. Debemos precisar que esta es una función de distribución relacionada con cualquier variable aleatoria.

La naturaleza de la función de distribución relacionada con una variable aleatoria determina si la variable es continua o discreta. Entre algunas de las distribuciones continuas podríamos nombrar a la distribución normal, distribución gamma, distribución beta, distribución ji cuadrada, entre otras.

3.3 Bases legales

Artículo 192. La duración de las comidas y reposos en comedores establecidos por el patrono no se computará como tiempo efectivo de trabajo. Tampoco se imputará como tiempo efectivo de trabajo la duración de los reposos y comidas de los trabajadores en la navegación marítima, fluvial, lacustre y aérea. Ley Orgánica del Trabajo; Título, De las condiciones de trabajo, Capítulo II: De la Jornada de Trabajo.

Artículo 195. Salvo las excepciones previstas en esta Ley, la jornada diurna no podrá exceder de ocho (8) horas diarias, ni de cuarenta y cuatro (44) semanales; la jornada nocturna no podrá exceder de siete (7) horas diarias, ni de cuarenta (40) semanales; y la jornada mixta no podrá exceder de siete y media (7 1/2) horas por día, ni de cuarenta y dos (42) por semana. Se considera como jornada diurna la cumplida entre las 5:00 a.m. y las 7:00 p.m. Se considera como jornada nocturna la cumplida entre las 7:00 p.m. y las 5:00 a.m. Se considera como jornada mixta la que comprende períodos de trabajo diurnos y nocturnos. Cuando la jornada mixta tenga un período nocturno mayor de cuatro (4) horas, se considerará como jornada nocturna. Ley Orgánica del Trabajo; Título, De las condiciones de trabajo, Capítulo II: De la Jornada de Trabajo.

Artículo 206. Los límites fijados para la jornada podrán modificarse por acuerdos entre patronos y trabajadores, siempre que se establezcan previsiones compensatorias en caso de exceso, y a condición de que el total de horas trabajadas en un lapso de ocho (8) semanas no exceda en promedio de cuarenta y cuatro (44) horas por semana. Ley Orgánica del Trabajo; Título, De las condiciones de trabajo, Capítulo II: De la Jornada de Trabajo.

Artículo 207. La jornada ordinaria podrá prolongarse para la prestación de servicio en horas extraordinarias mediante permiso del Inspector del Trabajo. Ley

Orgánica del Trabajo; Título, De las condiciones de trabajo, Capítulo III: De las Horas Extraordinarias de Trabajo. La duración del trabajo en horas extraordinarias estará sometida a las siguientes limitaciones:

1. La duración efectiva del trabajo, incluidas las horas extraordinarias, no podrá exceder de diez (10) horas diarias salvo en los casos previstos por el Capítulo II de este Título;
2. Ningún trabajador podrá trabajar más de diez (10) horas extraordinarias por semana, ni más de cien (100) horas extraordinarias por año.

3.4 Hipótesis de la investigación

La hipótesis que se maneja en la investigación es que “la distribución actual de la fuerza laboral a nivel de supervisores en las líneas de decapado I y II, corte y tajado I y II, reparación manual y Skin Pass no es la más óptima y por tanto requiere cambios que se ajusten a las necesidades de la planta”.

De rechazarse esta hipótesis, la hipótesis alternativa es que “la distribución actual de la fuerza laboral a nivel de supervisores en las líneas de decapado I y II, corte y tajado I y II, reparación manual y Skin Pass es la más óptima y por tanto no se requieren cambios que se ajusten a las necesidades de la planta ya que esta distribución la satisface”.

3.5 Operacionalización de las variables

En toda investigación, es necesario identificar con claridad cuáles son las variables a estudiar, la operacionalización de variables, consiste en pasar de variables generales a las intermediarias y de éstas a los indicadores. (Tabla 3.1).

Tabla 3.1 Operacionalización de variables.

Variable Nominal	Variable Real	Variable Operacional
<p>Diagnosticar el estado actual a la que se encuentran sometidos los supervisores de las líneas de reparación de la planta de laminación en caliente a través de observación directa, entrevistas no estructuradas a los trabajadores y revisión de la documentación relacionada al cargo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribución de la fuerza laboral objeto de estudio. ▪ Descripción de cargo y clasificación de actividades competentes a los supervisores. ▪ Problemas que enfrentan los supervisores de las líneas objeto de estudio. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Observación directa. ▪ Entrevistas con los supervisores. ▪ Revisión de hojas de descripción de cargo.
<p>Definir los elementos iniciales necesarios para la realización del muestreo del trabajo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elección de trabajadores a evaluar. ▪ Actividades realizadas por los supervisores. ▪ Determinación del tamaño de la muestra. ▪ Determinación del suplemento de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Muestreo del trabajo ▪ Estudio de tiempo ▪ Revisión de hojas de descripción de cargo ▪ Método sistemático de asignación de suplementos por fatiga de la empresa SIDOR, C.A.
<p>Analizar los resultados del muestreo del trabajo realizado a los supervisores de las líneas a estudiar y determinar la carga laboral a la que se encuentran sometidos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cálculo de tiempo disponible y tiempo ocioso ▪ Cálculo de carga laboral y carga laboral neta ▪ Calculo del tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicación de muestreo del trabajo a la muestra recogida

	<p>productivo</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cálculo de probabilidad de ocurrencia de carga crítica 	
--	--	--

Continuación tabla 3.2

Variable Nominal	Variable Real	Variable Operacional
Diseñar un algoritmo de simulación que genere un comportamiento virtual de los supervisores de las líneas a estudiar para un horizonte de tiempo de un año a través del método de Montecarlo.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diseño de un algoritmo de simulación para el fenómeno de estudio 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicación de un procedimiento básico para la elaboración de algoritmos de simulación
Determinar la carga laboral de los supervisores para diferentes configuraciones hipotéticas que pudieran adoptar estos en la planta con ayuda del algoritmo de simulación generado.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cálculo de tiempo disponible y tiempo ocioso ▪ Cálculo de carga laboral y carga laboral neta ▪ Cálculo del tiempo productivo ▪ Cálculo de probabilidad de ocurrencia de carga crítica 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilización del algoritmo diseñado
Determinar la distribución óptima de supervisores en la planta a través de la comparación de los resultados de las configuraciones hipotéticas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinar la distribución óptima de supervisores en las líneas objeto de estudio 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comparación de las diferentes configuraciones hipotéticas respecto a la configuración actual

simuladas y haciendo uso de técnicas de toma de decisiones.		
---	--	--

3.6 Términos básicos

Distribución de fuerza laboral: es como se encuentra distribuida toda la masa laboral con la que cuenta una empresa en cada una de las áreas y departamentos que la componen.

Hoja de descripción de cargo: documento que describe todas las funciones y responsabilidades de un cargo específico dentro de la empresa, que debe realizar y cumplir un trabajador a la hora de ejercer dicho cargo.

Supervisor: el supervisor es un cargo que representa a la gerencia de la compañía en cada uno de sus departamentos o líneas productivas y que tiene como función la organización la dirección de su departamento y los empleados bajo su cargo visualizar futuros impactos y necesidades, impulsar a sus empleados al logro de sus actividades y supervisando su trabajo asegurándose de que se alcancen las metas de producción y calidad propuestas. Para alcanzar las metas propuestas, los supervisores deben asegurarse de que sus trabajadores cuentan con el entrenamiento, las herramientas y el material que ellos necesitan para realizar sus oficios de la mejor forma.

CAPÍTULO IV METODOLOGÍA DE TRABAJO

En este capítulo hablamos acerca de los aspectos relacionados con la metodología a utilizada, así como los pasos y procedimientos que se manejaron en la realización de este estudio, llevando de una manera clara y precisa las características de la investigación, se describe además la población y la muestra.

4.1 Tipo de investigación

Esta investigación trata acerca de la “Determinación de la carga laboral y distribución óptima de la fuerza laboral a nivel de supervisores de las líneas de Decapado I y II, Corte y Tajado I y II, Skin Pass y Reparación Manual de la empresa Siderúrgica del Orinoco, Alfredo Maneiro”. Esto implica la definición de una serie de parámetros que nos permitirán determinar la carga laboral que ejerce el cargo de supervisor en las líneas anteriormente señaladas, así como también la elaboración de un algoritmo que nos permitirá manipular la data recogida en el muestreo para conocer diferentes distribuciones de la fuerza laboral objeto de estudio, de esta forma,, se busca poder comparar la distribución actual con otras distribuciones hipotéticas y determinar la distribución más óptima para las líneas objeto de estudio.

En este sentido, tenemos que nuestra investigación es del tipo explicativa, debido a que, y según Tamayo (2004), el fin fundamental es la aplicación de la metodología evaluativa mediante procesos investigativos o hechos y fenómenos que requieren ser modificados, para determinar la toma de decisiones, continuar con la estructura que presenta o suspender su ejecución, o si conviene registrar esa estructura para el logro de los objetivos propuestos. Esto refleja el propósito de la investigación debido a que se consultará material bibliográfico, se realizaran

entrevistas, se hará recolección de datos para analizar e interpretar y entender de mejor manera, la problemática presentada.

4.2 Diseño de la investigación

Debido a la naturaleza de la investigación, el diseño de la misma es de campo debido a que esta consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna. Tenemos también que esta investigación es experimental ya que aunque hay una manipulación de las variables de estudio, estas no se hacen directamente en la realidad, si no que nos valemos de métodos artificiales para lograrlo.

4.3 Población de la investigación

Según Morles, (1994) la población o universo, se refiere al conjunto para el cual serán validas las conclusiones que se obtengan: a los elementos o unidades (personas, instituciones o cosas involucradas en la investigación).

En base a este concepto podemos definir la población como todas las actividades que realizan los supervisores de las líneas de Decapado I y II, Corte y Tajado I y II, Reparación Manual y Skin Pass en el turno de trabajo de 7 a.m hasta las 3 p.m, durante un infinito número de días de trabajo.

4.4 Muestra de la investigación

Según Morles, (1994) “la muestra es un subconjunto representativo de un universo o población”.

Según este concepto tenemos que nuestra muestra recogida para la investigación fue de todas las actividades realizadas durante 15 días (1942 actividades) por los supervisores de las líneas de Decapado I y II, todas las actividades realizadas durante 10 días (2268 actividades) por los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual y de todas las actividades realizadas durante 6 días (626 actividades) realizadas por los supervisores de la línea de Skin Pass. Cabe destacar que estas muestras fueron recogidas durante la jornada de trabajo de 7 a.m a 3 p.m.

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.5.1 Técnicas de recolección de datos

4.5.1.1 Revisión documental: A través de la revisión de artículos de prensa, revistas, tesis, libros, manuales y normativas, folletos, páginas web (Internet), textos u otro material escrito referentes al tema en estudio con el objeto de recopilar información relevante para la investigación.

4.5.1.2 Observación directa: La aplicación de esta técnica es muy útil para el desarrollo de la investigación, ya que permite percibir los hechos sin ninguna clase de intermediación. Esta técnica se utilizó con el fin de conocer el fenómeno a estudiar, estando directamente en el lugar donde ocurren los hechos lo que permite ver desde cerca la interacción de todas las variables que componen dicho fenómeno.

4.5.1.3 Entrevistas no estructuradas: Es aquella donde una persona (el encuestador) solicita información a otra (el sujeto investigado o encuestado) para obtener datos sobre un problema específico, es decir, debe haber un intercambio verbal entre dos personas. Se define como no estructurada, porque no existe una lista de preguntas para hacer al encuestador, si no que hay un tema central sobre el cual ronda una conversación. Este tipo de entrevista se realizó con el fin de conocer la percepción de los trabajadores objeto de estudio sobre la problemática que les presenta la distribución actual.

4.5.1.4 Muestreo del trabajo: Esta es una técnica utilizada para determinar mediante el muestreo estadístico y observaciones aleatorias, el porcentaje de aparición o de ocurrencia de determinado fenómeno relacionado con el trabajo. Esta fue la técnica más utilizada ya que nos permitió utilizar el muestreo estadístico para conocer el valor de las variables necesarias para la consecución de esta investigación.

4.5.2 Instrumentos de recolección de datos

1. Libretas de anotación: en éstas se registraron toda la información obtenida mediante la observación directa y las entrevistas.
2. Cronometro: con este instrumento pudimos conocer la duración de cada actividad registrada durante el tiempo que duro la recolección de muestras.
3. Formulario general para estudios de tiempo: en él se anotó toda la muestra tomadas durante el estudio de tiempos. Este formulario nos permitió tener de forma ordenada cada uno de los registros hechos.

4.6 Técnicas de ingeniería industrial utilizadas

4.6.1 Muestreo de trabajo y estudio de tiempos

Como dijimos en el punto 4.3.2.4 esta es una técnica utilizada para determinar mediante el muestreo estadístico y observaciones aleatorias, el porcentaje de aparición o de ocurrencia de determinado fenómeno relacionado con el trabajo bien sea de una máquina o de un trabajador. Por lo que esta técnica nos sirvió para poder determinar estadísticamente los parámetros que definen la carga laboral de los supervisores objeto de estudio. Por su parte, el estudio de tiempos nos ayudo a tomar las muestras necesarias, sin embargo, solamente fue utilizado el procedimiento de recolección de datos, ya que el resto de cálculos que se requieren para hacer un estudio de tiempos formal no se utilizó, debido a que este está dirigido a estandarizar actividades, fin al que no está dirigido el objeto de esta investigación.

4.6.2 Simulación

La simulación es una de las técnicas más usadas de la investigación de operaciones debido a que es una herramienta flexible, poderosa e intuitiva. En cuestión de minutos puede simular incluso años de operación de un sistema común mientras genera una serie de observaciones estadísticas sobre el desempeño del sistema en ese periodo. Esta técnica nos ayudó a estudiar sobre la base de la distribución actual de la fuerza laboral a nivel de supervisores en las líneas de Decapado I y II, Corte y Tajado I y II, Reparación Manual y Skin Pass como serian otras distribuciones de esa fuerza laboral, como por ejemplo, ¿cuál sería el desempeño y la carga laboral que tendría un supervisor si tiene bajo su mando la línea de Skin Pass y Reparación Manual? Tomando en cuenta que la distribución actual tiene un supervisor únicamente para la línea de Skin Pass.

4.7 Pasos requeridos para la realización de la investigación

A continuación, listo cada uno de los pasos a realizar para la consecución de la investigación en modo cronológico:

1. Realizar un compendio de toda la información relacionada con el tema, que servirá de marco de referencia en el estudio del mismo, proporcionando una orientación general de la investigación.
2. Visualizar y diagnosticar la situación actual del fenómeno a estudiar.
3. Formulación del problema y objetivos.
4. Realizar estudio de tiempos a los trabajadores que ejercen el cargo de supervisor en el turno de 7 a.m a 3 p.m, durante 31. Con esto se busca registrar cada una de las actividades que estos realizan y la duración de cada una de las actividades.
5. Transcripción de los datos tomados en el estudio de tiempo.
6. Realización de entrevistas a los trabajadores, y a sus jefes, los cuales están interesados en la mejora del desempeño de los trabajadores objeto de estudio.
7. Organización de todos los datos tomados.
8. Análisis de los datos tomados.
9. Realización de las conclusiones de la investigación.

10. Elaboración del trabajo de grado en el cual expondré todos los resultados obtenidos y las conclusiones de mis propuestas.

Todo este procedimiento lo podemos ver de forma gráfica y resumida para su mejor entendimiento. (Figura 4.1).

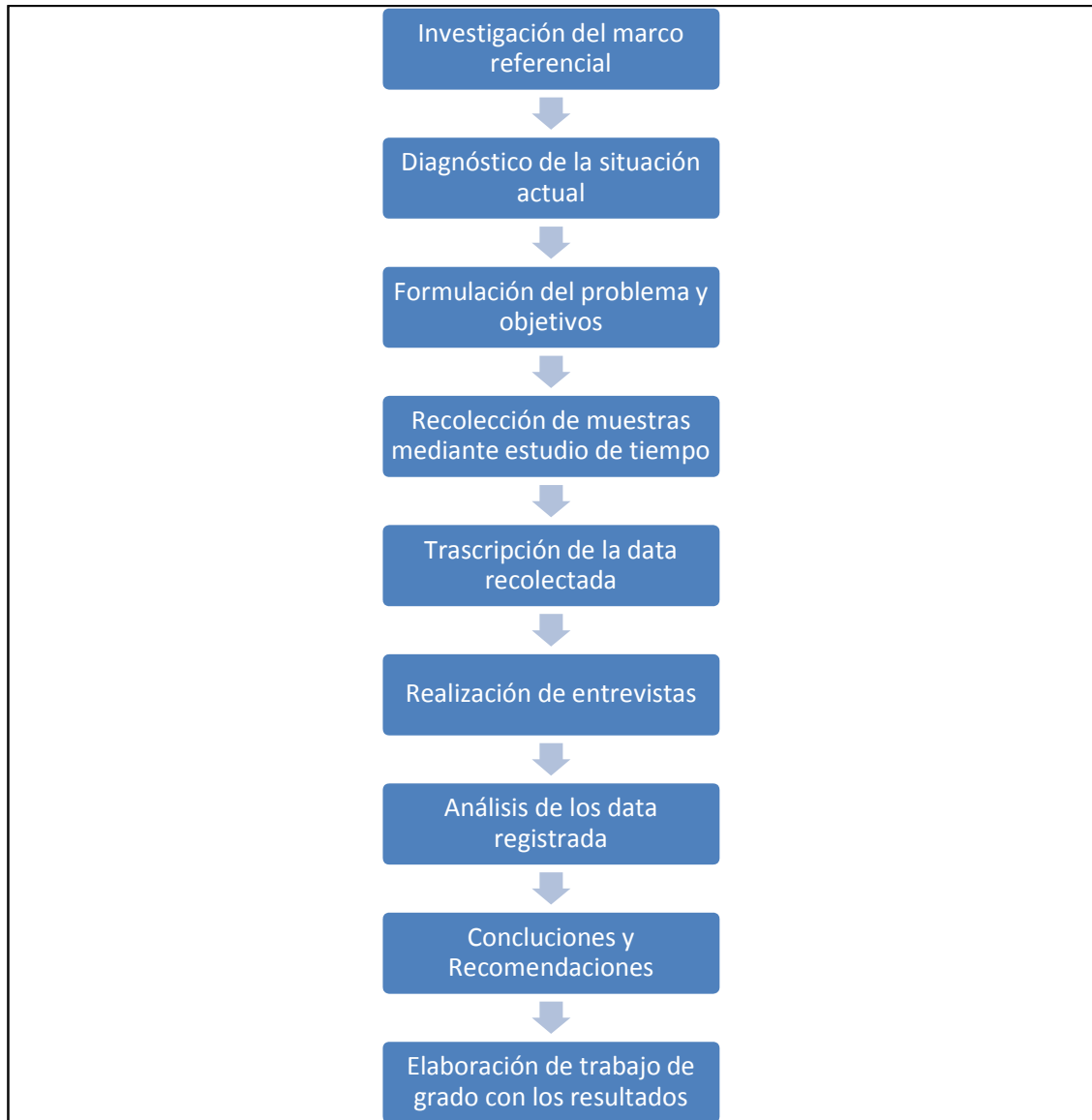


Figura 4.1 Pasos requeridos para la realización de la investigación.

CAPITULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Diagnóstico de la carga de trabajo actual a la que se encuentran sometidos los supervisores de las líneas de reparación de la planta de laminación en caliente

5.1.1 Distribución actual de la fuerza laboral objeto de estudio

Los supervisores representan la primera línea de mando con que cuenta la empresa SIDOR, C.A. para hacer cumplir su misión, su visión y sus objetivos. Esta primera línea de mando se caracteriza por permanecer toda su jornada de trabajo en la planta realizando actividades de gestión operativa dirigidas en pro de la producción de las líneas que estén bajo su mando. Sus actividades incluyen también una serie de tareas destinadas a apoyar otros servicios de la empresa, como la calidad del producto, la seguridad del personal, el mantenimiento de las condiciones ambientales de trabajo y de preservación del medioambiente, la gestión del personal entre otras, ya que todas estas actividades en conjunto van dirigidas a mejorar la productividad de las líneas y la rentabilidad económica de cada una de ellas.

Los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II, Decapado I y II, Reparación Manual y Skin Pass se encuentran distribuidos como se muestra en la siguiente figura la cual es un croquis de distribución de las líneas objeto de estudio en el galpón que las aloja. Cada color representa a un solo supervisor y los nombres de las líneas están representados con las siglas

con las que se le conoce, así tenemos que Decapado se conoce como DC, Corte y Tajado se le conoce como TC, Reparación Manual como RM y Skin Pass como SKP. El número al lado de las siglas define cual es la línea específica, por ejemplo DC2 identifica a la línea de Decapado II y TC1 a Corte y Tajado I, y así con el resto de las líneas que posean una numeración distintiva. Como podemos ver en la figura 5.1 la fuerza laboral se encuentra compuesta por 3 supervisores, uno para ambas líneas de Decapado, uno para ambas líneas de Corte y Tajado y para la línea de Reparación Manual y uno solo para la línea de Skin Pass. (Figura 5.1).

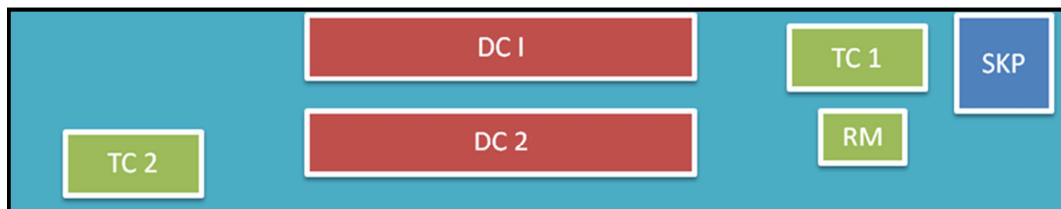


Figura 5.1 Distribución de la fuerza laboral a nivel de supervisores en las líneas de Corte y Tajado I y II, Decapado I y II y Skin Pass.

El día de trabajo en la planta está dividido en tres turnos de trabajo de 8 horas cada uno, por lo que en un día de trabajo se labora con 9 supervisores, 3 en cada turno. Los supervisores además deben laborar sábados y domingos por lo que cada cierto número de días un supervisor descansa y por este entra a laborar uno que se encontraba en descanso. Esto da un total de 12 supervisores para las líneas que son objeto de estudio. Para conocer cuántos días un supervisor debe laborar y cuantos descansar, ellos poseen un cronograma planeado por todo el año que le ofrece la empresa y el cual distribuye equitativamente los días de trabajo intercalados entre un cierto número de días laborales, este cronograma también dicta los días de rotación de turnos, ofreciéndoles a los supervisores las mismas oportunidades de laborar en cada turno de trabajo. Cabe destacar que debido a cualquier motivo personal que pueda tener un trabajador que le impida ir a laborar un día o un cierto número de días, este

puede negociar sus días de trabajo y de descanso con otro supervisor que esté dispuesto a servir de relevo.

5.1.2 Descripción de cargo y clasificación de actividades competentes a los supervisores

Las funciones de los supervisores de las líneas objeto de estudio se encuentran descritos en los manuales de gestión de calidad de la empresa, los cuales son de libre acceso para todos los trabajadores de la compañía. Esta descripción de funciones se encuentra en el documento llamado “descripción de puestos, supervisor de operaciones de laminación en caliente” numero PRAADP05001-03, el cual puede observarse en el anexo 1. Vemos entonces que sus funciones básicamente son:

1. Dirigir y supervisar las actividades de producción de las líneas de Caliente en su turno de trabajo, en términos de cantidad, calidad y oportunidad, mediante el control de los parámetros operativos del proceso y de las especificaciones técnicas del producto, y la optimización de recursos.
2. Cumplir con la política de calidad y el mejoramiento continuo, a través del control de procesos, cumplimiento de normas y procedimientos y promoción de la gestión de calidad.
3. Cumplir el presupuesto del área mediante el seguimiento y control a la ejecución del mismo.
4. Cumplir con la correcta aplicación de la política de personal, asegurando la correcta liquidación de haberes, con la finalidad de procurar un ambiente de trabajo y clima laboral estable.

5. Cumplir con la política de Higiene y Seguridad, mediante el control de los indicadores de seguridad, la prevención de accidentes, la identificación de condiciones inseguras de trabajo y promoviendo las actividades de orden y limpieza.

6. Cumplir con la política en materia de preservación del medioambiente, mediante el seguimiento y control del plan de Supervisión Ambiental.

Para el caso de los supervisores de la línea de Skin Pass, a su hoja de descripción de puestos antes mencionada se le asignan otras funciones las cuales van dirigidas a realizar actividades de mantenimiento y ya no solo de operaciones. Por lo tanto, podemos ver que estos supervisores aunque tiene una sola línea, su función es dual, sirviendo a la parte de operaciones en los momentos en los que la línea se encuentra operativa o sirviendo a la parte de mantenimiento en los momentos en los que la línea de encuentra fuera de servicio por motivos técnicos. Vale la pena mencionar que el tipo de mantenimiento que ellos realizan es del tipo correctivo, por lo que solamente se ocupan de hacer reparaciones a la línea solamente cuando ocurre una falla que le impide mantenerse operativa, las labores de mantenimiento preventivo y predictivo están fuera de las facultades de este supervisor y queda únicamente en manos del equipo de mantenimiento de la empresa.

El cargo de supervisor es un trabajo con actividades no secuenciales, esto significa que no sigue un procedimiento continuo cada día de trabajo. Las actividades que realizan los supervisores van orientadas siempre a resolver problemas de gestión que promuevan la productividad de las líneas que se encuentren bajo su cargo. Por otro lado,, los problemas que necesitan atención no son los mismos cada día, vemos entonces que cada día de trabajo ofrece un panorama distinto del día anterior, por lo que las actividades que realice un supervisor el día de hoy no serán en su totalidad las mismas que realizara al día siguiente, cabe destacar también que a través del estudio

de tiempo y muestreo del trabajo realizado se pudo determinar que en un día de trabajo se pueden realizar entre 140 y 200 actividades aproximadamente.

5.1.3 Problemas que enfrentan los supervisores de las líneas de Decapado

Los supervisores de las líneas de decapado se encuentran con la tarea de supervisar dos líneas cuyas dimensiones son considerablemente grandes y que para sus procesos, cada una utiliza grandes cantidades de Acido Clorhídrico, un compuesto químico que se caracteriza por ser altamente corrosivo y ácido, y sumamente tóxico para las personas que se exponen a él.

El uso este ácido para su proceso convierte el trabajo de supervisión en una labor hostil donde se debe monitorear constantemente todas las fallas ocasionadas por su efecto, ya que este constantemente actúa corroyendo los tanques contenedores, las tuberías de entrada y salida del químico a los tanques desde las plantas de regeneración, la estructura que lo sostiene, creando un ambiente en el que la monitorización constante desempeña un papel importante a la hora de mantener las líneas operando, ya que al no detectarse a tiempo los problemas de corrosión ocasionados por este químico, se incurren en problemas como:

1. Daños de equipos, dejando a la línea inoperativa hasta que el equipo técnico solucione el problema.
2. Daños al material en proceso, ya que altas concentraciones del ácido y fugas del mismo ocasionan manchas en el material, por lo que se incurren en un problema de control de calidad y de reproceso del mismo, ya que este se descarta y tiene que enviarse a las acerías para que sea fundido nuevamente y pasar por todo un conjunto de procesos hasta llegar a la línea de decapado nuevamente.

3. Daños en la estructura de soporte de la línea, creando un ambiente peligroso para los trabajadores si no se toman medidas preventivas y no se detectan a tiempo daños en esta, además de dejar la línea inoperativa por problemas estructurales.

4. Problemas de impacto ambiental considerables, ya que las fugas de ácido que logran ser canalizadas suben hasta los pozos de tratamiento de agua de la empresa, y luego son arrojados al río trayendo como consecuencia la contaminación de los mismos.

Estos problemas mencionados se encuentran a la orden del día para los supervisores de las líneas de decapado, y pueden ocurrir en cualquiera de las líneas y peor aun en ambas a la vez. A través de entrevistas no estructuradas realizadas a los supervisores, todos concuerdan en que la mayor dificultad se presenta cuando las dos líneas tienen fallas ya que no puedes atenderlas a la vez y las dimensiones de las mismas impiden moverse rápidamente de una línea a otra.

Cabe destacar que los problemas anteriormente mencionados son los generados por problemas con el ácido, materia prima tan igual de importante como el acero que se va a procesar. Además de esos problemas se agregan otro tipo de problemas, entre los cuales pudiéramos nombrar por ejemplo:

1. Fallas de los equipos por motivos técnicos, en los cuales la línea queda inoperativa y se debe gestionar el servicio técnico oportuno para poner operativa la línea lo antes posible.

2. Problemas logísticos con el flujo de material.

3. Problemas de diversa índole respecto a la administración del personal a su cargo.
4. Gestionar el correcto mantenimiento de las condiciones de trabajo.
5. Problemas de control de calidad del producto.
6. Gestión de insumos para los trabajadores y para el correcto funcionamiento de la línea.

Vale la pena mencionar que estas líneas desempeñan un papel importante en el proceso productivo de la empresa, ya que ella se encarga de suministrar el material para toda la planta de laminación en frío, planta que posee alrededor de 25 líneas de producción y es la encargada de elaborar hojalata, uno de los productos insignes de la empresa y el que posee mayor valor agregado. Por lo tanto, el mantener estas líneas operativas es de vital importancia para la productividad de la empresa, y los supervisores deben jugar un papel importante en el logro de esta operatividad.

5.1.4 Problemas que enfrentan los supervisores de las líneas de Corte y Tajado y Reparación Manual

Los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual tienen bajo su mando tres líneas con características que las hacen relativamente sencillas desde el punto de vista tecnológico, ya que las dos líneas de Corte y Tajado están compuestas por una máquina enrolladora y una máquina desarrolladora de boinas, una en el medio de la línea antes de llegar a la máquina cizalla, el cual es el corazón del proceso, y la otra al comienzo de la línea. La máquina cizalla es la encargada de cortar la bobina en segmentos de diferentes longitudes a exigencias del

cliente para quien se está sacando el pedido, por lo tanto, es la máquina de mayor importancia de la línea, porque es la que hace el trabajo para la cual esta fue diseñada.

El tener una máquina enrolladora en el medio de la línea es debido a que ésta, además de hacer láminas de diferentes longitudes, enrolla por segunda vez las bobinas que, viniendo del laminador, poseen diferentes anomalías en su enrollado inicial (el que se le da al terminar de laminarlo en el tren de laminación en caliente). La diferencia entre las dos líneas de Corte y Tajado es que la línea I solamente trabaja con material que viene del tren de laminación, mientras que la línea II trabaja con material tanto con el material que viene del tren de laminación como del que viene de las líneas de Decapado.

La línea de Reparación Manual es una línea artesanal que se dedica a reparar defectos en bobinas que vienen del laminador, cuando estos son tan grandes que las líneas de Corte y Tajado no pueden hacer el trabajo. Es por ello que estos trabajadores artesanalmente, haciendo uso de sopletes reparan las bobinas defectuosas lo suficiente como para que luego si puedan ser procesadas en las líneas de Corte y Tajado.

Lo anteriormente dicho nos da cuenta de la enorme cantidad de productos que deben monitorizar, hacer seguimiento y realizar inventario, por lo tanto, son comunes las inspecciones ya no solo a las líneas si no a las áreas de producto terminado y las áreas de material en espera, ya que deben ver que los estos estén correctamente identificados y ordenados para ser procesados o de lo contrario tendrían retrasos por procesar material que no era el que estaba programado y deben ver que los productos terminados estén ordenados en el área de forma que sean fácilmente identificados por los encargados de mover el material a las zonas de embarque o que no tengan falsas identificaciones que le ocasionarían grandes pérdidas económicas a la empresa por productos devueltos.

Por otra parte, está la dificultad de movilización entre las dos líneas de Corte y Tajado, como se puede observar en la figura 5.2, la distancia que separa ambas líneas es muy grande, lo que ocasiona que se pierdan valiosos minutos para resolver algún problema o para monitorizar las líneas, ya que en este tiempo, el supervisor no se encuentra ni en una ni en otra línea. Estos traslados de una línea a otra ocasionan también, problemas a la hora de enfrentar dificultades en ambas líneas el mismo tiempo, ya que dificulta la movilización entre ambas líneas.

Este problema se reflejó un día cuando ocurrió un accidente en la maquina apiladora de laminas de la línea Corte y Tajado I donde lamentablemente falleció un trabajador de una empresa contratista. Durante este hecho el supervisor se encontraba en la otra línea haciendo labores de inspección. El supervisor que estaba en ese momento comenta que si él hubiese estado en la línea de Corte y Tajado I, tal vez se hubiese prevenido este accidente ya que hubiese hecho la inspección del trabajo y hubiese tomado medidas para sacar a los trabajadores de allí. Cabe destacar que los trabajadores que sufrieron este accidente, no habían tomado las medidas de seguridad pertinentes, tampoco se habían llevado a cabo los protocolos de permisología que se deben realizar antes de hacer cualquier trabajo, por lo que no contaban con la autorización del supervisor, tampoco habían recibido la charla de seguridad.

Además de todos estos problemas, deben enfrentarse a un conjunto de problemas más propios de su cargo, los cuales se describen en su hoja de descripción de puesto, el cual se puede ver en el anexo 1.

5.1.5 Problemas que enfrentan los supervisores de la línea de Skin Pass

El problema que enfrentan estos supervisores es la dualidad que tienen al ser supervisores de operaciones y ser líderes de mantenimiento correctivo en los momentos en los que ocurre una falla imprevista, lo que hace que su trabajo sea

activo durante todo el turno de trabajo, lo que a diferencia de los supervisores que solo se encargan de dirigir las operaciones, los cuales en los momentos en los que ocurre una falla en el equipo gestionan la intervención de los equipos de mantenimiento y luego quedan en espera de que el problema sea solventado para retomar su trabajo nuevamente.

Esta adición de labores de mantenimiento también los obliga a gestionar recursos técnicos para poder realizar sus labores, esto implica no solamente gestión de materias primas como harían siendo supervisores de operaciones, si no que deben gestionar cilindros de apoyo rectificados para el correcto funcionamiento de la línea.

Así como las líneas de Decapado funcionan con ácido clorhídrico y las líneas de Corte y Tajado funcionan con máquinas cizallas, la línea de Skin Pass funciona con rodillos de trabajo y de apoyo, que se encargan de laminar el material procesado añadiéndole cualidades de dureza, eliminación de ondulaciones y mejor acabado superficial. Estos rodillos de trabajo y apoyo, cada cierto tiempo deben ser mandados a rectificar en el taller de cilindros debido al desgaste que sufren al hacer su trabajo, por lo que la gestión de envío y recepción de cilindros va por cuenta del supervisor, así como también de otras piezas mecánicas que cada cierto tiempo deben ser reemplazadas o reparadas para el correcto funcionamiento de la línea. (Figura 5.2).

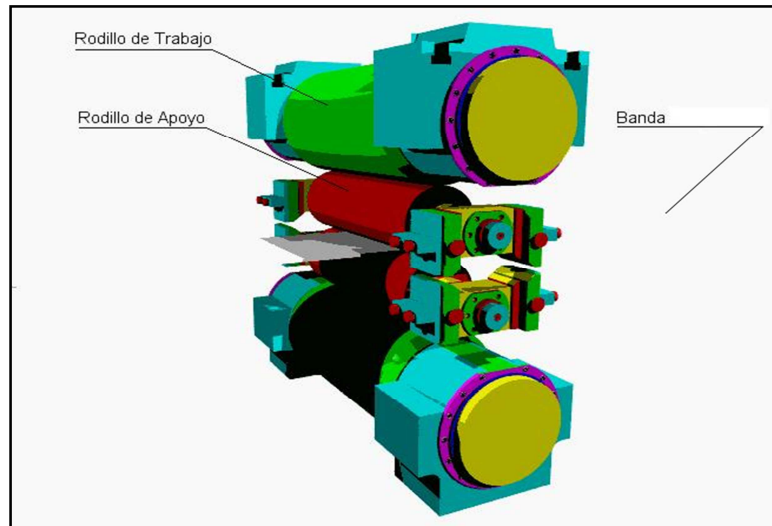


Figura 5.2. Disposición de rodillos en la línea de Skin Pass.

5.2 Definición de los elementos iniciales necesarios para la realización del muestreo del trabajo

5.2.1 Elección de los trabajadores a evaluar

Dependiendo al fin al que sea realizado un muestreo del trabajo este requerirá un tipo u otro de elección del trabajador. Por lo general, autores como B.Niebel, H.Maynard entre otros recomiendan elegir en la medida de lo posible al trabajador cuyo desempeño se considere normal, esto con el fin de determinar tiempos normales, estándares de tiempo y cargas laborales normales, etcétera. Sin embargo, otro de los requisitos que también exigen los autores anteriormente citados es que la actividad sea secuencial, esto es, que tenga un procedimiento descrito donde las actividades se realizan una detrás de otra hasta completar todo el procedimiento y luego empezar el ciclo nuevamente hasta que termine su jornada de trabajo.

Las actividades de los supervisores son de naturaleza no secuencial, esto es, que ninguna de sus actividades sigue un orden para cumplir con un procedimiento

establecido, si no que se van realizando a fin de cumplir con las funciones propias del cargo, las cuales como propósito general tienen el mantener la productividad de las líneas que estén bajo su cargo.

En este concepto encontramos que se hace prácticamente imposible elegir un solo trabajador cuyo desempeño sea considerado normal ya que cada supervisor tiene una forma distinta de resolver los problemas y cumplir con sus funciones. Por otra parte, este es un cargo de unidad donde una sola figura es representada por cuatro trabajadores pero donde la productividad lograda que toma en cuenta la empresa es el total de productividad alcanzada por todos los cuatro trabajadores en conjunto al final del día.

Esto es así debido a que por ejemplo, si en un turno de trabajo una línea queda fuera de servicio, el supervisor hará todo lo posible para volver a restablecer su operatividad. Sin embargo, se da el caso en el que la falla que deja fuera de servicio a la línea es tan grande que esta queda inoperativa por todo el turno. Al final del día, el supervisor, aunque gestionó todo lo necesario para restablecer las operaciones en la línea, no logra los objetivos de producción planificados para ese turno, pero sin embargo logró que la línea quedara operativa para los próximos turnos, los cuales deben aprovechar esta oportunidad para cumplir con la planificación del día entero (cumpliendo con lo que fue planificado para su turno y con parte de lo que no se pudo producir en el turno inoperante).

Es por ello que se decidió estudiar a todos los supervisores agrupados únicamente según las líneas que les toque tener bajo su mando. Cabe destacar que debido a las limitaciones de la investigación, no pudieron ser evaluados todos ellos la misma cantidad de veces, sin embargo, en el punto 5.2.3 donde se habla acerca del tamaño de la muestra se puede observar que el tamaño de la muestra logrado es satisfactorio.

5.2.2 Actividades realizadas por los supervisores

Como se pudo observar en el punto 5.1.2, los supervisores no siguen un procedimiento explícito acerca de la secuencia de actividades que deben realizar, por el contrario, solamente se consiguen en su hoja de descripción de puesto, una serie de funciones que deben cumplir.

Estas funciones se cumplen realizando una considerable cantidad de actividades en su turno de trabajo, las cuales no tienen una secuencia establecida si no que se van realizando según vayan transcurriendo las eventualidades y los problemas en las líneas que estén bajo su supervisión.

Según lo anteriormente expuesto, consideramos que era más importante determinar y estudiar los tiempos que se toman los trabajadores en realizar cada función en su turno de trabajo, que estudiar cada actividad por separado las cuales, en este estudio de muestreo de trabajo, se llegaron a registrar un total de 4989, donde muchas de ellas se registraron una sola vez (esta información puede corroborarse observando las hojas de registro para el estudio de tiempo que se muestran en los anexos 2, 3 y 4). Es por ello que se realizó un sistema de clasificación de actividades para hacer un mejor tratamiento de la data registrada y así determinar las variables de interés.

En la tabla que sigue a continuación (Tabla 5.1), muestra como se clasificó la data registrada, en ella se puede observar que en la columna función, se muestra el objetivo a cumplir, en la columna tipo de actividad se muestra la palabra clave que representa a esa función, y en la columna ejemplo se dan algunos ejemplos de actividades que se realizan para cumplir con esa función.

Cabe acotar los siguientes puntos sobre este sistema:

1. La primera función del cargo está definida por tres etiquetas diferentes debido a que esta es la que más actividades requiere para ser cumplida y es el corazón del cargo a ejercer ya que es la que está orientada a generar productividad en las líneas.

2. Al ser la primera función la más importante para la gerencia de productos laminados les resultaba importante conocer cuánto tiempo los trabajadores estaban en planta y cuanto tiempo estaban en la oficina es por ello el motivo por el cual se determinaron dos etiquetas diferentes (Producción y Administración) para la primera función, las cuales se diferencian según el lugar donde se realice la actividad (planta u oficina).

3. A la primera función se le agrego una tercera etiqueta denominada gestión técnica, ya que una de las posiciones de la gerencia frente a la forma de trabajar de los supervisores, era que estos se entrometían constantemente en asuntos de índole técnica, donde ellos mismos hacían correcciones a fallas técnicas, es por ello que se delimitó bien las actividades de Gestión técnica de Técnico, las cuales como se puede observar son muy diferentes.

4. La función que habla sobre el cumplimiento del presupuesto no tiene etiqueta debido a que los supervisores no manejan ningún tipo de presupuesto, solo deben manejar un muy pequeño inventario sobre herramientas de mano, accesorios y uniformes para el personal e implementos de seguridad. Etcétera, los cuales cada uno por separado entre en diferentes categorías (por ejemplo, los accesorios y uniformes del personal se clasifican como Administración de personal, los implementos de seguridad se clasifican como Higiene y seguridad, etcétera).

5. Se pueden observar un conjunto de etiquetas que no corresponden a ninguna función estas son Demoras, Traslados, Ocio. Estas son actividades que los

trabajadores por la condición del trabajo deben realizar. Según R. Mutter, nadie va al trabajo sin socializar con otras personas, nadie en un trabajo está exento de esperar por algo, nadie realiza un trabajo estático y no se traslada de un lugar a otro en el transcurso del turno de trabajo.

6. Existe una etiqueta sin correspondencia con una función, llamada Técnico. Esta etiqueta se colocó para diferenciar actividades de gestión de servicio técnico a actividades de corrección de fallas técnicas. Las actividades de corrección de fallas técnicas son realizadas únicamente por el servicio de mantenimiento, y por los supervisores y operadores de la línea de Skin Pass.

7. Existe una etiqueta sin correspondencia con una función, llamada Fuera de cargo. Esta etiqueta se colocó para clasificar todas aquellas actividades registradas, las cuales no son propias del cargo a ejercer.

Tabla 5.1 Sistema de clasificación de actividades registradas en el muestreo del trabajo.

FUNCIÓN	TIPO DE ACTIVIDAD	EJEMPLO
Dirigir y supervisar las actividades de producción de las líneas de Caliente en su turno de trabajo, en términos de cantidad, calidad y oportunidad, mediante el control de los parámetros operativos del proceso y de las especificaciones técnicas del producto, y la optimización de recursos.	Producción	Actividades dirigidas a cumplir con la función que representa las cuales se realizan en planta. Inspección del proceso, ordenes a los trabajadores acerca de material a procesar, orden del programa. Inspección de sus áreas de productos terminados y material en espera, etc.
	Administración	Actividades dirigidas a cumplir con la función que representan, las cuales se realizan en

		la oficina. Revisión del programa del día, revisión de información acerca de las líneas, reuniones, revisión de datos de gestión, etc.
	Gestión Técnica	Actividades dirigidas a cumplir con la función que representan, las cuales se realizan en planta o en la oficina. Realiza actividades dirigidas a conseguir un rápido servicio técnico a líneas para la pronta operatividad de ellas. Llamadas al área de mantenimiento en los momentos en los que la línea queda fuera de servicio, información a los superiores sobre paradas de las líneas, reuniones con los trabajadores del área de mantenimiento acerca de las fallas, trabajo en la línea, duración de las actividades, inspección de las actividades de mantenimiento, etc.
Cumplir con la política de calidad y el mejoramiento continuo, a través del control de procesos, cumplimiento de normas y procedimientos y promoción de la gestión de calidad	Control de calidad	Actividades dirigidas a cumplir con la función que representan, las cuales se realizan en planta o en la oficina. Inspección al producto terminado, inspección a las labores de los técnicos de calidad que están bajo su responsabilidad, revisión del cumplimiento de los procedimientos establecidos en el sistema de gestión de la empresa, etc.

Continuación tabla 5.1

FUNCIÓN	TIPO DE ACTIVIDAD	EJEMPLO
<p>Cumplir con la correcta aplicación de la política de personal, asegurando la correcta liquidación de haberes, con la finalidad de procurar un ambiente de trabajo y clima laboral estable.</p>	<p>Administración del personal</p>	<p>Actividades dirigidas a cumplir con la función que representan, las cuales se realizan en planta o en la oficina. Confirmación de asistencia del trabajador y de la cantidad de horas trabajadas, gestión de permisos médicos o de cualquier otra índole, gestión de pagos por vacaciones, prestaciones, medicina o de cualquier otra índole, etc.</p>
<p>Cumplir con la política de Higiene y Seguridad, mediante el control de los indicadores de seguridad, la prevención de accidentes, la identificación de condiciones inseguras de trabajo y promoviendo las actividades de orden y limpieza.</p>	<p>Higiene y Seguridad</p>	<p>Actividades dirigidas a cumplir con la función que representan, las cuales se realizan en planta o en la oficina. Charlas de seguridad, inspecciones de seguridad en el área, revisión de extintores, pedido de insumos de seguridad a los trabajadores, inspección a las actividades de los trabajadores, etc.</p>
<p>Cumplir con la política en materia de preservación del medioambiente, mediante el seguimiento y control del plan de Supervisión Ambiental.</p>	<p>Ambiente</p>	<p>Actividades dirigidas a cumplir con la función que representan, las cuales se realizan en planta o en la oficina. Inspecciones en el área, ordenes a trabajadores sobre limpieza y mantenimiento de áreas, retiro de chatarra, gestión de servicios de limpieza movimiento de chatarra, manejo de desperdicios, etc.</p>
	<p>Técnico</p>	<p>Actividades dirigidas a</p>

		<p>cumplir con la función que representan, las cuales se realizan en planta y a la maquinaria in situ.</p> <p>Toda actividad destinada a la corrección de fallas técnicas que ocasiona la inoperatividad de las líneas con el fin de restablecer su producción lo antes posible. (aplica únicamente a supervisores de la línea de Skin Pass, de lo contrario se considera como actividad fuera de cargo)</p>
--	--	--

Continuación tabla 5.1

FUNCIÓN	TIPO DE ACTIVIDAD	EJEMPLO
	Fuera de cargo	<p>Actividades dirigidas a cumplir con la función que representan, las cuales se realizan en planta o en la oficina. Todas aquellas actividades que no están contempladas dentro de sus funciones como corrección de fallas técnicas a la línea, operación de maquinas, suplantación de personal, etc.</p>
	Ocio	<p>Actividades dirigidas a cumplir con la función que representan, las cuales se realizan en planta o en la oficina. Todas aquellas actividades que no agregan valor al trabajo ni a la empresa,</p>

		conversaciones con los trabajadores sobre temas fuera del ámbito laboral, bromas, descansos, ingesta de alimentos, visitas al baño, etc.
	Traslados	Traslados realizados desde un sitio a otro
	Demoras	Espera de ocurrencia de un hecho. Esperar atención en un área, esperar un trabajador, esperar en el teléfono, etc.

5.2.3 Determinación de tamaño de la muestra

Para tener una muestra lo suficientemente confiable como para hacer conclusiones ajustadas lo más posible a la realidad, decidimos que esta debía tener un nivel de confiabilidad del 95% y con un margen de error de 2 puntos porcentuales. Sin embargo, debido a que estamos trabajando con una población infinita, decidimos primero tomar una muestra piloto y en base a ella calcular el tamaño de la muestra para los parámetros que acabamos de nombrar utilizando la fórmula:

$$n = \left[\frac{Z_{\alpha/2} \sigma}{E} \right]^2 \quad (5.1)$$

Donde:

n = número de eventos a registrar o tamaño de la muestra requerido.

$Z_{\alpha/2}$ = valor del número de unidades de desviación estándar para una prueba de dos colas con una zona de rechazo igual alfa.

σ = desviación estándar de la muestra.

E = porcentaje de error muestral.

La cantidad de registros tomados como muestra se puede observar en la tabla 5.2, en ella se puede ver para cada uno de los casos el número de días de recolección de datos no fueron los mismos, esto es debido a que en un principio decidimos dedicar 15 días para cada caso lo cual solamente se pudo lograr con los supervisores de las líneas de Decapado I y II, mientras que con los supervisores de las Líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual en los últimos 5 días de registro de datos el supervisor que estaba de turno le tocó supervisar la línea de Skin Pass inclusive. Por último,, los supervisores de la línea de Skin Pass no estaban de acuerdo con que se les hiciera el estudio, sin embargo, dos supervisores decidieron colaborar pero por pocos días. Es necesario mencionar que los 5 días donde el supervisor de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual le tocó supervisar además la línea de Skin Pass, se aprovecharon para seguir registrando datos los cuales sirvieron para las simulaciones de casos hipotéticos de las cuales hablaremos en el punto 5.5.

Tabla 5.2 Cantidad de registros tomados para cada caso como muestra piloto.

Líneas a Supervisar	Número de días que duro el muestreo	Cantidad total de actividades registradas	Cantidad total de tiempo registrado
Líneas de decapado I y II	10	1942	78:24:00
Líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual	15	2268	116:40:00
Línea de Skin Pass	6	626	44:14:04
Total	31	4836	239:18:04

Los resultados de tamaño de la muestra requerido se pueden ver a continuación en las tablas 5.3, 5.4 y 5.5, en las cuales se contrasta la muestra piloto con la muestra requerida además de mostrar el error muestral que estas poseen cuyo cálculo se realizó despejándolo de la fórmula 5.1. El total de registros tomados para cada caso se catalogaron según el sistema de clasificación que realizamos (punto 5.2.2), y para cada uno de esos tipos de actividad calculamos cuantas muestras debimos haber tomado según los parámetros que establecimos inicialmente.

Se puede observar en dichas tablas que para los totales de cada caso el tamaño de la muestra es considerablemente más pequeño que lo que obtuvimos en la muestra piloto, esto es debido a que si quisiéramos hacer un estudio tomando en cuenta todos los registros como un solo conjunto esa cantidad era suficiente, sin embargo, el objetivo de esta investigación es estudiar las actividades dirigidas a cumplir con las funciones de los supervisores, por lo que la muestra total debió ampliarse considerablemente, con el fin de satisfacer los requerimientos muestrales que requiere cada una de esas funciones.

En la tabla 5.3 donde se puede observar el tamaño de la muestra piloto versus el tamaño de la muestra requerida para los supervisores de las líneas de Decapado I y II, notamos que el ítem “Demoras” no cumple con los parámetros establecidos inicialmente, sin embargo, al calcular el error de la muestra piloto vemos que este es apenas un 0,91% mayor que el error establecido como meta. Considerando que este es un solo ítem y que la diferencia es pequeña, podemos decir que la muestra es suficiente como para hacer una inferencia estadística adecuada. Cabe destacar que para el resto de los ítems, su error muestral está por debajo del error muestral establecido inicialmente por lo que la muestra tomada para este caso específicamente tiene un nivel de confianza del 95% con un error muestral menor al 2%.

En la tabla 5.4 donde se puede observar el tamaño de la muestra piloto versus el tamaño de la muestra requerida para los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual, notamos que el ítem “Control de calidad” no cumple con los parámetros establecidos inicialmente, sin embargo, al calcular el error de la muestra piloto vemos que este es apenas un 1,51% mayor que el error establecido como meta. Considerando que este es un solo ítem y que la diferencia es pequeña, podemos decir que la muestra es suficiente como para hacer una inferencia estadística adecuada. Cabe destacar que para el resto de los ítems, su error muestral está por debajo del error muestral establecido inicialmente por lo que la muestra tomada para este caso específicamente tiene un nivel de confianza del 95% con un error muestral menor al 2%.

De igual forma que en las tablas 5.3 y 5.4, en la tabla 5.5 se puede observar el tamaño de la muestra piloto versus el tamaño de la muestra requerida, esta vez para los supervisores de la línea de Skin Pass. En esta tabla podremos notar que los ítems “Administración” y “Fuera de cargo” no cumplen con el tamaño de la muestra requerida pero sin embargo el error muestral de la muestra piloto esta 1,23% y 2,49% por encima de error muestral objetivo, al ser una diferencia pequeña podemos decir que la muestra es suficiente para hacer una inferencia estadística razonable y cercana al 95% de nivel de confianza establecido. Sin embargo, para el ítem “Demoras” el error de la muestra está 5,80% por encima del error muestral establecido, siendo la diferencia lo suficientemente grande como para poder hacer una inferencia estadística con el 95% de nivel de confianza establecido.

Tabla 5.3 Contraste entre la muestra piloto y la muestra requerida y error de la muestra piloto para los supervisores de las líneas de Decapado I y II.

Actividad	Muestra piloto	Muestra Necesaria	Error de la muestra piloto
Administración	330	142	1.31%
Ambiente	78	15	0.86%
Atención a trabajadores	129	12	0.62%
Control de Calidad	28	3	0.68%
Demoras	12	25	2.91%
Fuera de cargo	24	15	1.59%
Gestión técnica	304	16	0.46%
Higiene y Seguridad	153	6	0.38%
Ocio	274	86	1.12%
Producción	452	10	0.29%
Traslados	484	2	0.14%
Total	2268	39	0.26%

Tabla 5.4 Contraste entre la muestra piloto y la muestra requerida y error de la muestra piloto para los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual.

Actividad	Muestra piloto	Muestra Necesaria	Error de la muestra piloto
Administración	198	40	0.90%
Ambiente	20	4	0.90%
Atención a trabajadores	70	7	0.63%
Control de Calidad	42	130	3.51%
Demoras	17	7	1.31%
Fuera de cargo	101	15	0.78%
Gestión técnica	131	7	0.46%
Higiene y Seguridad	36	24	1.64%
Ocio	201	19	0.62%
Producción	512	13	0.32%
Traslados	614	3	0.15%
Total	1942	17	0.19%

Tabla 5.5 Contraste entre la muestra piloto y la muestra requerida, y error de la muestra piloto para los supervisores de la línea de Skin Pass.

Actividad	Muestra piloto	Muestra Necesaria	Error de la muestra piloto
Administración	87	227	3.23%
Ambiente	4	61	7.80%
Atención a Trabajadores	30	21	1.67%
Control de Calidad	25	25	1.98%
Demoras	9	4	1.27%
Fuera de cargo	12	60	4.49%
Higiene y Seguridad	15	10	1.59%
Ocio	122	60	1.41%
Producción	105	7	0.52%
Técnico	84	20	0.97%
Traslados	136	4	0.35%
Total general	629	55	0.59%

Por todo lo dicho anteriormente sobre el caso de los supervisores de la línea de Skin Pass, hemos decidido bajar el nivel de confianza al 89,9% con un error muestral de 4 puntos porcentuales. Recalculando el tamaño de la muestra para estos valores y el error de la muestra piloto obtuvimos los siguientes resultados. (Tabla 5.6).

En la tabla 5.6 donde se puede observar el tamaño de la muestra piloto versus el tamaño de la muestra requerida para los supervisores de la línea de Skin Pass, notamos que el ítem “Ambiente” no cumple con los parámetros establecidos para este

caso, sin embargo, al calcular el error de la muestra piloto vemos que este es apenas un 2,57% mayor que el error establecido como meta. Considerando que este es un solo ítem y que la diferencia es pequeña, podemos decir que la muestra es suficiente como para hacer una inferencia estadística adecuada.

Tabla 5.6 Contraste entre la muestra piloto, la muestra requerida, y error de la muestra piloto para los supervisores de la línea de Skin Pass usando nuevos parámetros establecidos.

Actividad	Muestra piloto	Muestra Necesaria	Error de la muestra piloto
Administración	87	40	2.72%
Ambiente	4	11	6.57%
Atención a Trabajadores	30	4	1.40%
Control de Calidad	25	4	1.67%
Demoras	9	1	1.07%
Fuera de cargo	12	11	3.78%
Higiene y Seguridad	15	2	1.34%
Ocio	122	11	1.18%
Producción	105	1	0.44%
Técnico	84	3	0.82%
Traslados	136	1	0.29%
Total general	629	10	0.50%

5.2.4 Determinación del suplemento de trabajo

Para la determinación del suplemento de trabajo nos basamos en un método propio de la empresa SIDOR, C.A. el cual se conoce como “Método sistemático para

la determinación de concesiones por fatiga”, en el cual se llena un formulario con formato Excel. (Figura 5.3).

Como podemos observar en dicha figura, el formulario está compuesto por una serie de factores de fatiga divididos según las condiciones de trabajo, la repetitividad y la posición del trabajo. Para cada uno de estos factores de fatiga se pide marcar con una x el valor ponderante de cada uno de ellos, según convenga para el cargo que se le desee determinar el suplemento de trabajo. Para saber qué valor marcar nos guiamos con la siguiente tabla. (Tabla 5.7).

En base a esta tabla, se seleccionaron las puntuaciones para los supervisores de las líneas de Decapado I y II, Corte y Tajado I y II, Reparación Manual y Skin Pass, las cuales se pueden ver en la tabla 5.8. Al llenar el formulario (Figura 5.3) con estos valores seleccionados según las observaciones directas realizadas durante el muestreo del trabajo, nos da como resultados que los supervisores de las líneas de Decapado I y II tienen un 13% de suplemento asignado por fatiga, mientras que los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II, Reparación Manual y Skin Pass tienen un suplemento de trabajo asignado del 10%.

METODO SISTEMATICO PARA LA DETERMINACION DE LAS CONCESIONES POR FATIGA					
HOJA DE CONCESIONES DE TIEMPO		Analista:			Fecha
		Cargos:			
Actividad:					
Ubicación					
I.- Factores de fatiga		Grado de factores (Marque con una X donde corresponda)			
TIPO	DENOMINACION	1	2	3	4
A	Condiciones de trabajo				
1	Temperatura	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>
2	Condiciones ambientales	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>
3	Humedad	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>
4	Nivel de ruido	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>
5	Iluminación	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>
B	Repetitividad				
1	Duración del trabajo	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
2	Repetición del ciclo	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
3	Esfuerzo físico	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
4	Esfuerzo mental o visual	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	50 <input type="checkbox"/>
C	Posición de trabajo				
1	Parado, sentado, moviéndose, altura de	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>
Puntos por grados		0	0	0	0
Total puntos		0			
Concesión por fatiga		1%			
Jornada efectiva					
II.- Otras concesiones		Concesiones por fatiga		0.00	min
		Necesidades personales	5%	0	min
		Demoras inevitables			min
		Total concesiones de tiempo		0.00	min

Figura 5.3 Formulario para determinar suplemento de trabajo en formato Excel.

Tabla 5.7 Parámetros guía para la puntuación de los factores de fatiga.

FACTOR DE FATIGA	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3	GRADO 4
Temperatura	Climatización bajo control eléctrico o mecánico. Temperatura entre 20 y 24 grados centígrados	Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. Para trabajos interiores entre 24 y 29.5 °C. Para trabajos externos, temperatura entre 26.5 y 32 °C.	Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. Para trabajos interiores que se realizan por debajo de 18°C y por encima de 26.5 °c. Para trabajos externos o con circulación de aire, realizados a temperatura superior a los 32 °C o inferior a	Ambiente sin circulación normal de aire a temperatura superior a los 32 °C. Ambientes con circulación normal de aire con temperaturas superiores a 35 °C o inferiores a 1.5 °C.
Condiciones ambientales	Operaciones normales en exteriores. Operaciones en ambientes acondicionados con aire fresco y libre de malos olores	Ambientes de planta o de oficina sin aire acondicionado. Ocasionalmente pueden presentarse malos olores o mala ventilación	Ambientes cerrados y pequeños, sin movimiento de aire. Ambiente con polvo y/o humos en forma limitada.	Ambientes tóxicos. Mucho polvo y/o humos no eliminables por extracción de aire
Humedad	Humedad normal, ambiente	Ambientes secos. Menos del	Alta humedad.	Elevadas condiciones de

	climatizado. Por lo general hay humedad relativa del 40% al 55%, con temperatura de 21 °C a 24°C.	30% de humedad relativa.	Sensación pegajosa en la piel y ropa humedecida. Humedad relativa del 80%	humedad. Sensaciones de humedad, tales como trabajo bajo la lluvia o en salas de vapor o frigoríficos, que ameritan el uso de ropa especial.
--	---	--------------------------	---	--

Continuación tabla 5.7

FACTOR DE FATIGA	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3	GRADO 4
Nivel de ruido	Ruido de 30 a 60 decibeles. Característico en oficinas o en ambientes poco ruidosos	Ruido por debajo de 30 decibeles. Ambiente demasiado tranquilo. Ruido alto entre 60 y 90 decibeles, pero de naturaleza constante.	Ruidos agudos por encima de 90 decibeles. Ambientes normalmente tranquilos con sonidos intermitentes o ruidos molestos. Ruidos por encima de 100 decibeles no intermitentes	Ruidos de alta frecuencia u otras características molestas, ya sean intermitentes o constantes
Iluminación	Luces sin resplandor. Iluminación fluorescente u otra para proveer	Ambientes que requieren iluminación especial o por debajo del	Luz donde el resplandor continuo es inherente al trabajo. Trabajo	Trabajo a tientas, sin luz y/o al tacto. Las características del trabajo

	de 215 a 538 lux para la mayoría de las aplicaciones industriales; y 538 a 1077 lux para oficinas y lugares de inspección	estándar. Resplandores ocasionales.	que requiere cambios constantes de áreas claras a oscuras con menos de 54 lux.	imposibilitan u obstruyen la visión.
Esfuerzo físico	Esfuerzo manual aplicado más del 15% del tiempo, por encima de 30 kgs. Esfuerzo manual aplicado entre el 15% y el 40% del tiempo, para pesos entre 12.50 y 30 Kgs. Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos entre 2.50 y 12.50 kgs	Esfuerzo manual aplicado entre el 15% y el 40% del tiempo por encima de 30 kg. Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo para pesos entre 12.50 y 30 kg. Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% para pesos entre 2.50 y 12.50 kgs.	Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo para pesos superiores a los 30 kgs. Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% del tiempo para pesos entre 12.50 y 30 kgs.	Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% del tiempo para pesos superiores a 30 kgs.

Continuación tabla 5.7

FACTOR DE FATIGA	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3	GRADO 4
Duración del	Operación o sub-operación que puede	Operación o sub-operación que puede completarse	Operación o sub-operación que puede	Operación o sub-operación que puede

trabajo	completarse en un minuto o menos	en 15 minutos o menos	completarse en 1 hora o menos	completarse en más de 1 hora
Esfuerzo mental o visual	Atención mental o visual aplicada ocasionalmente, debido a que la operación es prácticamente automática o porque la atención del trabajador es requerida a intervalos muy largos.	Atención mental y visual frecuente donde el trabajo es intermitente o la operación involucra la espera del trabajador para que la máquina o el proceso completen un ciclo con chequeos espaciados.	Atención mental y visual continuas debido a razones de calidad o de seguridad. Generalmente ocurre en operaciones repetitivas que requieren un estado constante de alerta o de actividad de parte del trabajador	Atención mental y visual concentrada o intensa en espacios reducidos. Realización de trabajos complejos con límites estrechos de exactitud o de calidad. Operaciones que requieren coordinación de una gran destreza manual con atención visual estrecha.
Posición del trabajo	Realización del trabajo en posición sentado o mediante una combinación de sentado, parado y caminando, donde el intervalo entre cambios de posición es inferior a cinco minutos. El sitio de trabajo presenta	Realización del trabajo parado o combinado con el caminar y donde se permite que el trabajador se siente sólo en pausa programadas para descansar. El sitio de trabajo presenta una disposición fuera del rango normal de trabajo,	Operaciones donde el sitio de trabajo o la naturaleza del mismo obliguen a un continuo agacharse o empujarse; o donde el trabajo requiere la extensión de los brazos o de las piernas	Operaciones donde el cuerpo es contraído o extendido por largos períodos de tiempo o donde la atención exige que el cuerpo no se mueva

	una altura normal respecto a la posición de la ca	impidiendo la comodidad de b	constantemente	
--	---	------------------------------	----------------	--

Tabla 5.8 Puntuaciones otorgadas a cada factor de fatiga para cada uno de los cargos objeto de estudio.

Tipo	Factor es de Fatiga	Grado Seleccionado	Correspondencia
Condiciones de Trabajo	Temperatura	3	Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. Para trabajos interiores que se realizan por debajo de 18°C y por encima de 26.5 °C. Para trabajos externos o con circulación de aire, realizados a temperatura superior a los 32 °C o inferior a
	Condiciones Ambientales	2 y 4 (para decapado)	Ambientes de planta o de oficina sin aire acondicionado. Ocasionalmente pueden presentarse malos olores o mala ventilación
	Humedad	2	Ambientes secos. Menos del 30% de humedad relativa.
	Nivel de Ruido	3	Ruidos agudos por encima de 90 decibeles. Ambientes normalmente tranquilos con sonidos intermitentes o ruidos molestos. Ruidos por encima de 100 decibeles no intermitentes
	Iluminación	1	Luces sin resplandor. Iluminación fluorescente u otra para proveer de 215 a 538 lux para la mayoría de las aplicaciones industriales; y 538 a 1077 lux para oficinas y lugares de inspección
Repetitividad	Duración del Trabajo	2	Operación o sub-operación que puede completarse en 15 minutos o menos

	Repetición del ciclo	1	Poca posibilidad de monotonía. El trabajador puede programar su propio trabajo o variar su patrón de ejecución. Operaciones que varían cada día o donde las sub-operaciones no son necesariamente de relación diaria.
	Esfuerzo o Físico	1	Esfuerzo manual aplicado más del 15% del tiempo, por encima de 30 kgs. Esfuerzo manual aplicado entre el 15% y el 40% del tiempo, para pesos entre 12.50 y 30 Kgs. Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos entre 2.50 y 12.50 kgs
	Esfuerzo mental o visual	2	Atención mental y visual frecuente donde el trabajo es intermitente o la operación involucra la espera del trabajador para que la máquina o el proceso completen un ciclo con chequeos espaciados.
Posición de Trabajo	Parado, sentado, moviéndose, altura de trabajo	2	Realización del trabajo parado o combinado con el caminar y donde se permite que el trabajador se siente sólo en pausa programadas para descansar. El sitio de trabajo presenta una disposición fuera del rango normal de trabajo, impidiendo la comodidad de b

5.3 Determinación de la carga laboral para los supervisores de las líneas de Decapado I y II, Corte y Tajado I y II, Reparación Manual y Skin Pass

A continuación, mostramos los resultados de una serie de cálculos realizados con el fin de conocer la carga laboral promedio a la que se encuentran sometidos los supervisores objeto de estudio, además de una serie de parámetros que son importantes conocer y analizar para la comprensión de los factores que influyen en el aumento o disminución de dicha carga.

5.3.1 Determinación de la carga laboral para los supervisores de las líneas de Decapado I y II

5.3.1.1 Cálculo del promedio de duración de actividades realizadas por los supervisores de las líneas de Decapado I y II: Realizamos estos cálculos con el fin de indagar un poco sobre la realización de cada actividad por parte de los supervisores, los mismos nos dan un acercamiento sobre la duración de cada una de los tipos de actividad que estos realizan, el promedio de duración de cada de ellos y el promedio de duración de cada actividad en total.

Para el cálculo de este promedio de duración utilizamos la fórmula 3.8 que se puede observar en el marco teórico (ver punto 3.2.3), por otra parte, también se calculó la desviación estándar de la muestra para conocer que tanto se dispersan los valores con respecto a la media. Esta desviación estándar la calculamos utilizando la fórmula 3.6, que de igual forma que la anterior, puede observarse en el marco teórico (ver punto 3.2.2). Los resultados de estos cálculos los podemos observar a continuación. (Tabla 5.9).

En dicha tabla 5.9 podemos observar que la cantidad de actividades registradas, o tamaño de la muestra, para cada caso y para el conjunto completo (fila Total). Luego en la siguiente columna tenemos la duración total registrada tanto para cada tipo de actividad, como para el conjunto completo, las cuales calculamos sumando todas las duraciones observadas en cada una de ellas. Por último,, tenemos las columnas duración promedio y desviación estándar las cuales muestran los valores, de igual forma como en las otras columnas, tanto para cada tipo de actividad como para todo el conjunto completo, cabe destacar que los valores que se muestran en estas tres últimas columnas están expresadas en minutos.

Tabla 5.9 Duración promedio y desviación estándar para cada tipo de actividad realizada por los supervisores de las líneas de decapado I y II.

Tipo de Actividad	Cantidad de actividades registradas	Duración total de actividades registradas	Duración promedio	Desviación Estándar
Administración	330	1472.78	4.46	12.16
Ambiente	78	247.47	3.17	3.89
Atención a trabajadores	129	441.37	3.42	3.56
Control de Calidad	28	62.68	2.24	1.84
Demoras	12	57.88	4.82	5.14
Fuera de cargo	24	97.25	4.05	3.98
Gestión técnica	304	891.93	2.93	4.06
Higiene y Seguridad	153	360.58	2.36	2.41
Ocio	274	1616.57	5.90	9.45
Producción	452	1215.70	2.69	3.16
Traslados	484	535.78	1.11	1.55
Total	2268	7000.00	3.08	6.40

Para tener una mejor visión acerca de los resultados obtenidos en la tabla 5.9, realizamos una gráfica de barras apiladas (figura 5.4), en la que se muestra para cada tipo de actividad el rango de valores en minutos que puede adoptar una actividad

particular. Este rango de valores se encuentra dividido para una desviación estándar, dos desviaciones estándar y tres desviaciones estándar, esto significa que abarca aproximadamente el 99,6% de probabilidad de que la duración de una actividad de un tipo específico se encuentre en ese rango, con un nivel de confianza del 95% y un error muestral de entre 0,14% hasta 2.91% según el tipo de ítem clasificatorio y de 0,26% para el conjunto completo (Tabla 5.4).

Lo primero que podremos notar al ver la figura 5.4 es la gran dispersión que hay de los valores con respecto a la media, esto se debe a dos factores fundamentales:

1. La data es sesgada y continua, esto quiere decir que esta responde a una curva de probabilidad asimétrica y continua propia de variables que únicamente pueden ser positivas y que tienen tendencia hacia el infinito positivo, como por ejemplo el tiempo.
2. Se está promediando un sistema clasificatorio, donde cada ítem abarca desde actividades de muy corta duración, hasta actividades que pueden durar más de 70 minutos (ver el tipo de actividad Administración en la figura 5.4).

Con esto, podemos tener una idea de lo altamente variable, en términos de tiempo, que pueden ser las actividades que realiza un supervisor en su turno de trabajo, ya que estas responden a requerimientos logísticos y operacionales (debido a que su cargo abarca la logística y las operaciones de las líneas bajo su mando) que necesiten las líneas para mantener su continua productividad.

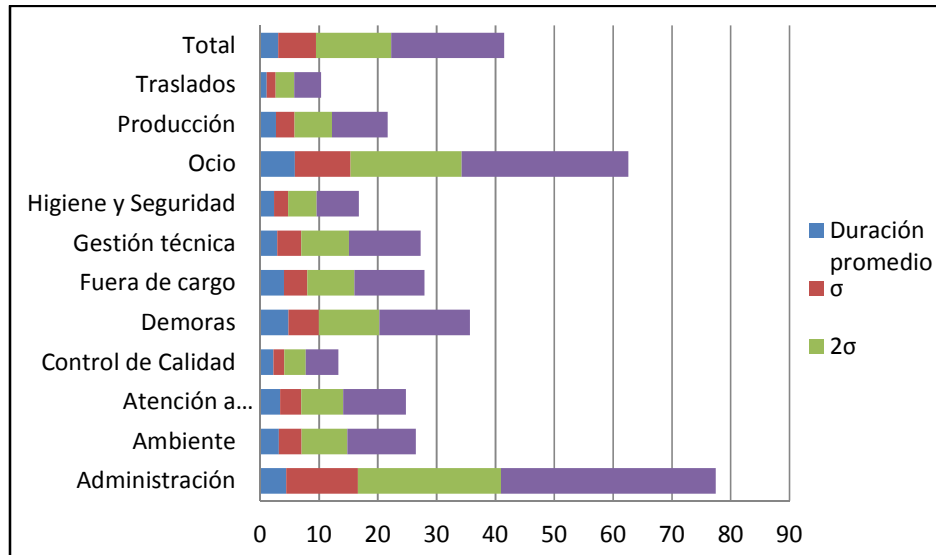


Figura 5.4 Rango de duración que puede tener cada tipo de actividad y el conjunto total de actividades que realizan los supervisores de las líneas de Decapado I y II.

5.3.1.2 Distribución del tiempo de trabajo de los supervisores de las líneas de Decapado I y II en diferentes tipos de actividades: Para calcular la distribución del tiempo en diferentes tipos de actividades, agrupamos toda la data registrada para este caso según el tipo de actividad a la que corresponden y se sumaron sus valores por separado. Luego, el total de tiempo de cada tipo de actividad lo dividimos entre el total de tiempo registrado de todo el conjunto y por ultimo ese valor lo multiplicamos por 100 de esta forma hayamos el promedio porcentual de duración que ocupa un determinado tipo de actividad en un espacio muestral definido (una jornada de trabajo, un mes de trabajo, etcétera). (Tabla 5.10).

Tabla 5.10 Distribución del tiempo de trabajo de los supervisores de las líneas de Decapado I y II en diferentes tipos de actividades.

Tipo de actividad	Duración total (minutos)	Porcentaje de tiempo que representa
Administración	1472.78	21.04%
Ambiente	247.47	3.54%
Atención a trabajadores	441.37	6.31%
Control de Calidad	62.68	0.90%
Demoras	57.88	0.83%
Fuera de cargo	97.25	1.39%
Gestión técnica	891.93	12.74%
Higiene y Seguridad	360.58	5.15%
Ocio	1616.57	23.09%
Producción	1215.70	17.37%
Traslados	535.78	7.65%
Total	7000.00	100.00%

A partir de los datos que se observan en la tabla 5.10, hemos realizado una gráfica circular para tener una idea más clara de lo que estos datos indican. (Figura 5.5). En dicha figura podemos observar que dependiendo el porcentaje de tiempo que represente una actividad, esta tendrá un área mayor o menor dentro del círculo, el cual representa un espacio muestral que puede ser una jornada de trabajo, un año de trabajo, etcétera. A primera vista podemos apreciar que las actividades que tienen mayor porcentaje de tiempo son las actividades Producción, Administración y Ocio las cuales tienen una presencia de más del 17% cada una, mientras que entre las

actividades de menor porcentaje son Control de calidad, Demoras, Fuera de cargo, las cuales tienen alrededor de un 1% cada una.

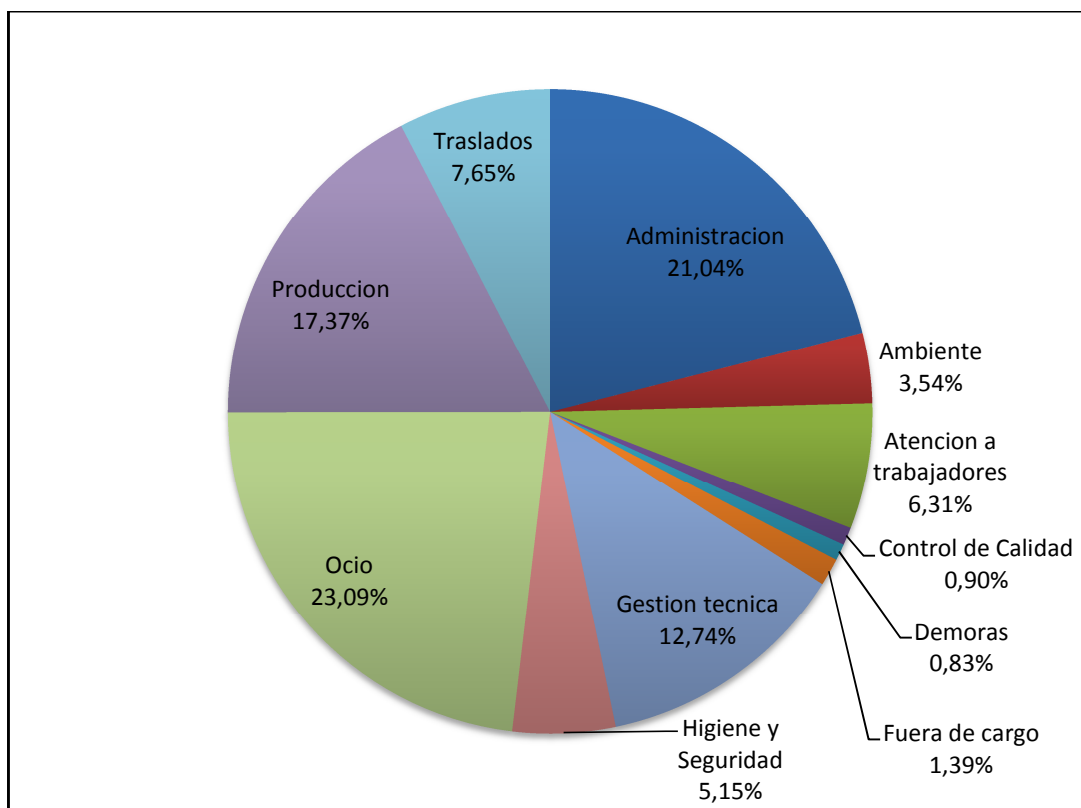


Figura 5.5 Distribución del tiempo de trabajo de los supervisores de las líneas de Decapado I y II en diferentes tipos de actividades.

5.3.1.3 Cálculo del tiempo disponible y del tiempo ocioso promedio para los supervisores de las líneas de Decapado I y II: Como hemos venido observando, el trabajo de los supervisores se compone de una serie de actividades, de las cuales podemos identificar primeramente dos tipos, las actividades productivas y las actividades no productivas. Las actividades productivas, son todas aquellas realizadas en el cumplimiento del cargo que se está ejerciendo y por lo tanto en pro de la productividad de la empresa. Por otro lado, las actividades no productivas son todas aquellas que no agregan ningún tipo de productividad a la empresa, pero que no pueden dejar de realizarse por la misma naturaleza humana, generando interrupciones en el trabajo por motivos como, ir al baño o a los bebederos, descansos por fatiga etcétera. Estas actividades no productivas, si bien no las podemos eliminar, podríamos establecer un límite por fracción de tiempo (cada cierto número de horas, cada día, etcétera). De este límite de tiempo para necesidades personales, hablamos en el punto 3.2.9 del marco teórico, que habla del suplemento de trabajo.

Dadas las circunstancias anteriormente expuestas podemos definir el tiempo disponible, como aquel tiempo de trabajo donde el supervisor realizará actividades productivas, siendo el tiempo restante para cumplir su jornada de trabajo, el tiempo asignado como suplemento para realizar actividades no productivas pero necesarias para el buen desenvolvimiento del supervisor. Para poder calcular este valor utilizamos la fórmula 5.2, la cual define el porcentaje de tiempo disponible como el cien por ciento del espacio muestral menos el porcentaje de suplemento de trabajo asignado.

$$\%TD = 100\% - \%Suplemento \quad (5.2)$$

Donde:

%TD: Porcentaje de tiempo disponible.

100%: Espacio de tiempo total (porcentaje de duración total de la jornada de trabajo).

% Suplemento: Porcentaje de suplemento asignado para la labor.

Podemos ahora calcular el porcentaje de tiempo disponible para los supervisores de las líneas de decapado I y II, donde el valor porcentual del suplemento asignado para este cargo se calculó en el punto 5.2.4 (cálculo del suplemento de trabajo asignado para cada cargo de supervisor objeto de estudio) y el cual es de 13%, por lo tanto:

$$\%TD = 100\% - 13\% = 87\%$$

Tenemos que el tiempo disponible de los supervisores de las líneas de decapado I y II es de 87%, lo cual equivale para un turno de trabajo de 8 horas a 480 minutos.

Si bien se ha asignado a los supervisores un porcentaje de suplemento para actividades personales y actividades no productivas, por diversas razones este valor no es estático, esto quiere decir que no todos los días de trabajo van a ser de 87% actividades productivas y 13% de actividades no productivas (tomando como ejemplo el caso de los supervisores de las líneas de Decapado I y II) si no que algunos días el valor del porcentaje de actividades no productivas va a aumentar, mientras que el porcentaje de actividades productivas disminuirá. En estos días en los que el porcentaje de actividades no productivas está por encima del suplemento asignado se crea una diferencia entre ambos valores que hemos llamado Tiempo Ocioso ya que esta diferencia crea a su vez una disminución en el porcentaje de duración de

actividades productivas, lo que significa que es un tiempo que no se utilizó en pro de la productividad de la empresa. Por otra parte, se puede dar el caso contrario donde el porcentaje de actividades no productivas está por debajo del suplemento de trabajo asignado, lo que quiere decir que no hubo tiempo ocioso y el trabajador no gozo del suplemento de trabajo asignado. El tiempo ocioso lo podemos definir entonces como se muestra a continuación, expresado en promedio porcentual:

$$\%TO = \%A_{\text{ocio}} - \%Suplemento \quad (5.3)$$

Donde:

%TO: Porcentaje de tiempo ocioso

%A_{ocio}: Promedio porcentual de actividades del tipo Ocio

% Suplemento: Porcentaje de suplemento asignado para la labor

El porcentaje de tiempo ocioso puede ser un medidor de la carga laboral a la que está sometido un supervisor ya que en términos ideales el día de trabajo de un supervisor debe estar compuesto por el porcentaje de tiempo disponible mas el porcentaje de suplemento asignado (lo que suma entre ambos el 100% del tiempo total de la jornada de trabajo), sin embargo, puede que esto no ocurra siempre así y que para un día de trabajo en específico el porcentaje de tiempo ocioso sea o positivo o negativo. Si es positivo, la carga laboral está por debajo de lo ideal, si el valor es negativo se tiene una carga laboral excesiva.

Como se puede ver, esta fórmula incluye entre sus variables las actividades clasificadas como Ocio, nombre que se le dio en el sistema clasificatorio de actividades (ver punto 5.2.2) y que agrupa a todas las actividades no productivas. Utilizando la formula anterior (formula 5.3) calculamos entonces el porcentaje de

tiempo ocioso para el caso de los supervisores de las líneas de Decapado I y II como se muestra a continuación:

$$\%TO = 23,09\% - 13\% = 10,09\%$$

Tenemos como resultado que en promedio el 10,09% del tiempo de trabajo no se aprovecha para realizar actividades productivas para la empresa, por el contrario, se utiliza para actividades ociosas. Este promedio de 10,09% equivale a 48,43 minutos en un turno de trabajo de 8 horas.

5.3.1.4 Cálculo del promedio porcentual de carga laboral y carga laboral neta para los supervisores de las líneas de Decapado I y II: Como es definido en el punto 3.2.1 del marco teórico la carga laboral es el grado de resistencia o dificultad dada por la totalidad de las influencias de distinto tipo que actúan sobre el hombre. Sabemos que básicamente la actividad de los supervisores es dirigir las operaciones de las líneas que estén bajo su mando con el fin de mantener su continua productividad, por lo que la carga laboral va a depender de cuantos problemas de orden operacional haya que resolver para mantener dicha productividad.

Ya que el cargo de supervisor se compone de un número de actividades dedicadas a solucionar problemas de orden operacional, todas ellas requieren una cierta cantidad de tiempo para llevarlas a cabo, algunas con una duración de apenas unos segundos, como dar una orden a un operario para que baje la velocidad de la maquina, o de varias horas, como una reunión administrativa con los gerentes de la planta. Podemos ver entonces que el factor influyente en la carga de trabajo son los problemas a resolver diariamente, por lo que la fracción de tiempo total del cada día de trabajo que se dedica a resolver los problemas operativos de las líneas es la carga laboral a la que este trabajador se encuentra sometido. Obviamente no todos los días

de trabajo serán iguales, algunos días los problemas serán pocos por lo que la carga de trabajo será baja, mientras que otros días por el contrario los problemas serán tantos y de tanta duración que las 8 horas de jornada laboral no serán suficientes para dar solución a todos ellos. Sin embargo, se puede tener un promedio de esos valores que nos indique cuanta carga laboral ejerce el cargo sobre el trabajador que lo desempeña. Si conocemos como un supervisor distribuye en promedio su tiempo de trabajo en diferentes tipos de actividades tenemos que la carga laboral está dada por:

$$\%CL = \%AP + \%A_{\text{traslado}} + \%A_{\text{demoras}} \quad (5.4)$$

Donde:

$\%CL$: Promedio porcentual de carga laboral.

$\%AP$: Promedio porcentual de actividades del tipo Producción.

$\%A_{\text{traslado}}$: Promedio porcentual de actividades del tipo Traslados.

$\%A_{\text{demoras}}$: Promedio porcentual de actividades del tipo Demoras.

Las actividades productivas son todas aquellas realizadas con el fin de cumplir con las funciones del cargo, los traslados se cuentan porque es imposible realizar estas actividades sin moverse de un lugar a otro de igual forma las demoras se cuentan porque al realizar cualquier actividad dependiendo con el sistema con el que se esté interactuando este pudiera generar una demora, la cual el trabajador debe esperar para poder continuar con la labor. Sin embargo, el último porcentaje de tiempo que faltaría para completar el 100% de la jornada de trabajo, es aquel destinado a la realización de actividades ociosas que no generan productividad para la empresa, tomando en cuenta esta variable podemos entonces expresar la carga laboral de la siguiente forma:

$$\%CL = 100\% - \%A_{ocio} \quad (5.5)$$

Donde:

$\%CL$ = Promedio porcentual de carga laboral.

100% = Equivalente porcentual al espacio muestral total, pudiendo ser un día de trabajo, una jornada de trabajo, un año completo de trabajo, etc.

$\%A_{ocio}$: Promedio porcentual de actividades del tipo Ocio.

Para el caso de los supervisores de las líneas de decapado I y II, al ver la figura 5.5 podemos observar como ellos distribuyen en promedio la duración total de su jornada de trabajo, utilizando la formula anterior (fórmula 5.5) determinaremos la carga laboral a la que se encuentran sometidos:

$$\%CL = 100\% - 23,09\% = 76,91\%$$

Vemos entonces que la carga laboral a la que se encuentran sometidos los supervisores de las líneas de Decapado I y II es del 76,91% lo que equivale a 6,1528 horas en una jornada laboral de 8 horas y que ese es el tiempo que en promedio le toma a un supervisor realizar sus funciones en su turno de trabajo.

La carga laboral anteriormente definida y calculada para el caso de los supervisores de las líneas de Decapado I y II, no considera el hecho de que de las actividades productivas realizadas hay un porcentaje de ellas, que si bien generan productividad a la empresa, no son propias del cargo que se está representando. Ya que nuestro fin es conocer la carga laboral que genera el cargo en particular, definimos entonces como carga laboral neta a aquella que está influenciada por los problemas operativos que deben resolverse y que están dentro del rango de acción del

cargo que se está ejecutando, por lo que todas aquellas actividades realizadas fuera de este rango de acción no se toman en cuenta. Podemos entonces expresar la carga laboral neta mediante la siguiente fórmula:

$$\%CLN = 100\% - \%A_{\text{fuera de cargo}} - \%A_{\text{ocio}} \quad (5.6)$$

Donde:

$\%CLN$: Promedio porcentual de carga laboral neta.

100% = Equivalente porcentual al espacio muestral total, pudiendo ser un día de trabajo, una jornada de trabajo, un año completo de trabajo, etc.

$\%A_{\text{ocio}}$: Promedio porcentual de actividades del tipo Ocio.

$\%A_{\text{fuera de cargo}}$: Promedio porcentual de actividades del tipo Fuera de cargo.

Mediante la fórmula anterior podemos calcular entonces la carga laboral neta a la que están sometidos los supervisores de las líneas de Decapado I y II:

$$\%CLN = 100\% - 1,39\% - 23,09\% = 75,52\%$$

Tenemos que la carga laboral neta para este caso de estudio es de 75,52% lo que equivale a 6,0416 horas dedicadas a actividades productivas propias de su cargo en una jornada laboral de 8 horas.

5.3.1.5 Cálculo del promedio porcentual de tiempo productivo de los supervisores de las líneas de Decapado I y II: ya conocida la carga laboral a la que se encuentran sometidos los supervisores de estas líneas, es importante conocer el tiempo productivo de los supervisores, el cual se define como el tiempo utilizado únicamente para realizar actividades productivas propias del cargo que representan, lo que deja de lado todas aquellas actividades que no son productivas pero que se deben realizar obligatoriamente, como los traslados y las demoras. Esta definición de tiempo productivo lo podemos calcular de la siguiente manera:

$$\%TP = \%CLN - \%A_{\text{traslados}} - \%A_{\text{demoras}} \quad (5.7)$$

Donde:

%TP: Promedio porcentual de Tiempo productivo.

%CLN: Promedio porcentual de carga laboral neta.

%A_{traslados}: Promedio porcentual de actividades del tipo Traslados.

%A_{demoras}: Promedio porcentual de actividades del tipo Demoras.

Utilizando esta fórmula podemos ver el porcentaje de tiempo productivo promedio que tienen los supervisores de las líneas de Decapado I y II:

$$\%TP = 75,52\% - 7,65\% - 0,83\% = 67,04\%$$

Tenemos como resultado un promedio porcentual del 67,04% lo que equivale a 5,3632 horas de un turno de trabajo de 8 horas.

5.3.1.6 Cálculo de la probabilidad de ocurrencia de carga crítica para los supervisores de las líneas de Decapado I y II: Cuando definimos tiempo ocioso y carga laboral neta, hacíamos mención a que no todos los días de trabajo se tendría exactamente el mismo valor de carga laboral y de tiempo ocioso que calculamos, ya que este es solo un promedio porcentual que se logra en el tiempo, sin embargo, es importante conocer cuál es la probabilidad de que en un día de trabajo la carga de trabajo sea elevada, es decir, este por encima del tiempo disponible o bien que no se haya podido gozar del beneficio del suplemento de trabajo asignado.

Para conocer esta probabilidad tenemos que ver cuál fue la carga laboral de cada día de trabajo y para luego calcular el promedio de carga laboral diario y con ayuda de la curva de distribución normal determinar cuál es el porcentaje de ocurrencia de que un día de trabajo tenga una carga laboral mayor al del tiempo disponible. Sin embargo, si tomamos en cuenta que la muestra son días enteros y no actividades particulares y que esta es infinita, se hace difícil con 15 días de muestreo calcular esta probabilidad con un nivel de confianza aceptable.

Sabemos que podemos calcular la carga laboral restándole al espacio muestral total (100%) el porcentaje de actividades del tipo Ocio, entonces aprovechando que las muestras de actividades del tipo Ocio tomadas tienen un nivel de confianza del 95% y un error muestral del 1,12%, podemos calcular el promedio diario de actividades ocio que se realizan por días y con las muestras que se tienen podemos buscar la curva de distribución de probabilidad que mejor se adapte a ellas para generar números pseudoaleatorios que se comporten bajo esa curva, consiguiendo entonces una simulación de la duración de cada actividad del tipo “Ocio” realizada. Luego estos valores se agruparían según el promedio de actividades ocio que se realizan por día, se sumarían y los compararíamos con el suplemento de trabajo asignado.

La suma total de actividades del tipo Ocio simuladas en un día de trabajo y con un suplemento de trabajo asignado, se comparan debido a que este puede ser el indicativo que nos ayudaría de forma rápida a conocer la carga laboral a la que se encuentra un supervisor, ya que si en una jornada de trabajo este no logra hacer uso de todo el tiempo suplementario asignado se considera que tuvo un día de trabajo muy cargado o una carga de trabajo crítica.

De lo anteriormente expuesto, hemos definido un procedimiento para calcular y conocer la probabilidad de ocurrencia de carga crítica:

1. Se toma toda la muestra de actividades “Ocio” y se busca una distribución de probabilidad que mejor se adapte a los valores.
2. Se calcula el promedio de actividades “Ocio” que se realiza por día.
3. Se define el rango de tiempo que se desea simular.
4. Se calcula el número de actividades “Ocio” que se realizarían para ese rango de tiempo que se desea simular.
5. Se generan números pseudoaleatorios que se comporten bajo la curva de probabilidad a la que se ajusta a la muestra.
6. Se agrupan los valores según el número de actividades “Ocio” que se realiza en promedio por día, luego se suman los valores y se calcula el porcentaje que representa.
7. Se compara para cada día generado el porcentaje de actividades “ocio” con el suplemento asignado para el cargo en particular. Si las actividades “ocio” está

por debajo del suplemento asignado, se considera ese día de trabajo con una carga crítica.

8. Se cuentan cuantos días con carga normal y con carga crítica había.
9. Se divide la cantidad de días con carga crítica entre el total de días generados por simulación.

Haciendo uso del anterior procedimiento hemos calculado la probabilidad de ocurrencia de carga crítica para los supervisores de las líneas de Decapado I y II. En primer lugar, tomamos toda la muestra de actividades Ocio, buscamos la curva de distribución de probabilidad que mejor se ajustara a estos valores. Este ajuste de valores a una curva de distribución de probabilidad lo realizamos con la ayuda de un software llamado Matlab EasyFit, el cual automáticamente se encarga de realizar esta labor modelando los valores introducidos, bajo las 90 diferentes curvas de distribución de probabilidad con las que trabaja y a su vez realiza para cada una de ellas las pruebas de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling y Chi cuadrado, para ver cuál es la que mejor adaptación tiene.

El resultado arrojado por el programa es que estos valores se ajustan a una distribución de probabilidad Dagum con parámetros $k = 2.1663$, $\alpha = 1.2281$ y $\beta = 69.283$. La gráfica donde se muestra el histograma de probabilidad y la curva modelada se puede ver a continuación:

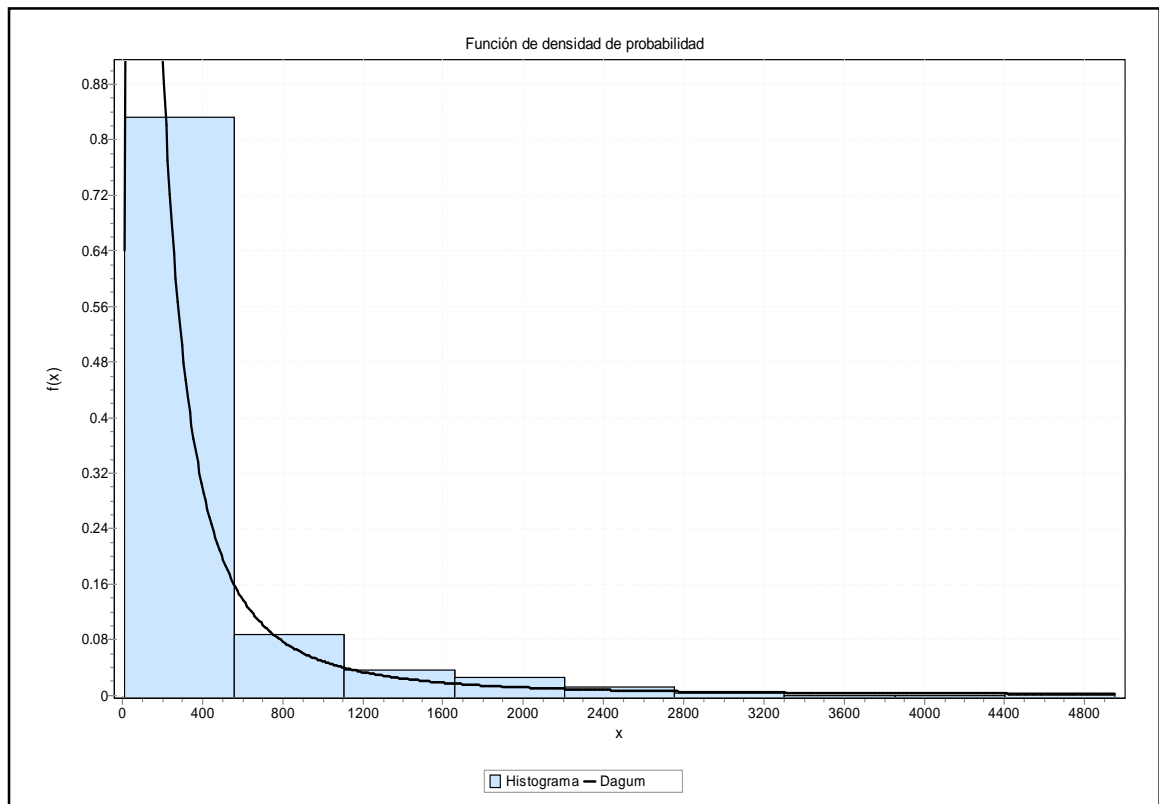


Figura 5.6 Histograma de probabilidad y curva de distribución de probabilidad para las actividades del tipo Ocio de los supervisores de las líneas de Decapado I y II.

Las pruebas de bondad de ajuste realizadas por el programa para asegurar que en verdad estos datos se comportan bajo esa curva de probabilidad fueron los testss de Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling y Chi cuadrado, los resultados de los mismos se pueden ver a continuación.

Tabla 5.11 Resultados de los testss Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling y Chi cuadrado para las actividades Ocio de los supervisores de las líneas de Decapado I y II.

Distribución: Dagum					
Kolmogorov-Smirnov					
Tamaño de la muestra	274				
Estadística	0.02781				
Valor P	0.98004				
Rango	3				
α	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	0.06482	0.07388	0.08204	0.09171	0.09841
Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra	274				
Estadística	0.26221				
Rango	1				
α	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	1.3749	1.9286	2.5018	3.2892	3.9074

Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o
Chi-cuadrado					
Grados de libertad	8				
Estadística	4.5177				
Valor P	0.80766				
Rango	6				
α	0. 2	0. 1	0. 05	0. 02	0. 01
Valor crítico	1 1.03	1 3.362	1 5.507	1 8.168	2 0.09
Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o

Para conocer el promedio de actividades del tipo Ocio por día, dividimos el total de actividades registradas de ese tipo y dividimos el resultado entre 15 días de registro de datos, lo que nos da un total de 19 actividades por día. Por otra parte, decidimos que queríamos generar 1825 días laborales que es el equivalente a trabajar 5 años, por lo que debimos generar 34675 actividades del tipo Ocio.

Por último,, gracias al software Matlab EasyFit, generamos números pseudoaleatorios que se comportaran bajo la curva de probabilidad asignada, cada valor generado equivale a la duración de cada actividad. Después de hacer los cálculos correspondientes obtuvimos como resultado 1652 actividades con carga normal y 173 actividades con carga crítica, al dividir ese último valor entre 1825 días

generados por simulación obtuvimos que la probabilidad de ocurrencia de carga crítica es del 9,48%.

5.3.2 Determinación de la carga laboral para los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual

5.3.2.1 Cálculo del promedio de duración actividades realizadas por los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual: De igual forma que en el punto 5.3.1.1 y utilizando la fórmula 3.8, calculamos el promedio de duración de cada actividad realizada por los supervisores así como el promedio de duración de las actividades según su tipo, los resultados los podemos ver a continuación en la tabla 5.12, también se incluyen sus respectivas desviaciones estándar calculadas mediante la fórmula 3.6.

Tabla 5.12 Duración promedio y desviación estándar para cada tipo de actividad realizada por los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual.

Tipo de Actividad	Cantidad de actividades registradas	Duración total de actividades registradas	Duración promedio	Desviación Estándar
Administración	198	922.58	4.66	6.49
Ambiente	20	50.40	2.52	2.05
Atención a trabajadores	70	173.92	2.48	2.69
Control de Calidad	42	221.77	5.28	11.62

Demoras	17	31.03	1.83	2.75
Fuera de cargo	101	394.98	3.91	3.99
Gestión técnica	131	290.97	2.22	2.71
Higiene y Seguridad	36	112.37	3.12	5.01
Ocio	201	649.55	3.23	4.48
Producción	512	1237.82	2.42	3.73
Traslados	614	618.62	1.01	1.87
Total	1942	4704.00	2.42	4.20

Para tener una mejor visión acerca de los resultados obtenidos en la tabla 5.12, realizamos una gráfica de barras apiladas (ver figura 5.7), en la que se muestra para cada ítem clasificatorio el rango de valores en minutos que puede adoptar una actividad particular. Este rango de valores se encuentra dividido para una desviación estándar, dos desviaciones estándar y tres desviaciones estándar, esto significa que abarca aproximadamente el 99,6% de probabilidad de que la duración de una actividad de una categoría específica se encuentre en ese rango, con un nivel de confianza del 95% y un error muestral de entre 0,14% hasta 2.91% según el tipo de ítem clasificatorio y de 0,26% para el conjunto completo.

Al igual que ocurre en el caso de los supervisores de las líneas de Decapado I y II, la data es sesgada y continua, esto quiere decir que esta responde a una curva de

probabilidad asimétrica y continua propia de variables que únicamente pueden ser positivas y que tienen tendencia hacia el infinito positivo, como por ejemplo el tiempo. Por otra parte, se está promediando un sistema clasificatorio, donde cada ítem abarca desde actividades de muy corta duración, hasta actividades que pueden durar más de 70 minutos (ver el tipo de actividad Administración en la figura 5.7).

Esto indica que las actividades son totalmente variables con respecto al tiempo de duración ya que estas responden a requerimientos logísticos y operacionales (debido a que su cargo abarca la logística y las operaciones de las líneas bajo su mando) que necesitan las líneas para mantener su continua productividad.

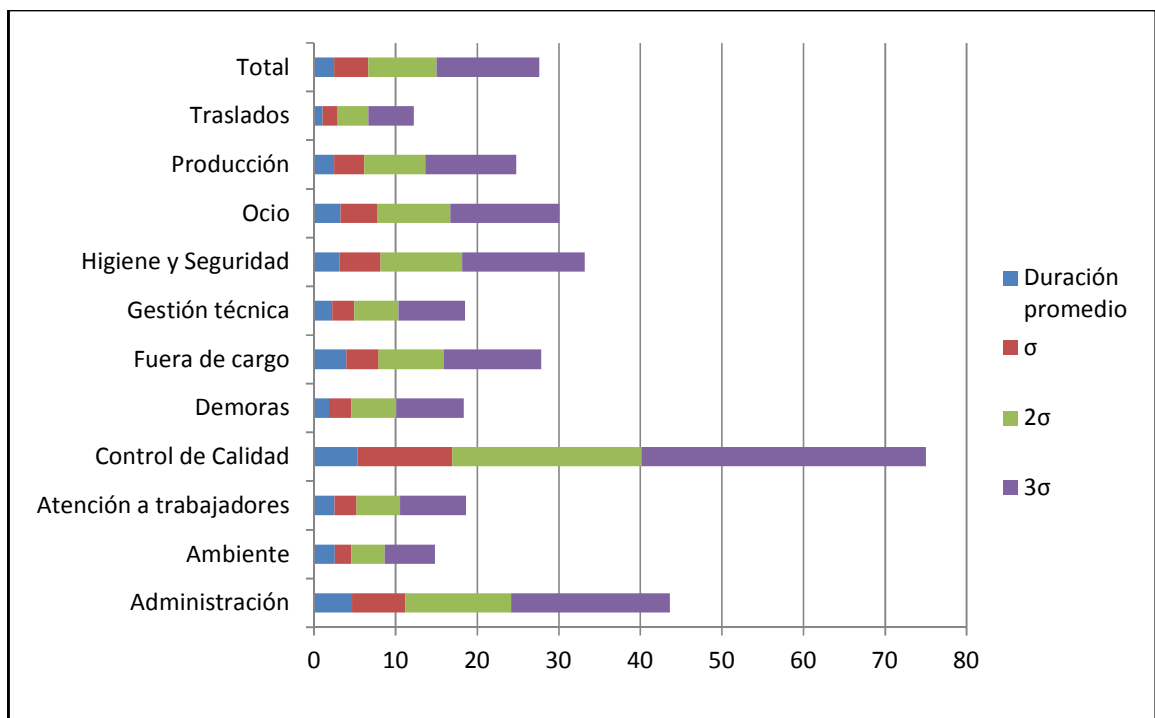


Figura 5.7 Rango de duración que puede tener cada tipo de actividad y el conjunto total de actividades que realizan los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual.

5.3.2.2 Distribución del tiempo de trabajo de los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual en diferentes tipos de actividades: Para calcular la distribución del tiempo en diferentes tipos de actividades, agrupamos toda la data registrada para este caso según el tipo de actividad a la que corresponden y se sumaron sus valores por separado. Luego, el total de tiempo de cada tipo de actividad lo dividimos entre el total de tiempo registrado de todo el conjunto y por ultimo ese valor lo multiplicamos por 100 de esta forma hayamos el promedio porcentual de duración que ocupa un determinado tipo de actividad en un espacio muestral definido (una jornada de trabajo, un mes de trabajo, etcétera). Los resultados de estos cálculos los podemos ver en la siguiente tabla. (Tabla 5.13).

Tabla 5.13 Distribución del tiempo de trabajo de los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual en diferentes tipos de actividades.

Tipo de actividad	Duración total (minutos)	Porcentaje de tiempo que representa
Administración	922.58	19.61%
Ambiente	50.40	1.07%
Atención a trabajadores	173.92	3.70%
Control de Calidad	221.77	4.71%
Demoras	31.03	0.66%
Fuera de cargo	394.98	8.40%
Gestión técnica	290.97	6.19%
Higiene y Seguridad	112.37	2.39%
Ocio	649.55	13.81%
Producción	1237.82	26.31%

Traslados	618.62	13.15%
Total	4704.00	100.00%

A partir de los datos que se observan en la tabla 5.13, hemos realizado una gráfica circular (figura 5.8) para tener una idea más clara de lo que estos datos significan. En dicha figura podemos observar que dependiendo el porcentaje de tiempo que represente una actividad, esta tendrá un área mayor o menor. A primera vista podemos apreciar que las actividades que tienen mayor porcentaje de tiempo son las actividades Producción, Administración y Ocio las cuales tienen una presencia de más de 14% cada una, mientras que entre las actividades de menor porcentaje son Ambiente, Higiene y seguridad, Demoras las cuales tienen alrededor de un 1% cada una.

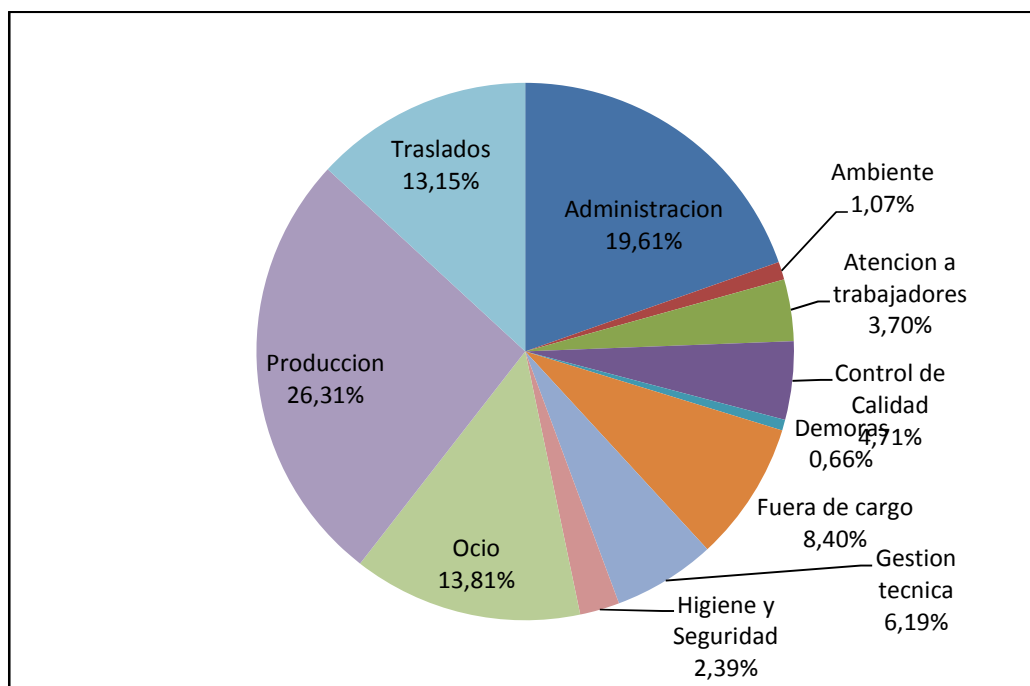


Figura 5.8 Distribución del porcentaje de tiempo de los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual en diferentes tipos de actividades.

5.3.2.3 Cálculo del tiempo disponible y del tiempo ocioso promedio para los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual: Hemos realizado estos cálculos utilizando las formulas 5.2 y 5.3 definidas en el punto 5.3.1.3. Para el cálculo del tiempo disponible el resultado es:

$$\%TD = 100\% - 10\% = 90\%$$

Mientras que resultado del cálculo de tiempo ocioso lo podemos ver a continuación:

$$\%TO = 13,81\% - 10\% = 3,81\%$$

Tenemos que para los supervisores de la línea de Skin Pass, el tiempo disponible es del 90% el cual equivale a 7,2 horas en una jornada de 8 horas, mientras que el promedio porcentual de tiempo ocioso es del 3,81% que equivale a 18,288 minutos, de igual forma para una jornada de trabajo de 8 horas.

5.3.2.4 Cálculo del promedio porcentual de carga laboral y carga laboral neta para los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual: Hemos realizado estos cálculos utilizando las formulas 5.4 y 5.5 definidas en el punto 5.3.1.4. Para el cálculo de la carga laboral el resultado es:

$$\%CL = 100\% - 13,81\% = 86,19\%$$

Mientras que resultado del cálculo de carga laboral neta lo podemos ver a continuación:

$$\%CLN = 100\% - 8,40\% - 13,81\% = 77,79\%$$

Podemos ver entonces que el promedio porcentual de la carga laboral y la carga laboral neta es de 86,19% y 77,79% respectivamente lo que equivale a 6,6852 horas de carga laboral y 6,2232 horas de carga laboral neta para una jornada de trabajo de 8 horas. Podemos ver además que la diferencia entre ambas es considerable, esto es debido a la tendencia que tienen estos supervisores a realizar actividades que no son de su competencia, la cual hemos podido observar directamente que se debe a la falta de apoyo que estos tienen del personal y a las continuas fallas en las maquinas que no tienen respuesta por servicio técnico y que ellos mismos buscan resolver por su cuenta.

5.3.2.5 Cálculo del promedio porcentual de tiempo productivo de los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual: Hemos realizado estos cálculos utilizando la formula X definidas en el punto 5.3.1.5. Para el cálculo del promedio porcentual del tiempo productivo el resultado es:

$$\%TP = 77,79\% - 13,15\% - 0,66\% = 63,98\%$$

Tenemos que el promedio porcentual de tiempo productivo para los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual es de 63,98% lo que equivale a 5,1184 horas de una jornada de trabajo de 8 horas.

5.3.2.6 Cálculo de la probabilidad de ocurrencia de carga crítica para los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual: Para el cálculo de probabilidad de ocurrencia de carga crítica, nos basamos en el mismo procedimiento que se utilizó en el punto 5.3.1.6 en el que se le calculaba la probabilidad de ocurrencia de carga crítica a los supervisores de las líneas de Decapado I y II.

Al tomar toda la muestra de actividades “Ocio” para este caso, determinamos la curva de probabilidad a la que responden utilizando el software Matlab EasyFit. El resultado obtenido es que estos valores se comportan bajo una distribución de probabilidad inversa gaussiana de parámetros $\lambda = 100.48$, $\mu = 193.75$ y $\gamma = 0$, la gráfica con donde se contrasta el histograma de frecuencia con la curva de probabilidad y la tabla con los resultados de las pruebas de bondad de ajuste se pueden ver a continuación en la figura 5.9 y la tabla 5.14.

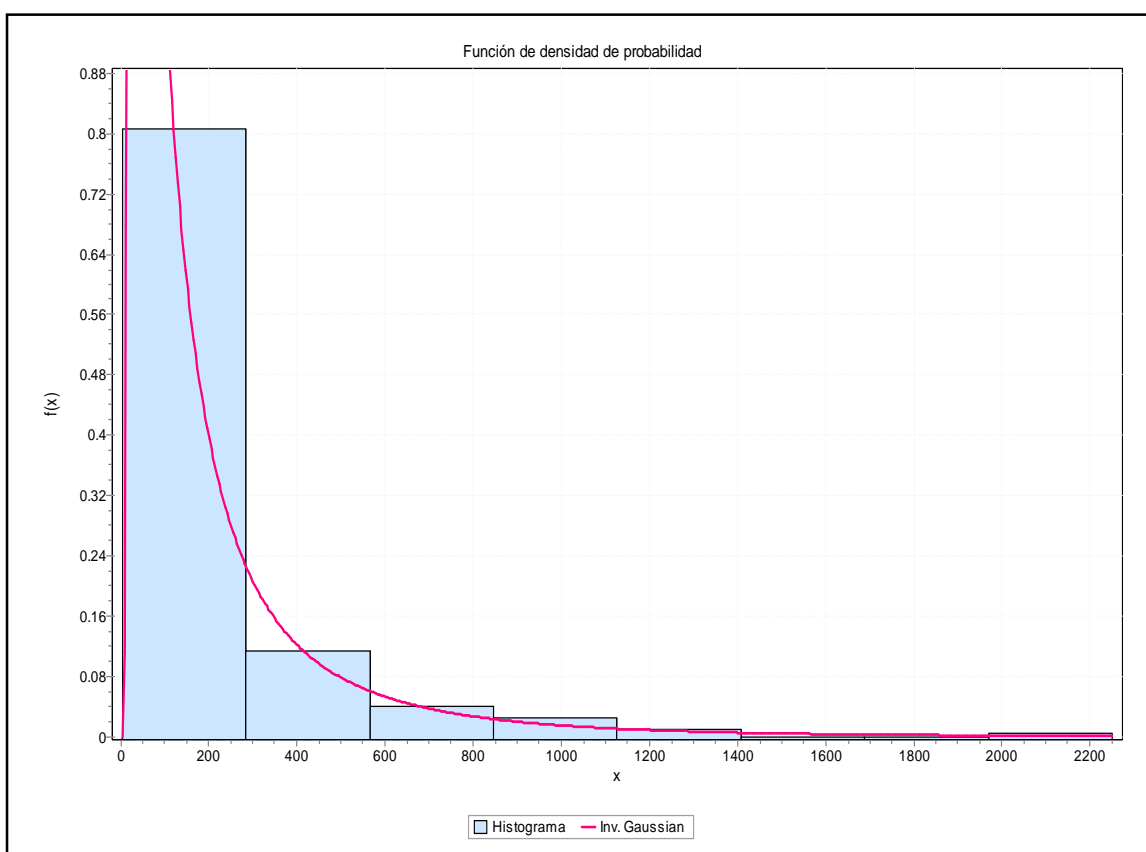


Figura 5.9 Histograma de probabilidad y curva de distribución de probabilidad para las actividades “Ocio” de los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual.

Tabla 5.14 Resultados de los testss Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling y Chi cuadrado para las actividades “Ocio” de los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II.

Distribución: Inv. Gaussian					
Kolmogorov-Smirnov					
Tamaño de la muestra	201				
Estadística	0.05137				
Valor P	0.64467				
Rango	2				
α	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	0.07568	0.08626	0.09579	0.10707	0.1149
Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra	201				
Estadística	0.82293				
Rango	14				
α	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	1.3749	1.9286	2.5018	3.2892	3.9074

Rechazar?	o	o	o	o	o
Chi-cuadrado					
Grados de libertad	7				
Estadística	4.2124				
Valor P	0.75501				
Rango	6				
α	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	9.8032	1.2017	1.4067	1.6622	1.8475
Rechazar?	o	o	o	o	o

Sabemos que en promedio se realizan 21 actividades ociosas para este caso, lo que para un horizonte de 5 años son 38325 actividades a generar virtualmente mediante simulación. Al generar tal cantidad de actividades y hacer 1825 grupos de 21 días cada uno para realizar los cálculos respectivos, obtuvimos que se tiene una probabilidad de ocurrencia de carga crítica del 44,30%.

5.3.3 Determinación de la carga laboral para los supervisores de la línea de Skin Pass

5.3.3.1 Cálculo del promedio de duración de actividades realizadas por los supervisores de las líneas de Skin Pass: Con el fin de conocer el promedio de duración de cada actividad realizada por los supervisores de la línea de Skin Pass, nos basamos en el mismo procedimiento descrito en el punto 5.3.1.1, mediante el cual obtuvimos los resultados que se pueden ver a continuación. (Figura 5.15).

Tabla 5.15. Duración promedio y desviación estándar para cada tipo de actividad realizada por los supervisores de la línea de Skin Pass.

Tipo de Actividad	Cantidad de actividades registradas	Duración total de actividades registradas	Duración promedio	Desviación Estándar
Administración	87	646.78	7.43	15.39
Ambiente	4	19.97	4.99	7.96
Atención a Trabajadores	30	126.53	4.22	4.66
Control de Calidad	25	114.70	4.59	5.06
Demoras	9	27.18	3.02	1.94
Fuera de cargo	12	57.30	4.77	7.93
Higiene y Seguridad	15	61.07	4.07	3.15

Ocio	122	792.0 5	6.49	7.92
Producción	105	261.2 8	2.49	2.70
Técnico	84	326.7 3	3.89	4.53
Traslados	136	220.4 7	1.62	2.06
Total general	629	2654. 07	4.22	7.58

Para tener una mejor visión acerca de los resultados obtenidos en la tabla 5.15, realizamos una gráfica de barras apiladas (Figura 5.10), en la que se muestra para cada ítem clasificatorio el rango de valores en minutos que puede adoptar una actividad particular. Este rango de valores se encuentra dividido para una desviación estándar, dos desviaciones estándar y tres desviaciones estándar, esto significa que abarca aproximadamente el 99,6% de probabilidad de que la duración de una actividad de una categoría específica se encuentre en ese rango, con un nivel de confianza del 89,9% y un error muestral de entre 0,35% hasta 7.80% según el tipo de ítem clasificatorio y de 0,59% para el conjunto completo.

Al igual que ocurre en el caso de los supervisores de las líneas de Decapado I y II, la data es sesgada y continua, esto quiere decir que esta responde a una curva de probabilidad asimétrica y continua propia de variables que únicamente pueden ser positivas y que tienen tendencia hacia el infinito positivo, como por ejemplo el tiempo. Por otra parte, se está promediando un sistema clasificatorio, donde cada ítem abarca desde actividades de muy corta duración, hasta actividades que pueden durar más de 70 minutos (ver el tipo de actividad Administración en la figura 5.9).

Esto indica que las actividades son totalmente variables con respecto al tiempo de duración ya que estas responden a requerimientos logísticos y operacionales (debido a que su cargo abarca la logística y las operaciones de las líneas bajo su mando) que necesitan las líneas para mantener su continua productividad.

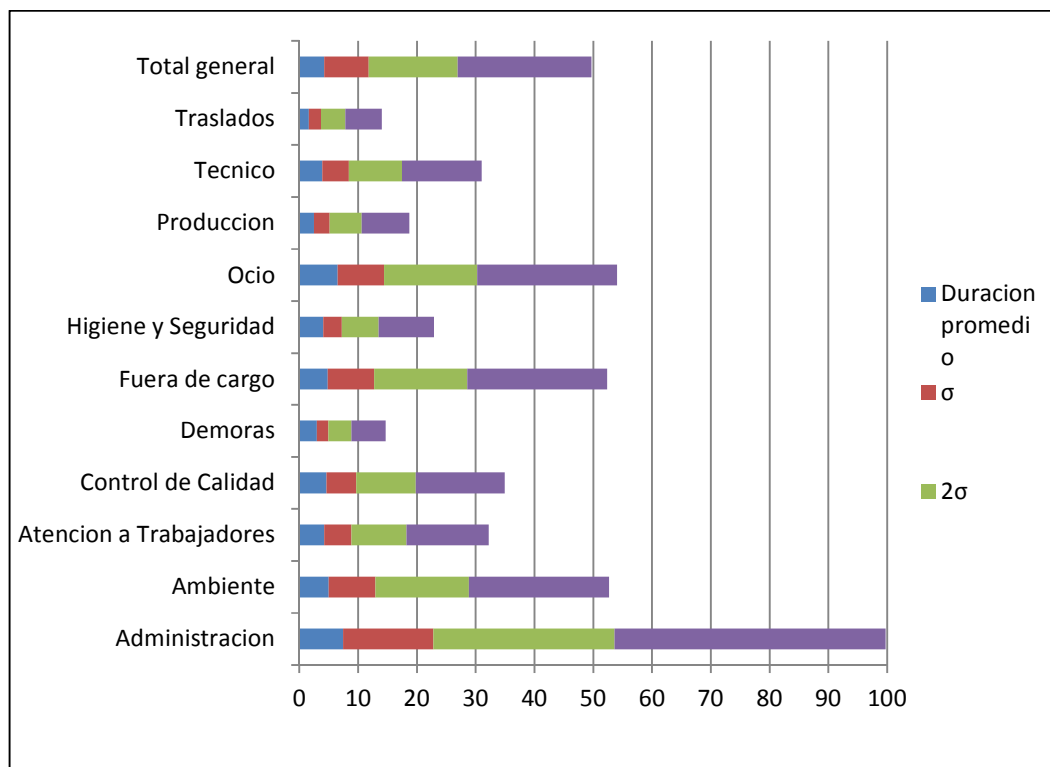


Figura 5.10 Rango de duración que puede tener cada actividad realizada para todo el conjunto total y según la clasificación a la que pertenezca.

5.3.3.2 Distribución del tiempo de trabajo de los supervisores de la línea de Skin Pass en diferentes tipos de actividades: Para calcular la distribución del tiempo en diferentes tipos de actividades, agrupamos toda la data registrada para este caso según el tipo de actividad a la que corresponden y se sumaron sus valores por separado. Luego, el total de tiempo de cada tipo de actividad lo dividimos entre el total de tiempo registrado de todo el conjunto y por ultimo ese valor lo multiplicamos por 100 de esta forma hayamos el promedio porcentual de duración que ocupa un determinado tipo de actividad en un espacio muestral definido (una jornada de trabajo, un mes de trabajo, etcétera). Los resultados de estos cálculos los podemos ver en la siguiente tabla. (Tabla 5.16).

Tabla 5.16 Distribución del tiempo de trabajo de los supervisores de la línea de Skin Pass en diferentes tipos de actividades.

Tipo de actividad	Duración total (minutos)	Porcentaje de tiempo que representa
Administración	922.58	24.37%
Ambiente	50.40	0.75%
Atención a trabajadores	173.92	4.77%
Control de Calidad	221.77	4.32%
Demoras	31.03	1.02%
Fuera de cargo	394.98	2.16%
Gestión técnica	290.97	2.30%
Higiene y Seguridad	112.37	29.84%
Ocio	649.55	9.84%
Producción	1237.82	12.31%
Traslados	618.62	8.31%

Total	2654.07	100.00%
--------------	----------------	----------------

A partir de los datos que se observan en la tabla 5.16, hemos realizado una gráfica circular (figura 5.11) para tener una idea más clara de lo que estos datos significan. En dicha figura podemos observar que dependiendo del porcentaje de tiempo que represente una actividad, esta tendrá un área mayor o menor. A primera vista podemos apreciar que las actividades que tienen mayor porcentaje de tiempo son las actividades Administración y Ocio las cuales tienen una presencia de más de 24,37% cada una, mientras que entre las actividades de menor porcentaje son Ambiente, Higiene y seguridad, Demoras las cuales tienen alrededor de un 1% cada una.

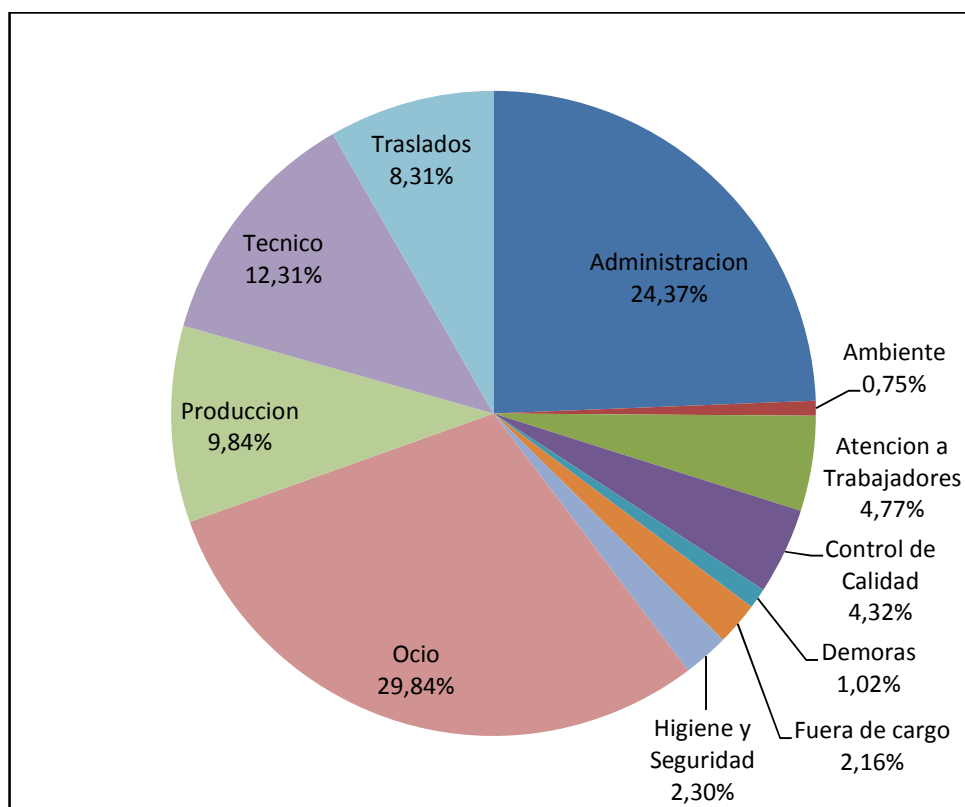


Figura 5.11 Distribución del porcentaje de tiempo de los supervisores de la línea de Skin Pass en diferentes tipos de actividades.

5.3.3.3 Cálculo del tiempo disponible y del tiempo ocioso promedio para los supervisores de la línea de Skin Pass: Hemos realizado estos cálculos utilizando las formulas 5.2 y 5.3 definidas en el punto 5.3.1.3. Para el cálculo del tiempo disponible el resultado es:

$$\%TD = 100\% - 10\% = 90\%$$

Mientras que resultado del cálculo de tiempo ocioso lo podemos ver a continuación:

$$\%TO = 29,84\% - 10\% = 19,84\%$$

Tenemos que para los supervisores de la línea de Skin Pass, el tiempo disponible es del 90% el cual equivale a 7,2 horas en una jornada de 8 horas, mientras que el promedio porcentual de tiempo ocioso es del 19,84% que equivale a 1,5872 horas, de igual forma para una jornada de trabajo de 8 horas.

5.3.3.4 Cálculo del promedio porcentual de carga laboral y carga laboral neta para los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual: Hemos realizado estos cálculos utilizando las formulas 5.4 y 5.5 definidas en el punto 5.3.1.4. Para el cálculo de la carga laboral el resultado es:

$$\%CL = 100\% - 29,84\% = 70,16\%$$

Mientras que resultado del cálculo de carga laboral neta lo podemos ver a continuación:

$$\%CLN = 100\% - 2,16\% - 29,84\% = 68\%$$

Podemos ver entonces que el promedio porcentual de la carga laboral y la carga laboral neta es de 70,16% y 68% respectivamente lo que equivale a 5,6128 horas de carga laboral y 5,44 horas de carga laboral neta para una jornada de trabajo de 8 horas.

5.3.3.5 Cálculo del promedio de tiempo productivo de los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual: Hemos realizado estos cálculos utilizando la formula 5.7 definidas en el punto 5.3.1.5. Para el cálculo del promedio porcentual del tiempo productivo el resultado es:

$$\%TP = 68\% - 8,31\% - 1,02\% = 58,67\%$$

Tenemos que el promedio porcentual de tiempo productivo para los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual es de 63,98% lo que equivale a 5,1184 horas de una jornada de trabajo de 8 horas.

5.3.3.6 Cálculo de la probabilidad de ocurrencia de carga critica para los supervisores de la línea de Skin Pass: Para el cálculo de probabilidad de ocurrencia de carga critica, nos basamos en el mismo procedimiento que se utilizó en el punto 5.3.1.6 en el que se le calculaba la probabilidad de ocurrencia de carga critica a los supervisores de las líneas de Decapado I y II.

Al tomar toda la muestra de actividades “Ocio” para este caso, determinamos la curva de probabilidad a la que responden utilizando el software Matlab EasyFit. El resultado obtenido es que estos valores se comportan bajo una distribución de probabilidad Burr de parámetros $k = 2.1118$, $\alpha = 1.1652$ y $\beta = 500.7$, la gráfica donde se contrasta el histograma de frecuencia con la curva de probabilidad y la tabla con los resultados de las pruebas de bondad de ajuste se pueden ver a continuación en la figura 5.12 y la tabla 5.21.

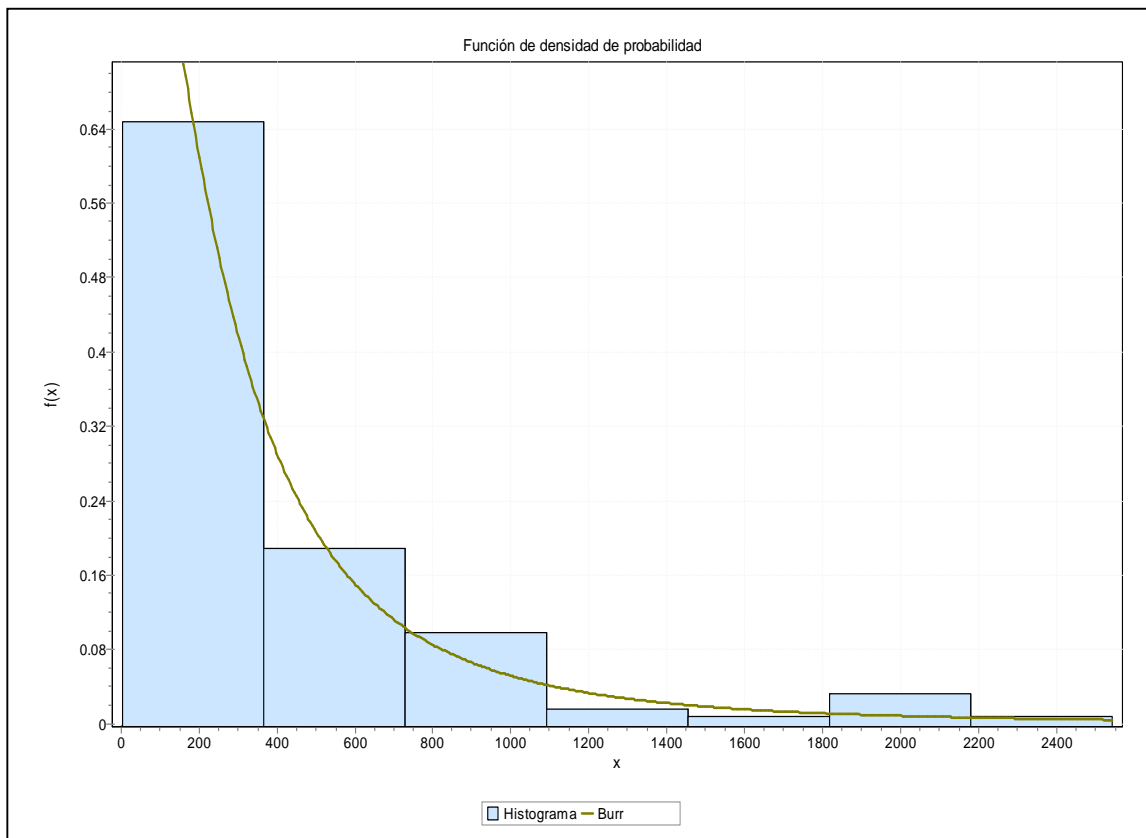


Figura 5.12 Histograma de probabilidad y curva de distribución de probabilidad para las actividades del tipo Ocio de los supervisores de la línea de Skin Pass.

Tabla 5.12 Resultados de los testss Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling y Chi cuadrado para las actividades del tipo Ocio de los supervisores de la línea de Skin Pass.

Distribución: Burr	
Kolmogorov-Smirnov	
Tamaño de la muestra	122
Estadística	0.06355
Valor P	0.68392
	7

Rango					
α	0. 2	0. 1	0. 05	0. 02	0. 01
Valor crítico	0. 09714	0. 11073	0. 12295	0. 13743	0. 14748
Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra	122				
Estadística	0.60917				
Rango	9				
α	0. 2	0. 1	0. 05	0. 02	0. 01
Valor crítico	1. 3749	1. 9286	2. 5018	3. 2892	3. 9074
Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o
Chi-cuadrado					
Grados de libertad	6				
Estadística	5.6288				
Valor P	0.46602				
Rango	15				

α	0. 2	0. 1	0. 05	0. 02	0. 01
Valor crítico	8. 5581	1 0.645	1 2.592	1 5.033	1 6.812
Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o

Sabemos que en promedio se realizan 21 actividades ociosas para este caso, lo que para un horizonte de 5 años son 38325 actividades a generar virtualmente mediante simulación. Al generar tal cantidad de actividades y hacer 1825 grupos de 21 días cada uno para realizar los cálculos respectivos, obtuvimos que se tiene una probabilidad de ocurrencia de carga crítica del 0,49%.

5.4 Diseño de un modelo de simulación para la generación de un comportamiento virtual de los supervisores de las líneas a estudiar para un horizonte de tiempo establecido a través del método de Montecarlo

Un aspecto que distingue la simulación de técnicas tales como la programación lineal o la teoría de colas, es el hecho de que un modelo de simulación debe hacerse a la medida para cada situación problemática. Un modelo de programación lineal en contraste, puede utilizarse en una serie de situaciones con solo la reformulación de los valores con solo la reformulación de los valores para la función objetivo y las ecuaciones de limitación. La naturaleza única de cada modelo de simulación significa que los procedimientos analizados posteriormente para construir y ejecutar un modelo representan una síntesis de los diferentes enfoques de la simulación y son pautas y no normas rígidas.

Los pasos que seguiremos a continuación para el diseño de un modelo de simulación son los siguientes:

1. Especificación de los parámetros y las variables. En este paso se determina que propiedades del sistema real deben ser fijas y cuales pueden variar durante todo el funcionamiento de la simulación.
2. Especificación de las normas de decisión. Estas son una serie de condiciones bajo las cuales se observa el comportamiento del modelo de simulación.
3. Especificaciones de las distribuciones de probabilidad. Para conocer bajo que distribución matemática típica se comporta un determinado parámetro.

Luego de especificadas las variables, parámetros, normas de decisión y distribuciones de probabilidad, se procede a elaborar el procedimiento que debe seguir el modelo para la generación de la simulación y esquematizarlo en un diagrama de flujo. Lo que permitirá luego su posterior programación en cualquier lenguaje computarizado o programas dirigidos para tal fin.

5.4.1 Especificación de los parámetros y las variables

Para el caso de la supervisión de las líneas en caliente los parámetros que se identificaron son los siguientes:

1. Actividades del tipo administrativas.
2. Actividades del tipo producción.

3. Actividades del tipo gestión técnica o técnica, según sea el caso (si solo supervisa operaciones o supervisa operaciones y mantenimiento).

4. Actividades del tipo control de calidad.

5. Actividades del tipo administración del personal.

6. Actividades del tipo higiene y seguridad.

7. Actividades del tipo ambiente.

8. Actividades del tipo técnico.

9. Actividades del tipo fuera de cargo.

10. Actividades del tipo ocio.

11. Actividades del tipo traslados.

12. Actividades del tipo demoras.

Estos parámetros o tipos de actividades deben medirse según la frecuencia con la que ocurren y la duración de cada una de ellas por lo que las variables de nuestro modelo son:

1. Frecuencia y duración de actividades del tipo administrativas.

2. Frecuencia y duración de actividades del tipo producción.

3. Frecuencia y duración de actividades del tipo gestión técnica o técnica, según sea el caso (si solo supervisa operaciones o supervisa operaciones y mantenimiento).
4. Frecuencia y duración de actividades del tipo control de calidad.
5. Frecuencia y duración de actividades del tipo administración del personal.
6. Frecuencia y duración de actividades del tipo higiene y seguridad.
7. Frecuencia y duración de actividades del tipo ambiente.
8. Frecuencia y duración de actividades del tipo técnico.
9. Frecuencia y duración de actividades del tipo fuera de cargo.
10. Frecuencia y duración de actividades del tipo ocio.
11. Frecuencia y duración de actividades del tipo traslados.
12. Frecuencia y duración de actividades del tipo demoras.

Cabe destacar que todos estos parámetros son necesarios para realizar una serie de cálculo que son los que a última instancia necesitamos para hacer un análisis de la carga laboral que tendría este supervisor virtual que, mediante la simulación de sus actividades, estamos generando.

Por lo que este modelo de simulación luego de generar los parámetros y variables anteriormente identificados debe procesarlos para calcular el tiempo disponible, el promedio porcentual de tiempo ocioso, el promedio porcentual de carga laboral y carga laboral neta y el promedio porcentual de tiempo productivo mediante las formulas 5.2, 5.3, 5.5, 5.6 y 5.7 respectivamente.

5.4.2 Especificación de las normas de decisión

El modelo de simulación debe tener la capacidad de poder decidir dos cuestiones, la primera es poder decidir qué tipo de actividad es cada una de las generadas por simulación y segundo saber cuándo dejar de generar actividades.

Para decidir qué tipo de actividad es cada una de las generadas por simulación el modelo realiza las siguientes operaciones:

1. Del muestreo realizado a un caso específico verifica la frecuencia de cada tipo de actividad.
2. Calcula la frecuencia absoluta de cada tipo de actividad.
3. Calcula el porcentaje que representa cada tipo de actividad del total de actividades registradas para ese caso.
4. Realiza un porcentaje acumulado para cada tipo de actividad, de esta forma, se tiene el rango de valores que representa cada tipo de valor.
5. Para cada actividad generada, el algoritmo debe generar un número aleatorio de entre el 0 y 100 y para cada valor que aparezca dependiendo al rango al que pertenezca es un tipo de actividad.

6. Para la segunda decisión que debe tomar el modelo, solo basta con indicarle cuantas actividades generar.

5.4.3 Especificación de las distribuciones de probabilidad

La especificación de las distribuciones de probabilidad se hace para cada uno de los tipos de actividades que componen un caso en específico. Esto es importante para la generación de valores aleatorios que se comporten bajo los parámetros de las distribuciones de probabilidad que identifica cada tipo de actividad, de esta forma, podemos conocer la duración que tendría cada una de las actividades generadas mediante simulación.

5.4.4 Procedimiento que sigue el modelo de simulación

A continuación se detalla el procedimiento que sigue el modelo de simulación diseñado para la generación de un comportamiento virtual de los supervisores. Al final se muestra en la figura X un diagrama de flujo que representa en forma esquemática el procedimiento que a continuación se detalla:

1. Del muestreo realizado a un caso específico verifica la frecuencia de cada tipo de actividad.
2. Calcula la frecuencia absoluta de cada tipo de actividad.
3. Calcula el porcentaje que representa cada tipo de actividad del total de actividades registradas para ese caso.
4. Realiza un porcentaje acumulado para cada tipo de actividad, de esta forma, se tiene el rango de valores que representa cada tipo de valor.

5. Para cada actividad generada, el algoritmo debe generar un número aleatorio de entre el 0 y 100 y para cada valor que aparezca dependiendo al rango al que pertenezca es un tipo de actividad.

6. Según el tipo de actividad identificada, con la distribución de probabilidad que la represente se genera un valor aleatorio que se comporte bajo esa distribución. Esta será la duración de dicha actividad.

7. Se generan actividades hasta completar el tiempo necesario. Este tiempo necesario debe establecerse y es el que determina cuando se deben dejar de generar actividades.

8. Contabiliza el total de duración de actividades generadas y el total de duración de actividades generadas para cada tipo.

9. Calcular el porcentaje que representa cada tipo de actividad para el total de duración generada.

10. Realizar los cálculos de tiempo disponible, el promedio porcentual de tiempo ocioso, el promedio porcentual de carga laboral y carga laboral neta y el promedio porcentual de tiempo productivo mediante las formulas 5.2, 5.3, 5.5, 5.6 y 5.7 respectivamente.

11. Mostrar una tabla con los resultados de los cálculos realizados en el paso 10 de este procedimiento.

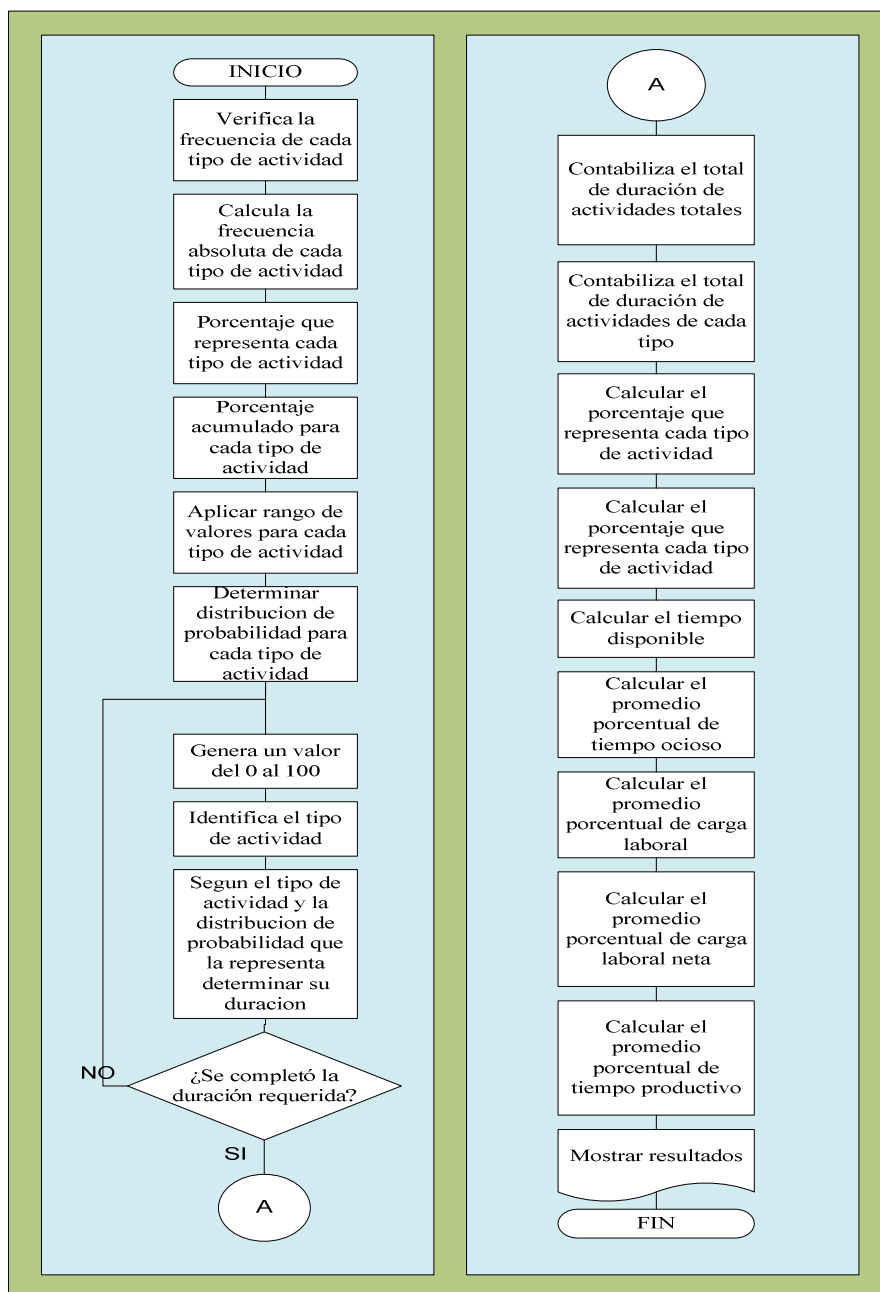


Figura 5.13 Diagrama de flujo del modelo de generación de actividades modelo de simulación para la generación de un comportamiento virtual de los supervisores de las líneas a estudiar para un horizonte de tiempo establecido a través del método de Montecarlo.

5.5 Determinación de la carga laboral para diferentes configuraciones que puede adoptar la fuerza laboral a nivel de supervisores en las líneas objeto de estudio

Para determinar la carga laboral a diferentes configuraciones que puede adoptar la fuerza laboral a nivel de supervisores en las líneas de estudio, nos basamos en las muestras tomadas a las que luego les hicimos un tratamiento para poder convertirlas en casos hipotéticos que se podían adoptar y que la gerencia de productos laminados estaba interesada en conocer, por lo que en realidad no se probaron todas las configuraciones posibles si no aquellas que en verdad valdrían la pena aplicar y aquellas que los trabajadores deseaban adoptar. Es por ello que en primer lugar definimos cuales son estas configuraciones hipotéticas que se querían conocer, luego determinamos la carga laboral para cada elemento que la conforma y por ultimo compararlas para ver cuál es la mejor.

Para definir estas configuraciones hipotéticas, en primer lugar, se descartó la posibilidad de estudiar un supervisor para cada línea de Decapado, debido a que la carga laboral que estos poseen les permite un promedio porcentual de tiempo ocioso de aproximadamente 10%, esto significa que su carga laboral es aproximadamente un 10% por debajo de su tiempo disponible, además de que la probabilidad de ocurrencia de carga crítica es muy bajo, estos resultados se pueden ver en el punto 5.3.1 en el que se determina la carga laboral para los supervisores de las líneas de Decapado I y II.

Por otra parte, También se descarta la posibilidad de que un supervisor que tenga bajo su mando una línea de Decapado pueda supervisar otra línea que no sea la otra línea de Decapado, esto es debido a que éstas tienen diferente jefatura que las líneas de Corte y Tajado I y II, Reparación Manual y Skin Pass por lo que abriría un cruce de dependencias que no se desea y que estaría en contra de lo establecido en el organigrama de la gerencia de productos laminados.

De esta forma,, podemos ver que solo debemos determinar diferentes distribuciones para las líneas de Corte y Tajado I y II, Reparación Manual y Skin Pass, y con esto se dan las siguientes configuraciones hipotéticas:

1. Un supervisor para las líneas de Decapado I y II, un supervisor para las líneas de Corte y Tajado I y II y un supervisor para las líneas de Skin Pass y de Reparación Manual.

2. Un supervisor para las líneas de Decapado I y II, Un supervisor para la línea de Corte y Tajado I, un supervisor para la línea de Corte y Tajado II y un supervisor para la línea de Skin Pass y Reparación Manual.

3. Un supervisor para las líneas de Decapado I y II y un supervisor para las líneas de Corte y Tajado I y II, Reparación Manual y Skin Pass.

Para poder conocer estas configuraciones hipotéticas debemos determinar la carga laboral para los siguientes casos hipotéticos:

1. Un supervisor para las líneas de Corte y Tajado I y II.

2. Un supervisor para cada línea de Corte y Tajado I y II.

3. Un supervisor para las líneas de Skin Pass y Reparación Manual.

4. Un supervisor para las líneas de Corte y Tajado I y II, Reparación Manual y Skin Pass.

Para calcular la carga laboral de cada uno de los casos hipotéticos utilizamos el modelo realizado en el punto 5.4, con la salvedad de que este no va a determinar una

curva de probabilidad de ocurrencia a cada tipo de actividad si no que va a calcular una sola curva de distribución de probabilidad para todas las actividades productivas y aparte va a determinar una curva de distribución de probabilidad para las actividades del tipo Traslados, Ocio y Fuera de cargo cada una por separado, ya que con esto solamente determinamos el promedio porcentual de duración para los tipos de actividad necesarios en la aplicación de las formulas definidas a lo largo del punto 5.3.1 donde se establecen los métodos utilizados para calcular la carga laboral. De esta forma, se eliminan muchos errores que pudieran generarse al utilizar tantas curvas de distribución de probabilidad.

5.5.1 Determinación de la carga laboral para un supervisor en las líneas de Corte y Tajado I y II

Para calcular la carga laboral de este caso hipotético nos basamos en la muestra recogida para los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual, a las cuales les hicimos una modificación para su uso. Partiendo de la suposición de que al tener una línea menos bajo su cargo los supervisores tendrían menos carga laboral, buscamos todas las actividades referentes a la línea de Reparación Manual y las catalogamos como actividades del tipo Ocio, esto se realizó con el fin de que se reflejara esta disminución en la carga sin que se perdiera la proporción muestral que había registrado. De esta forma, se toma en cuenta que los supervisores tendrían más tiempo ocioso y por lo tanto menor carga laboral al tener menos responsabilidades y menos líneas que atender.

Para la generación de actividades virtuales se proyectaron los datos para un horizonte de un año, lo que equivale a generar 2920 horas de trabajo para la jornada correspondiente de 7 a.m. a 3 p.m. (8 horas de trabajo diarias por 365 días del año). Las curvas de distribución de probabilidad que se adaptaron a las actividades

productivas, traslados, fuera de cargo, ocio y demoras se pueden ver en la siguiente tabla. (Tabla 5.18).

Tabla 5.18 Distribuciones de probabilidad para cada tipo de actividad del caso hipotético de un supervisor para las líneas de Corte y Tajado I y II.

Tipo de actividad	Distribución de probabilidad	Parámetros
Actividades Productivas	Burr	$\kappa=0.41705$ $\alpha=3.0154$ $\beta=59.186$ $\gamma=-6.3532$
Ocio	Log-Normal	$\sigma=1.1824$ $\mu=4.481$ $\gamma=0.3$ 3508
Traslados	Burr	$\kappa=0.18176$ $\alpha=4.267$ $\beta=4.$ 8806
Demoras	Burr	$\kappa=0.70092$ $\alpha=2.0914$ $\beta=4$ 5.845
Fuera de cargo	Wakeby	$\alpha=0$ $\beta=0$ $\gamma=223.21$ $\delta=0.05799$ $\xi=-2.3123$

Los resultados de las pruebas de bondad de ajuste se muestran en el apéndice A. Los resultados arrojados por el algoritmo se pueden ver en la siguiente tabla. (Tabla 5.19).

Tabla 5.19 Resultados arrojados por el modelo de simulación sobre la carga laboral que ejercería el caso hipotético de supervisor en las líneas de Corte y Tajado I y II.

Elemento de la Carga Laboral	Resultado
Promedio porcentual de tiempo disponible:	90%
Promedio porcentual de tiempo ocioso:	9,24%
Promedio porcentual de carga laboral:	80,76%
Promedio porcentual de carga laboral neta:	71,85%
Promedio porcentual de tiempo productivo:	63,43%

Para calcular la probabilidad de ocurrencia de carga crítica para este caso hipotético, nos basamos en el procedimiento descrito en el punto 5.3.1.6 donde se explica cómo realizarlo. En este caso se obtuvieron 5148 actividades del tipo Ocio las cuales al dividir las entre los 365 días de proyección que se realizó con el modelo de simulación nos da un promedio de 15 actividades del tipo Ocio por día. Sabiendo que la distribución de probabilidad para las actividades del tipo Ocio de este caso es Log-Normal cuyos parámetros se pueden ver en la tabla 5.18, generamos actividades virtuales de este tipo, para un horizonte de 5 años consiguiendo que la probabilidad de ocurrencia de carga crítica es igual a 36,48%.

5.5.2 Determinación de la carga laboral para un supervisor en cada línea de Corte y Tajado

Para calcular la carga laboral de este caso hipotético nos basamos en la muestra recogida para los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual, a las cuales les hicimos una modificación para su uso. Partiendo de la suposición de que al tener una línea menos bajo su cargo los supervisores tendrían

menos carga laboral, buscamos todas las actividades referentes a las líneas de Reparación Manual y Corte y Tajado II y las catalogamos como actividades “Ocio”, esto se realizó con el fin de que se reflejara esta disminución en la carga sin que se perdiera la proporción muestral que había registrado. De esta forma, se toma en cuenta que los supervisores tendrían más tiempo ocioso y por lo tanto menor carga laboral al tener menos responsabilidades y menos líneas que atender. Cabe destacar que los datos que quedan representarían a un supervisor en la línea de Corte y Tajado I, sin embargo, al separar las actividades de Corte y Tajado I y las de Corte y Tajado II, conseguimos que casi todas las actividades realizadas fueron en la línea de Corte y Tajado I, esto es debido a que las dos líneas se encuentran totalmente distantes y los supervisores prefieren quedarse cerca de la línea de Corte y Tajado I, porque también pueden atender a la línea de Reparación Manual y gestionar desde la oficina las operaciones de las líneas de Corte y Tajado II. Sin embargo, suponiendo que tendrían en la línea de Corte y Tajado II las mismas comodidades que se tiene en la línea de Corte y Tajado I, podemos decir que en caso de tener un supervisor en cada línea se harían las mismas actividades y se les daría por igual a cada línea la misma atención, por lo que en realidad de esta forma se estaría calculando la carga laboral de un supervisor en cada una de estas líneas.

Para la generación de actividades virtuales se proyectaron los datos para un horizonte de un año, lo que equivale a generar 2920 horas de trabajo para la jornada correspondiente de 7 a.m. a 3 p.m. (8 horas de trabajo diarias por 365 días del año). Las curvas de distribución de probabilidad que se adaptaron a las actividades productivas, traslados, fuera de cargo, ocio y demoras se pueden ver en la siguiente tabla. (Tabla 5.20).

Tabla 5.20 Distribuciones de probabilidad para cada tipo de actividad del caso hipotético de un supervisor para cada una de las líneas de Corte y Tajado I y II.

Tipo de actividad	Distribución de probabilidad	Parámetros
Actividades Productivas	Burr	$\kappa=0.53607$ $\alpha=2.3981$ $\beta=61.882$ $\gamma=-1.6605$
Ocio	Burr	$\kappa=0.94101$ $\alpha=1.5425$ $\beta=6$ 9.476
Traslados	Burr	$\kappa=0.13175$ $\alpha=5.9138$ $\beta=4.$ 2225
Demoras	Inversa Gaussiana	$\lambda=160.62$ $\mu=77.333$
Fuera de cargo	Log-Pearson	$\alpha=15.639$ $\beta=-0.29599$ $\gamma=$ 9.5557

Los resultados de las pruebas de bondad de ajuste se muestran en el apéndice B. Los resultados arrojados por el algoritmo se pueden ver en la siguiente tabla. (Tabla 5.25).

Tabla 5.21 Resultados arrojados por el modelo de simulación sobre la carga laboral que ejercería el caso hipotético de un supervisor en cada una de las líneas de Corte y Tajado I y II.

Elemento de la Carga Laboral	Resultado
Promedio porcentual de tiempo disponible:	90%
Promedio porcentual de tiempo ocioso:	25,26%
Promedio porcentual de carga laboral:	64,74%
Promedio porcentual de carga laboral neta:	55,90%
Promedio porcentual de tiempo productivo:	50,04%

Para calcular la probabilidad de ocurrencia carga crítica, nos basamos en el procedimiento descrito en el punto 5.3.1.6 donde se explica cómo realizarlo. En este caso se obtuvieron 20374 actividades del tipo Ocio las cuales al dividir las entre los 365 días de proyección que se realizó con el modelo de simulación nos da un promedio de 56 actividades del tipo Ocio por día. Sabiendo que la distribución de probabilidad para las actividades del tipo Ocio de este caso es Burr cuyos parámetros se pueden ver en la tabla 5.20, generamos actividades virtuales de este tipo, para un horizonte de 5 años consiguiendo que la probabilidad de ocurrencia de carga crítica, es igual a 0,00%.

5.5.3 Determinación de la carga laboral para un supervisor en las líneas de Skin Pass y Reparación Manual

Para calcular la carga laboral de este caso hipotético nos basamos en la muestra recogida para los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual y la muestra recogida para los supervisores de Skin Pass, a las cuales les

hicimos una modificación para su uso. Partiendo de la suposición de que al tener una línea menos bajo su cargo los supervisores tendrían menos carga laboral, buscamos todas las actividades referentes a la línea de Reparación Manual y las unimos con la muestra recogida para los supervisores de la línea de Skin Pass, de igual forma la cantidad de actividades agregadas fue la misma cantidad de actividades ociosas que se retiró de la muestra original de forma aleatoria. Esto se realizó con el fin de que se reflejara esta disminución en la carga sin que se perdiera la proporción muestral que había registrado. De esta forma, se toma en cuenta que los supervisores tendrían más tiempo ocioso y por lo tanto menor carga laboral al tener menos responsabilidades y menos líneas que atender.

Para la generación de actividades virtuales se proyectaron los datos para un horizonte de un año, lo que equivale a generar 2920 horas de trabajo para la jornada correspondiente de 7 a.m. a 3 p.m. (8 horas de trabajo diarias por 365 días del año). Las curvas de distribución de probabilidad que se adaptaron a las actividades productivas, traslados, fuera de cargo, ocio y demoras se pueden ver en la siguiente tabla. (Tabla 5.22).

Tabla 5.22 Distribuciones de probabilidad para cada tipo de actividad del caso hipotético de un supervisor para las líneas de Skin Pass y Reparación Manual.

Tipo de actividad	Distribución de probabilidad	Parámetros
Actividades Productivas	Log-Gamma	$\alpha=21.61$ $\beta=0.22745$
Ocio	Log-Pearson	$\alpha=30.443$ $\beta=-0.2243$ $\gamma=1$ 2.177
Traslados	Wakeby	$\alpha=80.388$ $\beta=0.01844$ $\gamma=0.$ 84678 $\delta=0.91895$ $\xi=0$
Demoras	Johnson SB	$\gamma=0.13363$ $\delta=0.55376$ $\lambda=391.29$ $\xi=0.71908$
Fuera de cargo	Log-Gamma	$\alpha=6.9932$ $\beta=0.64604$

Los resultados de las pruebas de bondad de ajuste se muestran en el apéndice C. Los resultados arrojados por el algoritmo se pueden ver en la siguiente tabla. (Tabla 5.23).

Tabla 5.23 Resultados arrojados por el modelo de simulación sobre la carga laboral que ejercería el caso hipotético de supervisor para las líneas de Skin Pass y Reparación Manual

Elemento de la Carga Laboral	Resultado
Promedio porcentual de tiempo disponible:	90%
Promedio porcentual de tiempo ocioso:	14,54%
Promedio porcentual de carga laboral:	75,46%
Promedio porcentual de carga laboral neta:	73,17%
Promedio porcentual de tiempo productivo:	63,13%

Para calcular la probabilidad de ocurrencia de carga crítica, nos basamos en el procedimiento descrito en el punto 5.3.1.6 donde se explica cómo realizarlo. En este caso se obtuvieron 8540 actividades del tipo Ocio las cuales al dividir las entre los 365 días de proyección que se realizó con el algoritmo de simulación nos da un promedio de 24 actividades Ocio por día. Sabiendo que la distribución de probabilidad para las actividades del tipo Ocio de este caso es Log-Pearson cuyos parámetros se pueden ver en la tabla Y, generamos actividades virtuales de este tipo, para un horizonte de 5 años consiguiendo que la probabilidad de ocurrencia de carga crítica es igual a 1,02%.

5.5.4 Determinación de la carga laboral para un supervisor en las líneas de Corte y Tajado I y II, Skin Pass y Reparación Manual

Para calcular la carga laboral de este caso hipotético, tuvimos la oportunidad de realizarle un muestreo de trabajo a un supervisor que por una semana tuvo bajo su

mando todas estas líneas, ya que no había relevo para el cargo de supervisor en las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual y la empresa estaba ofreciendo un pago extra para quien deseara cubrir todas estas líneas. Este muestreo se realizó durante 5 días recolectando una cantidad de 778 actividades cuyas duraciones totalizaron 40 horas y puede verse en detalle en el apéndice B. Debido a que solo era un solo supervisor, no podíamos tomar los resultados de un análisis de la carga laboral como aplicable a todos los supervisores que les tocara trabajar de la misma forma. Es por ello que decidimos expandir la muestra tomada mediante el algoritmo de simulación para un horizonte de un año y a partir de allí obtener un resultado de carga laboral hipotética que se pudiera utilizar para hacer el análisis comparativo. De igual forma que en los casos anteriores, calculamos el promedio porcentual de tiempo libre y la probabilidad de ocurrencia de tiempo libre menor a cero.

Para la generación de actividades virtuales se proyectaron los datos para un horizonte de un año, lo que equivale a generar 2920 horas de trabajo para la jornada correspondiente de 7 a.m. a 3 p.m. (8 horas de trabajo diarias por 365 días del año). Las curvas de distribución de probabilidad que se adaptaron a las actividades productivas, traslados, fuera de cargo, ocio y demoras se pueden ver en la siguiente tabla. (Tabla 5.24).

Tabla 5.24 Distribuciones de probabilidad para cada tipo de actividad del caso hipotético de un supervisor para las líneas de Corte y Tajado I y II, Skin Pass y Reparación Manual.

Tipo de actividad	Distribución de probabilidad	Parámetros
Actividades Productivas	Burr	$\kappa=0.41944$ $\alpha=2.797$ $\beta=72.689$ $\gamma=-5.7457$
Ocio	Inversa Gaussiana	$\lambda=104.81$ $\mu=187.62$ $\gamma=7.$ 128
Traslados	Birnbaum–Saunders	$\alpha=1.9983$ $\beta=33.049$ $\gamma=1.$ 3016
Demoras	Dagum	$\kappa=1.9807$ $\alpha=1.6784$ $\beta=42$.412
Fuera de cargo	No hay Ajuste	

Los resultados de las pruebas de bondad de ajuste se muestran en el apéndice D. Los resultados arrojados por el algoritmo se pueden ver en la siguiente tabla. (Tabla 5.25)

Tabla 5.25 Resultados arrojados por el modelo de simulación sobre la carga laboral que ejercería el caso hipotético de supervisor para las líneas de Corte y Tajado I y II, Skin Pass y Reparación Manual.

Elemento de la Carga Laboral	Resultado
Promedio porcentual de tiempo disponible:	90%
Promedio porcentual de tiempo ocioso:	1,93%

Promedio porcentual de carga laboral:	88,07%
Promedio porcentual de carga laboral neta:	87,91%
Promedio porcentual de tiempo productivo:	67,14%

Para calcular la probabilidad de ocurrencia de carga crítica, nos basamos en el procedimiento descrito en el punto 5.3.1.6 donde se explica realizarlo. En este caso se obtuvieron 104 actividades del tipo Ocio las cuales al dividir las entre los 5 días que duro el muestreo nos da un promedio de 21 actividades del tipo Ocio por día. Sabiendo que la distribución de probabilidad para las actividades del tipo Ocio de este caso es Inversa Gaussiana cuyos parámetros se pueden ver en la tabla 5.29, generamos actividades virtuales de este tipo, para un horizonte de 5 años consiguiendo que la probabilidad de ocurrencia de carga crítica es igual a 67,67%.

5.6 Análisis comparativo entre la distribución actual y las distribuciones hipotéticas generadas por simulación de la fuerza laboral objeto de estudio

El análisis que se presenta a continuación se basa en los resultados obtenidos en el punto 5.5 de los casos hipotéticos generados por simulación. Estos casos fueron utilizados para generar las distribuciones hipotéticas que la gerencia de productos laminados desea conocer las cuales como se dijo en el punto antes nombrado son:

1. Un supervisor para las líneas de Decapado I y II, un supervisor para la línea de Skin Pass, un supervisor para la línea de Corte y Tajado II y un supervisor para la línea de Corte y Tajado I y Reparación Manual.
2. Un supervisor para las líneas de Decapado I y II y un supervisor para las líneas de Corte y Tajado I y II, Skin Pass y Reparación Manual.

3. Un supervisor para las líneas de Decapado I y II, un supervisor para las líneas de Corte y Tajado I y II y un supervisor para Skin Pass y Reparación Manual.

Cada una de estas distribuciones hipotéticas, fueron comparadas con la distribución actual con el fin de determinar las ventajas y desventajas que cada una de ellas presenta. Esta comparación fue meramente cualitativa y se basó en las siguientes condiciones:

1. Porcentaje de tiempo ocioso: una distribución hipotética con menor tiempo ocioso que la distribución actual presenta una ventaja con respecto a esta última.

2. Carga laboral neta: una distribución hipotética que presente una carga laboral mayor que la distribución actual pero sin sobrepasar el tiempo disponible que el trabajador posee, se toma como ventaja.

3. Relación carga laboral-carga laboral neta: la diferencia entre ambos parámetros radica en que tanto tiempo fue dedicado a actividades del tipo “fuera de cargo”, por lo tanto, aquella distribución que presente una diferencia pequeña o nula, significa que dedico su tiempo de trabajo a la realización de actividades relativas a su cargo, por lo que se encuentra en ventaja frente a la otra.

4. Relación carga laboral neta-tiempo productivo: La diferencia entre estos dos radica en que tanto tiempo fue dedicado a actividades del tipo “traslado” o “demora” las cuales aunque no son productivas no pueden dejar de realizarse. Por lo tanto, aquella distribución que presente la relación entre ambas más pequeñas estará en ventaja frente a la otra.

5. Probabilidad de ocurrencia de carga crítica: la distribución que tenga en los casos que la componen las menores probabilidades de ocurrencia de carga crítica estará en ventaja frente a la otra.

6. Costos de contratación: Toda distribución que proponga la contratación de más personal se tomara como desventaja, ya que se busca minimizar los costos lo más posible.

El procedimiento para realizar la comparación fue el siguiente:

1. Se hace una tabla resumen con los resultados de los parámetros tiempo disponible, tiempo ocioso, carga laboral, carga laboral neta, tiempo productivo y probabilidad de ocurrencia de carga crítica, que contraponga los valores obtenidos de la distribución actual con los valores de la distribución con la que deseamos hacer la comparación.

2. En base a esa tabla se hace una gráfica que nos permita comparar de mejor forma ambas distribuciones.

3. Se llena una tabla de ventajas y desventajas que presenta la distribución hipotética frente a la distribución actual.

4. Se cuentan cuantas ventajas se obtuvieron y cuantas desventajas se tuvieron.

5. La diferencia entre ventajas y desventajas nos da una puntuación para la distribución hipotética.

6. La distribución hipotética que tenga la mejor puntuación se considera como la mejor distribución.

7. Si todas las distribuciones hipotéticas obtuvieron un valor negativo o igual a cero de puntuación, significa que la distribución actual es la mejor.

A partir de ahora las distribuciones hipotéticas que se desean comparar con la distribución actual van a ser llamadas de la forma como se muestra en la tabla 5.26, esto con el fin de llamarlas bajo un nombre resumido.

Tabla 5.26 Asignación de nombre a distribuciones hipotéticas generadas.

Nombre	Distribución hipotética
Distribución “A”	Un supervisor para las líneas de Decapado I y II, un supervisor para la línea de Skin Pass y Reparación Manual, un supervisor para la línea de Corte y Tajado II y un supervisor para la línea de Corte y Tajado I.
Distribución “B”	Un supervisor para las líneas de Decapado I y II y un supervisor para las líneas de Corte y Tajado I y II, Skin Pass y Reparación Manual.
Distribución “C”	Un supervisor para las líneas de Decapado I y II, un supervisor para las líneas de Corte y Tajado I y II y un supervisor para Skin Pass y Reparación Manual.

Cabe destacar que de las comparaciones se eliminó el cargo de supervisores de las líneas de Decapado I y II ya que no hay variación alguna entre la distribución actual y las distribuciones hipotéticas, por lo que no ofrecería ninguna variabilidad.

5.6.1 Comparación entre la distribución “A” y la distribución actual

La distribución “A” propone mantener un cargo de supervisor en las líneas de Decapado I y II, asignar la línea de Reparación Manual a los supervisores de Skin Pass y asignar a cada línea de corte y tajado un cargo de supervisor por separado. En la tabla 5.27 se puede observar un contraste entre los resultados de los parámetros de carga laboral calculados para la distribución actual y para la distribución “A” y una representación gráfica de estos valores se puede ver a continuación en la figura 5.14.

Tabla 5.27 Contraste entre los resultados de los parámetros de carga laboral calculados para la distribución actual y para la distribución “A”.

	Distribución Actual		Distribución "A"		
	Supervisores de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual	Supervisores de Skin Pass	Supervisores de Skin Pass y Reparación Manual	Supervisores de Corte y Tajado I	Supervisores de Corte y Tajado II
Tiempo Disponible	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%
Tiempo Ocioso	3.81%	19.84%	14.54%	25.26%	25.26%
Carga Laboral	86.19%	70.16%	75.46%	64.74%	64.74%
Carga Laboral Neta	77.79%	68.00%	73.17%	55.90%	55.90%
Tiempo Productivo	63.98%	58.67%	63.13%	50.04%	50.04%

Probabilidad de Ocurrencia de Carga Crítica	44.30%	0.49%	1.02%	0.00%	0.00%
--	--------	-------	-------	-------	-------

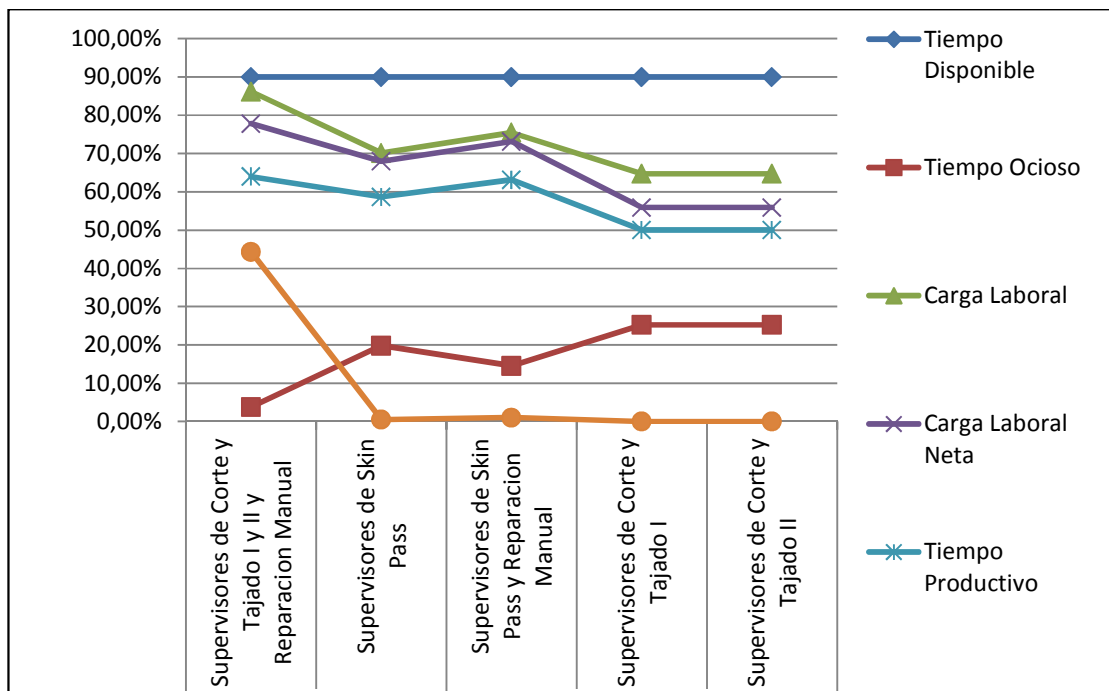


Figura 5.14 Contraste entre los resultados de los parámetros de carga laboral calculados para la distribución actual y para la distribución “A”.

Sobre la base de los datos de la tabla 5.27 y la figura 5.14, las ventajas y desventajas que presenta la distribución “A” se pueden observar en la Tabla 5.28. En dicha tabla se puede observar que se encontraron para la distribución “A”, 4 ventajas y 4 desventajas, lo que da una puntuación de 0. En la figura 5.7 es posible ver que no hay variaciones considerables en la diferencia entre la carga laboral y la carga laboral neta, por lo que el parámetro se mantiene igual y no se genera de una ventaja ni una desventaja considerable.

Tabla 5.28 Ventajas y desventajas de la distribución “A” respecto a la distribución actual de la fuerza laboral a nivel de supervisores en las líneas objeto de estudio.

Ventajas	Desventajas
Existe una disminución del tiempo ocioso de los supervisores de la línea de Skin Pass a tener una línea bajo su mando.	Aumenta el tiempo ocioso en los supervisores de la línea de Corte y Tajado I y los supervisores de la línea de Corte y Tajado II ya que solo tienen una sola línea que atender y únicamente supervisan todo lo referente a operaciones en la línea.
Existe un aumento de la carga laboral neta al, sin sobre pasar los límites del tiempo disponible, ya que tienen una línea más bajo su mando.	Al tener menos líneas que atender los supervisores de la línea de Corte y Tajado I y los de Corte y Tajado II, tienen una carga laboral neta de trabajo muy bajo.
Hay una disminución de la diferencia entre la carga laboral neta y el tiempo productivo para los supervisores de la línea de Corte y Tajado I y para los supervisores de la línea de Corte y Tajado II, ya que solamente tienen que ocuparse de una sola línea por lo que los traslados se minimizan considerablemente.	Hay un aumento en la diferencia entre la carga laboral neta y tiempo productivo para los supervisores de la línea de Skin Pass y Reparación manual, ya que los traslados y demoras aumentan al haber dos líneas que atender.

Para todos los cargos de supervisor existe una probabilidad de ocurrencia de carga crítica de casi 0 %.	Al haber un cargo de supervisor para cada línea de corte y tajado, se incurre en más gastos de contratación de personal para dicho cargo. Se necesitaría contratar 4 nuevos supervisores para poder cubrir las necesidades de personal en esta nueva distribución.
---	--

5.6.2 Comparación entre la distribución “B” y la distribución actual

La distribución “B” propone mantener un cargo de supervisor en las líneas de Decapado I y II, tener un solo cargo de supervisor para las líneas de Corte y Tajado I y II, Reparación Manual y Skin Pass. En la tabla 5.29 se puede observar un contraste entre los resultados de los parámetros de carga laboral calculados para la distribución actual y para la distribución “B” y una representación gráfica de estos valores se puede ver a continuación en la figura 5.15.

Tabla 5.29 Contraste entre los resultados de los parámetros de carga laboral calculados para la distribución actual y para la distribución “B”.

	Distribución Actual		Distribución "B"
	Supervisores de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual	Supervisores de Skin Pass	Supervisores de Corte y Tajado I y II Skin Pass y Reparación Manual
Tiempo Disponible	90.00%	90.00%	90.00%

Tiempo Ocioso	3.81%	19.84%	1.93%
Carga Laboral	86.19%	70.16%	88.07%
Carga Laboral Neta	77.79%	68.00%	87.91%
Tiempo Productivo	63.98%	58.67%	67.14%
Probabilidad de Ocurrencia de Carga Crítica	44.30%	0.49%	67.67%

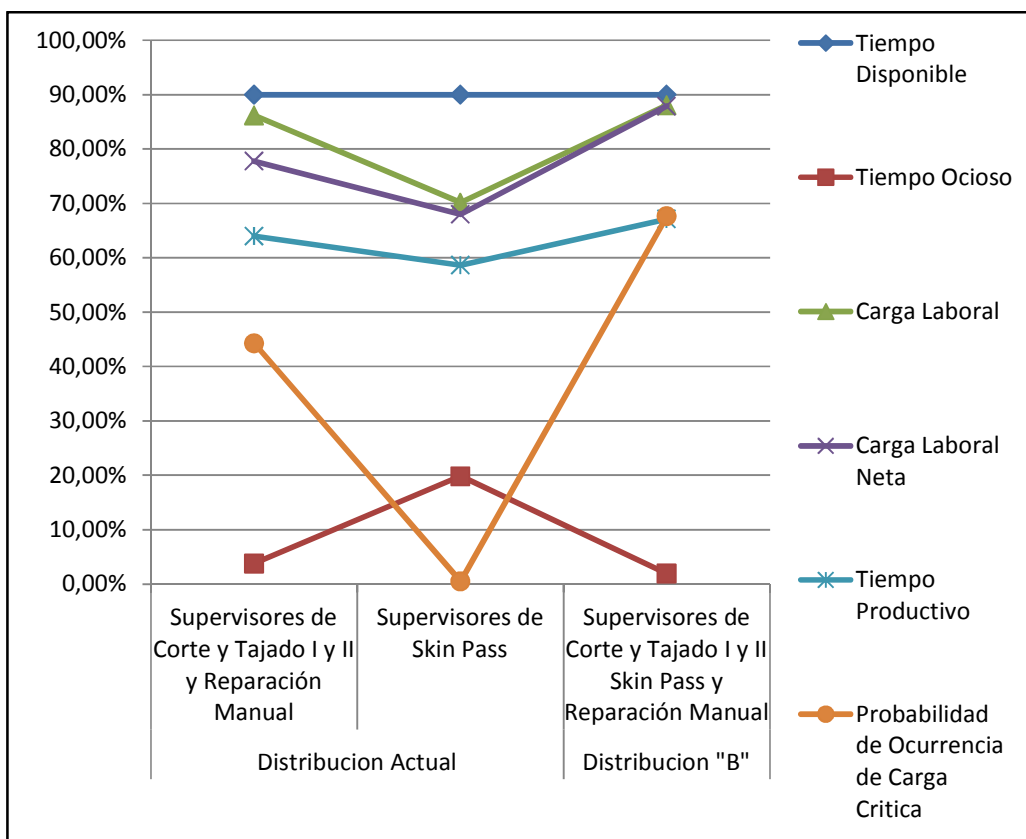


Figura 5.15 Contraste entre los resultados de los parámetros de carga laboral calculados para la distribución actual y para la distribución “A”.

En base a los datos de la tabla 5.29 y la figura 5.15, las ventajas y desventajas que presenta la distribución “A” se pueden observar en la siguiente tabla. (Tabla 5.30). En dicha tabla se puede observar que se encontraron para la distribución “A” 3 ventajas y 3 desventajas, lo que da una puntuación de 0.

Tabla 5.30 Ventajas y desventajas de la distribución “B” respecto a la distribución actual de la fuerza laboral a nivel de supervisores en las líneas objeto de estudio.

Ventajas	Desventajas
Existe en esta nueva distribución, una disminución considerable del tiempo ocioso.	La diferencia entre la carga laboral neta y el tiempo productivo es muy alta, esto es debido a la gran cantidad de líneas que deben atender, tomando en cuenta las distancias que las separan, moverse de una a otra ocasiona mucho tiempo ocupado en actividades del tipo “traslados”
Existe un aumento considerable de la carga laboral neta, con una tendencia a ocupar todo el tiempo disponible.	Tiene una probabilidad de ocurrencia de carga crítica del 67.67% lo cual es excesivo. Esto significa que de 100 días de trabajo, entre 67 y 68 días serían de carga laboral por encima del tiempo disponible, es decir, más días de trabajo crítico que de trabajo normal.
Las diferencias entre la carga laboral y la carga laboral neta es casi nula, por lo que los supervisores ocupan casi todo su tiempo en actividades propias de su cargo.	Esta distribución implicaría eliminar un cargo de supervisor y con ello eliminar 4 puestos de trabajo. Debido a las políticas actuales de inamovilidad laboral de la empresa, optar por esta opción es imposible.

5.6.3 Comparación entre la distribución “C” y la distribución actual

La distribución “C” propone mantener un cargo de supervisor en las líneas de Decapado I y II, tener un solo cargo de supervisor para las líneas de Corte y Tajado I y II, Reparación Manual y Skin Pass. En la tabla 5.31 se puede observar un contraste entre los resultados de los parámetros de carga laboral calculados para la distribución actual y para la distribución “C”. Una representación gráfica de estos valores se puede ver a continuación en la figura 5.16.

Tabla 5.31 Contraste entre los resultados de los parámetros de carga laboral calculados para la distribución actual y para la distribución “C”.

	Distribución Actual		Distribución "C"	
	Supervisores de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual	Supervisores de Skin Pass	Supervisores de Skin Pass y Reparación Manual	Supervisores de Corte y Tajado I y II
Tiempo Disponible	90.00 %	90.00%	90.00%	90.00%
Tiempo Ocioso	3.81%	19.84%	14.54%	9.24%
Carga Laboral	86.19 %	70.16%	75.46%	80.76%
Carga Laboral Neta	77.79 %	68.00%	73.17%	71.85%
Tiempo	63.98	58.67%	63.13%	63.43%

Productivo	%			
Probabilidad de Ocurrencia de Carga Critica	44.30%	0.49%	1.02%	36.48%

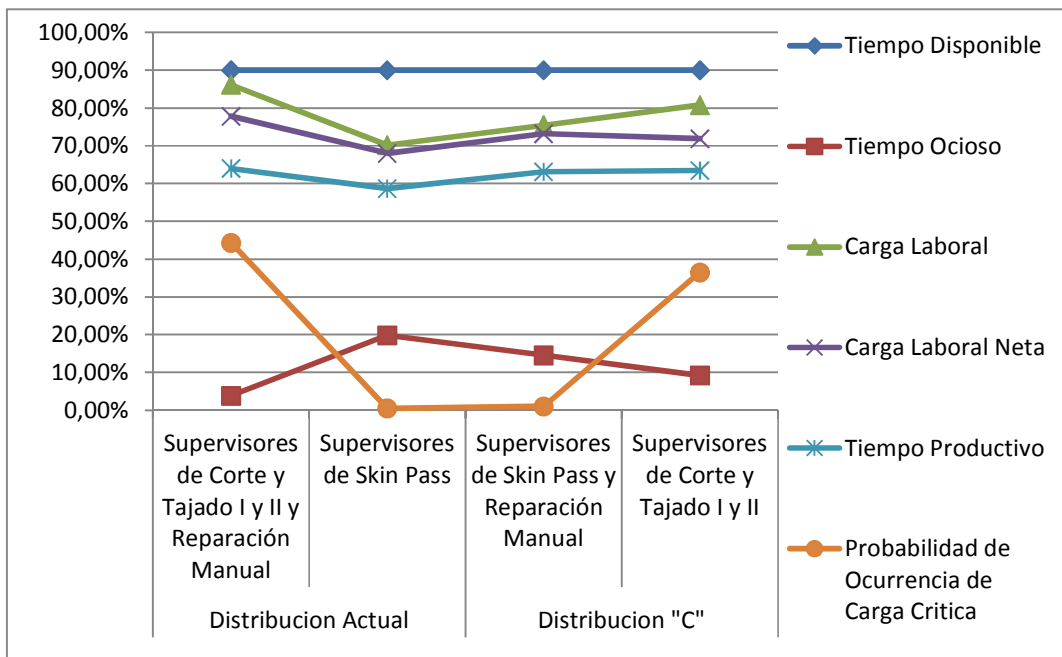


Figura 5.16 Contraste entre los resultados de los parámetros de carga laboral calculados para la distribución actual y para la distribución “C”.

Sobre la base de los datos de la tabla 5.31 y la figura 5.16, las ventajas y desventajas que presenta la distribución “C” se pueden observar en la siguiente tabla. (Tabla 5.32). Como se puede ver en la tabla 5.32 se encontraron para la distribución “C”, 4 ventajas de contra 2 desventajas, lo que da una calificación de 2 puntos.

Tabla 5.32 Ventajas y desventajas de la distribución “C” respecto a la distribución actual de la fuerza laboral a nivel de supervisores en las líneas objeto de estudio.

Ventajas	Desventajas
Existe una disminución del tiempo ocioso para los supervisores de la línea de Skin Pass, una línea más para atender	Existe un aumento del tiempo ocioso para los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II al tener una línea menos que atender
Existe un aumento en la carga laboral neta sin exceder el tiempo de disponibilidad para los supervisores de las líneas de Skin Pass y Reparación Manual	Existe una disminución en la carga laboral neta para los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II
Existe una disminución en la diferencia del tiempo productivo y la carga laboral neta, para los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II. Al tener una línea menos que atender los traslados disminuyen lo suficiente como para crear una diferencia notoria entre ambos parámetros	
Existe una disminución de la probabilidad de ocurrencia de carga	

<p>crítica para los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II. Esto es debido a que tienen una línea menos que les haga peso.</p>	
---	--

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. A través de un diagnóstico de la carga de trabajo actual de los supervisores, se logró tener un acercamiento al punto de vista que estos poseen sobre la carga de trabajo a la que están sometidos, con lo que se pudo determinar que la mayoría de ellos desean que se abran más puestos de trabajo para el cargo en cuestión a fin de minimizar la carga de trabajo, que según ellos opinan, es muy alta.

2. Antes de iniciar el muestreo de trabajo se determinaron una serie de parámetros indispensables para la realización del mismo. Se determinó la elección de trabajadores a evaluar, la cual en nuestro caso fue de toda la población objeto de estudio. Se clasificaron las actividades realizadas por los supervisores, a fin de agrupar y estudiar mejor la gran cantidad de actividades que estos realizan. Se calculó el tamaño de la muestra, en el cual se determinó que la muestra piloto obtenida en un principio arroja resultados con un 95% de confiabilidad y un 2% de error muestral (a excepción de los supervisores de la línea de Skin Pass cuya muestra piloto arroja resultados con un 89.9% de confiabilidad y un 4% de error muestral). Por último, el suplemento de trabajo el cual es del 10% del tiempo que dura una jornada de trabajo (a excepción de los supervisores de las líneas de Decapado I y II cuyo suplemento de trabajo se sitúa en un 13%).

3. Con la realización del muestreo del trabajo, obtuvimos como resultado que los supervisores de las líneas de Decapado I y II poseen promedio una carga laboral del 79,91%, un promedio de tiempo productivo de 67,04% y una probabilidad de ocurrencia de carga crítica del 9,48%. los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual poseen promedio una carga laboral del 86,19%, un promedio de tiempo productivo de 63,98% y una probabilidad de ocurrencia de carga crítica del 44,30%. Por último, los supervisores de las líneas de Skin Pass poseen

promedio una carga laboral del 70,16%, un promedio de tiempo productivo de 58,67% y una probabilidad de ocurrencia de carga crítica del 0,49%.

4. A fin de conocer el comportamiento de los supervisores teniendo bajo su mando más o menos líneas, se desarrolló un modelo de simulación que realiza un comportamiento virtual básico de las actividades que este realiza diariamente y la duración que debería esta tener. Este modelo trabaja básicamente determinando un tipo de actividad y la duración correspondiente basándose para ello de valores del muestreo realizado y diferentes curvas de distribución de probabilidad que modelan los datos recogidos en el muestreo. Se determinaron los software Microsoft Excel y Matlab EasyFit como los más idóneos para realizar las corridas de simulación.

5. Utilizando el modelo de simulación se determinó que el comportamiento de los supervisores de Corte y Tajado I y II, y Reparación Manual al quitarles de su mando esta última, haría que tuviesen una carga laboral del 80,76%. El comportamiento de los supervisores de Corte y Tajado I y II, y Reparación Manual al dejarlos únicamente con una sola línea de Corte y Tajado y contratar personal para las líneas restantes, haría que tuviesen una carga laboral del 64,74%. El comportamiento de los supervisores de la línea de Skin Pass al tener bajo su mando la línea de Reparación Manual haría que tuviesen una carga laboral del 75,46%. Por último, se calculó la carga laboral que tendrían los supervisores si estuvieran al mando de las líneas de Corte y Tajado I y II, Skin Pass y Reparación Manual, lo cual dio un resultado de 88,07%.

6. Al analizar todas las configuraciones posibles para las líneas objeto de estudio, se llegó a la conclusión de que lo más idóneo sería tener un cargo de supervisor para las líneas de Decapado I y II, un cargo de supervisor para las líneas de Corte y Tajado I y II y un cargo de supervisor para las líneas de Skin Pass y Reparación Manual. Esta configuración ofrece un cambio muy pequeño al pasar la

línea de Reparación Manual al mando de los supervisores de la línea de Skin Pass logrando balancear la carga de todos los cargos de supervisor. Por otra parte, esta configuración no genera cargo económico extra alguno y hace más equitativa las labores en la planta, por lo que se recomienda adoptar esta configuración a fin de mejorar las condiciones laborales de los trabajadores.

Recomendaciones

1. Se recomienda un estudio del servicio de mantenimiento de las líneas a fin de identificar las fallas que posean en términos de eficiencia, fuerza laboral, seguridad de las labores, tiempo de servicio y tiempo de reacción. Esto con el fin de apoyar a los supervisores los cuales tienen una inferencia considerable en la parte técnica de las líneas y hacen muchas demandas con respecto a ellos. Este estudio debe ser realizado por el departamento de Planificación Estratégica y el departamento de Producción Industrial.

2. Estudiar las relaciones entre los supervisores y los trabajadores bajo su mando, así como analizar la carga laboral de estos últimos, a fin de determinar cuáles son los factores que influyen en el bajo apoyo que algunos supervisores reciben por parte de sus cuadrillas. Este estudio debe ser realizado por el departamento de Recursos Humanos.

3. Analizar el tabulador de pagos y los métodos de incentivos aplicados a mejorar el desempeño de estos trabajadores a fin de determinar si las demandas realizadas por estos supervisores son en realidad por motivos salariales y de incentivos los cuales pudieran ser deficientes. Este estudio debe ser realizado por el departamento de Planificación Estratégica conjuntamente con los departamentos de Recursos Humanos y Producción Industrial.

REFERENCIAS

Bolívar A.; Lima Y.; Perales A. (2006) **“ESTUDIO DE LA FUERZA LABORAL EN LA SUPERINTENDENCIA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PESADOS DE C.V.G BAUXILUM”**, 14 de agosto del 2009, [www.geominas.net.ve/pdf/Boletin39Contenido.pdf].

Chase R.; Aquilano N.; Jacobs R. (2001) **“ADMINISTRACIÓN DE PRODUCCIÓN Y OPERACIONES”** Editorial MacGraw Hill Interamericana, Bogotá, Colombia, pp 713-740.

Krick A.; Edward V. (1961) **“INGENIERÍA DE MÉTODOS”** Editorial: Limusa, México D.F. México, pp 213-388.

Ley Orgánica del Trabajo (1997). **GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA DE VENEZUELA, 5152 (EXTRAORDINARIO)**, (julio 19, 1997).

Lugo, A. (2007) **“ESTUDIO DE TIEMPO DE OCUPACIÓN DE LOS SUPERVISORES DE REDUCCIÓN, ACERÍA, Y LAMINACIÓN EN CALIENTE”**. Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro, Departamento de Ing. Industrial, Edo-Bolívar, Venezuela; Informe, P 212.

Montgomery D.; Runger G. (1990) **“PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA”** Editorial McGraw Hill, México D.F, México, pp 46-217.

Morles, V. (1977) **“PLANEAMIENTO Y ANÁLISIS DE INVESTIGACIÓN”** Ediciones de la U.C.V, Caracas, Venezuela, pp 71-73.

Muther, R. (1999) **“DISTRIBUCIÓN EN PLANTA”** Editorial Hispano Europea, Barcelona, España, pp 136-138.

Niebel, B. (2001) **“INGENIERÍA INDUSTRIAL MÉTODOS, ESTÁNDARES Y DISEÑOS DEL TRABAJO”** ALFAOMEGA GRUPO EDITOR, S.A. México D.F, pp 373-554.

Romero, G. (2008) **“ESTUDIO DE LA CARGA DE TRABAJO DE LÍDERES DE LOS GRUPOS TÉCNICOS GESTIÓN MANTENIMIENTO, EN LA COORDINACIÓN DE PREPARACIÓN Y MOLIENDA, DE PLANTA DE PELLAS, SIDOR, CIUDAD GUAYANA - EDO. BOLÍVAR”**. Universidad de Oriente, Anzoátegui, Venezuela; Trabajo de Grado, P 128.

Tamayo, M (2001) **“EL PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA”** Editorial McGraw Hill, México D.F, México, pp 37-96.

APÉNDICES

APÉNDICE A

RESULTADOS DE LOS TESTS KOLMOGOROV-SMIRNOV, ANDERSON-DARLING Y CHI CUADRADO PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE ACTIVIDADES QUE COMPONEN EL CASO HIPOTÉTICO DE UN CARGO DE SUPERVISOR EN LAS LÍNEAS DE CORTE Y TAJADO I Y II.

Tabla A.1 Resultados de los tests Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling y Chi cuadrado para las actividades productivas del caso hipotético de un cargo de supervisor en las líneas de Corte y Tajado I y II.

Distribución: Burr					
Kolmogorov-Smirnov					
Tamaño de la muestra	993				
Estadística	0.02661				
Valor P	0.47481				
Rango	1				
α	0. 2	0. 1	0. 05	0. 02	0. 01
Valor crítico	0. 03405	0. 03881	0. 04309	0. 04817	0. 05169

Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra	993				
Estadística	0.70929				
Rango	1				
α	0. 2	0. 1	0. 05	0. 02	0. 01
Valor crítico	1. 3749	1. 9286	2. 5018	3. 2892	3. 9074
Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o
Chi-cuadrado					
Grados de libertad	9				
Estadística	17.689				
Valor P	0.03895				
Rango	1				
α	0. 2	0. 1	0. 05	0. 02	0. 01
Valor crítico	1 2.242	1 4.684	1 6.919	1 9.679	2 1.666
Rechazar?	Sí	Sí	Sí	N o	N o

Tabla A.2 Resultados de los tests Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling y Chi cuadrado para las actividades del tipo Ocio, del caso hipotético de un cargo de supervisor en las líneas de Corte y Tajado I y II.

Distribución: Log normal					
Kolmogorov-Smirnov					
Tamaño de la muestra	232				
Estadística	0.0461				
Valor P	0.68978				
Rango	7				
α	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	0.07045	0.08029	0.08916	0.09966	0.10695
Rechazar?	No	No	No	No	No
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra	232				
Estadística	0.43824				
Rango	9				
α	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	1.3749	1.9286	2.5018	3.2892	3.9074

Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o
Chi-cuadrado					
Grados de libertad	7				
Estadística	5.0985				
Valor P	0.64794				
Rango	1				
α	0. 2	0. 1	0. 05	0. 02	0. 01
Valor crítico	9. 8032	1 2.017	1 4.067	1 6.622	1 8.475
Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o

Tabla A.3 Resultados de los tests Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling y Chi cuadrado para las actividades del tipo Traslados, del caso hipotético de un cargo de supervisor en las líneas de Corte y Tajado I y I.

Distribución: Burr					
Kolmogorov-Smirnov					
Tamaño de la muestra	556				
Estadística	0.06269				
Valor P	0.02421				
Rango	2				
α	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	0.04551	0.05187	0.05759	0.06438	0.06908
Rechazar?	Sí	Sí	Sí	No	No
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra	556				
Estadística	2.0584				
Rango	1				
α	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	1.3749	1.9286	2.5018	3.2892	3.9074

Rechazar?	Sí	Sí	No	No	No
Chi-cuadrado					
Grados de libertad	9				
Estadística	41.53				
Valor P	4.0043E-6				
Rango	9				
α	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	1.242	1.684	1.919	1.679	1.666
Rechazar?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

Tabla A.4 Resultados de los tests Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling y Chi cuadrado para las actividades del tipo Demoras, del caso hipotético de un cargo de supervisor en las líneas de Corte y Tajado I y II.

Distribución: Burr					
Kolmogorov-Smirnov					
Tamaño de la muestra	17				
Estadística	0.09822				
Valor P	0.99106				
Rango	1				
α	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	0.25039	0.28627	0.31796	0.35528	0.38086
Rechazar?	No	No	No	No	No
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra	17				
Estadística	0.14774				
Rango	1				
α	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	1.3749	1.9286	2.5018	3.2892	3.9074

Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o
Chi-cuadrado					
Grados de libertad	2				
Estadística	1.1448				
Valor P	0.56416				
Rango	27				
α	0. 2	0. 1	0. 05	0. 02	0. 01
Valor crítico	3. 2189	4. 6052	5. 9915	7. 824	9. 2103
Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o

Tabla A.5 Resultados de los tests Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling y Chi cuadrado para las actividades del tipo Fuera de Cargo, del caso hipotético de un cargo de supervisor en las líneas de Corte y Tajado I y II.

Distribución: Wakeby					
Kolmogorov-Smirnov					
Tamaño de la muestra	101				
Estadística	0.05504				
Valor P	0.90292				
Rango	8				
α	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	0.10677	0.12169	0.13513	0.15105	0.16209
Rechazar?	No	No	No	No	No
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra	101				
Estadística	0.37033				
Rango	7				
α	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	1.3749	1.9286	2.5018	3.2892	3.9074

Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o
Chi-cuadrado					
Grados de libertad	6				
Estadística	4.3855				
Valor P	0.62465				
Rango	25				
α	0. 2	0. 1	0. 05	0. 02	0. 01
Valor crítico	8. 5581	1 0.645	1 2.592	1 5.033	1 6.812
Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o

APÉNDICE B

RESULTADOS DE LOS TESTS KOLMOGOROV-SMIRNOV, ANDERSON-DARLING Y CHI CUADRADO PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE ACTIVIDADES QUE COMPONEN EL CASO HIPOTÉTICO DE UN CARGO DE SUPERVISOR EN CADA UNA DE LAS LÍNEAS DE CORTE Y TAJADO I Y II.

Tabla B.1 Resultados de los tests Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling y Chi cuadrado para las actividades productivas del caso hipotético de un cargo de supervisor en cada una de las líneas de Corte y Tajado I y II.

Distribución: Burr					
Kolmogorov-Smirnov					
Tamaño de la muestra	733				
Estadística	0.02467				
Valor P	0.7541				
Rango	1				
α	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	0.03963	0.04517	0.05016	0.05607	0.06017
Rechazar?	No	No	No	No	No

Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra	733				
Estadística	0.6166				
Rango	1				
α	0. 2	0. 1	0. 05	0. 02	0. 01
Valor crítico	1. 3749	1. 9286	2. 5018	3. 2892	3. 9074
Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o
Chi-cuadrado					
Grados de libertad	9				
Estadística	14.731				
Valor P	0.09859				
Rango	3				
α	0. 2	0. 1	0. 05	0. 02	0. 01
Valor crítico	1 2.242	1 4.684	1 6.919	1 9.679	2 1.666
Rechazar?	Sí	Sí	N o	N o	N o

Tabla B.2 Resultados de los tests Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling y Chi cuadrado para las actividades del tipo Ocio, del caso hipotético de un cargo de supervisor en cada una de las líneas de Corte y Tajado I y II.

Distribución: Burr					
Kolmogorov-Smirnov					
Tamaño de la muestra	614				
Estadística	0.02575				
Valor P	0.80009				
Rango	1				
α	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	0.0433	0.04936	0.0548	0.06126	0.06574
Rechazar?	No	No	No	No	No
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra	614				
Estadística	0.47788				
Rango	3				
α	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	1.3749	1.9286	2.5018	3.2892	3.9074

Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o
Chi-cuadrado					
Grados de libertad	9				
Estadística	8.7917				
Valor P	0.45672				
Rango	3				
α	0 .2	0. 1	0 .05	0. 02	0. 01
Valor crítico	1 2.242	1 4.684	1 6.919	1 9.679	2 1.666
Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o

Tabla B.3 Resultados de los tests Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling y Chi cuadrado para las actividades del tipo Traslados, del caso hipotético de un cargo de supervisor en cada una de las líneas de Corte y Tajado I y II.

Burr [#2]					
Kolmogorov-Smirnov					
Tamaño de la muestra	442				
Estadística	0.07355				
Valor P	0.0159				
Rango	1				
α	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	0.05104	0.05817	0.06459	0.0722	0.07748
Rechazar?	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra	442				
Estadística	2.9281				
Rango	2				
α	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	1.3749	1.9286	2.5018	3.2892	3.9074

Rechazar?	Sí	Sí	Sí	No	No
Chi-cuadrado					
Grados de libertad	8				
Estadística	27.342				
Valor P	6.1691E-4				
Rango	6				
α	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	1.03	3.362	5.507	8.168	12.09
Rechazar?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

Tabla B.4 Resultados de los tests Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling y Chi cuadrado para las actividades del tipo Demoras, del caso hipotético de un cargo de supervisor en cada una de las líneas de Corte y Tajado I y II.

Distribución: Inv. Gaussian					
Kolmogorov-Smirnov					
Tamaño de la muestra	12				
Estadística	0.14205				
Valor P	0.94107				
Rango	1				
α	0. 2	0. 1	0. 05	0. 02	0. 01
Valor crítico	0. 29577	0. 33815	0. 37543	0. 41918	0. 44905
Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra	12				
Estadística	0.6382				
Rango	32				
α	0. 2	0. 1	0. 05	0. 02	0. 01
Valor crítico	1. 3749	1. 9286	2. 5018	3. 2892	3. 9074

Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o
Chi-cuadrado					
Grados de libertad	1				
Estadística	0.16206				
Valor P	0.68726				
Rango	6				
α	0. 2	0. 1	0. 05	0. 02	0. 01
Valor crítico	1. 6424	2. 7055	3. 8415	5. 4119	6. 6349
Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o

Tabla B.5 Resultados de los tests Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling y Chi cuadrado para las actividades del tipo Fuera de Cargo, del caso hipotético de un cargo de supervisor en cada una de las líneas de Corte y Tajado I y II.

Distribución: Log-Pearson					
Kolmogorov-Smirnov					
Tamaño de la muestra	98				
Estadística	0.0428				
Valor P	0.99053				
Rango	1				
α	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	0.10668	0.12187	0.13537	0.15137	0.16242
Rechazar?	No	No	No	No	No
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra	98				
Estadística	0.21819				
Rango	1				
α	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	1.3749	1.9286	2.5018	3.2892	3.9074

Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o
Chi-cuadrado					
Grados de libertad	6				
Estadística	1.0883				
Valor P	0.98204				
Rango	1				
α	0. 2	0. 1	0. 05	0. 02	0. 01
Valor crítico	8. 5581	1 0.645	1 2.592	1 5.033	1 6.812
Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o

APÉNDICE C

RESULTADOS DE LOS TESTS KOLMOGOROV-SMIRNOV, ANDERSON-DARLING Y CHI CUADRADO PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE ACTIVIDADES QUE COMPONEN EL CASO HIPOTÉTICO DE UN CARGO DE SUPERVISOR EN LAS LÍNEAS DE SKIN PASS Y REPARACIÓN MANUAL.

Tabla C.1 Resultados de los tests Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling y Chi cuadrado para las actividades productivas del caso hipotético de un cargo de supervisor en para las líneas de Skin Pass y Reparación Manual.

Distribución: Log-Gamma					
Kolmogorov-Smirnov					
Tamaño de la muestra	367				
Estadística	0.02748				
Valor P	0.93721				
Rango	2				
α	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	0.05601	0.06384	0.07089	0.07924	0.08503
Rechazar?	No	No	No	No	No

Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra	367				
Estadística	0.38612				
Rango	1				
α	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	1.3749	1.9286	2.5018	3.2892	3.9074
Rechazar?	No	No	No	No	No
Chi-cuadrado					
Grados de libertad	8				
Estadística	7.4577				
Valor P	0.48815				
Rango	5				
α	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	1.103	1.3362	1.5507	1.8168	2.009
Rechazar?	No	No	No	No	No

Tabla C.2 Resultados de los tests Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling y Chi cuadrado para las actividades del tipo Ocio, del caso hipotético de un cargo de supervisor en para las líneas de Skin Pass y Reparación Manual.

Distribución: Log-Pearson					
Kolmogorov-Smirnov					
Tamaño de la muestra	91				
Estadística	0.0664				
Valor P	0.79226				
Rango	3				
α	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	0.11064	0.1264	0.1404	0.157	0.16846
Rechazar?	No	No	No	No	No
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra	91				
Estadística	0.35125				
Rango	4				
α	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	1.3749	1.9286	2.5018	3.2892	3.9074

Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o
Chi-cuadrado					
Grados de libertad	6				
Estadística	4.1209				
Valor P	0.66032				
Rango	2				
α	0. 2	0 .1	0 .05	0 .02	0. 01
Valor crítico	8. 5581	1 0.645	1 2.592	1 5.033	1 6.812
Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o

Tabla C.3 Resultados de los tests Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling y Chi cuadrado para las actividades del tipo Traslados, del caso hipotético de un cargo de supervisor en para las líneas de Skin Pass y Reparación Manual.

Distribución: Wakeby					
Kolmogorov-Smirnov					
Tamaño de la muestra	150				
Estadística	0.06533				
Valor P	0.52256				
Rango	2				
α	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	0.08761	0.09986	0.11088	0.12394	0.13301
Rechazar?	No	No	No	No	No
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra	150				
Estadística	0.99349				
Rango	1				
α	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	1.3749	1.9286	2.5018	3.2892	3.9074

Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o
Chi-cuadrado					
Grados de libertad	7				
Estadística	8.2981				
Valor P	0.30704				
Rango	1				
α	0. 2	0. 1	0. 05	0. 02	0. 01
Valor crítico	9. 8032	1 2.017	1 4.067	1 6.622	1 8.475
Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o

Tabla C.4 Resultados de los tests Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling y Chi cuadrado para las actividades del tipo Demoras, del caso hipotético de un cargo de supervisor en para las líneas de Skin Pass y Reparación Manual.

Distribución: Johnson SB					
Kolmogorov-Smirnov					
Tamaño de la muestra	9				
Estadística	0.10093				
Valor P	0.99985				
Rango	1				
α	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	0.3391	0.38746	0.43001	0.4796	0.51332
Rechazar?	No	No	No	No	No
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra	9				
Estadística	0.1261				
Rango	1				
α	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	1.3749	1.9286	2.5018	3.2892	3.9074

Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o
-----------	--------	--------	--------	--------	--------

Tabla C.5 Resultados de los tests Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling y Chi cuadrado para las actividades del tipo Fuera de Cargo, del caso hipotético de un cargo de supervisor en para las líneas de Skin Pass y Reparación Manual.

Distribución: Log-Gamma					
Kolmogorov-Smirnov					
Tamaño de la muestra	12				
Estadística	0.15278				
Valor P	0.9027				
Rango	1				
α	0. 2	0. 1	0. 05	0. 02	0. 01
Valor crítico	0. 29577	0. 33815	0. 37543	0. 41918	0. 44905
Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra	12				
Estadística	0.45511				
Rango	16				
α	0.	0.	0.	0.	0.

	2	1	05	02	01
Valor crítico	1. 3749	1. 9286	2. 5018	3. 2892	3. 9074
Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o
Chi-cuadrado					
Grados de libertad	1				
Estadística	0.61082				
Valor P	0.43448				
Rango	30				
α	0. 2	0. 1	0. 05	0. 02	0. 01
Valor crítico	1. 6424	2. 7055	3. 8415	5. 4119	6. 6349
Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o

APÉNDICE D

RESULTADOS DE LOS TESTS KOLMOGOROV-SMIRNOV, ANDERSON-DARLING Y CHI CUADRADO PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE ACTIVIDADES QUE COMPONEN EL CASO HIPOTÉTICO DE UN CARGO DE SUPERVISOR EN LAS LÍNEAS DE DECAPADO I Y II, CORTE Y TAJADO I Y II, REPARACIÓN MANUAL Y SKIN PASS.

Tabla D.1 Resultados de los tests Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling y Chi cuadrado para las actividades productivas del caso hipotético de un cargo de supervisor en las líneas de Decapado I y II, Corte y Tajado I y II, Reparación Manual y Skin Pass.

Distribución: Burr					
Kolmogorov-Smirnov					
Tamaño de la muestra	381				
Estadística	0.03155				
Valor P	0.83073				
Rango	1				
α	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	0.05497	0.06266	0.06957	0.07777	0.08346
Rechazar?	No	No	No	No	No

Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra	381				
Estadística	0.44902				
Rango	2				
α	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	1.3749	1.9286	2.5018	3.2892	3.9074
Rechazar?	No	No	No	No	No
Chi-cuadrado					
Grados de libertad	8				
Estadística	9.63				
Valor P	0.29196				
Rango	2				
α	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	1.103	1.3362	1.5507	1.8168	2.009
Rechazar?	No	No	No	No	No

Tabla D.2 Resultados de los tests Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling y Chi cuadrado para las actividades del tipo Ocio, del caso hipotético de un cargo de supervisor en las líneas de Decapado I y II, Corte y Tajado I y II, Reparación Manual y Skin Pass.

Distribución: Inv. Gaussian					
Kolmogorov-Smirnov					
Tamaño de la muestra	103				
Estadística	0.06943				
Valor P	0.6773				
Rango	1				
α	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	0.10573	0.12051	0.13381	0.14957	0.16051
Rechazar?	No	No	No	No	No
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra	103				
Estadística	0.4783				
Rango	1				
α	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	1.	1.	2.	3.	3.

	3749	9286	5018	2892	9074
Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o
Chi-cuadrado					
Grados de libertad	6				
Estadística	6.8755				
Valor P	0.33251				
Rango	12				
α	0. 2	0. 1	0. 05	0. 02	0. 01
Valor crítico	8. 5581	1 0.645	1 2.592	1 5.033	1 6.812
Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o

Tabla D.3 Resultados de los tests Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling y Chi cuadrado para las actividades del tipo Traslados, del caso hipotético de un cargo de supervisor en las líneas de Decapado I y II, Corte y Tajado I y II, Reparación Manual y Skin Pass.

Birnbbaum–Saunders					
Kolmogorov-Smirnov					
Tamaño de la muestra	274				
Estadística	0.0428				
Valor P	0.68078				
Rango	1				
α	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	0.06482	0.07388	0.08204	0.09171	0.09841
Rechazar?	No	No	No	No	No
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra	274				
Estadística	0.82317				
Rango	1				
α	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	1.	1.	2.	3.	3.

	3749	9286	5018	2892	9074
Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o
Chi-cuadrado					
Grados de libertad	8				
Estadística	20.095				
Valor P	0.00998				
Rango	5				
α	0. 2	0. 1	0. 05	0. 02	0. 01
Valor crítico	1 1.03	1 3.362	1 5.507	1 8.168	2 0.09
Rechazar?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

Tabla D.4 Resultados de los tests Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling y Chi cuadrado para las actividades del tipo Demoras, del caso hipotético de un cargo de supervisor en las líneas de Decapado I y II, Corte y Tajado I y II, Reparación Manual y Skin Pass.

Distribución: Dagum					
Kolmogorov-Smirnov					
Tamaño de la muestra	18				
Estadística	0.12911				
Valor P	0.88831				
Rango	3				
α	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	0.2436	0.27851	0.30936	0.34569	0.37062
Rechazar?	No	No	No	No	No
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra	18				
Estadística	0.3263				
Rango	3				
α	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	1	1.	2.	3.	3.

	.3749	9286	5018	2892	9074
Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o
Chi-cuadrado					
Grados de libertad	2				
Estadística	0.25115				
Valor P	0.88199				
Rango	10				
α	0. .2	0. 1	0. 05	0. 02	0. 01
Valor crítico	3. .2189	4. 6052	5. 9915	7. 824	9. 2103
Rechazar?	N o	N o	N o	N o	N o

Para las actividades del tipo Fuera de cargo no existe ajuste ya que no hay datos suficientes, el software Matlab Easyfit ajusta la curva de distribución de probabilidad a una data cuando esta posee más de 5 valores

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/5

Título	DETERMINACIÓN DE LA CARGA LABORAL Y DISTRIBUCIÓN ÓPTIMA DE LA FUERZA LABORAL A NIVEL DE SUPERVISORES DE LAS LÍNEAS DE DECAPADO I Y II, CORTE Y TAJADO I Y II, SKIN PASS Y REPARACIÓN MANUAL DE LA EMPRESA “SIDERÚRGICA DEL ORINOCO, ALFREDO MANEIRO”
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Machado P. Luis A.	CVLAC	18.621.110
	e-mail	Alfredo_lvb@hotmail.com
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Carga laboral
Distribucion Optima
Simulación
Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/5

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Departamento de Ing. Industrial	Ing. Industrial

Resumen (abstract):

La siguiente investigación se realizó con el fin de aclarar desde un punto de vista numérico la realidad acerca de la carga laboral a la que está sometida la fuerza laboral a nivel de supervisores de las líneas de Decapado I y II, Corte y Tajado I y II, Reparación Manual y Skin Pass, de la empresa “Siderúrgica del Orinoco, Alfredo Maneiro” ubicada en Ciudad Guayana al Sureste de Venezuela, en el sector industrial Matanzas sobre la margen derecha del río Orinoco, en el estado Bolívar. Para ello se aplicó un estudio de campo, del tipo explicativo. El objetivo principal que nos propusimos fue “Determinar la carga laboral y la distribución óptima de la fuerza laboral a nivel de supervisores de las líneas de Decapado I y II, Corte y Tajado I y II, Skin Pass y Reparación Manual de la Empresa Siderúrgica del Orinoco, Alfredo Maneiro”, para ello nos valimos de las técnicas de estudio de tiempo para la recolección de datos y de las técnicas del muestreo de trabajo para el análisis de los mismos, esto con el fin de determinar dicha carga laboral. Para determinar la distribución óptima se realizó un análisis comparativo entre la distribución actual con diferentes distribuciones hipotéticas alternativas, las cuales pudimos lograr pronosticar su carga laboral utilizando técnicas matemáticas estocásticas y de simulación de Montecarlo. Los resultados obtenidos fueron que la distribución actual no presenta un promedio porcentual de carga laboral tan elevado como los trabajadores demandan, y que por el contrario los supervisores de la línea de Skin Pass poseen un promedio porcentual de carga laboral demasiado bajo. Se le propone a la empresa que los supervisores de las líneas de Corte y Tajado I y II y Reparación Manual se encarguen únicamente de las líneas de Corte y Tajado I y II, dejando la línea de Reparación Manual bajo el mando de los supervisores de la línea de Skin Pass para de esta forma, equilibrar un poco la carga laboral de estos cargos cuya diferencia entre ambos es considerable y que los supervisores de las líneas de Decapado I y II se mantengan igual.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/5

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Arciniegas, Marilin	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	17.381.584
	e-mail	
	e-mail	
Perales, Alexis	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	10.927.514
	e-mail	
	e-mail	
Franco, Luis	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	8.895.654
	e-mail	
	e-mail	
	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2010	06	29

Lenguaje: spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/5

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
TESIS .Determinacion de la Carga Laboral.pdf	Aplication/Pdf

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 _ - .**

Alcance:

Espacial: Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” (Opcional)

Temporal: (10 años) (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo: Ingeniero Industrial

Nivel Asociado con el Trabajo: PreGrado

Área de Estudio: Ingeniería de Métodos, Investigación de Operaciones

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado: Universidad de Oriente

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/5

Derechos:

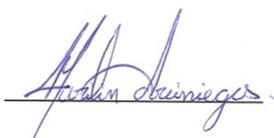
De acuerdo al artículo 44 del reglamento de trabajos de grado
“Los Trabajos de grado son exclusiva propiedad de la
Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizadas a otros
fines con el consentimiento del consejo de núcleo respectivo,
quien lo participara al Consejo Universitario”



AUTOR 1

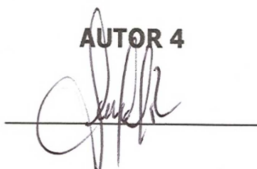
AUTOR 2

AUTOR 3

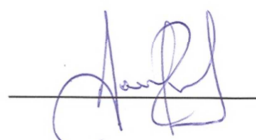


TUTOR

AUTOR 4



JURADO 1



JURADO 2

POR LA SUBCOMISIÓN DE TESIS:

