



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTAS DE MEJORAS EN LOS MÉTODOS DE TRABAJO EN EL ÁREA
DE PRODUCCIÓN DE VENTANAS**

CASO: FANABUS. S.A.

Tutor académico: Prof. Marianna Barrios.

Autores:
Lucero, María.
Medina, Andreina.

Valencia, Julio de 2010.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



PROPUESTAS DE MEJORAS EN LOS MÉTODOS DE TRABAJO EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE VENTANAS

CASO: FANABUS. S.A.

Trabajo Especial de Grado presentado ante la Ilustre Universidad de Carabobo, para optar al Título de
Ingeniero Industrial

Tutor académico: Prof. Marianna Barrios.

Autores:
Lucero, María.
Medina, Andreina.

Valencia, Julio de 2010.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Nosotros los abajo firmantes, Miembros del Jurado, designados por el Consejo de Escuela para Evaluar el Trabajo Especial de Grado titulado **“PROPUESTAS DE MEJORAS EN LOS MÉTODOS DE TRABAJO EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE VENTANAS.CASO: FANABUS. S.A”**, realizado por las bachilleres. Lucero T., María de los A., C.I. V-15.258.543 y Medina A., Andreina J., C.I. V-16.552.387, hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo.

Prof. Marianna Barrios
(Tutor académico)

Prof. María C. García
(Jurado)

Prof. Antonio Bedoya
(Jurado)



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



PROPUESTAS DE MEJORAS EN LOS MÉTODOS DE TRABAJO EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE VENTANAS

Tutor académico: Prof. Marianna Barrios.

Autores:

Lucero, María.

Medina, Andreina.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como propósito fundamental, proponer mejoras en los métodos de trabajo en el área de producción de ventanas con el fin de aumentar la productividad. Utilizando una serie de métodos como los son el análisis de la operación, la metodología ESIDE, la metodología REBA, el análisis del recorrido, estudio de tiempo por medio del cual se realizó la estandarización de los métodos de trabajo actuales. Esta investigación propone una serie de mejoras como el diseño de facilidades mejorando los equipos, herramientas y maquinarias existentes en el área, estudio de las condiciones de la estación de trabajo por medio de la metodología 5S la cual se ejecuto en un 60%, la reubicación del área estudiada a través del método de la tabla de preferencia, con el cual se obtuvo una reducción de los recorrido en un 87,30%, realización de un instructivo de operaciones, se evaluó el impacto cualitativo y cuantitativo de los cambios sugeridos y se encuentra que con los mismos se incrementan los recursos que intervienen en la productividad a un bajo costo, recuperando la inversión en 4,64 meses.

Palabras claves: método de trabajo, mejoras, productividad.



AGRADECIMIENTOS

A **DIOS**, por sobre todas las cosas, por darme la oportunidad de vivir y por regalarme el privilegio de pertenecer a un hogar tan maravilloso.

A mi **Mami**, gracias por todo el amor que me regalaste, tu apoyo incondicional, la confianza que siempre depositaste en mí, enseñarme a ser constante en todo lo que me propongo, todos tus esfuerzos y tus sacrificios, por haberme dado el mejor ejemplo a seguir y por ser el más maravilloso de mis recuerdos, y aunque hayas partido de esta vida tan temprano espero que donde te encuentres me observes con el orgullo de haber cumplido esta meta. Gracias a ti soy lo que soy ahora. Nunca olvides que TE AMO, TE AMÉ y TE AMARÉ por siempre.

A mi **Papi**, te agradezco por todo tu amor, comprensión y tu paciencia. Gracias a ti pude seguir adelante cuando cambió nuestra vida. Simplemente mil gracias por estar siempre a mi lado y toda la confianza que depositas en mí.

A mi **Hermana Maideleth**, por convertirse en el pilar más fuerte que sostiene mis sueños. Gracias por ser siempre mi mejor amiga, guiar mis pasos, apoyarme incondicionalmente, demostrándome siempre tu confianza y amor. Eres un ser extraordinario del cual tengo el privilegio de aprender día a día.

A mi **Mami Tina** y mi **Tío Otis**, mis segundos padres. Gracias, por ir más allá del rol de tíos, apoyarme siempre, ser personas tan maravillosas, por sus enseñanzas, sus buenos consejos y sobre todas las cosas por el amor que me dan.

A **Hernando, Darwin y Ohanny**, más que primos mis hermanos mayores. Gracias, por ser tan maravillosos, apoyarme y estar incondicionalmente cuando más los he necesitado, por todo su amor y su cariño. A mis cuñis **Eli** y **Mauxy**, por brindarme todo su cariño, su apoyo y por traer a la vida a las mejores personitas del mundo **GAVA, SAVA y JOSE**.



A **David**, por ser parte fundamental de mi vida. Gracias por estos cuatro años de conocernos, de ser novios, amigos, por toda tu paciencia, tu apoyo y tu amor incondicional.

A la **Profe Marianna**. Le agradezco por ayudarnos siempre y no dejarnos solas, por confiar en nosotras, brindarnos su profesionalismo, ser una excelente guía en esta etapa de nuestras vidas. Especialmente gracias por su amistad, su paciencia y su dedicación.

A la **Profe Ma. Carolina**. Por brindarnos sus conocimientos, su apoyo, y estar con nosotras en el momento que más la necesitamos. Gracias por ser amiga. Siempre tendrá un lugar en mi corazón.

A mis amigos, **Andre, Vane, Yury, Avy, Kathe, Marcos, Choti, Mary, Carlos, Francis, Sergio**, por ser más que compañeros de clases y convertirse en verdaderos amigos, muchas gracias por estar conmigo en las alegrías y tristezas.

A las personas que dejo de mencionar pero que son igual de especiales porque forman parte de las diferentes etapas de mi vida, les agradezco su amistad, su apoyo, ánimo y compañía. Quiero darles las gracias por formar parte de mi vida, por todo lo que me han brindado, enseñado, y sobre todo por sus bendiciones y buenos deseos.

Andreina J Medina Alvarado



AGRADECIMIENTOS

A **DIOS**, por darme la existencia y la oportunidad de estar aquí.

A mi **MAMA** por ser única en el mundo, por darme el mejor ejemplo a seguir de constancia, lucha y tenacidad, por brindarme ese amor incondicional que solo tu sabes darme, por estar ahí para todo lo que necesite, porque gracias a ti mami soy lo que soy.

A mi **PAPA** que eres la persona más maravillosa de la tierra. A ti, que junto a Mama, supiste estar siempre a nuestro lado. Por darme la confianza para seguir adelante, por no dejar que me diese por vencida, pero sobre todo por tu amor y dedicación.

A la Profe. **MARIANNA**, por no dejarnos solas, por ser nuestra guía y regalarnos tanto profesionalismo. Gracias por la paciencia y el apoyo incondicional.

A **mis hermanas MARIA ALEJANDRA y MARIA ANGELICA, mi hermano JOSE LUIS LUCERO y a mi sobrina VERONICA VALENTINA**, por ser personas maravillosas que tengo el privilegio de tener a mi lado, ustedes son uno de los principales regalos que me ha dado Dios. Gracias por apoyarme y estar incondicionalmente cuando más los necesité.

A **JORGE**, por ser mi apoyo en las buenas y en las malas, mi amigo y mi novio, gracias por ser tan paciente, por quererme y corresponderme, sincero e íntegro. Le doy gracias a Dios porque existes y estas a mi lado.

A **MARIA CAROLINA**, no solo por ser mi profesora y aportarme tantos conocimientos, sino por ser mi amiga en las buenas y en las malas. Gracias por ser una inspiración en mi carrera; por ser una persona única y especial en mi vida.



A **FELIPE, JOANNA, MARIAM, ELIGA, ROBERT, MARIALE, FRANCYS, ALEXANDRA, MEY, CARLOS, JOSE MIGUEL, KARINA, ANDRE, CHOTI, CHUO, MARIA, DAVID** por permanecer a mi lado en esos tiempos de estudios, diversión, dichas y fracasos que nos sirvieron para unificar cada día más nuestros lazos de amistad. A **JORGE, RIDDER, CARMEN, CARLA APONTE, CARLA MORENO, ETTORE, CRISTINA, MARLIN, OSWALDO, LAUDY, WALTER, ANTONIO, HENRY** mis hermanos, los que me regaló la vida, gracias por estar siempre que los necesité. Con ustedes he crecido y seguiré creciendo sin importar que tan lejos o cerca estemos.

A mi **SEIUC** querida, por darme la fuerza para continuar, por enseñarme infinidad de cosas, porque ser parte fundamental de mi vida, porque gracias a la oportunidad que me diste, logre muchas cosas que ni siquiera yo pensé que podría lograrlas. A mi **GRAN FAMILIA FCNEI-VE**, por darme la oportunidad de crecer como persona y como profesional, demostrándome a mi misma que puedo lograr cualquier meta que me ponga en la vida; por darme el privilegio de conocer tantas personas que hoy en día son grandes amigos, grandes hermanos, todos miembros de una sola familia. Y a la Prof. Isolina Millán, por depositar tanta confianza en mí, por regalarme sus conocimientos y su gran fortaleza.

A los Profesores **Manuel Jiménez, María Carolina García, Marianna Barrios, Carmen Guedez, Teodoro García, Ramón López, Agustín Mejías, Angel Carnavalli, Antonio Bedoya, José Ferrer**, entre muchos más. Gracias porque cada uno de ustedes me ayudó a ser la profesional que soy hoy. A **MORELA, ALBITA Y ADRIANA**, que siempre nos han ayudado y apoyado en todos los momentos.

GRACIAS a todos aquellos que de una u otra forma colaboraron para permitirme lograr este sueño.

María de los Ángeles Lucero



DEDICATORIA

A Dios padre, que me regaló la oportunidad de vivir y me dio una familia tan maravillosa.

A mi Madre, que me observa jubilosamente desde los cielos por haber cumplido uno de sus sueños más anhelados. Es ella quién siempre me motivó a seguir adelante a lo largo de mi carrera universitaria, por eso le dedico muy especialmente este logro obtenido.

A los que nunca dudaron que lograría este triunfo y por su apoyo incondicional: mi papá, mi hermana Maideleth, Hernando, Darwin, Ohanny, mami Tina, tío Otis. Gracias! Sin ustedes no hubiese podido realizar este sueño.

A mi compañera de tesis y amiga María de los Ángeles, por formar parte de este logro, por poner todo su esfuerzo, comprensión, su paciencia y dedicación para alcanzarlo.

Andreina J Medina Alvarado



DEDICATORIA

A Dios padre todo poderoso, mi guía en la vida.

A mí madre y mi padre por ser los pilares fundamentales en mi vida, mi ejemplo a seguir, estando siempre a mi lado ayudándome a crecer.

A mis hermanas M1 y M3, mi hermano y tutor Luisito, y a mi sobrina bella verónica, por estar siempre a mi lado apoyándome.

A todas aquellas personas que siempre creyeron en mí y estuvieron siempre a mi lado brindándome conocimientos, cariño y amistad.

A mi amiga y compañera de tesis, Andreina, por ser comprensiva brindarme su apoyo en todo momento, por su entusiasmo y empeño para lograr nuestro objetivo.

María de los Ángeles Lucero



INTRODUCCIÓN

Los altos niveles de competitividad de las empresas ensambladoras mundiales, han llevado a que éstas establezcan métodos de mejoras continuas para tener éxito en su entorno, utilizando enfoques innovadores que beneficien los diferentes procesos de productivos. Para “FANABUS, S.A”, caso de estudio que se tomo; fue necesario implementar una cultura de mejoramiento continuo, la cual llevó a adoptar ciertas herramientas para conseguir el objetivo propuesto. El Contar con un recurso humano altamente capacitado fue imprescindible para ajustarse a los cambios permanentes que se originan en su medio, tanto la empresa como los trabajadores tienen la responsabilidad de organizar, mantener y mejorar sus lugares de trabajo permanentemente, con ello se logran los índices de calidad y productividad requeridas no solo por la empresa sino también por el personal que en ella labora, siendo esta la manera de poder sobrevivir en el mercado actual.

Durante el desarrollo de la investigación se estudiaron, productos, materiales, operaciones, así como los recorridos, la fatiga y los métodos de trabajo, entre otros factores. Esto permite evidenciar mejor las causas principales que afectan la eficiencia en las actividades. Con el empleo de las herramientas de ingeniería industrial se propone una serie de mejoras que logran aumentar la productividad de la empresa; mencionándose entre esta, los métodos de trabajo, la seguridad en la actividad, la estandarización, entre otras. Es por esta razón que la presente investigación tendrá como objetivo proponer mejoras en los métodos de trabajo en el área de producción de ventanas, con el fin de aumentar la productividad. El mismo está organizado en 5 capítulos, los cuales siguen una secuencia lógica lo que permitió conseguir dicho objetivo. Estos capítulos abarcan desde temas específicos, donde se hace un estudio de la situación actual del área de producción, descripción de la empresa, considerando cuantificar los problemas presentes en el área y proponer



herramientas y soluciones que permitan solventarlas, basados en el impacto económico que genere cada una de las propuestas.

El capítulo I inicia con los problemas encontrados en la empresa en estudio, donde surge una interrogante la cual permite proyectar los objetivos a seguir para dar cumplimiento a la meta trazada, teniendo en consideración la justificación, alcance y limitaciones presentes en el período de estudio. Además de los aspectos generales de la empresa para dar a conocer el lugar donde se realiza el proyecto, para facilitar su comprensión y conocer los procesos que conforman la elaboración de sus productos.

En el capítulo II se toman en cuenta los antecedentes utilizados como apoyo para la investigación, las revisiones bibliográficas que sirven de base para la elaboración de este trabajo. Se determinó la metodología aplicada en el desarrollo de la investigación, se establece la unidad de estudio, el tipo de investigación en el cual está enmarcado este trabajo especial de grado, así como, las técnicas e instrumentos de recolección de datos y las fases que se llevan a cabo durante su desarrollo, con la finalidad de lograr los objetivos propuestos.

Posteriormente en el capítulo III, se realiza la descripción del área de estudio, materiales, equipos, herramientas y procesos que intervienen en la fabricación del mismo, evidenciando las fallas que se presentan durante su elaboración. En el capítulo IV se analiza de la situación actual, donde se muestran las fallas y las causas que las originan, mediante la aplicación de herramientas como las 5S, distribución de planta, eliminación de desperdicios, la metodología REBA, determinando así los problemas presentes en la elaboración de la unidad de estudio y las causas que lo generan.

Finalmente el capítulo V, donde se proponen las mejoras, en busca de la eliminación de la causa que origina los problemas, seguido a esto se hace la evaluación económica de dichas mejoras mostrando el retorno de la inversión que obtendrá la empresa si decide implementar cada propuesta descrita.

ÍNDICE

Índice de contenido	Pág.
CAPÍTULO I	
Generalidades de la empresa	
• Ubicación	1
• Reseña Histórica	1
• Visión y Misión	2
• Política de calidad	3
• Productos que se elaboran	3
Planteamiento del problema	4
Objetivos	
• Objetivo General	7
• Objetivos Específicos	7
Justificación	7
Alcance	8
Limitaciones	8
CAPÍTULO II	
Antecedentes	10
Bases teóricas	11
• Indicadores de Gestión	11
• Normalización	12
• Estandarización	13
• Metodología 5S	14
• Método REBA	15
• Calor condición de riesgo en el trabajo	17
• Valoración del riesgo por estrés térmico	19
• Índice WBGT	20
• Justo a tiempo	23
• Eliminación sistemática de los desperdicios “ESIDE”	23
• Método de calificación en el trabajo “Sistema Westinghouse”	25
• Distribución en planta	26
o Método de la tabla de preferencia	28
Definición de términos básicos	29
Tipo de investigación	29
Diseño de la investigación	31
Unidad técnica	32
Fuentes y técnicas de recolección de la información	32
Técnicas de procesamiento y análisis de la investigación	34
Desarrollo de las fases metodológicas de la investigación	34

• Fase I	34
• Fase II	35
• Fase III	36
• Fase IV	36
Definición conceptual y operacionalización de las variables de estudio	37
CAPITULO III	
Descripción de la situación actual	39
• Descripción del producto	39
• Equipos materiales y herramientas utilizados en el área	41
• Equipos de protección personal	45
• Materiales	46
• Descripción del área de ensamble de ventanas	48
• Análisis del medio ambiente	49
• Descripción del método de trabajo	50
CAPITULO IV	
Análisis de la situación actual	
• Análisis de los desperdicios en la elaboración de ventanas	57
• Estudio de tiempo del proceso de elaboración de ventanas	63
• Análisis del Medio Ambiente en la elaboración de ventanas	72
• Análisis del recorrido en la fabricación de ventanas	79
• Análisis ergonómico en la fabricación de ventanas	83
CAPITULO V	
Propuestas de mejoras	
• Implementación de la metodología 5S	89
• Diseño de facilidades	116
o Mesa de trabajo	116
o Estante de perfiles	119
o Estante de perfiles bases	122
o Estante de gomas	125
o Propuesta de mejora en la cortadora de perfiles	138
o Propuesta de mejora en la dobladora de perfiles	131
o Reubicación del área de ventanas	135
o Instructivo de operaciones en la elaboración de ventanas	146
o Evaluación costo-beneficio	162
Conclusiones	166
Recomendaciones	168
Bibliografía	169
Apéndices	172

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N°1. Clase / Tipo de Autobuses	3
Tabla N°2. Ventajas de Normalización	12
Tabla N°3. Operacionalización de las variables	39
Tabla N°4. Ventanas para el Customer NPR	40
Tabla N°5. Equipos y Herramientas Presentes en el Área	41
Tabla N°6. Descripción de los Equipos de Protección Personal	45
Tabla N°7. Materiales Utilizados en el Área	46
Tabla N°8. Distribución Mensual de las Actividades de los Operarios	49
Tabla N° 9. Lista de desperdicios comunes	56
Tabla N° 10. Cuantificación y Análisis de las Causas de los Desperdicios- Mano de Obra	57
Tabla N° 11. Cuantificación y Análisis de las Causas de los Desperdicios- Actividades	58
Tabla N° 12. Cuantificación y análisis de las causas de los desperdicios- Equipos y herramientas	59
Tabla N° 13. Cuantificación y análisis de las causas de los desperdicios- Espacios	59
Tabla N° 14. Cuantificación y Análisis de las Causas de los Desperdicios- Insumos	59
Tabla N°15. Número total de Observaciones	61
Tabla N°16. Muestra piloto actividades- Elaboración de una ventana	62
Tabla N°17. Muestra piloto tolerancias- Elaboración de una ventana	62
Tabla 18. Demoras evitables	63
Tabla N°19. Estudio de tiempo. Elaboración de ventanas	66
Tabla N°20. Estudio de tiempo. Tolerancias. Elaboración de ventanas	68
Tabla N°21. Calificación de la actuación de los operarios. Sistema Westinghouse	68
Tabla N°22. Demoras Evitables	69
Tabla N° 23. Datos de los operarios del área de ventanas	70
Tabla N°24. Posición del cuerpo en el trabajo	70
Tabla N°25. Adición derivada del tipo de trabajo	74
Tabla N°26. Valores límites permisibles de la exposición al calor	75
Tabla N°27. Análisis del Recorrido	77
Tabla N°28. Resultado de la encuesta a los operarios	80
Tabla N°29. Metodología REBA-FigN°17-Grupo A	82
Tabla N°30. Metodología REBA-FigN°17-Grupo B	83
Tabla N°31. Metodología REBA-FigN°17-Puntuación Final	83
Tabla N°32. Metodología REBA-FigN°18-Puntuación Final	84
Tabla N°33. Metodología REBA-FigN°19-Puntuación Final	85
Tabla N°34. Cuestionario de Auditoría	88

Tabla N° 35. Resultados de la inspección inicial 5S	89
Tabla N°36. Selección y clasificación de equipos, Herramientas y elementos innecesarios	94
Tabla N°37. Plan de limpieza	105
Tabla 38. Hoja de verificación	107
Tabla N°39. Calendario para la herramienta 5S	109
Tabla N° 40. Resultados de la inspección final 5S	110
Tabla N°41. Evaluación 5S	111
Tabla N°42. Costo aplicación metodología 5S	111
Tabla N°43. Mesa de trabajo Actual & Propuesta	114
Tabla N°44. Evaluación de la Mesa de trabajo	115
Tabla N°45. Costo de la mesa de trabajo	116
Tabla N°46. Estante de Perfiles Actual & Propuesto	117
Tabla N°47. Evaluación del Estante de Perfiles	118
Tabla N°48. Costo Estante de Perfiles	119
Tabla N°49. Estante de Perfiles Bases Actual & Propuesto	120
Tabla N°50. Evaluación del Estante de Perfiles Bases	121
Tabla N°51. Costo Estante de Perfiles	122
Tabla N°52. Estante de Gomas Actual & Propuesto	123
Tabla N°53. Evaluación del Estante de Gomas	124
Tabla N°54. Costo estante de gomas	125
Tabla N°55. Evaluación de mejora en la cortadora	127
Tabla N°56. Costo de la mejora en la cortadora	127
Tabla N°57. Propuesta de mejora en la dobladora	130
Tabla N°58. Costo de mejora en la dobladora	130
Tabla N°59. Área total requerida	134
Tabla N°60. Escala de deseabilidad	135
Tabla N°61. Tabla de preferencias	135
Tabla N°62. Evaluación departamentos	136
Tabla N°63. Evaluación departamentos	137
Tabla N°64. Recorridos del área propuesta	138
Tabla N°65. Evaluación de la reubicación del área de ventanas	140
Tabla N°66. Reubicación del área de ventanas	141
Tabla N°67. Evaluación de instrucción de operaciones	157
Tabla N°68. Costo total de las propuestas	159

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N°1. Proceso de Producción de ventanas	5
Figura N°2. Layout del Área de Ensamble de Ventanas	47
Figura N°3. Luz a través de las paredes tipos laminas	
Figura N°4. Traslado de perfiles al área de corte	48
Figura N°5. Medida de perfiles en el suelo	50
Figura N°6. Vigas improvisadas en el área de corte	50
Figura N°7. Encaje de perfil en la troqueladora.	51
Figura N°8. Cuadre del perfil con el punto cero (línea en rojo) de la troqueladora.	52
Figura N°9. Tambaleo del perfil en la maquina	52
Figura N°10. Medida del arco de ventana	52
Figura N°11. Ajuste arco de ventana	53
Figura N°12. Carrucha para traslado de arco de ventana	53
Figura N°13. Ventanas listas	53
Figura N°14. Iluminación del área	55
Figura N°15. Recorrido Dentro del Área de Ventanas	71
Figura N°16. Recorrido hacia la cortadora	78
Figura N°17. Sacar perfil máquina dobladora	79
Figura N°18. Enderezar Perfil	81
Figura N°19. Cuadrar Perfil	84
Figura N°20. Encuesta Inicial Operario 1	85
Figura N°21. Encuesta Inicial Operario 2	90
Figura N° 22. Tarjeta de Clasificación de Materiales- Tarjeta Roja	91
Figura N° 23. Tarjeta de Identificación Materia Prima	93
Figura N°24. Tarjeta de Identificación Producto en Proceso	102
Figura N° 25. Tarjeta de Identificación Producto Terminado	103
Figura N°26. Tarjeta de Identificación Material Reciclaje	103
Figura N°27. Tarjeta de Identificación de Scrap	104
Figura N°28. Vista de arriba Maquina Cortadora	105
Figura N°29. Mejoras en la cortadora	126
Figura N° 30. Vista de Frente Maquina Dobladora	127
Figura N°31. Mejoras en la dobladora	129
Figura N°32. Distribución operación A	129
Figura N°33. Distribución operación B	
Figura N°34. Distribución operación C	132
Figura N°35. Distribución de la operación D	133
Figura N°36. Distribución operación E	133
Figura N°37. Distribución inicial	134
Figura N°38. Distribución alternativa	134
Figura N°39. Layout Departamento de Ventanas Propuesto	136



ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico N°1. Supuesto Estadístico	66
Gráfico N°2. Función Normal	67

INTRODUCCIÓN

Los altos niveles de competitividad de las empresas ensambladoras mundiales, han llevado a que éstas establezcan métodos de mejoras continuas para tener éxito en su entorno, utilizando enfoques innovadores que beneficien los diferentes procesos de productivos. Para “FANABUS, S.A”, caso de estudio que se tomo; fue necesario implementar una cultura de mejoramiento continuo, la cual llevó a adoptar ciertas herramientas para conseguir el objetivo propuesto. El Contar con un recurso humano altamente capacitado fue imprescindible para ajustarse a los cambios permanentes que se originan en su medio, tanto la empresa como los trabajadores tienen la responsabilidad de organizar, mantener y mejorar sus lugares de trabajo permanentemente, con ello se logran los índices de calidad y productividad requeridas no solo por la empresa sino también por el personal que en ella labora, siendo esta la manera de poder sobrevivir en el mercado actual.

Durante el desarrollo de la investigación se estudiaron, productos, materiales, operaciones, así como los recorridos, la fatiga y los métodos de trabajo, entre otros factores. Esto permite evidenciar mejor las causas principales que afectan la eficiencia en las actividades. Con el empleo de las herramientas de ingeniería industrial se propone una serie de mejoras que logran aumentar la productividad de la empresa; mencionándose entre esta, los métodos de trabajo, la seguridad en la actividad, la estandarización, entre otras. Es por esta razón que la presente investigación tendrá como objetivo proponer mejoras en los métodos de trabajo en el área de producción de ventanas, con el fin de aumentar la productividad. El mismo está organizado en 5 capítulos, los cuales siguen una secuencia lógica lo que permitió conseguir dicho objetivo. Estos capítulos abarcan desde temas específicos, donde se hace un estudio de la situación actual del área de producción, descripción de la empresa, considerando cuantificar los problemas presentes en el área y proponer

herramientas y soluciones que permitan solventarlas, basados en el impacto económico que genere cada una de las propuestas.

El capítulo I inicia con los problemas encontrados en la empresa en estudio, donde surge una interrogante la cual permite proyectar los objetivos a seguir para dar cumplimiento a la meta trazada, teniendo en consideración la justificación, alcance y limitaciones presentes en el período de estudio. Además de los aspectos generales de la empresa para dar a conocer el lugar donde se realiza el proyecto, para facilitar su comprensión y conocer los procesos que conforman la elaboración de sus productos.

En el capítulo II se toman en cuenta los antecedentes utilizados como apoyo para la investigación, las revisiones bibliográficas que sirven de base para la elaboración de este trabajo. Se determinó la metodología aplicada en el desarrollo de la investigación, se establece la unidad de estudio, el tipo de investigación en el cual está enmarcado este trabajo especial de grado, así como, las técnicas e instrumentos de recolección de datos y las fases que se llevan a cabo durante su desarrollo, con la finalidad de lograr los objetivos propuestos.

Posteriormente en el capítulo III, se realiza la descripción del área de estudio, materiales, equipos, herramientas y procesos que intervienen en la fabricación del mismo, evidenciando las fallas que se presentan durante su elaboración. En el capítulo IV se analiza de la situación actual, donde se muestran las fallas y las causas que las originan, mediante la aplicación de herramientas como las 5S, distribución de planta, eliminación de desperdicios, la metodología REBA, determinando así los problemas presentes en la elaboración de la unidad de estudio y las causas que lo generan.

Finalmente el capítulo V, donde se proponen las mejoras, en busca de la eliminación de la causa que origina los problemas, seguido a esto se hace la evaluación económica de dichas mejoras mostrando el retorno de la inversión que obtendrá la empresa si decide implementar cada propuesta descrita.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Venezuela, existe una gran diversidad de industrias las cuales funcionan a lo largo de todo el territorio generando empleos, brindándole a la población en general la obtención de bienes y servicios. Con estos se enfrentan en un mercado de competencias para lograr la satisfacción de las necesidades y brindar un aporte financiero significativo al nivel económico de la población haciendo siempre el uso adecuado de los recursos disponibles con el fin de obtener niveles óptimos de calidad en los procesos de producción.

Es por ello que la fábrica nacional de autobuses, FANABUS S.A., aparece en el mercado en el año 1.982, con el propósito de satisfacer las necesidades y expectativas de sus clientes basándose en el mejoramiento continuo de sus productos y servicios, a través de un personal capacitado y motivado desenvolviéndose en un ambiente que mejore su calidad de vida. La empresa, se dedica al diseño y fabricación de una variada línea de carrocerías que sirven para el servicio del transporte público y privado tanto en rutas urbanas, interurbanas y rurales. Dichas carrocerías se arman sobre diferentes chasis con características particulares los cuales son fabricados en las diversas ensambladoras existentes en el país. Estos minibuses y autobuses son diseñados en distintas capacidades de puestos con características de comodidad y confort.

En la Tabla N°1, se muestra la clasificación de autobuses que se ensamblan en la empresa debido a que constantemente se está innovando con unidades que se adaptan a las nuevas necesidades del mundo moderno. Cabe destacar que el proceso de ensamble de los diferentes modelos de autobuses siguen los mismos procedimientos para su elaboración.

Actualmente, la empresa se encuentra trabajando contra pedido sacando ordenes de (3) tres autobuses por mes, y cuenta con una capacidad de producción que

permite el empleo de 45 trabajadores en planta como mano de obra directa de los cuales se necesitan de dos (2) operarios para la elaboración de ventanas denominándose éstos como: operario X y operario Y. El operario X permanece constante en la actividad, gracias a su conocimiento sobre el proceso, es el único en planta que está al tanto de cada detalle del mismo, esta situación causa problemas como demoras de entre 2 y 3 horas sólo para empezar la actividad y paradas inesperadas de 40 hasta 70 minutos puesto que el operario se toma su tiempo para realizar cada una de las etapas de la producción. Esto ocurre como consecuencia de que no existe una metodología para realizar la operación y esta pueda ser realizada por cualquier otro trabajador y así no depender del mismo. El operario Y le sirve de ayuda al operario X.

En la estación mencionada, se elaboran las ventanas de aluminio que forman parte de cualquiera de los modelos de la unidad a realizar, cada unidad posee un tipo de ventana diferente. Las actividades u operaciones que se realizan dentro del área se presentan gráficamente en la Figura N°1.

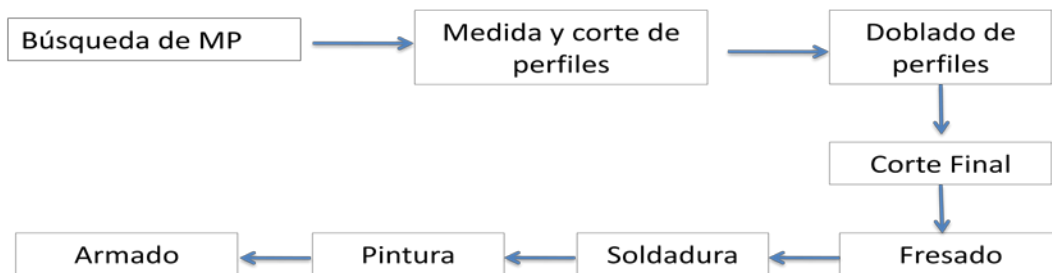


Figura N°1. Proceso de Producción de ventanas

Una vez que el cliente realiza el pedido, se proceden a efectuar las diferentes operaciones dentro de la planta, el gerente de operaciones se dirigirá a las distintas estaciones de trabajo. En el área caso estudio indicará que se precisaran de diez (10) días para realizar los arcos de ventana completa para luego ser trasladadas a la empresa contratista de pintura cuya operación durará de cinco (5) a siete (7) días y a su llegada se requerirán de cinco (5) días para el armado de las mismas con el fin

cumplir la fecha de entrega acordada a los clientes. Estos plazos establecidos por la gerencia no son cumplidos por los operarios pertenecientes al área caso estudio, puesto que en el proceso se presentan algunas eventualidades como se irán describiendo a lo largo del trabajo de investigación.

En el desarrollo de las actividades los operarios se encuentran ejecutando recorridos en promedio de 858 m entre la subestación de medida y corte, doblado y corte final, donde van cargando los perfiles, los marcos de las ventanas o simplemente trasladándose de una estación a otra ocasionando fatiga y descontento en los operarios haciendo de ésta una actividad tediosa y poco grata. Asimismo se hace evidente en el proceso el mal manejo de materiales, el uso incorrecto de los equipos y herramientas puesto que los operarios presentan confusión a la hora del armado de las ventanas, posiciones disergonómicas, esfuerzos físicos, falta de orden y limpieza ocasionando una desorganización entre los equipos y materiales a utilizar, demoras y tiempos de ocio. Es por ello que los trabajadores no se encuentran laborando a un 100% de su capacidad impactando directamente en FABABUS S.A, los trabajadores y sus clientes.

Por lo mencionado anteriormente, se requiere el desarrollo de mejoras en el área de producción de ventanas que permitan establecer una metodología de trabajo adecuada con el fin de eliminar la dependencia del proceso en el operario X. Además de disminuir las demoras y tiempos de ocio, cumplir con el tiempo de entrega asignado por la gerencia, reducir la fatiga de los operarios, mejorar el manejo de materiales y optimizar el área de producción con el firme propósito de mejorar las actividades dentro de la estación caso estudio.

OBJETIVOS

➤ OBJETIVO GENERAL

Proponer mejoras en los métodos de trabajo en el área de producción de ventanas con el fin de aumentar la productividad.

➤ **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diagnosticar la situación actual del área de producción de ventanas.
- Diseñar propuestas de mejoras en los métodos de trabajo en el área de producción de ventanas.
- Estandarizar los procedimientos en el área de producción de ventanas.
- Evaluar el impacto de las propuestas de mejoras en la producción de ventanas.

JUSTIFICACIÓN

Venezuela es un país que enfrenta problemas de tipo social, político y sobre todo económico que afectan directamente el desarrollo del sector industrial y por tal razón, las organizaciones no deben seguir realizando actividades y/o procedimientos que no agreguen valor a los productos fabricados por ellos, ya que de esta manera incurren en costos de fabricación no deseados. Por tal motivo, la empresa donde se realizó el estudio en búsqueda de la mejora de sus actividades, procesos y métodos de trabajo, se vió en la necesidad de plantear la mejora en el proceso de producción de ventanas, debido a la falta de estandarización y metodología en el área mencionada.

Por lo indicado anteriormente, surgió la propuesta de aplicación de un estudio de ingeniería de métodos en el área, que permitió diseñar nuevos estándares de producción relacionados a la organización, desempeño y ejecución de las actividades a realizar. Para ello se pretende un ambiente de trabajo más confortable a los operarios y la satisfacción de las necesidades del área para de esta manera brindar mejor calidad a la hora del tiempo de entrega de las unidades, y a su vez servir de referencia a empresas del mismo ramo ofreciéndoles información valiosa acerca del procedimiento de elaboración de ventanas de autobuses.

Así mismo, esta investigación brindó a los autores la oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el estudio de la carrera de ingeniería industrial y de esa manera optar ante la Magna Universidad de Carabobo el título de ingeniero industrial. También sirve de refuerzo en la formación de nuevos ingenieros industriales a la hora de presentarse un caso real con características similares otorgándoles información valiosa a la Universidad de Carabobo ya que servirá de base para futuros estudios permitiendo a otros estudiantes tener acceso al mismo.

ALCANCE

Este trabajo de investigación consta de dos (2) principales etapas, las cuales pueden resumirse en el estudio de las condiciones actuales del proceso, en donde se engloban: la observación, levantamiento de datos y análisis de los mismos, el estudio se realizó en el área de producción de ventanas de la empresa FANABUS S.A., cuyas ventanas elaboradas poseen el mismo procedimiento cambiando sólo su dimensión dependiendo al tipo que pertenezcan. Una segunda fase de adaptación y cambios en el proceso, la ejecución de los cambios en el área e implementación fue de decisión exclusiva de las autoridades de la empresa.

LIMITACIONES

Existen limitantes que obstaculizan el desarrollo de la investigación, como se mencionan a continuación:

- La resistencia al cambio de las personas directamente involucradas con las mejoras.
- No incrementar significativamente el presupuesto, por lo que se debe utilizar al máximo los recursos.

MARCO TEORICO

ANTECEDENTES

Para el desarrollo de las propuestas de mejoras que se plantearon es necesario citar algunos documentos que contribuyeron como guía para la elaboración de la presente investigación, entre ellos están:

Maldonado (2002), en el trabajo de investigación se estableció como objetivo identificar y señalar los pasos en los que se pueden efectuar cambios en el proceso de producción de las ventanas tipo Francesa. Se tomó como referencia la normalización realizada al proceso de fabricación de ventanas tipo francesa.

Marín y Sánez (2007), trabajaron en su proyecto de investigación con el rediseño del área de subensamblaje de front end en la línea de pasajeros de una empresa ensambladora de vehículos. Este trabajo de grado sirvió como referencia en la metodología utilizada para la recolección de datos, como en el estudio de tiempo realizado en las actividades, en la redistribución de una nueva área de trabajo de la línea front end.

Montes (2008), en dicho proyecto implantaron células de manufactura, operando independientemente con el mínimo número de movimientos intercelulares entre ellas, es decir que un grupo de máquina, pueda crear un bien o equipo sin tener que depender de otro grupo de máquinas o en su defecto, solo poder requerir de un mínimo apoyo de máquinas no integrantes de la célula. Esta investigación sirvió de referencia para la redistribución del área de trabajo y el estudio de tiempos realizado a cada actividad.

BASES TEÓRICAS

Las bases teóricas comprenden un conjunto de conceptos y proposiciones que constituyen un punto de vista o enfoque determinado, dirigido a explicar el fenómeno o problema planteado. Esta sección puede dividirse en función de los tópicos que integran la temática tratada o de las variables que serán analizadas.

INDICADORES DE GESTIÓN

Los indicadores de gestión son una poderosa herramienta para cualquier empresario, ya que permite medir los procesos de la organización e identificar el potencial de mejora.

“La expresión cuantitativa del comportamiento o el desempeño de toda una organización o una de sus partes, cuya magnitud al ser comparada con algún nivel de referencia, puede estar señalando una desviación sobre la cual se tomarán acciones correctivas o preventivas según el caso. Son un subconjunto de los indicadores, porque sus mediciones están relacionadas con el modo en que los servicios o productos son generados por la institución. El valor del indicador es el resultado de la medición del indicador y constituye un valor de comparación, referido a su meta asociada. En el desarrollo de los indicadores se deben identificar necesidades propias del área involucrada, clasificando según la naturaleza de los datos y la necesidad del indicador. Esto es fundamental para el mejoramiento de la calidad, debido a que son medios económicos y rápidos de identificación de problemas” (Cabrera & España, 2004).

Los indicadores se dividen en dos grandes grupos: Eficacia y Eficiencia.

- **Eficacia:** Son indicadores que miden el cumplimiento de objetivos sin importar el exceso de dinero invertido, desperdicio, sobretiempos. Es decir, se cumplió la meta, lo demás no importa.

- **Eficiencia:** Son indicadores que miden el cumplimiento de objetivos tomando en cuenta los recursos que implican dicho cumplimiento. Es decir, se cumplió la meta con los recursos asignados.

NORMALIZACIÓN

“La normalización es la actividad que tiene por objeto establecer, ante problemas reales o potenciales, disposiciones destinadas a usos comunes y repetidos, con el fin de obtener un nivel de ordenamiento óptimo en un contexto dado, que puede ser tecnológico, político o económico”. (Organización Internacional de Estandarización. (Núñez. 2007).

A continuación, en la Tabla N°2, se citan algunas ventajas:

Tabla N°2. Ventajas de Normalización

VENTAJAS		
Para los consumidores	Para los fabricantes	Para la administración
• Establece niveles de calidad y seguridad de los productos y servicios. • Informa de las características del producto. • Facilita la comparación entre diferentes ofertas	• Racionaliza variedades y tipos de productos. • Disminuye el volumen de existencia en almacén y los costos de producción. • Mejoramiento de la gestión y diseño.	• Simplifica la elaboración de textos legales. • Establece políticas de calidad y medio ambiente. • Ayuda al desarrollo económico.

ESTANDARIZACIÓN

Según Núñez (2003), los estándares permiten medir el desempeño del trabajo, ya que, representan la mejor, fácil y segura forma de realizar un trabajo o proceso, permite la evaluación del rendimiento ya que son bases de referencia para el estudio, permite evitar la anormalidad y variabilidad en los procesos. Al mismo tiempo indica que, el trabajo estandarizado es una de las herramientas lean más potentes pero menos

utilizada. Observar la situación inicial es el punto base de cualquier iniciativa de mejora. Aprender a observar, establecer unos puntos sobre los que focalizar la vista, fijar unos valores métricos sobre los que focalizar la mejora estandarizando la forma en que se ve; sirve como base para detectar el desperdicio y los caminos más eficientes de mejora. Por lo cual concluye que el proceso de estandarización se basa en cuatro elementos básicos:

1. Detección de los desperdicios a partir de la observación de los procesos, para su posterior eliminación.
2. Identificación de los elementos de trabajo, obtenidos del proceso de observación.
3. Análisis del ritmo al que se deben hacer los distintos productos en un proceso para satisfacer la demanda del cliente.
4. Las herramientas de trabajo estandarizado para cada proceso.

Los beneficios de trabajo estandarizado son:

- Documentación del proceso actual para todo el trabajo del área a estudiar
- Se reducen las variaciones del proceso
- Formación más fácil de nuevos operarios.
- Se reducen los accidentes y lesiones
- Se establece un punto de partida para las actividades de mejora continua.

METODOLOGÍA 5S

Según, el Instituto de Ingeniería Aplicada mencionado por Paredes (2008). Las operaciones de Organización, Orden y Limpieza fueron desarrolladas por empresas japonesas, entre ellas Toyota, con el nombre de 5S. Se han aplicado en diversos países con notable éxito. Las 5S son las iniciales de cinco palabras japonesas que nombran a cada una de las cinco fases que componen la metodología:

- **SEIRI – ORGANIZACIÓN:** Consiste en identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y en desprenderse de éstos últimos.
- **SEITON – ORDEN:** Consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.
- **SEISO – LIMPIEZA:** Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado de salud.
- **EIKETSU- CONTROL VISUAL:** Consiste en distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos.
- **SHITSUKE- DISCIPLINA Y HÁBITO:** Consiste en trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas.

Las tres primeras fases - ORGANIZACIÓN, ORDEN Y LIMPIEZA - son operativas.

La cuarta fase - CONTROL VISUAL - ayuda a mantener el estado alcanzado en las fases anteriores - Organización, Orden y Limpieza - mediante la estandarización de las prácticas.

La quinta y última fase - DISCIPLINA Y HÁBITO – permite adquirir el hábito de su práctica y mejora continua en el trabajo diario.

Los cinco pilares de esta metodología componen un todo integrado y se abordan de forma sucesiva, una tras otra. Y se pueden definir como un estado ideal que:

- Los materiales y útiles innecesarios se han eliminado,
- Todo se encuentra ordenado e identificado,
- Se han eliminado las fuentes de suciedad,
- Existe un control visual mediante el cual saltan a la

- Vista las desviaciones o fallos, y
- Todo lo anterior se mantiene y mejora continuamente.

MÉTODO REBA

El método REBA (Rapid Entire Body Assessment) fue propuesto por Sue Hignett y Lynn McAtamney y publicado por la revista especializada Applied Ergonomics en el año 2000.

Este método es el resultado del trabajo conjunto de un equipo de ergónomos, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales y enfermeras, que identificaron alrededor de 600 posturas para su elaboración. Este permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas, define otros factores que considera determinantes para la valoración final de la postura, como la carga o fuerza manejada, el tipo de agarre o el tipo de actividad muscular desarrollada por el trabajador. Además, permite evaluar tanto posturas estáticas como dinámicas, e incorpora como novedad la posibilidad de señalar la existencia de cambios bruscos de postura o posturas inestables.

El método REBA, es una herramienta de análisis postural especialmente sensible con las tareas que conllevan cambios inesperados de postura, como consecuencia normalmente de la manipulación de cargas inestables o impredecibles. Su aplicación previene al evaluador sobre el riesgo de lesiones asociadas a una postura, principalmente de tipo músculo-esquelético, indicando en cada caso la urgencia con que se deberían aplicar acciones correctivas. Se trata, por tanto, de una herramienta útil para la prevención de riesgos capaz de alertar sobre condiciones de trabajo inadecuadas.

En la actualidad, un gran número de estudios avalan los resultados proporcionados por el método REBA, consolidándolo como una de las herramientas más difundidas y utilizadas para el análisis de la carga postural. Como pasos previos a la aplicación propiamente dicha del método se debe:

- Determinar el periodo de tiempo de observación del puesto considerando, si es necesario, el tiempo de ciclo de trabajo.
- Realizar, si fuera necesario debido a la duración excesiva de la tarea a evaluar, la descomposición de esta en operaciones elementales o subtareas para su análisis pormenorizado.
- Registrar las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de la tarea, bien mediante su captura en video, bien mediante fotografías, o mediante su anotación en tiempo real si ésta fuera posible.
- Identificar de entre todas las posturas registradas aquellas consideradas más significativas o "peligrosas" para su posterior evaluación con el método REBA.
- El método REBA se aplica por separado al lado derecho y al lado izquierdo del cuerpo. El evaluador según su criterio y experiencia, deberá determinar, para cada postura seleccionada, el lado del cuerpo que "a priori" conlleva una mayor carga postural. Si existieran dudas al respecto se recomienda evaluar por separado ambos lados.

La información requerida por el método es básicamente la siguiente:

- Los ángulos formados por las diferentes partes del cuerpo (tronco, cuello, piernas, brazo, antebrazo, muñeca) con respecto a determinadas posiciones de referencia. Dichas mediciones pueden realizarse directamente sobre el trabajador (transportadores de ángulos, electro goniómetros u otros dispositivos de medición angular), o bien a partir de fotografías, siempre que

estas garanticen mediciones correctas (verdadera magnitud de los ángulos a medir y suficientes puntos de vista).

- La carga o fuerza manejada por el trabajador al adoptar la postura en estudio indicada en kilogramos.
- El tipo de agarre de la carga manejada manualmente o mediante otras partes del cuerpo.
- Las características de la actividad muscular desarrollada por el trabajador (estática, dinámica o sujeta a posibles cambios bruscos).

CALOR CONDICIÓN DE RIESGO EN EL TRABAJO

Según Giorlandini (2000), las agresiones térmicas intensas pueden tener graves consecuencias sobre el organismo humano, afectando además al rendimiento de los trabajadores. Sobre esta base, es preciso tener en cuenta una serie de recomendaciones básicas a la hora de desarrollar las diferentes tareas en los lugares de trabajo sometidos a altas temperaturas, especialmente en verano.

Riesgos generales derivados del ambiente caluroso

La existencia de calor en el ambiente laboral constituye frecuentemente una fuente de problemas que, en general, suele traducirse en situaciones de discomfort aunque, en ciertas ocasiones, el ambiente térmico puede generar riesgos para la salud. Generalmente estas situaciones se relacionan con la existencia de altas temperaturas, humedad y trabajos que impliquen un cierto esfuerzo físico. La exposición excesiva a un ambiente caluroso puede ocasionar diferentes afecciones que es importante conocer para saber detectar precozmente los primeros síntomas, tanto en uno mismo, como en relación con otros compañeros de trabajo. Las afecciones más destacables son las siguientes:

- *El golpe de calor:* se produce cuando el sistema que controla la temperatura del cuerpo falla y la transpiración (única manera eficaz que tiene el cuerpo de eliminar el calor) se hace inadecuada. En estos casos, la

piel de los afectados estará muy caliente y, normalmente, seca, roja, o con manchas. El afectado presentará síntomas de confusión y desorientación, pudiendo llegar a perder el conocimiento y sufrir convulsiones. La temperatura de la víctima será de 40,5° C o superior.

- *El agotamiento por el calor:* resulta de la pérdida de grandes cantidades de líquido por la transpiración, acompañada, en ocasiones, de una pérdida excesiva de sal. En estos casos la piel del afectado estará húmeda y presentará un aspecto pálido o enrojecido. El afectado continúa sudando pero siente una debilidad o un cansancio extremo, mareos, náuseas y dolor de cabeza. En los casos más graves, la víctima puede vomitar o perder la consciencia. La piel presentará un estado húmedo, con un aspecto pálido o enrojecido. La temperatura del cuerpo será normal o ligeramente alta. En la mayoría de estos casos, el tratamiento de la víctima consiste en hacerla descansar en un lugar fresco y consumir grandes cantidades de líquido. Cuando no se produzca la recuperación espontánea con este tratamiento, es conveniente ofrecer asistencia médica al afectado.
- *Los calambres:* por el calor son espasmos dolorosos de los músculos que se producen cuando el trabajador suda abundantemente e ingiere grandes cantidades de agua, diluyendo los líquidos del cuerpo mientras éste sigue perdiendo sal, lo que puede provocar dolorosos calambres. Los músculos utilizados para trabajar suelen ser los más propensos a los calambres. Pueden presentarse durante o después de las horas de trabajo y pueden ser aliviados consumiendo bebidas isotónicas o líquidos ricos en sal.
- *Los desmayos:* Cuando el trabajador no está habituado a los ambientes calurosos, la exposición a temperaturas elevadas puede provocar desmayos, especialmente si el trabajador permanece de pie e inmóvil. En estos casos, el trabajador deberá descansar tumbado en lugar fresco.
- *Sarpullidos:* en el desarrollo de trabajos en ambientes calurosos y húmedos puede provocar sarpullidos debido a las dificultades para eliminar la transpiración, lo que hace que la piel permanezca húmeda

largos periodos de tiempo. En estos casos los conductos de transpiración se obstruyen y aparece un sarpullido en la piel. La aparición de sarpullidos puede combatirse programando pausas en lugares frescos, así como lavando y secando la piel.

VALORACIÓN DEL RIESGO DE ESTRÉS TÉRMICO

Según el Centro Nacional de Condiciones de Trabajo Argentina (2008), el valor de la estimación del riesgo de estrés térmico en el trabajo es más eficiente cuando se realiza a través del índice WBGT.

La existencia de calor en el ambiente laboral constituye frecuentemente una fuente de problemas que se traducen en quejas por falta de confort, bajo rendimiento en el trabajo y, en ocasiones, riesgos para la salud. El estudio del ambiente térmico requiere el conocimiento de una serie de variables del ambiente, del tipo de trabajo y del individuo. La mayor parte de las posibles combinaciones de estas variables que se presentan en el mundo del trabajo, dan lugar a situaciones de incomodidad, sin que exista riesgo para la salud. Con menor frecuencia suelen encontrarse situaciones laborales térmicamente confortables y, pocas veces, el ambiente térmico puede generar un riesgo para la salud. Esto último está condicionado casi siempre a la existencia de radiación térmica (superficies calientes), alta humedad (> 60%) y trabajos que impliquen un cierto esfuerzo físico.

El riesgo de estrés térmico, para una persona expuesta a un ambiente caluroso, depende de la producción de calor de su organismo como resultado de su actividad física y de las características del ambiente que le rodea, que condiciona el intercambio de calor entre el ambiente y su cuerpo. Cuando el calor generado por el organismo no puede ser emitido al ambiente, se acumula en el interior del cuerpo y la temperatura de éste tiende a aumentar, pudiendo producirse daños irreversibles.

Metodología

El índice WBGT se calcula a partir de la combinación de dos parámetros ambientales: la temperatura de globo TG y la temperatura húmeda natural THN. A veces se emplea también la temperatura seca del aire, TA. Mediante las siguientes expresiones se obtiene el índice WBGT:

$$\text{WBGT} = 0.7 \text{ THN} + 0.3 \text{ TG... (1)}$$

(En el interior de edificaciones o en el exterior, sin radiación solar)

$$\text{WBGT} = 0.7 \text{ THN} + 0.2 \text{ TG} + 0.1 \text{ TA... (2)}$$

(En exteriores con radiación solar)

Cuando la temperatura no es constante en los alrededores del puesto de trabajo, de forma que puede haber diferencias notables entre mediciones efectuadas a diferentes alturas, debe hallarse el índice WBGT realizando tres mediciones, a nivel de tobillos, abdomen y cabeza.

Las mediciones deben realizarse a 0.1 m, 1.1 m, y 1.7 m del suelo si la posición en el puesto de trabajo es de pie, y a 0.1 m, 0.6 m, y 1.1 m, si es sentado. Si el ambiente es homogéneo, basta con una medición a la altura del abdomen. Este índice así hallado, expresa las características del ambiente y no debe sobrepasar un cierto valor límite que depende del calor metabólico que el individuo genera durante el trabajo (M).

Según el nutricionista Matheys (2009), el metabolismo basal, es el valor mínimo de energía necesaria para que la célula subsista. Esta energía mínima es utilizada por la célula en las reacciones químicas intracelulares necesarias para la realización de funciones metabólicas esenciales, como es el caso de la respiración. El metabolismo basal es el gasto energético diario, es decir, lo que tu cuerpo necesita diariamente para seguir funcionando. A ese cálculo hay que añadir las actividades extras que puedes hacer cada día.

En el organismo, el metabolismo basal depende de varios factores, como sexo, talla, peso, edad, etc. Como claro ejemplo del metabolismo basal está el caso del coma. La persona "en coma", está inactiva, pero tiene un gasto mínimo de calorías, razón por la que hay que seguir alimentando al organismo. El metabolismo basal de una persona se mide después de haber permanecido en reposo total en un lugar con una temperatura agradable (20 °C) y de haber estado en ayunas 12 ó más horas. El metabolismo basal diario se puede calcular de manera aproximada de la siguiente forma mediante las ecuaciones de Harris Benedict:

Hombre: $66,473 + (13,751 \times \text{masa(kg)}) + (5,0033 \times \text{estatura(cm)}) - (6,55 \times \text{edad(años)}) \dots (3)$

Mujer: $66,551 + (9,463 \times \text{masa(kg)}) + (4,8496 \times \text{estatura(cm)}) - (4,6756 \times \text{edad(años)}) \dots (4)$

Mediciones del índice WBGT

Las mediciones de las variables que intervienen en este método de valoración deben realizarse preferentemente, durante los meses de verano y en las horas más cálidas de la jornada. Los instrumentos de medida deben cumplir los siguientes requisitos:

- ✓ **Temperatura de globo (TG):** Es la temperatura indicada por un sensor colocado en el centro de una esfera de las siguientes características:
 - o 150 mm de diámetro.
 - o Coeficiente de emisión medio: 0.90 (negro y mate).
 - o Grosor: tan delgado como sea posible.
 - o Climatización y Frío Industrial 3
 - o Escala de medición: 20 °C ~ 120 °C.
 - o Precisión: $\pm 0,5$ °C de 20 °C a 50 °C y ± 1 °C de 50 °C a 120 °C.

- ✓ **Temperatura húmeda natural (THN):** Es el valor indicado por un sensor de temperatura recubierto de un tejido humedecido que es ventilado de forma natural, es decir, sin ventilación forzada. Esto último diferencia a esta variable de la temperatura húmeda psicrométrica, que requiere una corriente de aire alrededor del sensor y que es la más conocida y utilizada en termodinámica y en las técnicas de climatización.
 - o El sensor debe tener las siguientes características:
 - o Forma cilíndrica.
 - o Diámetro externo de $6\text{mm} \pm 1\text{ mm}$.
 - o Longitud $30\text{mm} \pm 5\text{mm}$.
 - o Rango de medida $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ $40\text{ }^{\circ}\text{C}$.
 - o Precisión $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
 - o La parte sensible del sensor debe estar recubierta de un tejido (p.e. algodón) de alto poder absorbente de agua.
 - o El soporte del sensor debe tener un diámetro de 6mm, y parte de él (20 mm) debe estar cubierto por el tejido, para reducir el calor transmitido por conducción desde el soporte al sensor.
 - o El tejido debe formar una manga que ajuste sobre el sensor. No debe estar demasiado apretado ni demasiado holgado.
 - o El tejido debe mantenerse limpio.
 - o La parte inferior del tejido debe estar inmersa en agua destilada y la parte no sumergida del tejido, tendrá una longitud entre 20 mm y 30 mm.
 - o El recipiente del agua destilada estará protegido de la radiación térmica.

- ✓ **Temperatura seca del aire (TA):** Es la temperatura del aire medida, por ejemplo, con un termómetro convencional de mercurio u otro método adecuado y fiable.
 - o El sensor debe estar protegido de la radiación térmica, sin que esto impida la circulación natural de aire a su alrededor.

- o Debe tener una escala de medida entre 20 °C y 60 °C ($\pm 1^{\circ}\text{C}$).

Cualquier otro sistema de medición de estas variables es válido si, después de calibrado, ofrece resultados de similar precisión que el sistema descrito.

JUSTO A TIEMPO O JUST IN TIME

Según, Gaither y Fraizier (1999), Es una filosofía aplicable a las operaciones cuyo objetivo es el mejoramiento continuo y la eliminación de pérdidas en todas las áreas de la empresa. Busca minimizar o eliminar el inventario con el objetivo de desarrollar un sistema que pueda producir volúmenes pequeños y sea eficaz en relación con los costos, busca organizar los sistemas haciendo una buena distribución, con el objetivo de que haya mayor flujo y disminuir costos. Justo a tiempo implica producir sólo exactamente lo necesario para cumplir las metas pedidas por el cliente, es decir producir el mínimo número de unidades en las menores cantidades posibles y en el último momento posible, eliminando la necesidad de almacenaje, ya que las existencias mínimas y suficientes llegan justo a tiempo para reponer las que acaban de utilizarse y la eliminación de el inventario de producto terminado.

ELIMINACIÓN SISTEMÁTICA DEL DESPERDICIO (ESIDE)

“Es una metodología práctica y sencilla, que propone la mejora de los métodos de trabajo a través de un enfoque sistemático a partir de la eliminación o reducción del desperdicio presente en cualquier elemento perteneciente al sistema donde se realiza el método de trabajo”. (Illada y Ortiz, 2007).

La aplicación de la metodología ESISE cuenta con 10 pasos o etapas, los cuales se deben seguir correctamente para garantizar la efectividad del método, los cuales son:

1. Identificación de prioridades de estudio
2. Descripción del sistema

3. Análisis de impacto de elementos en indicadores
4. Análisis de desperdicios por elemento: una vez obtenido el elemento más crítico se identifican los posibles desperdicios existentes en el elemento, mediante una lista de desperdicio que propone la metodología.
5. Cuantificación de desperdicios: una vez realizado el paso anterior se procede a cuantificar cada uno de los desperdicios en función a la cantidad y a la unidad en la cual se presentan.
6. Análisis de causas de desperdicios: consiste en avaluar las posibles causas que den lugar al desperdicio mediante la pregunta ¿por qué?, a cada causa se le asigna un ¿por qué? con la finalidad de llegar a la principal causa del problema, en esta metodología generalmente se estudian cinco (5) ¿por qué?
7. Identificar los desperdicios en el sistema, posibles técnicas para la eliminación de los mismos y evaluación de las técnicas: una vez estudiado los desperdicios, se identifican y evalúan las posibles técnicas que ayudan a la eliminación efectiva de los desperdicios (POKA YOKE, SMED, cinco “S” de la limpieza, mantenimiento productivo total, KANBAN, justo a tiempo, entre otros), lo que permite evaluar alternativas según los indicadores de gestión, tomando en cuenta una escala del uno (1) al diez (10), que mida el grado de significancia de menor a mayor con respecto a cada alternativa planteada.
8. Diseñar las soluciones.
9. Evaluación de soluciones.
10. Plan de acción.

MÉTODOS DE CALIFICACION – SISTEMA WESTINGHOUSE

Según Elwood (2001), es uno de los sistemas de calificación más antiguos y de los utilizados más ampliamente, es el desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation, que describen en detalle Lowry, Maynard y Stegemerten. En este método se consideran cuatro factores al evaluar la actuación del operario, que son habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y consistencia.

- La habilidad, se define como "pericia en seguir un método dado" y se puede explicar más relacionándola con la calidad artesanal, revelada por la apropiada coordinación de la mente y las manos. La habilidad o destreza de un operario se determina por su experiencia y sus aptitudes inherentes, como coordinación natural y ritmo de trabajo. La práctica tenderá a desarrollar su habilidad, pero no podrá compensar por completo las deficiencias en aptitud natural.
- El esfuerzo o empeño, se define como una "demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia". El empeño es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad, y puede ser controlado en alto grado por el operario. Cuando se evalúa el esfuerzo manifestado, el observador debe tener cuidado de calificar sólo el empeño demostrado en realidad. Con frecuencia un operario aplicará un esfuerzo mal dirigido empleando un alto ritmo a fin de aumentar el tiempo del ciclo del estudio, y obtener todavía un factor liberal de calificación.
- Las condiciones, a que se ha hecho referencia en este procedimiento de calificación de la actuación, son aquellas que afectan al operario y no a la operación. En más de la mayoría de los casos, las condiciones serán calificadas, como normales o promedio cuando las condiciones se evalúan en comparación con la forma en la que se hallan generalmente en la estación de trabajo. Los elementos que afectarían las condiciones de trabajo son: temperatura, ventilación, luz y ruido. Por tanto, si la temperatura en una estación de trabajo dada fuera de 17°C (60°F) mientras que generalmente se mantiene en 20°C a 23°C (68° a 74°F), las condiciones se considerarían abajo de lo normal. Las condiciones que afectan la operación, como herramientas o materiales en malas condiciones, no se tomarán en cuenta cuando se aplique a las condiciones de trabajo el factor de actuación.
- La actuación, es la consistencia del operario. A no ser que se emplee el método de lectura repetitiva, o que el analista sea capaz de hacer las restas sucesivas y de anotarlas conforme progresa el trabajo, la consistencia del operario debe evaluarse mientras se realiza el estudio. Los valores elementales de tiempo que se repiten constantemente indican, desde luego, consistencia perfecta. Tal situación ocurre

muy raras veces por la tendencia a la dispersión debida a las muchas variables, como dureza del material, afilado de la herramienta de corte, lubricante, habilidad y empeño o esfuerzo del operario, lecturas erróneas del cronómetro, y presencia de elementos extraños.

DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

“Es el arreglo y localización de equipos de producción, maquinarias, centro de trabajos y recursos auxiliares y actividades (inspección, manejo de materiales, almacenajes y despacho) con el propósito de lograr la máxima eficiencia en la producción de bienes y servicios o en el suministro de servicios al consumidor” (Gómez y Núñez. 2009).

La distribución en planta persigue la planificación del mejor arreglo de los recursos físicos, cualquiera que sea el criterio escogido por su evaluación. Estos criterios varían de un problema a otro.

Causas que originan los problemas de distribución

La mayoría de los problemas de distribución en planta se originan por las siguientes causas:

1. Cambios en el diseño del producto.
2. Adición de un nuevo producto.
3. Cambios en el volumen de la demanda.
4. Los recursos físicos se hacen obsoletos.
5. Frecuentes accidentes en planta.
6. Ambiente de trabajo inadecuado.
7. Cambios en la localización o concentración de los mercados.
8. Programas de reducción de costos o de incremento de productividad.

Tipos de distribución en planta

La mayoría de las plantas hoy en día están distribuidas por uno o la combinación de los sistemas que se nombrarán a continuación. Los tipos clásicos de distribución en planta son:

1. Distribución por proceso.
2. Distribución por producto.
3. Distribución por posición fija.

Distribución por proceso o por departamentos

Es aquel tipo de distribución en planta que toma en cuenta las operaciones del mismo proceso o tipo de proceso, que se llevan a cabo en la fabricación de un producto, agrupando maquinas y equipos en departamentos de acuerdo con el proceso o funciones similares.

Métodos para la distribución por procesos

El problema principal de la distribución por procesos es la determinación de la localización relativa más económica de los diversos departamentos del proceso. El criterio principal en la selección del arreglo es el costo de manejo de materiales. Por lo tanto, conviene hacer un arreglo que coloque las áreas de proceso de tal forma que se minimicen los costos de manejo de materiales de todas las piezas a través de los departamentos. Para la solución de los problemas en este ámbito se utilizan los siguientes métodos:

1. Método de la carta viajera.
2. Método de la tabla de preferencia.

Método de la tabla de preferencia

Este método utiliza como elementos de análisis la tabla relacional o tabla de preferencia. Es útil para proyectar distribuciones de planta cuando no se conocen valores de flujos o monetarios entre departamentos o es muy difícil de evaluarlos.

Toma en cuenta aspectos cualitativos de la convivencia o preferencia de ubicar adyacentes o no los departamentos.

Las relaciones entre las actividades se pueden indicar con las letras A,B,C...,Z, para denotar alta deseabilidad o por el contrario indicar que no es deseable. Para realizar comparación entre alternativas se establecen puntos que reflejen mediante una escala arbitraria, la importancia de la relación. Generalmente la escala se establece en orden decreciente de importancia, es decir, a mayor importancia mayor puntuación.

Metodología

1. Se determina el número de departamentos o actividades relacionadas y sus respectivas áreas requeridas.
2. Se establecen las restricciones del problema.
3. Se recolectan los datos.
4. Se prepara la tabla resumen con la secuencia de las operaciones.
5. Se realizan los diagramas correspondientes a cada proceso definiendo la separación entre pasillos, maquinarias, herramientas y equipos.
6. Se establece una escala de valoración para indicar la importancia de la relación.
7. Se construye la tabla de preferencia, llenando los cuadros con los valores que establecen la relación con cada área o departamento.
8. Se hace un arreglo inicial tomando en cuenta aquellos cuadros con alta puntuación para su ubicación adyacente.
9. Se suma la puntuación de los departamentos adyacentes, para usarlos como referencia.
10. Se hace un nuevo arreglo y se vuelve a calcular la puntuación obtenida el proceso se repite tantas veces como se justifique.
11. Se selecciona la alternativa que tenga mayor puntuación.
12. Se presentará la alternativa seleccionada.

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

A continuación, se presentan una serie de conceptos necesarios para la comprensión del trabajo especial de grado, además, sirven de complemento en las definiciones de las metodologías y procedimientos que se irán enunciando a lo largo de la investigación.

- **Estudio de Métodos.** (Elwood, 2002). Registro, análisis, y examen crítico sistemático de los modos actuales y propuestos de llevar a cabo una tarea, con la finalidad de encontrar los métodos más sencillos y eficaces.
- **Desperdicio.** (Elwood, 2002). Todo aquel elemento que NO AGREGA VALOR al producto, adicionando únicamente costos y/o tiempo.
- **Operación.** (Gaither y Fraizier. 2000). Es un conjunto de elementos de trabajo asignados a un puesto de trabajo.
- **Puesto o estación de trabajo.** (Gaither y Fraizier. 2000). Es un área que forma parte de la línea de ensamble, donde se ejecuta una cantidad de operaciones con sus respectivos elementos.
- **Tiempo de ciclo.** (Elwood, 2002). Es el tiempo que tarda un operador en hacer todos los elementos de trabajo pertenecientes a su operación.
- **Tiempo Normal.** (Gaither y Fraizier). Es el tiempo que tarda un operario trabajando a ritmo normal para ejecutar una tarea dada.
- **Tiempo de Operación.** (Elwood, 2002). Es el tiempo que tardan los operarios asignados, en realizar una actividad relacionada directamente a la fabricación de las piezas.
- **Tiempo Preparación.** (Gaither y Fraizier. 2000). Es el tiempo que se emplea en la búsqueda de material, herramental y ajustes de las máquinas, incluyendo la instalación y desmontaje de las matrices.
- **Fatiga.** (Giorlandini, 2000). Se refiere a la sensación de "claudicación fisiológica del organismo, como consecuencia, generalmente, de un esfuerzo físico o psíquico. Conduce a una disminución de las capacidades del

organismo: fatiga visual, fatiga auditiva, intelectual, muscular, en relación con el componente orgánico que se ha "saturado" por el esfuerzo. A veces existen diferencias entre la fatiga física o muscular, y la psíquica o mental aunque en realidad, ambas están relacionadas (componente psico-físico de la fatiga). Básicamente, la fatiga muscular se recupera con el reposo adecuado, y la mental con el sueño (sobre todo en el periodo REM del sueño). Si no existen períodos de recuperación adecuados, en cualquiera de los casos puede evolucionar hacia una fatiga crónica con todo su componente sintomático: sensación de malestar, preferentemente por las mañanas, al inicio del trabajo, con trastornos del carácter, y tendencia depresivas o bien de ansiedad, y síntomas psicósomáticos o enfermedades (trastornos del sueño con insomnio y somnolencia diurna, pérdida del apetito, trastornos digestivos, dolor de espalda, mareos, alteraciones menstruales femeninas).

- **Soldadura TIG “Tungsten Inert Gas”.** (Bastidas. 2000). Es un proceso de soldadura que ofrece el mejor acabado que se puede obtener, se usa para soldar metales anticorrosivos y metales difíciles de soldar.

TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación se considera que es de tipo descriptiva.

“Se limita a observar y describir los fenómenos. Se incluyen dentro de la investigación descriptiva a los estudios de desarrollo, estudios de casos, encuestas, estudios correlacionales, estudios de seguimiento, análisis de tendencias, series temporales, estudios etnográficos, investigaciones históricas, etc.” Bisquerra (1999).

El presente estudio, se enmarcó dentro de la modalidad de Investigación de Campo de carácter Descriptivo, que según lo establece el Manual de Trabajos de grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador.

“Se entiende por Investigación de Campo, el análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigación conocidos o en desarrollo”. (UPEL. 2008).

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Una vez determinada que la investigación a desarrollar en este trabajo fue de tipo descriptivo, se deberá llevar a cabo un proyecto factible. Que se define como “la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problema, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales” Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL 2008:7). También indica que “el proyecto factible comprende las siguientes etapas generales: diagnostico, planteamiento y fundamentación teórica de la propuesta; procedimiento metodológico, actividades y recursos necesarios para la ejecución; análisis y conclusiones sobre la viabilidad y realización de proyectos”. En la etapa de análisis se efectuó un estudio de la situación actual con la finalidad de familiarizar al investigador con la problemática existente, realizar un estudio previo de los procesos que se generan en la actualidad, proponer y evaluar mejoras mediante diversas metodologías, lo que dará pie a la fase de estudio de tiempo y normalización; al mismo tiempo se recolectará información de investigación realizadas previamente para fundamentar de forma teórica el trabajo a desarrollar.

UNIDAD TÉCNICA

Según Pardinas (2004), “es definir el ámbito del conocimiento para la investigación”. El área que se trabajó fue la de producción de ventanas, conformada por dos operarios dedicados a realizar tal operación.

FUENTES Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Según Sabino (1996), es un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso de que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información.

Una vez que se obtuvieron los indicadores de los elementos teóricos y definido el diseño de la investigación, fue necesario señalar las técnicas de recolección de datos para mostrar los instrumentos que permitieron obtenerlos de la realidad.

La recolección de datos e información en éste trabajo de investigación se realizará a través de consultas a fuentes primarias y secundarias.

- **Datos primarios:** la obtención de la información primaria se hace a través del uso de las técnicas de recolección de datos como lo son: la observación directa, la encuesta y la entrevista.
- **Datos secundarios:** son registros escritos que proceden también de un contacto con la práctica, pero que ya han sido elegidos y procesados por otros investigadores, por lo tanto, la obtención de la información secundaria, se realizará mediante la revisión documental de textos, artículos y páginas de internet, relacionados con la tecnología de cámaras IP e información básica sobre los sistemas de seguridad.

Según Pardinas (2004), define la observación como “el acto de notar un fenómeno, a menudo con instrumentos, y registrándolo con fines científicos”.

Según Sabino (1996), señala que la observación, “consiste en obtener impresiones del mundo circundante por medio de todas las facultades humanas relevante. Esto suele requerir contacto directo con el (los) sujeto (s), aunque puede



realizarse observación remota registrando a los sujetos en fotografía, grabaciones sonoras, o video grabación y estudiándola posteriormente”.

El cuestionario, según Pardinas (2004), “es un sistema de preguntas que tiene como finalidad obtener datos para una investigación”. Éste sistema debe estar plasmado en un soporte material y utilizar como vehículo de información un lenguaje previamente codificado.

Según Tamayo y Tamayo (2000), define que el propósito de la entrevista en la investigación cualitativa es “obtener descripciones del mundo de vida del entrevistado respecto a la interpretación los significados de los fenómenos descritos”.

TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INVESTIGACIÓN

La información recolectada serán estudiada para la aplicación y cumplimiento de los siguientes métodos: Análisis de la operación, estudio de tiempos y recorridos, identificación de desperdicios a través la metodología ESIDE, el cual incluye una serie de etapas para evaluar el área crítica, sus causas y posibles soluciones; la herramienta de las “5S” de la limpieza, la redistribución del área mediante la utilización del método de la carta viajera con la finalidad de tener una mejor utilización de espacios y mejoras en los puestos de trabajo para los operarios.

DESARROLLO DE LAS FASES METODOLÓGICAS DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo metodológico de la investigación que se muestra a continuación se presenta para cumplir con los lineamientos de los instrumentos utilizados y verificar el desarrollo de los objetivos planteados.

FASE I. Descripción y análisis de la situación actual

En esta etapa se describió el proceso de fabricación de ventanas por medio del uso de la metodología de análisis de la operación. En esta fase se listaron con sus características los equipos y herramientas utilizados por los operarios, y se realizó un diagnóstico del método actual de trabajo en el área de estudio seleccionada. Se realizó el análisis de la situación actual utilizando la herramienta ESIDE a partir del formato n° 4 hasta el n° 9, por medio del cual se identificaron y cuantificaron los desperdicios encontrados en el área caso estudio. En la búsqueda de la cuantificación de los problemas encontrados se hace necesaria la aplicación de herramientas y metodologías como:

- Estudios de tiempos, a través de la aplicación de las ecuaciones de Niebel (1990), por medio de la cual se calculó el tiempo estándar de la situación actual, identificando y cuantificando las actividades productivas y las no productivas presentes en el área caso estudio. Aquí se realizó la calificación de la actuación de los operarios por medio del Sistema Westinghouse, para así lograr el cálculo del tiempo normal y por ende el del tiempo estándar.
- Análisis de los recorridos, se analizaron los extensos desplazamientos realizados por los trabajadores, para cumplir con el fin de realizar la reubicación del departamento de ventanas a través de la aplicación del método de la tabla de preferencias.
- Análisis de los riesgos por la actuación del medio ambiente, se realizó el estudio de la carga calórica de los trabajadores a través del índice WBGT, donde se cuantificó la temperatura a la que están sometidos los operarios en el área caso estudio.
- Análisis de la carga postural, mediante la aplicación de la metodología REBA, donde se identificó la incidencia del método de trabajo actual sobre la postura de los operarios.

FASE II. Diseño de propuestas de mejoras en el método de trabajo de elaboración de ventanas

Tales propuestas, se realizaron en función del estudio previo ejecutado en las fallas y sus causas, con el fin, de aumentar los niveles óptimos de producción con el firme propósito de incrementar la productividad mediante el uso de metodologías y herramientas del justo a tiempo, entre otras como se muestra a continuación:

- Implementación de la metodología 5S, por medio del uso de: la observación directa, los datos recolectados, entrevistas y cuestionarios a los operarios, se logró la implantación hasta su tercera fase es decir, se implementó un 60% de lo propuesto comprometiendo a los encargados del área en la continuidad del método.
- Reubicación del área de ventanas a través del método de carta viajera, gracias al estudio realizado con anterioridad se hizo la aplicación de esta herramienta donde se encontró la distribución que mejor se adapta a las necesidades del área caso estudio.
- Se realizaron propuestas de mejora continua, gracias a las herramientas de análisis utilizadas se logró proponer la implementación de dispositivos denominados diseños de mejoras específicamente en las máquinas y equipos ya existentes.

FASE III. Establecer un instructivo de operaciones de las actividades necesarias para la elaboración de las ventanas

El desarrollo de la presente fase dependió de la comprensión de los procesos actuales, para que por medio de las mejoras propuestas se pueda ajustar el proceso a un procedimiento estructurado donde cualquiera de los operarios asignados pueda realizar las actividades concernientes a la elaboración de ventanas.

FASE IV. Análisis y estudio del impacto de las propuestas de mejoras.

Aquí se efectuó, lo concerniente a la evaluación y estimación sobre el impacto cualitativo y cuantitativo de las propuestas de mejoras en el área caso estudio bajo ciertos criterios que permitan al panel ejecutivo de la empresa tomar la decisión para la implementación de las mismas.

DEFINICIÓN CONCEPTUAL Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES DE ESTUDIO

En el trabajo de investigación, se hace necesaria la presentación de un sistema de variables, con el fin de aportar a la estructura del mismo la comprensión de los diversos aspectos del problema a solucionar.

Según Tamayo y Tamayo (2000), una variable se define como una característica, cualidad, atributo o propiedad del sujeto o unidad de observación. Representan las características cualitativas y cuantitativas de los objetivos del trabajo de investigación.

De acuerdo con la definición citada anteriormente, se puede deducir que las variables de la investigación van a representar la dimensión del objeto de estudio y sus valores van a presentar diversas magnitudes durante el desarrollo del proyecto. Por otra parte, en el proceso lógico de Operacionalización de las variables no es más que determinar los parámetros de medición a partir de los cuales se establecerá la relación de las variables enunciadas con el objeto de la investigación.

A continuación, se presenta la Tabla N°3, la cual contiene las variables necesarias que se deben tomar en cuenta para el desarrollo del trabajo de investigación en función del objetivo general como allí se muestra.

Tabla N°3. Operacionalización de las variables

OBJETIVO GENERAL		
Propuesta de mejora en los métodos de trabajo en el área de producción de ventanas.		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HERRAMIENTAS	TIEMPO
Diagnosticar la situación actual del área de producción de ventanas.	Estudio de la situación actual a través del análisis de la operación	La aplicación de estas herramientas se llevó a cabo en un lapso de ocho (8) semanas.
	Análisis, identificación y cuantificación de los Desperdicios, a través de la herramienta ESIDE (Paso 4).	
	Método WBGT	
	Metodología REBA	
	Calificación del trabajo, a través del sistema Westinghouse	
	Análisis del recorrido	
	Análisis Causa- Efecto	
Diseñar propuestas de mejoras en los métodos de trabajo en el área de producción de ventanas mediante la incorporación de herramientas de ingeniería de métodos.	Principio de economía de movimientos.	Para el cumplimiento de este objetivo se necesitaron de cuatro (4) semanas.
	Método de Precedencias	
	Redistribución y aprovechamiento del área de trabajo.	
	Implementación de dispositivos.	
	Aplicación de la metodología 5S.	
Estandarizar los procedimientos en el área de producción de ventanas.	Observación directa, estudio de tiempos y recorridos.	Se utilizó un tiempo de 24 semanas.
	Ecuaciones de Niebel	
	Método de calificación del operario por medio del Sistema Westinghouse.	
	Documentación del proceso realizado de manera efectiva en el área.	
Evaluar el impacto económico de las propuestas de mejoras en la producción de ventanas.	Estudio de factibilidad.	Para este estudio se necesitaron de cinco (5) semanas.
	Estudio de rentabilidad.	

CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo especial de grado fue proponer una serie de mejoras que permitan incrementar la productividad en el área de elaboración de ventanas en la empresa FANABUS S.A. A raíz de ello fue necesario realizar el estudio de la situación actual en el departamento mencionado, del cual surgieron las causas de los problemas, y estos a su vez fueron analizados a fondo con el fin de generar propuestas factibles y rentables para proporcionar los beneficios significativos a la empresa.

La base de este proyecto fue la aplicación de técnicas y metodologías de Ingeniería Industrial, como fueron el estudio de la metodología ESIDE a partir del formato n°4. La elaboración de estudios de métodos de trabajo, estudio de tiempo, estudios ergonómicos, diseños de facilidades y su respectiva evaluación económica.

Dentro del estudio se cumplió con los objetivos específicos de: encontrar un diagnóstico de la situación actual del área como se hace evidente en los capítulos III y IV, se realizó un estudio estándar inicial de las operaciones con el fin de servir como base a los nuevos cambios realizados en el área en pro del incremento de la productividad, y en la búsqueda de dicho incremento se realizaron una serie de propuestas que antes de la culminación del trabajo especial de grado la empresa adoptó dentro del departamento de ventanas, que se mencionan:

- La reubicación del área de ventanas a la cortadora disminuyendo el 87,30% del recorrido de la operación, esto a su vez representa un aporte valioso en la depreciación en un 50,02% en el tiempo de las operaciones productivas.

- Se inició la construcción del diseño de facilidades, en la actualidad ya se ha elaborado el 60% de las mismas en el área, puesto que la empresa cuenta con un taller para la reparación de equipos. Con tal aplicación se influye en el desempeño de los trabajadores dentro del área y un incremento de la productividad en un 30%.
- A pesar de la reserva inicial por el método se logró la implementación en un 60% de la metodología 5S en la estación de elaboración de ventanas brindándole a los trabajadores una nueva visión para el área y de esta manera asegurar el orden y limpieza dentro la misma. Influyendo en un incremento de la productividad en un 30%.

Los resultados obtenidos de la implementación de este proyecto fueron evaluados cualitativamente y cuantitativamente evidenciando valores favorables que permiten el aumento de los recursos que intervienen en la productividad a un bajo costo.



RECOMENDACIONES

Siguiendo los lineamientos del sistema de producción de la empresa ensambladora y en pro de la mejora continua se exhiben las siguientes recomendaciones:

- I. Implementación a cabalidad de las mejoras propuestas en el presente trabajo de grado. A demás de hacer el seguimiento correspondiente al desempeño de las propuestas, para de este modo garantizar la confiabilidad de los resultados esperados.
- II. Solicitar al almacén que dote al departamento de elaboración de ventana de toda la materia prima necesaria para un mes de trabajo.
- III. Garantizarle al nuevo departamento de ventanas las condiciones necesarias para la realización del trabajo, es decir, colocar en el área la iluminación adecuada y brindarles a los trabajadores la circulación del aire, por medio de algún dispositivo sencillo de ventilación, con el fin de disminuir la fatiga de los operarios y que se muestren más interesados en el trabajo.
- IV. Eliminar las batas de seguridad y brindarle a los trabajadores una vestimenta más adecuada para la realización de las operaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Bastidas, A. (2000). Ingeniería de ejecución industrial. Editorial Universidad Tecnológica Metropolitana. Santiago. Chile.
- Benjamín, N. (1990). “Métodos, tiempos y movimientos”. Editorial Alfaomega. D.F. México
- Bisquerra, R. (1999). Métodos de Investigación Educativa. Guía Práctica. Ediciones CEAC, S.A. Barcelona. España.
- Burgos F (2003). Ingeniería de Métodos, Calidad-Productividad. Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo. Valencia. Venezuela.
- Cabrera y España. (2004). Guía práctica Ingeniería Industrial. Ediciones CEAC. S.A. Barcelona. España.
- Centro Nacional de Condiciones de Trabajo Argentina (2008). Valoración del Riesgo de Estrés térmico. Buenos Aires. Argentina.
- Elwood, S.(2002). Administración y dirección técnica de la producción. Editorial Limusa. D.F. México.
- GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA. 19 de junio de 1997, Número 2254.
- Gaither y Fraizier (2000) Administración de Producción y Operaciones. Ediciones. Thomson. Buenos Aires. Argentina
- García y Valdez (1999), Diseño de mejoras en el proceso de ensamblaje de vehículos en la línea de chasis de camiones. Caso Ford Motor. Universidad de Carabobo. Valencia. Venezuela.
- Giorlandini, E. (2000). Ciencias del trabajo y la fatiga. Editorial Universitaria de la UTN. Buenos Aires. Argentina.
- Hignett & McAtamney (2000). REBA: Rapid Entire Body Assessment. Applied Ergonomics. Nueva York. Estados Unidos.
- Illada y Ortíz. Cuadernillo de Ingeniería Industrial. Ingeniería de Métodos. Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo. Valencia Venezuela.

- Marín y Sánez (2007), Rediseño del área de subensamblaje de front end en la línea de pasajeros de una empresa ensambladora de vehículos. Caso ENCAVA C.A. Venezuela. Estado Carabobo. Valencia. Universidad de Carabobo.
- Mayers, F. (2008). “Estudios de tiempos y movimientos para la manufactura ágil”. Editorial Prentice Hall. D.F. México
- Niebel, B. (1990). Ingeniería Industrial: "Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. Editorial Alfa omega. D.F. México.
- Núñez, M. (2003). Criterios de Calidad. Universidad APEC. Santo Domingo. República dominicana
- Páez, M (1998). Redistribución en planta de la Línea de Mecanizado de punta de ejes para vehículos. Caso C.A. Danaven División Ejes y Cardanes. Universidad de Carabobo. Valencia. Venezuela.
- Paredes, E. (2008). Citando las palabras del Dr. Masaaki Imai en el Primer Foro Regional de la Calidad. UNT. Instituto de la Ingeniería Aplicada. Buenos Aires. Argentina.
- Pardinas, F (2004) Metodología y Técnicas de Investigación en Ciencias Sociales. Editorial Siglo XXI. D.F. México.
- Sabino, C. (1996). El Proceso de Investigación. Argentina. Editorial Lumen Hmanitas.
- Tamayo y Tamayo (2000). Metodología Formal de la Investigación Científica. Editorial Comex, S.A. Bogotá. Colombia.
- UPEL. (2006). Manual de Trabajos de Grado de Especialización, Maestría y Tesis Doctorales. Vicerrectorado de Investigación y Postgrado. FEDEUPEL. (6^{ta} edición). Caracas. Venezuela

Apéndice 1

ESIDE

➤ Movimientos inefectivos e innecesarios

➤ **Tabla A.1. Medida de perfiles en el suelo**

Nº	Día	Semana	Mes	Cantidad
1	martes	1	1	8
2	miercoles			9
3	lunes	2		8
4	martes			7
5	jueves			8
6	miercoles	1	2	8
7	jueves			7
8	viernes	2		8
9	lunes			8
10	martes			7
11	jueves			9
12	martes	1	3	7
13	jueves			8
14	lunes	2		8
15	miercoles			7
16	jueves			9
17	jueves	1	4	8
18	viernes			8
19	martes	2		9
20	miercoles			8
21	viernes			7
22	lunes	1	5	9
23	martes			8
24	miercoles	2		8
25	martes		9	
26	viernes		9	
27	lunes	1	6	7
28	martes			9
29	jueves			7
30	lunes	2		8
31	miercoles			8
32	viernes			9
Promedio de perfiles por día				8,03125

➤ Condiciones que provocan fatiga.

- **Tabla B.1. Recorridos diarios hacia la cortadora**

Area: Ventanas		Recorrido (Lay Out ACTUAL)	
Nº	Descripción de los Elementos	Ruta	Recorrido (m/ventana)
1	Buscar perfiles en el almacen de materiales desde el area de ventanas	0 a 1	37
2	Traslado de perfiles a la maquina de corte	1 a 2	78,4
3	Corte de perfiles	2	5
4	Trasladar perfiles a la maquina de doblado	2 a 3	94,4
5	Doblado de Perfiles (4 Doble por ventana)	3	8
6	Cortar excedente de Marcos (luego de pasar por la dobladora). Se trasladan de 5 en 5 en la carrucha	3 a 4	94,4
7	Trasladar marcos a la maquina de soldar (almacen de marcos)	4 a 5	100
8	Traslado de perfiles bases con ranura (hechas en la fresadora) al area de soldadura	1 a 3	10,7
9	Buscar Marco en almacen y soldarlo con el perfil base	3 a 4	1,6
10	Trasladar marcos para el almacen de ventanas	4 a 5	2
11	Buscar materiales (vidrios, junquillos y kit de seguridad) en almacen desde el area de ventanas	0 a 1	45
12	Trasladar Materiales a mesa de trabajo	1 a 2	52,4
13	Buscar marco en almacen de ventanas y llevarlos a mesa de aire comprimido	3 a 4	7
14	Ir al carrito que contiene los vidrios	4 a 5	5,8
15	Trasladar el vidrio a la mesa de aire comprimido	5 a 6	5,8
16	Trasladar el Marco de la mesa de aire comprimido a la mesa de trabajo	6 a 7	2,5
17	Buscar gomas desde la mesa de trabajo al estante de gomas	7 a 8	6,5
18	Llevar gomas a mesa de trabajo	8 a 9	6,5
19	llevar ventanas armadas para el area de la dobladora (donde se almacenan en el piso)	9 a 10	8
20	Volver a la mesa de trabajo	10 a 11	8
RECORRIDO TOTAL			579

➤ Perdidas

• **Tabla C.1Perdidas de perfiles**

Nº	Día	Semana	Mes	Cantidad	Perdidas
1	martes	1	1	8	3
2	miercoles			9	
3	lunes	2		8	8
4	martes			7	
5	jueves			8	
6	miercoles	1	2	8	8
7	jueves			7	
8	viernes			8	
9	lunes	2		8	9
10	martes			7	
11	jueves			9	
12	martes	1	3	7	0
13	jueves			8	
14	lunes	2		8	9
15	miercoles			7	
16	jueves			9	
17	jueves	1	4	8	1
18	viernes			8	
19	martes	2		9	9
20	miercoles			8	
21	viernes			7	
22	lunes	1	5	9	10
23	martes			8	
24	miercoles			8	
25	martes	2		9	3
26	viernes			9	
27	lunes	1	6	7	8
28	martes			9	
29	jueves			7	
30	lunes	2		8	10
31	miercoles			8	
32	viernes			9	
Promedio de perdidas diarias					6,5

ORGANIZACIÓN: _____
SISTEMA DE ESTUDIO: _____
SUBSISTEMA SELECCIONADO: _____
REALIZADO POR: _____
FECHA: _____

LISTA DE DESPERDICIOS COMUNES (FORMA 4)

Elemento	Desperdicio
Mano de obra	• Movimientos inefectivos e inadecuados. • Condiciones que provocan fatiga. • Condiciones inseguras. • Espera de instrucciones.
Actividades	• Procedimientos no estandarizados.
Equipos y Herramientas	• Paradas no planificadas. • Partes que no contribuyen con su función.
Espacios	• Inadecuada distribución de equipos y materiales.
Insumos	• Inventario. • Manejo de material excesivo o inadecuado. • Perdida.



ORGANIZACIÓN: _____
SISTEMA DE ESTUDIO: _____
SUBSISTEMA SELECCIONADO: _____
REALIZADO POR: _____
FECHA: _____

**CUATIFICACIÓN DE DESPERDICIOS Y ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE
DESPERDICIO (FORMA 5 Y 6)**

DESPERDICIOS	UNID	CANT	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?

Apéndice 2

ESTANDARIZACIÓN

Tablas para cuantificar calificación de los trabajadores

Tabla A.2. Destreza y habilidad

Destreza o habilidad			
+ 0.15	.....	A1	Extrema
+ 0.13	.....	A2	Extrema
+ 0.11	.....	B1	Excelente
+ 0.08	.....	B2	Excelente
+ 0.06	.....	C1	Buena
+ 0.03	.....	C2	Buena
0.00	.....	D	Regular
- 0.05	.....	E1	Aceptable
- 0.10	.....	E2	Aceptable
- 0.16	.....	F1	Deficiente
- 0.22	.....	F2	Deficiente

Fuente: Unidad de Cursos M-Zaragosa

Tabla B.2. Esfuerzo o empeño

Esfuerzo (o empeño)			
+ 0.13	.....	A1	Excesivo
+ 0.12	.....	A2	Excesivo
+ 0.10	.....	B1	Excelente
+ 0.08	.....	B2	Excelente
+ 0.05	.....	C1	Bueno
+ 0.02	.....	C2	Bueno
0.00	.....	D	Regular
- 0.04	.....	E1	Aceptable
- 0.08	.....	E2	Aceptable
- 0.12	.....	F1	Deficiente
- 0.17	.....	F2	Deficiente

Fuente: Unidad de cursos M-Zaragosa

Tabla C.2. Condiciones en el trabajo

Condiciones			
+ 0.06	.....	A	Ideales
+ 0.04	.....	B	Excelentes
+ 0.02	.....	C	Buenas
0.00	.....	D	Regulares
- 0.03	.....	E	Aceptables
- 0.07	.....	F	Deficientes

Apéndice 3

ANÁLISIS DE RECORRIDO

Tabla A.3. Análisis de recorrido (Mes 1)

Area: Ventanas		Recorrido (Lay Out ACTUAL) MES 1 (3 buses /mes) (30 ventanas)		
Nº	Descripción de los Elementos	Ruta	Recorrido (m/ventana)	Recorrido (m/bus)
1	Buscar perfiles en el almacen de materiales desde el area de ventanas	0 a 1	37	111
2	Aslado de perfiles a la maquina de corte	1 a 2	78,4	235,2
3	Corte de perfiles	2	5	150
4	Aslador perfiles a la maquina de doblado	2 a 3	94,4	283,2
5	Doblado de Perfiles (4 Doble por ventana)	3	8	240
6	Buscar perfiles en el almacen de materiales desde el area de ventanas	0 a 1	37	37
7	Aslado de perfiles a la maquina de corte	1 a 2	78,4	78,4
8	Corte de perfiles	2	5	10
9	Aslador perfiles a la maquina de doblado	2 a 3	94,4	94,4
10	Doblado de Perfiles (4 Doble por ventana)	3	8	16
11	Buscar perfiles en el almacen de materiales desde el area de ventanas	0 a 1	37	37
12	Aslado de perfiles a la maquina de corte	1 a 2	78,4	78,4
13	Corte de perfiles	2	5	25
14	Aslador perfiles a la maquina de doblado	2 a 3	94,4	94,4
15	Doblado de Perfiles (4 Doble por ventana)	3	8	40

Se Partieron
dos (2) marcos

Se tomaron mal las medidas
al doblar de 5 perfiles por lo
tanto se desecha el perfil

16	Cortar excedente de Marcos (luego de pasar por la dobladora). Se trasladan de 5 en 5 en la carrucha	3 a 4	94,4	566,4
17	Trasladar marcos a la maquina de soldar (almacen de marcos)	4 a 5	100	600
18	Traslado de perfiles bases con ranura (hechas en la fresadora) al area de soldadura	1 a 3	10,7	321
19	Buscar Marco en almacen y soldarlo con el perfil base	3 a 4	1,6	48
20	Trasladar marcos para el almacen de ventanas	4 a 5	2	60
21	Buscar materiales (vidrios, junquillos y kit de seguridad) en alamacen desde el area de ventanas	0 a 1	45	270
22	Trasladar Materiales a mesa de trabajo	1 a 2	52,4	314,4
23	Buscar marco en almacen de ventanas y llevarlos a mesa de aire comprimido	3 a 4	7	210
24	Ir al carrito que contiene los vidrios	4 a 5	5,8	174
25	Trasladar el vidrio a la mesa de aire comprimido	5 a 6	5,8	174
26	Trasladar el Marco de la mesa de aire comprimido a la mesa de trabajo	6 a 7	2,5	75
27	Buscar gomas desde la mesa de trabajo al estante de gomas	7 a 8	6,5	195
28	Llevar gomas a mesa de trabajo	8 a 9	6,5	195
29	llevar ventanas armadas para el area de la dobladora (donde se almacenan en el piso)	9 a 10	8	240
30	Volver a la mesa de trabajo	10 a 11	8	240
RECORRIDO TOTAL			1024,6	5212,8

Tabla B.3. Análisis de recorrido (Mes 2)

Area: Ventanas		Recorrido (Lay Out ACTUAL) MES 2		
Nº	Descripción de los Elementos	Ruta	Recorrido (m/ventana)	Recorrido (m/bus)
1	Buscar perfiles en el almacén de materiales desde el área de ventanas	0 a 1	37	111
2	Traslado de perfiles a la máquina de corte	1 a 2	78,4	235,2
3	Corte de perfiles	2	5	150
4	Trasladar perfiles a la máquina de doblado	2 a 3	94,4	283,2
5	Doblado de Perfiles (4 Doble por ventana)	3	8	240
6	Buscar perfiles en el almacén de materiales desde el área de ventanas	0 a 1	37	37
7	Traslado de perfiles a la máquina de corte	1 a 2	78,4	78,4
8	Corte de perfiles	2	5	5
9	Trasladar perfiles a la máquina de doblado	2 a 3	94,4	94,4
10	Doblado de Perfiles (4 Doble por ventana)	3	8	8
11	Cortar excedente de Marcos (luego de pasar por la dobladora). Se trasladan de 5 en 5 en la carrucha	3 a 4	94,4	566,4
12	Trasladar marcos a la máquina de soldar (almacén de marcos)	4 a 5	100	600
13	Traslado de perfiles bases con ranura (hechas en la fresadora) al área de soldadura	1 a 3	10,7	321
14	Buscar Marco en almacén y soldarlo con el perfil base	3 a 4	1,6	48
15	Trasladar marcos para el almacén de ventanas	4 a 5	2	60

Se Partio un (1) marco

16	Buscar materiales (vidrios, junquillos y kit de seguridad) en alamacen desde el area de ventanas	0 a 1	45	270
17	Trasladar Materiales a mesa de trabajo	1 a 2	52,4	314,4
18	Buscar marco en alamacen de ventanas y llevarlos a mesa de aire comprimido	3 a 4	7	210
19	Ir al carrito que contiene los vidrios	4 a 5	5,8	174
20	Trasladar el vidrio a la mesa de aire comprimido	5 a 6	5,8	174
21	Buscar vidrios en alamacen desde el area de ventanas	0 a 1	45	135
22	Trasladar vidrios a mesa de trabajo	1 a 2	52,4	157,2
23	Trasladar el vidrio a la mesa de aire comprimido	5 a 6	5,8	17,4
24	Trasladar el Marco de la mesa de aire comprimido a la mesa de trabajo	6 a 7	2,5	75
25	Buscar gomas desde la mesa de trabajo al estante de gomas	7 a 8	6,5	195
26	Llevar gomas a mesa de trabajo	8 a 9	6,5	195
27	llevar ventanas armadas para el area de la dobladora (donde se almacenan en el piso)	9 a 10	8	240
28	Volver a la mesa de trabajo	10 a 11	8	240
RECORRIDO TOTAL			905	5234,6

Se Partieron 3 (tres) vidrios

Tabla C.3. Análisis de recorrido (Mes 3)

Area: Ventanas		Recorrido (Lay Out ACTUAL) MES 3		
Nº	Descripción de los Elementos	Ruta	Recorrido (m/ventana)	Recorrido (m/bus)
1	Buscar perfiles en el almacén de materiales desde el área de ventanas	0 a 1	37	111
2	Traslado de perfiles a la máquina de corte	1 a 2	78,4	235,2
3	Corte de perfiles	2	5	150
4	Trasladar perfiles a la máquina de doblado	2 a 3	94,4	283,2
5	Doblado de Perfiles (4 Doble por ventana)	3	8	240
6	Buscar perfiles en el almacén de materiales desde el área de ventanas	0 a 1	37	37
7	Traslado de perfiles a la máquina de corte	1 a 2	78,4	78,4
8	Corte de perfiles	2	5	50
9	Trasladar perfiles a la máquina de doblado	2 a 3	94,4	94,4
10	Doblado de Perfiles (4 Doble por ventana)	3	8	40
6	Cortar excedente de Marcos (luego de pasar por la dobladora). Se trasladan de 5 en 5 en la carrucha	3 a 4	94,4	566,4
7	Trasladar marcos a la máquina de soldar (almacén de marcos)	4 a 5	100	600
8	Traslado de perfiles bases con ranura (hechas en la fresadora) al área de soldadura	1 a 3	10,7	321
9	Buscar Marco en almacén y soldarlo con el perfil base	3 a 4	1,6	48

Se partieron 5 marcos por inestabilidad del perfil en dobladora

10	Trasladar marcos para el almacen de ventanas	4 a 5	2	60
11	Buscar materiales (vidrios, junquillos y kit de seguridad) en alamacen desde el area de ventanas	0 a 1	45	270
12	Trasladar Materiales a mesa de trabajo	1 a 2	52,4	314,4
13	Buscar marco en almacen de ventanas y llevarlos a mesa de aire comprimido	3 a 4	7	210
14	Ir al carrito que contiene los vidrios	4 a 5	5,8	174
15	Trasladar el vidrio a la mesa de aire comprimido	5 a 6	5,8	174
16	Trasladar el Marco de la mesa de aire comprimido a la mesa de trabajo	6 a 7	2,5	75
17	Buscar gomas desde la mesa de trabajo al estante de gomas	7 a 8	6,5	195
18	Llevar gomas a mesa de trabajo	8 a 9	6,5	195
19	llevar ventanas armadas para el area de la dobladora (donde se almacenan en el piso)	9 a 10	8	240
20	Volver a la mesa de trabajo	10 a 11	8	240
RECORRIDO TOTAL			801,8	5002

Tabla D.3. Análisis de recorrido (Mes 4)

Area: Ventanas		Recorrido (Lay Out ACTUAL) MES 4		
Nº	Descripción de los Elementos	Ruta	Recorrido (m/ventana)	Recorrido (m/bus)
1	Buscar perfiles en el almacén de materiales desde el área de ventanas	0 a 1	37	111
2	Traslado de perfiles a la máquina de corte	1 a 2	78,4	235,2
3	Corte de perfiles	2	5	15
4	Buscar perfiles en el almacén de materiales desde el área de Corte	2 a 1	78,4	78,4
5	Traslado de perfiles a la máquina de corte	1 a 2	78,4	78,4
6	Corte de perfiles	2	5	15
7	Trasladar perfiles a la máquina de doblado	2 a 3	94,4	283,2
8	Doblado de Perfiles (4 Doble por ventana)	3	8	240
9	Buscar perfiles en el almacén de materiales desde el área de ventanas	0 a 1	37	37
10	Traslado de perfiles a la máquina de corte	1 a 2	78,4	78,4
11	Corte de perfiles	2	5	10
12	Trasladar perfiles a la máquina de doblado	2 a 3	94,4	94,4
13	Doblado de Perfiles (4 Doble por ventana)	3	8	16
14	Cortar excedente de Marcos (luego de pasar por la dobladora). Se trasladan de 5 en 5 en la carrucha	3 a 4	94,4	566,4
15	Trasladar marcos a la máquina de soldar (almacén de marcos)	4 a 5	100	600

Se cortaron mal tres (3) perfiles

Se Partieron dos (2) marcos

16	Traslado de perfiles bases con ranura (hechas en la fresadora) al area de soldadura	1 a 3	10,7	321
17	Buscar Marco en almacen y soldarlo con el perfil base	3 a 4	1,6	48
18	Trasladar marcos para el almacen de ventanas	4 a 5	2	60
19	Buscar materiales (vidrios, junquillos y kit de seguridad) en alamacen desde el area de ventanas	0 a 1	45	270
20	Trasladar Materiales a mesa de trabajo	1 a 2	52,4	314,4
21	Buscar marco en almacen de ventanas y llevarlos a mesa de aire comprimido	3 a 4	7	210
22	Ir al carrito que contiene los vidrios	4 a 5	5,8	174
23	Trasladar el vidrio a la mesa de aire comprimido	5 a 6	5,8	174
24	Trasladar el Marco de la mesa de aire comprimido a la mesa de trabajo	6 a 7	2,5	75
25	Buscar gomas desde la mesa de trabajo al estante de gomas	7 a 8	6,5	195
26	Llevar gomas a mesa de trabajo	8 a 9	6,5	195
27	llevar ventanas armadas para el area de la dobladora (donde se almacenan en el piso)	9 a 10	8	240
28	Volver a la mesa de trabajo	10 a 11	8	240
RECORRIDO TOTAL			963,6	4974,8

Tabla E.3. Análisis de recorrido (Mes 5)

Area: Ventanas		Recorrido (Lay Out ACTUAL) MES 5		
Nº	Descripción de los Elementos	Ruta	Recorrido (m/ventana)	Recorrido (m/bus)
1	Buscar perfiles en el almacén de materiales desde el área de ventanas	0 a 1	37	111
2	Traslado de perfiles a la máquina de corte	1 a 2	78,4	235,2
3	Corte de perfiles	2	5	150
4	Trasladar perfiles a la máquina de doblado	2 a 3	94,4	283,2
5	Doblado de Perfiles (4 Doble por ventana)	3	8	240
6	Buscar perfiles en el almacén de materiales desde el área de ventanas	0 a 1	37	37
7	Traslado de perfiles a la máquina de corte	1 a 2	78,4	78,4
8	Corte de perfiles	2	5	15
9	Trasladar perfiles a la máquina de doblado	2 a 3	94,4	94,4
10	Doblado de Perfiles (4 Doble por ventana)	3	8	24
11	Buscar perfiles en el almacén de materiales (5) desde el área de ventanas	0 a 1	37	37
12	Traslado de perfiles a la máquina de corte	1 a 2	78,4	78,4
13	Corte de perfiles	2	5	10
14	Trasladar perfiles a la máquina de doblado	2 a 3	94,4	94,4
15	Doblado de Perfiles (4 Doble por ventana)	3	8	16

se partieron tres 3 perfiles en el doblado

Se tomaron mal las medidas al doblar de 2 perfiles por lo tanto se desecha el perfil

16	Cortar excedente de Marcos (luego de pasar por la dobladora). Se trasladan de 5 en 5 en la carrucha	3 a 4	94,4	566,4
17	Trasladar marcos a la maquina de soldar (almacen de marcos)	4 a 5	100	600
18	Traslado de perfiles bases con ranura (hechas en la fresadora) al area de soldadura	1 a 3	10,7	321
19	Buscar Marco en almacen y soldarlo con el perfil base	3 a 4	1,6	48
20	Cortar excedente de Marcos (luego de pasar por la dobladora). Se trasladan de 5 en 5 en la carrucha	3 a 4	94,4	94,4
21	Trasladar marcos a la maquina de soldar (almacen de marcos)	4 a 5	100	100
22	Traslado de perfiles bases con ranura (hechas en la fresadora) al area de soldadura	1 a 3	10,7	10,7
23	Buscar Marco en almacen y soldarlo con el perfil base	3 a 4	1,6	1,6
24	Trasladar marcos para el almacen de ventanas	4 a 5	2	60
25	Buscar materiales (vidrios, junquillos y kit de seguridad) en alamacen desde el area de ventanas	0 a 1	45	270
26	Trasladar Materiales a mesa de trabajo	1 a 2	52,4	314,4
27	Buscar marco en almacen de ventanas y llevarlos a mesa de aire comprimido	3 a 4	7	210
28	Ir al carrito que contiene los vidrios	4 a 5	5,8	174
29	Trasladar el vidrio a la mesa de aire comprimido	5 a 6	5,8	174
30	Trasladar el Marco de la mesa de aire comprimido a la mesa de trabajo	6 a 7	2,5	75
31	Buscar gomas desde la mesa de trabajo al estante de gomas	7 a 8	6,5	195

Se dio cuenta que se corto menos excedente del que se debía a un (1) marco

32	Llevar gomas a mesa de trabajo	8 a 9	6,5	195
33	llevar ventanas armadas para el area de la dobladora (donde se almacenan en el piso)	9 a 10	8	240
34	Volver a la mesa de trabajo	10 a 11	8	240
RECORRIDO TOTAL			1231,3	5282,5

Tabla F.3. Análisis de recorrido (Mes 6)

Area: Ventanas		Recorrido (Lay Out ACTUAL) MES 6		
Nº	Descripción de los Elementos	Ruta	Recorrido (m/ventana)	Recorrido (m/bus)
1	Buscar perfiles en el almacén de materiales desde el área de ventanas	0 a 1	37	111
2	Traslado de perfiles a la máquina de corte	1 a 2	78,4	235,2
3	Corte de perfiles	2	5	150
4	Trasladar perfiles a la máquina de doblado	2 a 3	94,4	283,2
5	Doblado de Perfiles (4 Doble por ventana)	3	8	240
6	Buscar perfiles en el almacén de materiales desde el área de ventanas	0 a 1	37	37
7	Traslado de perfiles a la máquina de corte	1 a 2	78,4	78,4
8	Corte de perfiles	2	5	30
9	Trasladar perfiles a la máquina de doblado	2 a 3	94,4	94,4
10	Doblado de Perfiles (4 Doble por ventana)	3	8	48
6	Cortar excedente de Marcos (luego de pasar por la dobladora). Se trasladan de 5 en 5 en la carrucha	3 a 4	94,4	566,4
7	Trasladar marcos a la máquina de soldar (almacén de marcos)	4 a 5	100	600
8	Traslado de perfiles bases con ranura (hechas en la fresadora) al área de soldadura	1 a 3	10,7	321
9	Buscar Marco en almacén y soldarlo con el perfil base	3 a 4	1,6	48
10	Trasladar marcos para el almacén de ventanas	4 a 5	2	60

se partieron seis (6) perfiles en el doblado

11	Buscar materiales (vidrios, junquillos y kit de seguridad) en alamacen desde el area de ventanas	0 a 1	45	270
12	Trasladar Materiales a mesa de trabajo	1 a 2	52,4	314,4
13	Buscar marco en almacén de ventanas y llevarlos a mesa de aire comprimido	3 a 4	7	210
14	Ir al carrito que contiene los vidrios	4 a 5	5,8	174
15	Trasladar el vidrio a la mesa de aire comprimido	5 a 6	5,8	174
16	Trasladar el Marco de la mesa de aire comprimido a la mesa de trabajo	6 a 7	2,5	75
17	Buscar gomas desde la mesa de trabajo al estante de gomas	7 a 8	6,5	195
18	Llevar gomas a mesa de trabajo	8 a 9	6,5	195
19	llevar ventanas armadas para el area de la dobladora (donde se almacenan en el piso)	9 a 10	8	240
20	Volver a la mesa de trabajo	10 a 11	8	240
RECORRIDO TOTAL			801,8	4990

Apéndice 4

METODOLOGÍA REBA

Introducción

La descripción de las características más destacadas del método REBA, orientarán al evaluador sobre su idoneidad para el estudio de determinados puestos.

- Es un método especialmente sensible a los riesgos de tipo músculo-esquelético.
- Divide el cuerpo en segmentos para ser codificados individualmente, y evalúa tanto los miembros superiores, como el tronco, el cuello y las piernas.
- Analiza la repercusión sobre la carga postural del manejo de cargas realizado con las manos o con otras partes del cuerpo.
- Considera relevante el tipo de agarre de la carga manejada, destacando que éste no siempre puede realizarse mediante las manos y por tanto permite indicar la posibilidad de que se utilicen otras partes del cuerpo.
- Permite la valoración de la actividad muscular causada por posturas estáticas, dinámicas, o debidas a cambios bruscos o inesperados en la postura.
- El resultado determina el nivel de riesgo de padecer lesiones estableciendo el nivel de acción requerido y la urgencia de la intervención.

El método REBA evalúa el riesgo de posturas concretas de forma independiente. Por tanto, para evaluar un puesto se deberán seleccionar sus posturas más representativas, bien por su repetición en el tiempo o por su precariedad. La selección correcta de las posturas a evaluar determinará los resultados proporcionados por método y las acciones futuras.

Como pasos previos a la aplicación propiamente dicha del método se debe:

- Determinar el periodo de tiempo de observación del puesto considerando, si es necesario, el tiempo de ciclo de trabajo.
- Realizar, si fuera necesario debido a la duración excesiva de la tarea a evaluar, la descomposición de esta en operaciones elementales o subtareas para su análisis pormenorizado.
- Registrar las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de la tarea, bien mediante su captura en video, bien mediante fotografías, o mediante su anotación en tiempo real si ésta fuera posible.
- Identificar de entre todas las posturas registradas aquellas consideradas más significativas o "peligrosas" para su posterior evaluación con el método REBA.
- El método REBA se aplica por separado al lado derecho y al lado izquierdo del cuerpo. Por tanto, el evaluador según su criterio y experiencia, deberá determinar, para cada postura seleccionada, el lado del cuerpo que "a priori" conlleva una mayor carga postural. Si existieran dudas al respecto se recomienda evaluar por separado ambos lados.

La información requerida por el método es básicamente la siguiente:

- Los ángulos formados por las diferentes partes del cuerpo (tronco, cuello, piernas, brazo, antebrazo, muñeca) con respecto a determinadas posiciones de referencia. Dichas mediciones pueden realizarse directamente sobre el trabajador (transportadores de ángulos, electrogoniómetros u otros dispositivos de medición angular), o bien a partir de fotografías, siempre que estas garanticen mediciones correctas (verdadera magnitud de los ángulos a medir y suficientes puntos de vista).
- La carga o fuerza manejada por el trabajador al adoptar la postura en estudio indicada en kilogramos.
- El tipo de agarre de la carga manejada manualmente o mediante otras partes del cuerpo.
- Las características de la actividad muscular desarrollada por el trabajador (estática, dinámica o sujeta a posibles cambios bruscos).

La aplicación del método puede resumirse en los siguientes pasos:

- División del cuerpo en dos grupos, siendo el grupo A el correspondiente al tronco, el cuello y las piernas y el grupo B el formado por los miembros superiores (brazo, antebrazo y muñeca). Puntuación individual de los miembros de cada grupo a partir de sus correspondientes tablas.
- Consulta de la Tabla A para la obtención de la puntuación inicial del grupo A a partir de las puntuaciones individuales del tronco, cuello y piernas.
- Valoración del grupo B a partir de las puntuaciones del brazo, antebrazo y muñeca mediante la Tabla B.
- Modificación de la puntuación asignada al grupo A (tronco, cuello y piernas) en función de la carga o fuerzas aplicadas, en adelante "Puntuación A".
- Corrección de la puntuación asignada a la zona corporal de los miembros superiores (brazo, antebrazo y muñeca) o grupo B según el tipo de agarre de la carga manejada, en lo sucesivo "Puntuación B".
- A partir de la "Puntuación A" y la "Puntuación B" y mediante la consulta de la Tabla C se obtiene una nueva puntuación denominada "Puntuación C".
- Modificación de la "Puntuación C" según el tipo de actividad muscular desarrollada para la obtención de la puntuación final del método.
- Consulta del nivel de acción, riesgo y urgencia de la actuación correspondientes al valor final calculado.

Finalizada la aplicación del método REBA se aconseja:

- La revisión exhaustiva de las puntuaciones individuales obtenidas para las diferentes partes del cuerpo, así como para las fuerzas, agarre y actividad, con el fin de orientar al evaluador sobre dónde son necesarias las correcciones.
- Rediseño del puesto o introducción de cambios para mejorar determinadas posturas críticas si los resultados obtenidos así lo recomendaran.
- En caso de cambios, reevaluación de las nuevas condiciones del puesto con el método REBA para la comprobación de la efectividad de la mejora.

A continuación se detalla la aplicación del método REBA:

Grupo A: Puntuaciones del tronco, cuello y piernas.

El método comienza con la valoración y puntuación individual de los miembros del grupo A, formado por el tronco, el cuello y las piernas.

Puntuación del tronco

El primer miembro a evaluar del grupo A es el tronco. Se deberá determinar si el trabajador realiza la tarea con el tronco erguido o no, indicando en este último caso el grado de flexión o extensión observado. Se seleccionará la puntuación adecuada de la tabla 1.



Figura 1. Posiciones del tronco.

Puntoss	Posición
1	El tronco está erguido.
2	El tronco está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión.
3	El tronco está entre 20 y 60 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
4	El tronco está flexionado más de 60 grados.

Tabla 1. Puntuación del tronco.

La puntuación del tronco incrementará su valor si existe torsión o inclinación lateral del tronco.



Figura 2. Posiciones que modifican la puntuación del tronco.

Puntos	Posición
+1	Existe torsión o inclinación lateral del tronco.

Tabla 2. Modificación de la puntuación del tronco.

Puntuación del cuello

En segundo lugar se evaluará la posición del cuello. El método considera dos posibles posiciones del cuello. En la primera el cuello está flexionado entre 0 y 20 grados y en la segunda existe flexión o extensión de más de 20 grados



Figura 3. Posiciones del cuello.

Puntoss	Posición
1	El cuello está entre 0 y 20 grados de flexión.
2	El cuello está flexionado o extendido más de 20 grados.

Tabla 3. Puntuación del cuello..

La puntuación calculada para el cuello podrá verse incrementada si el trabajador presenta torsión o inclinación lateral del cuello, tal y como indica la tabla 4.



Figura 4. Posiciones que modifican la puntuación del cuello..

Puntos	Posición
+1	Existe torsión y/o inclinación lateral del cuello.

Tabla 4. Modificación de la puntuación del cuello..

Puntuación de las piernas

Para terminar con la asignación de puntuaciones de los miembros del grupo A se evaluará la posición de las piernas. La consulta de la Tabla 5 permitirá obtener la puntuación inicial asignada a las piernas en función de la distribución del peso.

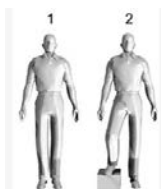


Figura 5. Posición de las piernas.

Puntos	Posición
1	Soporte bilateral, andando o sentado.
2	Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.

Tabla 5. Puntuación de las piernas..

La puntuación de las piernas se verá incrementada si existe flexión de una o ambas rodillas. El incremento podrá ser de hasta 2 unidades si existe flexión de más de 60°. Si el trabajador se encuentra sentado, el método considera que no existe flexión y por tanto no incrementa la puntuación de las piernas.



Figura 6. Ángulo de flexión de las piernas.

Puntos	Posición
+1	Existe flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°.
+2	Existe flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente).

Tabla 6. Modificación de la puntuación de las piernas.

Grupo B: Puntuaciones de los miembros superiores (brazo, antebrazo y muñeca).

Finalizada la evaluación de los miembros del grupo A se procederá a la valoración de cada miembro del grupo B, formado por el brazo, antebrazo y la muñeca. Cabe recordar que el método analiza una única parte del cuerpo, lado derecho o izquierdo, por tanto se puntuará un único brazo, antebrazo y muñeca, para cada postura.

Puntuación del brazo

Para determinar la puntuación a asignar al brazo, se deberá medir su ángulo de flexión. La figura 7 muestra las diferentes posturas consideradas por el método y pretende orientar al evaluador a la hora de realizar las mediciones necesarias. En función del ángulo formado por el brazo se obtendrá su puntuación consultando la tabla que se muestra a continuación (Tabla 7).

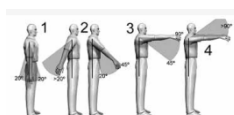


Figura 7. Posiciones del brazo..

Puntos	Posición
1	El brazo está entre 0 y 20 grados de flexión ó 0 y 20 grados de extensión.
2	El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
3	El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.
4	El brazo está flexionado más de 90 grados.

Tabla 7. Puntuación del brazo..

La puntuación asignada al brazo podrá verse incrementada si el trabajador tiene el brazo abducido o rotado o si el hombro está elevado. Sin embargo, el método considera una circunstancia atenuante del riesgo la existencia de apoyo para el brazo o que adopte una posición a favor de la gravedad, disminuyendo en tales casos la puntuación inicial del brazo. Las condiciones valoradas por el método como atenuantes o agravantes de la posición del brazo pueden no darse en ciertas posturas, en tal caso el resultado consultado en la tabla 7 permanecería sin alteraciones.

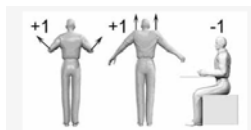


Figura 8. Posiciones que modifican la puntuación del brazo..

Puntos	Posición
+1	El brazo está abducido o rotado.
+1	El hombro está elevado.
-1	Existe apoyo o postura a favor de la gravedad.

Tabla 8. Modificaciones sobre la puntuación del brazo..

Puntuación del antebrazo

A continuación será analizada la posición del antebrazo. La consulta de la tabla 9 proporcionará la puntuación del antebrazo en función su ángulo de flexión, la figura 9 muestra los ángulos valorados por el método. En este caso el método no añade condiciones adicionales de modificación de la puntuación asignada.

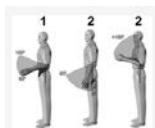


Figura 9. Posiciones del antebrazo.

Puntos	Posición
1	El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.
2	El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.

Tabla 9. Puntuación del antebrazo.

Puntuación de la Muñeca

Para finalizar con la puntuación de los miembros superiores se analizará la posición de la muñeca. La figura 10 muestra las dos posiciones consideradas por el método. Tras el estudio del ángulo de flexión de la muñeca se procederá a la selección de la puntuación correspondiente consultando los valores proporcionados por la tabla 10.

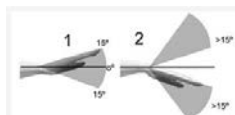


Figura 10. Posiciones de la muñeca.

Puntos	Posición
1	La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.
2	La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.

Tabla 10. Puntuación de la muñeca..

El valor calculado para la muñeca se verá incrementado en una unidad si esta presenta torsión o desviación lateral (figura 11).

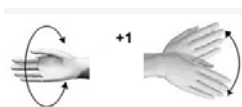


Figura 11. Torsión o desviación de la muñeca.

Puntos	Posición
+1	Existe torsión o desviación lateral de la muñeca.

Tabla 11. Modificación de la puntuación de la muñeca..

Puntuaciones de los grupos A y B.

Las puntuaciones individuales obtenidas para el tronco, el cuello y las piernas (grupo A), permitirá obtener una primera puntuación de dicho grupo mediante la consulta de la tabla mostrada a continuación (Tabla A).

TABLA A												
Tronco	cuello				2				3			
	1				Piernas				Piernas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Tabla 12. Puntuación inicial para el grupo A.

La puntuación inicial para el grupo B se obtendrá a partir de la puntuación del brazo, el antebrazo y la muñeca consultando la siguiente tabla (Tabla B).

TABLA B

Brazo	Antebrazo			2		
	1			Muñeca		
	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Tabla 13. Puntuación inicial para el grupo B.

Puntuación de la carga o fuerza.

La carga o fuerza manejada modificará la puntuación asignada al grupo A (tronco, cuello y piernas), excepto si la carga no supera los 5 Kilogramos de peso, en tal caso no se incrementará la puntuación. La siguiente tabla muestra el incremento a aplicar en función del peso de la carga. Además, si la fuerza se aplica bruscamente se deberá incrementar una unidad.

En adelante la puntuación del grupo A, debidamente incrementada por la carga o fuerza, se denominará "Puntuación A".

Puntos	Posición
+0	La carga o fuerza es menor de 5 kg.
+1	La carga o fuerza está entre 5 y 10 Kgs.
+2	La carga o fuerza es mayor de 10 Kgs.

Tabla 14. Puntuación para la carga o fuerzas.

Puntos	Posición
+1	La fuerza se aplica bruscamente.

Tabla 15. Modificación de la puntuación para la carga o fuerzas.

Puntuación del tipo de agarre.

El tipo de agarre aumentará la puntuación del grupo B (brazo, antebrazo y muñeca), excepto en el caso de considerarse que el tipo de agarre es bueno. La tabla 16 muestra los incrementos a aplicar según el tipo de agarre. En lo sucesivo la puntuación del grupo B modificada por el tipo de agarre se denominará "Puntuación B".

Puntos	Posición
+0	Agarre Bueno. El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio
+1	Agarre Regular. El agarre con la mano es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo.
+2	Agarre Malo . El agarre es posible pero no aceptable.
+3	Agarre Inaceptable. El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo.

Tabla 16. Puntuación del tipo de agarre.

Puntuación C

La "Puntuación A" y la "Puntuación B" permitirán obtener una puntuación intermedia denominada "Puntuación C". La siguiente tabla (Tabla C) muestra los valores para la "Puntuación C".

TABLA C

Puntuación A	Puntuación B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Tabla 17. Puntuación C en función de las puntuaciones A y B..

Puntuación Final

La puntuación final del método es el resultado de sumar a la "Puntuación C" el incremento debido al tipo de actividad muscular. Los tres tipos de actividad consideradas por el método no son excluyentes y por tanto podrían incrementar el valor de la "Puntuación C" hasta en 3 unidades.

Puntos	Actividad
+1	Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto.
+1	Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo caminar).
+1	Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables.

Tabla 18. Puntuación del tipo de actividad muscular.

El método clasifica la puntuación final en 5 rangos de valores. A su vez cada rango se corresponde con un Nivel de Acción. Cada Nivel de Acción determina un nivel de riesgo y recomienda una actuación sobre la postura evaluada, señalando en cada caso la urgencia de la intervención. El valor del resultado será mayor cuanto mayor sea el riesgo previsto para la postura, el valor 1 indica un riesgo inapreciable mientras que el valor máximo,15, establece que se trata de una postura de riesgo muy alto sobre la que se debería actuar de inmediato.

Puntuación Final	Nivel de acción	Nivel de Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2-3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4-7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8-10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.

11-15

4

Muy alto

Es necesaria la actuación inmediata.

Tabla 19. Niveles de actuación según la puntuación final obtenida.

El siguiente esquema sintetiza la aplicación del método.

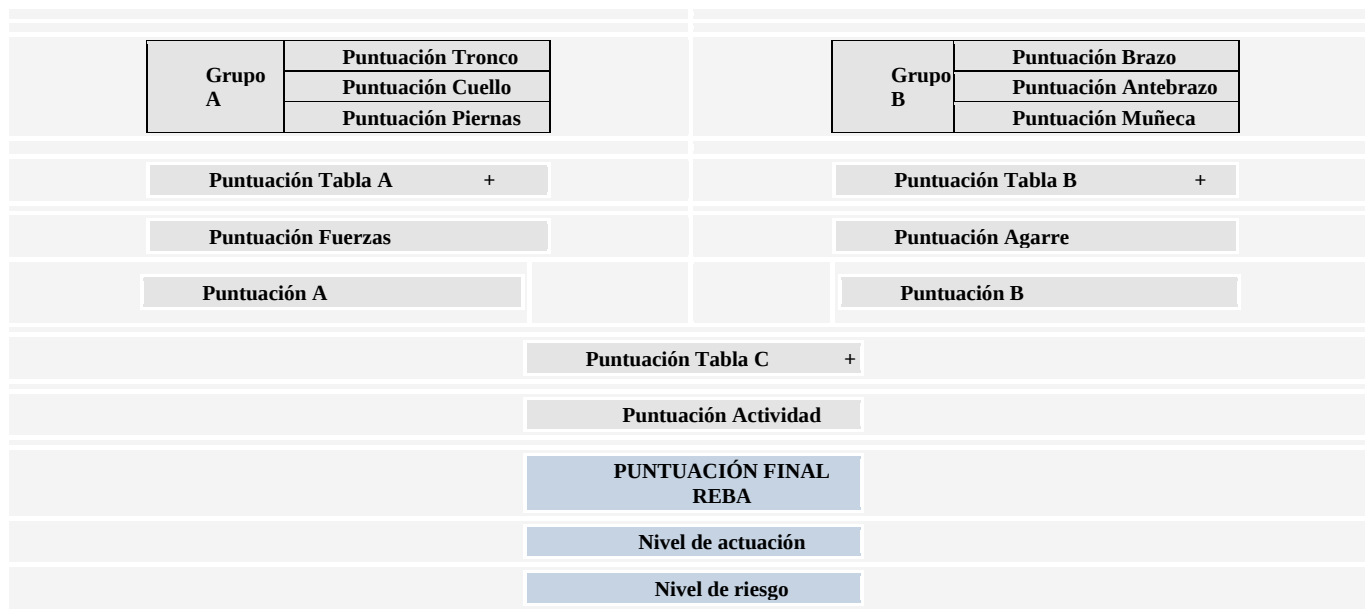


Figura13. Flujo de obtención de puntuaciones en el método Reba.

Cabe recordar que los pasos del método detallados se corresponden con la evaluación de una única postura. Para el análisis de puestos la aplicación del método deberá realizarse para las posturas más representativas. El análisis del conjunto de resultados permitirá al evaluador determinar si el puesto resulta aceptable tal y como se encuentra definido, si es necesario un estudio más profundo para mayor concreción de las acciones a realizar, si es posible mejorar el puesto con cambios concretos en determinadas posturas o si, finalmente, es necesario plantear el rediseño del puesto.

Conclusiones

El método REBA orientará al evaluador sobre la necesidad o no de plantear acciones correctivas sobre determinadas posturas. Por otra parte, las puntuaciones individuales obtenidas para los segmentos corporales, la carga, el agarre y la actividad, podrán guiar al evaluador sobre los aspectos con mayores problemas ergonómicos y dirigir así sus esfuerzos preventivos convenientemente.

Si finalmente se aplicaran correcciones sobre la postura/s evaluadas se recomienda confirmar la correcta actuación con la aplicación del método REBA a la solución propuesta, garantizando así la efectividad de los cambios.

Encuesta.

Nombre: _____

Indique que actividad(es) representa(n) un mayor desgaste físico o representa alguna dolencia física.

Actividad

Dolencia

Tabla A.4. Operación: Enderezar Perfil. Figura 23

Tabla B.4. Operación: Cuadrar Perfil. Figura 24

Dpto: Ventanas Area: Ingeniería Industrial Evaluador: Lucero M. Medina A.	Operación: Cuadrar el perfil Decisión REBA: MUY ALTA									
	Grupo A									
	Tabla A									
	Tabla B									
Grupo B	Tabla C									
	Tabla D									
	Tabla E									
	Tabla F									

Apéndice 5

METODOLOGÍA “5 S”

Figura A.5. Criterios para la autoevaluación “5S”. Separar

CRITERIOS PARA LA AUTOEVALUACION “5S” EN PLANTAS INDUSTRIALES

SEPARAR	1	2	3	4	5
OBJETOS INNECESARIOS, CHATARRA Y BASURA EN EL PISO	Objetos innecesarios, basura y chatarra en el piso, perjudicando la circulación con riesgo de provocar accidentes.	Objetos innecesarios en el piso perjudicando la circulación.	Objetos innecesarios en el piso sin perjudicar la circulación.	Objetos innecesarios en el piso, con indicación para moverlos.	Pisos totalmente libres y demarcados.
EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y MATERIALES INNECESARIOS	Existen herramientas, materiales y equipos innecesarios mezclados con los necesarios.	Existen herramientas, materiales y equipos innecesarios separados de los necesarios. No se descartan los innecesarios.	Existen herramientas, materiales y equipos innecesarios separados de los necesarios. Los necesarios no están acondicionados.	Solo existen herramientas, materiales y equipos necesarios pero no están todos acondicionados.	Solo existen herramientas, materiales y equipos necesarios, todos en buenas condiciones de uso.
ARMARIOS Y ESTANTERÍAS	Con chatarra y basura. Lo necesario está totalmente mezclado con lo innecesario.	Lo necesario está separado de lo innecesario. No se descarta lo innecesario.	Lo necesario está separado de lo innecesario. Lo necesario no está acondicionado.	Solo está lo necesario, aun- que no está acondicionado.	Solo está lo necesario, en buenas condiciones de uso.
CABLES, MANGUERAS Y OBJETOS EN ÁREAS DE CIRCULACIÓN	No hay lugar para caminar. Existen objetos de todo tipo desparramados.	Existen objetos desparramados que dificultan la circulación.	Objetos apilados que dificultan la circulación.	Objetos apilados que no perjudican la libre circulación.	Libre totalmente.

Figura B.5. Criterios para la autoevaluación “5S”. ordenar

CRITERIOS PARA LA AUTOEVALUACION “5S” EN PLANTAS INDUSTRIALES

ORDENAR	1	2	3	4	5
UBICACIÓN Y DEVOLUCIÓN DE HERRAMIENTAS, MATERIALES Y EQUIPOS	Difíciles de localizar, sin identificación, ni lugar definido para guardar.	Difíciles de localizar, sin identificación, con lugar definido para guardar.	Fáciles de localizar, sin identificación, con lugar definido para guardar. Luego de su uso no se retornan adecuadamente.	Fáciles de localizar, con identificación, lugar definido para guardar. Luego de su uso se retornan adecuadamente.	Fáciles de localizar, con identificación, lugar definido para guardar. Luego de su uso se retornan adecuadamente.
ARMARIOS, EQUIPOS HERRAMIENTAS, MATERIALES, ETC. ESTAN IDENTIFICADOS	Totalmente desordenados. No poseen ningún tipo de identificación del lugar donde guardar y lo que se guarda en ese lugar.	Parcialmente desordenados. No poseen ningún tipo de identificación del lugar donde guardar y lo que se guarda en ese lugar.	Ordenados. No poseen ningún tipo de identificación del lugar donde guardar y lo que se guarda en ese lugar.	Ordenados. Poseen parcialmente identificación del lugar donde guardar y lo que se guarda en ese lugar.	Ordenados. Todo posee identificación del lugar donde guardar y lo que se guarda en ese lugar.
OBJETOS SOBRE Y DEBAJO DE ARMARIOS, ESTANTERÍAS Y EQUIPOS	Estos lugares se utilizan para guardar objetos en forma rutinaria.	Estos lugares se utilizan para guardar objetos en forma rutinaria en armarios y estanterías, no debajo de equipos.	Solo se utiliza (arriba de las estanterías y armarios) como lugar para guardar objetos en forma rutinaria, no debajo de equipos.	Solo se utiliza (arriba de las estanterías y armarios) como lugar para guardar objetos en forma esporádica, no debajo de equipos.	No se utiliza (sobre ni debajo de estanterías, armarios y equipos) como lugar para guardar objetos.
UBICACIÓN DE LUGARES Y MÁQUINAS	No hay nada identificado, ni el lugar ni las máquinas.	Hay una identificación elemental del lugar, no de las máquinas.	Los lugares y máquinas están parcialmente identificados.	Los lugares están identificados; las máquinas, parcialmente..	Todo está identificado, sean lugares o máquinas.

Figura C.5. Criterios para la autoevaluación “5S”. Limpiar

CRITERIOS PARA LA AUTOEVALUACION “5S” EN PLANTAS INDUSTRIALES

LIMPIAR	1	2	3	4	5
PISOS	Permanentemente con polvo, papeles, trapos, chatarra y restos de basura.	Con polvo y chatarra permanentemente.	Con polvo, se ensucian por más que son barridos.	Están limpios al finalizar la jornada.	Están limpios en forma permanente.
TECHOS, PAREDES Y VENTANAS	Techos y paredes deteriorados totalmente, con manchas y sucios. Ventanas con vidrios rotos o remendados.	Techos y paredes deteriorados. Ventanas con vidrios sucios.	Techos y paredes limpios, sin pintura. Ventanas con vidrios con polvo.	Techos y paredes limpios y pintados, con polvillo y tela de arañas. Ventanas con vidrios y algo de polvillo.	Techos y paredes limpios y pintados. Ventanas con vidrios limpios.
ARMARIOS, ESTANTERÍAS, MESAS Y HERRAMIENTAS	Deteriorados con óxido, sin pintura, no se limpian nunca.	Deteriorados con óxido, sin pintura, se limpian poco. Algunas herramientas en buenas condiciones de uso. 10%.	Pintados, la limpieza se hace semanalmente. Herramientas en un 50% en buenas condiciones de uso.	Pintados, la limpieza se hace al finalizar la jornada. Herramientas en un 90% en buenas condiciones de uso.	Pintados, la limpieza se hace al finalizar la tarea. Herramientas en un 100% en buenas condiciones de uso.
MÁQUINAS Y EQUIPOS	Sucias, con óxido y aceite. Se limpian esporádicamente.	Sucias, con aceite y sin óxido. Se limpian una vez al mes.	Limpios el 50%; el resto con aceite. Existen rutinas de limpieza.	Limpios un 90%, el resto con algo de aceite. La rutina de limpieza se cumple en un 80 %.	Todo está limpio. La rutina de limpieza se cumple totalmente.

Figura D.5. Criterios para la autoevaluación “5S”. Estandarizar

CRITERIOS PARA LA AUTOEVALUACION “5S” EN PLANTAS INDUSTRIALES

ESTANDARIZAR					
	1	2	3	4	5
APLICACIÓN DE LAS TRES PRIMERAS “S”	El puntaje de las primeras tres “S” es igual o menor que 24.	El puntaje de las primeras tres “S” es igual o mayor que 24 e igual o menor que 33.	El puntaje de las primeras tres “S” es igual o mayor que 33 e igual o menor que 42.	El puntaje de las primeras tres “S” es igual o mayor que 42 e igual o menor que 51.	El puntaje de las primeras tres “S” es mayor que 51.
HÁBITAT DE LA PLANTA	Ruidosa, incómoda y muy oscura. Resulta pesado el lugar. Fría en invierno, calurosa en verano.	Sin ruidos, incómoda y oscura. El lugar no resulta pesado. Fría en invierno, calurosa en verano.	Sin ruidos, incómoda y poco iluminada. El lugar es despejado. Fría en invierno, calurosa en verano.	Sin ruidos, cómoda y luminosa. El lugar es agradable. Temperaturas tolerables en invierno y verano.	Sin ruidos, cómoda y luminosa. El lugar es confortable. Temperaturas agradables en invierno y verano.
MEJORA CONTINUA I	El grupo, entre inspección e inspección, no realizó ninguna acción de mejora.	El grupo, entre inspección e inspección, realizó una acción de mejora.	El grupo, entre inspección e inspección, realizó tres acciones de mejora.	El grupo, entre inspección e inspección, realizó cinco acciones de mejora.	El grupo, entre inspección e inspección, realizó diez acciones de mejora.
CONTROL VISUAL	No se conoce.	Se conoce pero no se usa.	Se conoce, se aplica parcialmente (más del 50%).	Se aplica más de un 80%.	Se usa totalmente.

CRITERIOS PARA LA AUTOEVALUACION "5S" EN PLANTAS INDUSTRIALES

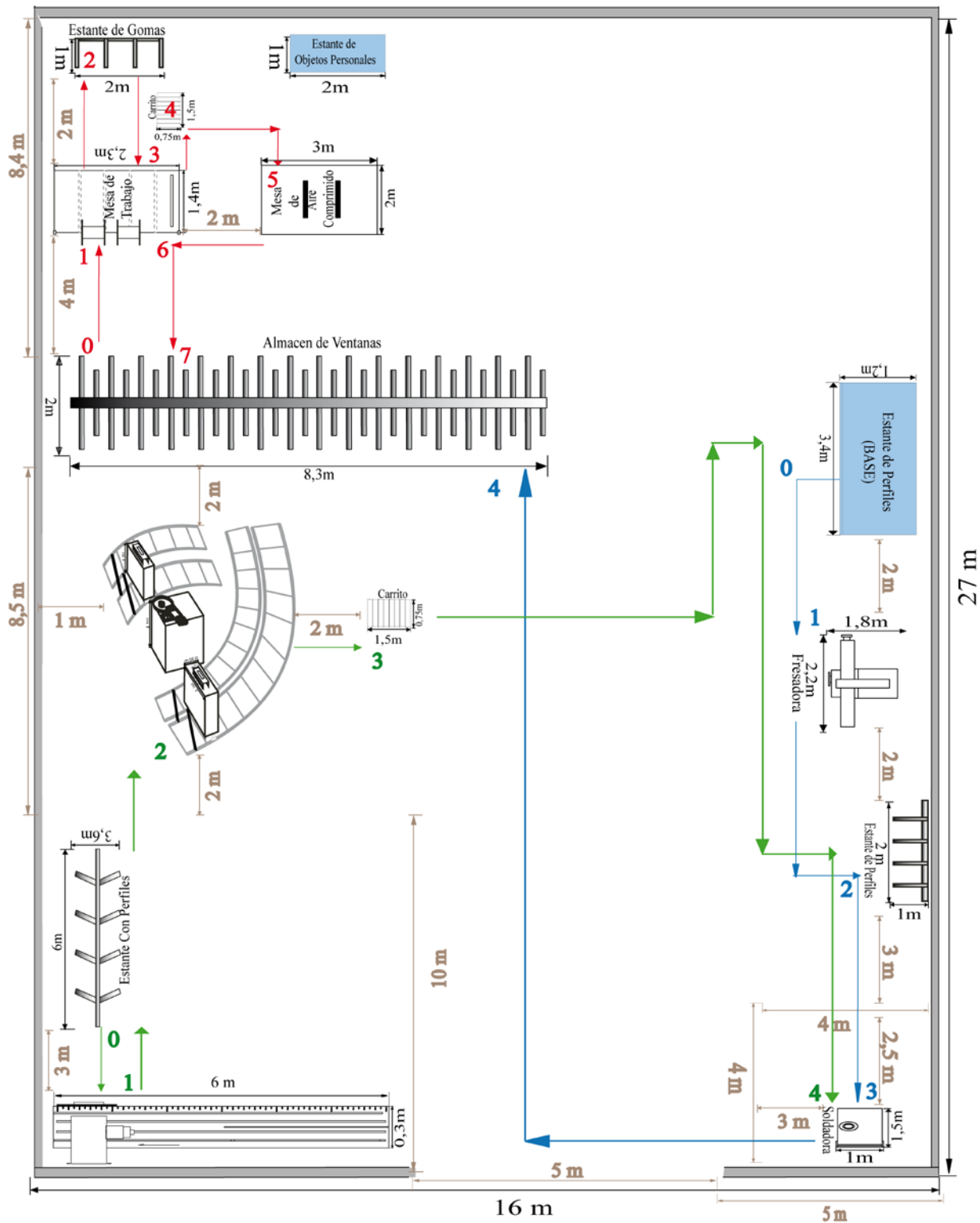
AUTODISCIPLINA	1	2	3	4	5
APLICACIÓN DE LAS CUATRO PRIMERAS "S"	El puntaje de las primeras cuatro "S" es igual o menor que 32.	El puntaje de las primeras cuatro "S" es mayor que 32 e igual o menor que 44.	El puntaje de las primeras cuatro "S" es mayor que 44 e igual o menor que 56.	El puntaje de las primeras cuatro "S" es mayor que 56 e igual o menor que 68.	El puntaje de las primeras cuatro "S" es mayor que 68.
NORMAS DE LA EMPRESA Y DEL GRUPO	No se conocen.	Se conocen, pero no se cumplen.	Se cumplen ocasionalmente.	Se cumplen con un fuerte seguimiento.	Se cumplen permanentemente.
UNIFORME DE TRABAJO	No se tiene. La ropa que se usa está sucia, manchada y rota. Las personas no tienen identificación.	Se tiene, pero está sucio, manchado y roto. Las personas tienen su identificación pero no la usan.	Se tiene, pero está sucio. Las personas tienen su identificación pero no la usan.	Está limpio, en buenas condiciones. Las personas tienen su identificación pero no la usan.	Está limpio, en buenas condiciones. Las personas usan su identificación.
GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LAS ACCIONES PROGRAMADAS	No se conocen.	Se cumple menos del 50% y bajo estricto seguimiento. Actitud reactiva.	Se cumple entre el 50% y 90% bajo seguimiento. Actitud proactiva baja.	Se cumple entre el 90% y 100% sin seguimiento. Actitud proactiva.	Se cumple el 100% sin seguimiento. Actitud proactiva.

Figura E.5. Criterios para la autoevaluación "5S". Autolimpiar

Apéndice 6

PROPUESTA DE RECORRIDO

Figura A.6. Recorrido de área Propuesta



Apéndice 7

Costos asociados a las propuestas

Descripción	Producto	Costo (Bs.f.)	Fuente
Brochas para grandes áreas 4"		93	Epa en línea
Esmalte de acabado metálico		183	Epa en línea
Convertidor de oxido		175	Epa en línea
Resma de hojas blanca		29	PC Actual
Laminas P PLASTIFICADORA (228X370MM)		170,80	PC Actual
Papel Hilo / Opalina Resmilla De 100 Hojas		50	PC Actual

Cartucho hp c9351a1 (21) negro		170	PC Actual
CARTUCHO HP C9352L (22) COLOR		135,69	PC Actual
Desengrasante fast cleaner galon		24,99	Epa en línea
Limpiador Fast Cleaner, 1350 ml		10,49	Epa en línea
TRICLORO HOME SPA 1LTR		6,69	Epa en línea
Esponja doble uso tamano grande		3,75	Epa en línea
Esponja Meiko Golden. Elaborada en poliuretano- polipropileno		8,99	Epa en línea

Escoba Aroma		68,99	Epa en línea
Pala Melody para basura, con mango metálico		41,99	Epa en línea
Guante pvc negro 16		58,99	Epa en línea
Panos absorbentes med surt 70071084654 ln000008629		12,49	Epa en línea
Bolsa Plastica 30KG-150LTR 88x72x0.07		0,9	Epa en línea
Colector de basura 100 litros		393	Epa en línea
Bota de goma #37 negra larga		40,99	Epa en línea

Escalera liviana 5 tramos		393	Epa en línea
MANGUERA PREMIUM 1/2"x30m CON CONEXION METALICA		183	Epa en línea
Cinta enmascarar 2"		32,49	Epa en línea
Mascarilla 3m 8210 (tapa Boca) Aprobado 95n		160	Epa en línea
Dispensador de vasos cónicos		129	Epa en línea
Dispensador Enfriador Botellon De Agua Frio Caliente Deluxe		468	Mercado libre
Ventilador Silverpoint		168	Mercado libre

Buiseta Microbus 27 Puestos NPR Chevrolet		310.000,00	Mercado libre
Tubos estructurales varios			Http://www.comercialmuentesotero.Com/tubos_estructurales.html Http://www.grc.com.ve/grcinsumos.Php?Ci=LAMINA&ok=Buscar Http://www.comercialmuentesotero.Com/tubos_estructurales.html

Si la empresa ensambla tres autobuses de este modelo al mes quiere decir que su ganancia mensual es de 930000 BsF y su ganancia diaria es de 31000BsF.

N°	Observaciones	Tiempo (min)
1	Traslado al almacén de materia prima	1,2
5	Corte de perfiles	1,3
7	Doblado de perfiles	10,34
12	Búsqueda de perfil base	0,46
13	Ranurado de base	2,34
14	Traslado de base a la soldadora	1,02
15	Traslado de marco de ventana a la soldadura	1,13
16	Soldadura	6,43
19	Busca arco pintado en almacén de ventanas	1,09
20	Coloca marco en base en mesa de trabajo	2,12
21	coloca felpa	1,03
22	Búsqueda de Goma tipo 2	6,46
23	Coloca goma tipo 2	1,56
24	Traslada marco a mesa con aire comprimido	1,34
25	Coloca cristales en marco de ventanas	8,58
26	Traslado de marco a mesa de trabajo	0,58
27	Coloca kit de seguridad	2,01
28	Coloca junquillo en cristal	1,09
29	Colocar ventana lista en área	1,33
Tiempo total		51,41

Representando la disminución del 50,02%

Situación que se elimina corte final, medidas de más, ajuste y verificación situaciones que representan un 30% dentro de la actividad de doblado de ventanas ya que el resto lo realiza la máquina

Con la programación de las actividades se reduce mas de un 50% del tiempo lo que hace que ahora los trabajadores se puedan tardar realizando las operaciones de 1 y 1/2 a 2 semanas

CAPÍTULO I

I.1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

En este capítulo se presenta la información que se investigó en la empresa FANABUS S.A, acerca de su ubicación, reseña histórica, misión, visión y política de calidad, productos que elaboran y proceso de producción de autobuses. Posteriormente también se muestra lo que se planteó para la definición del planteamiento del problema, objetivo general y objetivos específicos, que persigue este trabajo especial de grado, justificación, su alcance y limitaciones.

I.1.1. UBICACIÓN

Sus instalaciones, sobre un terreno de 30000 m², se encuentran ubicadas en Guácara, estado Carabobo.

I.1.2. RESEÑA HISTÓRICA

La fábrica nacional de autobuses sociedad anónima, FANABUS S.A., fue fundada en el año 1.974 y para ese entonces sólo fabricaban cajas de volteo para camiones. En la actualidad, es una empresa venezolana ensambladora principalmente de carrocerías de autobuses y minibuses de todo tipo, además del diseño y fabricación de una variada línea de vehículos, tales como: cavas, furgones, ambulancias, clínicas móviles (odontológicas, ginecostetas y pediátricas), entre otros, adaptadas a las necesidades y características de cada tipo de servicio o producto.

A partir del año 1.982, comienza sus operaciones para la producción de carrocerías de minibuses. En el año 1.986, FANABUS S.A, entra a formar parte del GRUPO COVENAL, importante corporación industrial de Venezuela; desde

entonces se da un fuerte impulso a la fabricación de minibuses, alcanzándose para el año 1.988 la producción de 620 carrocerías. En este mismo año se establece la asociación con UNICAR S.A. de España y se firma un contrato de tecnología para fabricar autobuses de mayor tamaño, con diseños modernos y de aplicación en chasis de avanzada ingeniería, producidos por: General Motors, Daimler-Chrysler, Ford, Mercedes Benz, Renault, IVECO, Pegaso-Volvo, entre otros.

En el año de 1.992, la producción alcanza las 700 unidades, de las cuales 650 son minibuses de 24 y 32 puestos y 50 autobuses de diferentes tamaños y modelos. En el año de 1.993, FANABUS S.A, es seleccionado por la compañía Metro de Caracas para la fabricación de los metrobuses con carrocería Unicar y chasis Renault. En la actualidad sus instalaciones abarcan un área de 9.000 m², con una capacidad instalada anual de 480 minibuses y 268 autobuses urbanos e interurbanos de grandes dimensiones, dotados de todos los elementos de lujo y confort.

I.1.3. VISIÓN Y MISIÓN

- **VISIÓN**

“Ser el proveedor preferido de productos para el Área de Transporte Colectivo de Personas y Transporte Comercial”.

- **MISIÓN**

“Incrementar el valor del Patrimonio de los Accionistas así como hacer un aporte significativo a la comunidad ofreciendo productos y servicios orientados al Servicio del Transporte Colectivo, de personas y comercial”.

I.1.4. POLÍTICA DE CALIDAD

“Satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes, basándonos en el Mejoramiento Continuo de nuestros productos y servicios a través de un personal capacitado y motivado, desenvolviéndose en un ambiente que mejore su calidad de vida”.

I.5. PRODUCTOS QUE SE ELABORAN

La empresa se dedica al diseño y fabricación de una variada línea de carrocerías que sirven para el servicio del transporte público y privado, tanto en rutas urbanas, interurbanas y rurales. Dichas carrocerías se arman sobre diferentes chasis con características particulares, los cuales son fabricados en ensambladoras del país. Estos minibuses y autobuses son diseñados en distintas capacidades de puestos, con características de comodidad y confort, como se puede observar en la tabla n° 1. Constantemente la empresa está innovando con unidades que se adapten a las nuevas necesidades del mundo moderno y que se diseñan en el Departamento de Proyectos, específicamente en el área de Prototipos.

Tabla N°1. Clase / Tipo de Autobuses

CHASIS	MODELO CARROCERIA	NOMBRE	CANTID. PUESTOS
MERCEDES BENZ	F-3000	XPECTRA	42
IVECO CC-118	F-3000	CRUISE LINE	32
IVECO 5912 (3600)	F-2200	PICCOLINO	20
IVECO 5912 (4400)	F-2300	UNIBUS	26
G. MOTORS NPR	F-2400	CUSTOMER NPR	26

Fuente: FANABUS S.A. (2009)

I.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Venezuela, existe una gran diversidad de industrias las cuales funcionan a lo largo de todo el territorio generando empleos, brindándole a la población en general la obtención de bienes y servicios. Con estos se enfrentan en un mercado de competencias para lograr la satisfacción de las necesidades y brindar un aporte financiero significativo al nivel económico de la población haciendo siempre el uso adecuado de los recursos disponibles con el fin de obtener niveles óptimos de calidad en los procesos de producción.

Es por ello que la fábrica nacional de autobuses, FANABUS S.A., aparece en el mercado en el año 1.982, con el propósito de satisfacer las necesidades y expectativas de sus clientes basándose en el mejoramiento continuo de sus productos y servicios, a través de un personal capacitado y motivado desenvolviéndose en un ambiente que mejore su calidad de vida. La empresa, se dedica al diseño y fabricación de una variada línea de carrocerías que sirven para el servicio del transporte público y privado tanto en rutas urbanas, interurbanas y rurales. Dichas carrocerías se arman sobre diferentes chasis con características particulares los cuales son fabricados en las diversas ensambladoras existentes en el país. Estos minibuses y autobuses son diseñados en distintas capacidades de puestos con características de comodidad y confort.

En la Tabla N°1, se muestra la clasificación de autobuses que se ensamblan en la empresa debido a que constantemente se está innovando con unidades que se adaptan a las nuevas necesidades del mundo moderno. Cabe destacar que el proceso de ensamble de los diferentes modelos de autobuses siguen los mismos procedimientos para su elaboración.

Actualmente, la empresa se encuentra trabajando contra pedido sacando ordenes de (3) tres autobuses por mes, y cuenta con una capacidad de producción que permite el empleo de 45 trabajadores en planta como mano de obra directa de los

cuales se necesitan de dos (2) operarios para la elaboración de ventanas denominándose éstos como: operario X y operario Y. El operario X permanece constante en la actividad, gracias a su conocimiento sobre el proceso, es el único en planta que está al tanto de cada detalle del mismo, esta situación causa problemas como demoras de entre 2 y 3 horas sólo para empezar la actividad y paradas inesperadas de 40 hasta 70 minutos puesto que el operario se toma su tiempo para realizar cada una de las etapas de la producción. Esto ocurre como consecuencia de que no existe una metodología para realizar la operación y esta pueda ser realizada por cualquier otro trabajador y así no depender del mismo. El operario Y le sirve de ayuda al operario X.

En la estación mencionada, se elaboran las ventanas de aluminio que forman parte de cualquiera de los modelos de la unidad a realizar, cada unidad posee un tipo de ventana diferente. Las actividades u operaciones que se realizan dentro del área se presentan gráficamente en la Figura N°1.

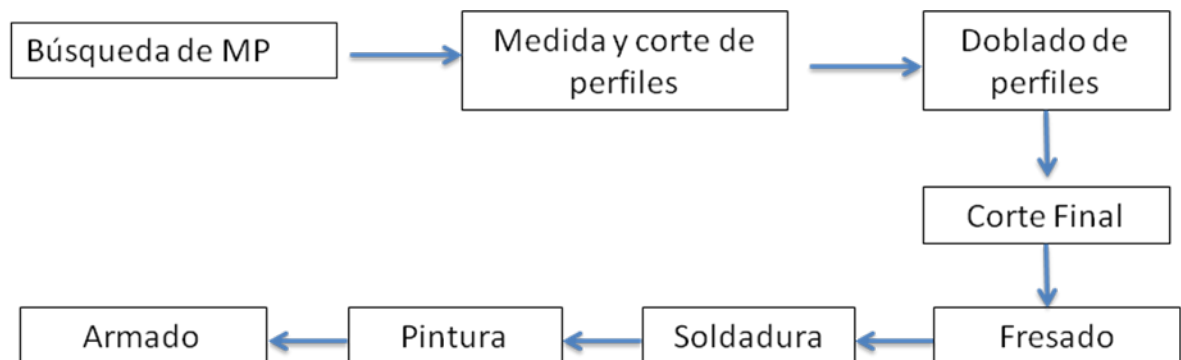


Figura N°1. Proceso de Producción de ventanas

Una vez que el cliente realiza el pedido, se proceden a efectuar las diferentes operaciones dentro de la planta, el gerente de operaciones se dirigirá a las distintas estaciones de trabajo. En el área caso estudio indicará que se precisaran de diez (10) días para realizar los arcos de ventana completa para luego ser trasladadas a la empresa contratista de pintura cuya operación durará de cinco (5) a siete (7) días y a su llegada se requerirán de cinco (5) días para el armado de las mismas con el fin

cumplir la fecha de entrega acordada a los clientes. Estos plazos establecidos por la gerencia no son cumplidos por los operarios pertenecientes al área caso estudio, puesto que en el proceso se presentan algunas eventualidades como se irán describiendo a lo largo del trabajo de investigación.

En el desarrollo de las actividades los operarios se encuentran ejecutando recorridos en promedio de 858 m entre la subestación de medida y corte, doblado y corte final, donde van cargando los perfiles, los marcos de las ventanas o simplemente trasladándose de una estación a otra ocasionando fatiga y descontento en los operarios haciendo de ésta una actividad tediosa y poco grata. Asimismo se hace evidente en el proceso el mal manejo de materiales, el uso incorrecto de los equipos y herramientas puesto que los operarios presentan confusión a la hora del armado de las ventanas, posiciones disergonómicas, esfuerzos físicos, falta de orden y limpieza ocasionando una desorganización entre los equipos y materiales a utilizar, demoras y tiempos de ocio. Es por ello que los trabajadores no se encuentran laborando a un 100% de su capacidad impactando directamente en FABABUS S.A, los trabajadores y sus clientes.

Por lo mencionado anteriormente, se requiere el desarrollo de mejoras en el área de producción de ventanas que permitan establecer una metodología de trabajo adecuada con el fin de eliminar la dependencia del proceso en el operario X. Además de disminuir las demoras y tiempos de ocio, cumplir con el tiempo de entrega asignado por la gerencia, reducir la fatiga de los operarios, mejorar el manejo de materiales y optimizar el área de producción con el firme propósito de mejorar las actividades dentro de la estación caso estudio.

I.3. OBJETIVOS

➤ OBJETIVO GENERAL

Proponer mejoras en los métodos de trabajo en el área de producción de ventanas con el fin de aumentar la productividad.

➤ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar la situación actual del área de producción de ventanas.
- Diseñar propuestas de mejoras en los métodos de trabajo en el área de producción de ventanas.
- Estandarizar los procedimientos en el área de producción de ventanas.
- Evaluar el impacto de las propuestas de mejoras en la producción de ventanas.

I.4. JUSTIFICACIÓN

Venezuela es un país que enfrenta problemas de tipo social, político y sobre todo económico que afectan directamente el desarrollo del sector industrial y por tal razón, las organizaciones no deben seguir realizando actividades y/o procedimientos que no agreguen valor a los productos fabricados por ellos, ya que de esta manera incurren en costos de fabricación no deseados. Por tal motivo, la empresa donde se realizó el estudio en búsqueda de la mejora de sus actividades, procesos y métodos de trabajo, se vió en la necesidad de plantear la mejora en el proceso de producción de ventanas, debido a la falta de estandarización y metodología en el área mencionada.

Por lo indicado anteriormente, surgió la propuesta de aplicación de un estudio de ingeniería de métodos en el área, que permitió diseñar nuevos estándares de producción relacionados a la organización, desempeño y ejecución de las actividades a realizar. Para ello se pretende un ambiente de trabajo más confortable a los

operarios y la satisfacción de las necesidades del área para de esta manera brindar mejor calidad a la hora del tiempo de entrega de las unidades, y a su vez servir de referencia a empresas del mismo ramo ofreciéndoles información valiosa acerca del procedimiento de elaboración de ventanas de autobuses.

Así mismo, esta investigación brindó a los autores la oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el estudio de la carrera de ingeniería industrial y de esa manera optar ante la Magna Universidad de Carabobo el título de ingeniero industrial. También sirve de refuerzo en la formación de nuevos ingenieros industriales a la hora de presentarse un caso real con características similares otorgándoles información valiosa a la Universidad de Carabobo ya que servirá de base para futuros estudios permitiendo a otros estudiantes tener acceso al mismo.

I.4. ALCANCE

Este trabajo de investigación consta de dos (2) principales etapas, las cuales pueden resumirse en el estudio de las condiciones actuales del proceso, en donde se engloban: la observación, levantamiento de datos y análisis de los mismos, el estudio se realizó en el área de producción de ventanas de la empresa FANABUS S.A., cuyas ventanas elaboradas poseen el mismo procedimiento cambiando sólo su dimensión dependiendo al tipo que pertenezcan. Una segunda fase de adaptación y cambios en el proceso, la ejecución de los cambios en el área e implementación fue de decisión exclusiva de las autoridades de la empresa.

I.5. LIMITACIONES

Existen limitantes que obstaculizan el desarrollo de la investigación, como se mencionan a continuación:

- La resistencia al cambio de las personas directamente involucradas con las mejoras.
- No incrementar significativamente el presupuesto, por lo que se debe utilizar al máximo los recursos.

CAPÍTULO II

En este capítulo se presenta en primer lugar los trabajos que sirvieron de base para la elaboración de esta investigación. Así mismo se incluyen las bases teóricas y la definición de términos básicos, la metodología usada para su desarrollo, el tipo de investigación en el que se encuentra enmarcado, las técnicas e instrumentos de recolección de datos aplicados. Adicionalmente las fases que se llevaron a cabo con la finalidad de lograr los objetivos propuestos para la realización del trabajo de grado.

II.1. ANTECEDENTES

Para el desarrollo de las propuestas de mejoras que se plantearon es necesario citar algunos documentos que contribuyeron como guía para la elaboración de la presente investigación, entre ellos están:

Maldonado (2002), en el trabajo de investigación se estableció como objetivo identificar y señalar los pasos en los que se pueden efectuar cambios en el proceso de producción de las ventanas tipo Francesa. Se tomó como referencia la normalización realizada al proceso de fabricación de ventanas tipo francesa.

Marín y Sánez (2007), trabajaron en su proyecto de investigación con el rediseño del área de subensamblaje de front end en la línea de pasajeros de una empresa ensambladora de vehículos. Este trabajo de grado sirvió como referencia en la metodología utilizada para la recolección de datos, como en el estudio de tiempo realizado en las actividades, en la redistribución de una nueva área de trabajo de la línea front end.

Montes (2008), en dicho proyecto implantaron células de manufactura, operando independientemente con el mínimo número de movimientos intercelulares entre ellas, es decir que un grupo de máquina, pueda crear un bien o equipo sin tener

que depender de otro grupo de máquinas o en su defecto, solo poder requerir de un mínimo apoyo de máquinas no integrantes de la célula. Esta investigación sirvió de referencia para la redistribución del área de trabajo y el estudio de tiempos realizado a cada actividad.

II.2. BASES TEÓRICAS

Las bases teóricas comprenden un conjunto de conceptos y proposiciones que constituyen un punto de vista o enfoque determinado, dirigido a explicar el fenómeno o problema planteado. Esta sección puede dividirse en función de los tópicos que integran la temática tratada o de las variables que serán analizadas.

II.2.1. INDICADORES DE GESTIÓN

Los indicadores de gestión son una poderosa herramienta para cualquier empresario, ya que permite medir los procesos de la organización e identificar el potencial de mejora.

“La expresión cuantitativa del comportamiento o el desempeño de toda una organización o una de sus partes, cuya magnitud al ser comparada con algún nivel de referencia, puede estar señalando una desviación sobre la cual se tomarán acciones correctivas o preventivas según el caso. Son un subconjunto de los indicadores, porque sus mediciones están relacionadas con el modo en que los servicios o productos son generados por la institución. El valor del indicador es el resultado de la medición del indicador y constituye un valor de comparación, referido a su meta asociada. En el desarrollo de los indicadores se deben identificar necesidades propias del área involucrada, clasificando según la naturaleza de los datos y la necesidad del indicador. Esto es fundamental para el mejoramiento de la calidad, debido a que son medios económicos y rápidos de identificación de problemas” (Cabrera & España, 2004).

Los indicadores se dividen en dos grandes grupos: Eficacia y Eficiencia.

- **Eficacia:** Son indicadores que miden el cumplimiento de objetivos sin importar el exceso de dinero invertido, desperdicio, sobretiempos. Es decir, se cumplió la meta, lo demás no importa.
- **Eficiencia:** Son indicadores que miden el cumplimiento de objetivos tomando en cuenta los recursos que implican dicho cumplimiento. Es decir, se cumplió la meta con los recursos asignados.

II.2.2. NORMALIZACIÓN

“La normalización es la actividad que tiene por objeto establecer, ante problemas reales o potenciales, disposiciones destinadas a usos comunes y repetidos, con el fin de obtener un nivel de ordenamiento óptimo en un contexto dado, que puede ser tecnológico, político o económico”. (Organización Internacional de Estandarización. (Núñez. 2007).

A continuación, en la Tabla N°2, se citan algunas ventajas:

Tabla N°2. Ventajas de Normalización

VENTAJAS		
Para los consumidores	Para los fabricantes	Para la administración
• Establece niveles de calidad y seguridad de los productos y servicios. • Informa de las características del producto. • Facilita la comparación entre diferentes ofertas	• Racionaliza variedades y tipos de productos. • Disminuye el volumen de existencia en almacén y los costos de producción. • Mejoramiento de la gestión y diseño.	• Simplifica la elaboración de textos legales. • Establece políticas de calidad y medio ambiente. • Ayuda al desarrollo económico.

II.2.3. ESTANDARIZACIÓN

Según Núñez (2003), los estándares permiten medir el desempeño del trabajo, ya que, representan la mejor, fácil y segura forma de realizar un trabajo o proceso, permite la evaluación del rendimiento ya que son bases de referencia para el estudio, permite evitar la anormalidad y variabilidad en los procesos. Al mismo tiempo indica que, el trabajo estandarizado es una de las herramientas lean más potentes pero menos utilizada. Observar la situación inicial es el punto base de cualquier iniciativa de mejora. Aprender a observar, establecer unos puntos sobre los que focalizar la vista, fijar unos valores métricos sobre los que focalizar la mejora estandarizando la forma en que se ve; sirve como base para detectar el desperdicio y los caminos más eficientes de mejora. Por lo cual concluye que el proceso de estandarización se basa en cuatro elementos básicos:

1. Detección de los desperdicios a partir de la observación de los procesos, para su posterior eliminación.
2. Identificación de los elementos de trabajo, obtenidos del proceso de observación.
3. Análisis del ritmo al que se deben hacer los distintos productos en un proceso para satisfacer la demanda del cliente.
4. Las herramientas de trabajo estandarizado para cada proceso.

Los beneficios de trabajo estandarizado son:

- Documentación del proceso actual para todo el trabajo del área a estudiar
- Se reducen las variaciones del proceso
- Formación más fácil de nuevos operarios.
- Se reducen los accidentes y lesiones
- Se establece un punto de partida para las actividades de mejora continua.

II.2.4. METODOLOGÍA 5S

Según, el Instituto de Ingeniería Aplicada mencionado por Paredes (2008). Las operaciones de Organización, Orden y Limpieza fueron desarrolladas por empresas japonesas, entre ellas Toyota, con el nombre de 5S. Se han aplicado en diversos países con notable éxito. Las 5S son las iniciales de cinco palabras japonesas que nombran a cada una de las cinco fases que componen la metodología:

- **SEIRI – ORGANIZACIÓN:** Consiste en identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y en desprenderse de éstos últimos.
- **SEITON – ORDEN:** Consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.
- **SEISO – LIMPIEZA:** Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado de salud.
- **EIKETSU- CONTROL VISUAL:** Consiste en distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos.
- **SHITSUKE- DISCIPLINA Y HÁBITO:** Consiste en trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas.

Las tres primeras fases - ORGANIZACIÓN, ORDEN Y LIMPIEZA - son operativas.

La cuarta fase - CONTROL VISUAL - ayuda a mantener el estado alcanzado en las fases anteriores - Organización, Orden y Limpieza - mediante la estandarización de las prácticas.

La quinta y última fase - DISCIPLINA Y HÁBITO – permite adquirir el hábito de su práctica y mejora continua en el trabajo diario.

Los cinco pilares de esta metodología componen un todo integrado y se abordan de forma sucesiva, una tras otra. Y se pueden definir como un estado ideal que:

- Los materiales y útiles innecesarios se han eliminado,
- Todo se encuentra ordenado e identificado,
- Se han eliminado las fuentes de suciedad,
- Existe un control visual mediante el cual saltan a la
- Vista las desviaciones o fallos, y
- Todo lo anterior se mantiene y mejora continuamente.

II.2.5. MÉTODO REBA

El método REBA (Rapid Entire Body Assessment) fue propuesto por Sue Hignett y Lynn McAtamney y publicado por la revista especializada Applied Ergonomics en el año 2000.

Este método es el resultado del trabajo conjunto de un equipo de ergónomos, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales y enfermeras, que identificaron alrededor de 600 posturas para su elaboración. Este permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas, define otros factores que considera determinantes para la valoración final de la postura, como la carga o fuerza manejada, el tipo de agarre o el tipo de actividad muscular desarrollada por el trabajador. Además, permite evaluar tanto posturas estáticas como dinámicas, e incorpora como novedad la posibilidad de señalar la existencia de cambios bruscos de postura o posturas inestables.

El método REBA, es una herramienta de análisis postural especialmente sensible con las tareas que conllevan cambios inesperados de postura, como consecuencia normalmente de la manipulación de cargas inestables o impredecibles. Su aplicación previene al evaluador sobre el riesgo de lesiones asociadas a una

postura, principalmente de tipo músculo-esquelético, indicando en cada caso la urgencia con que se deberían aplicar acciones correctivas. Se trata, por tanto, de una herramienta útil para la prevención de riesgos capaz de alertar sobre condiciones de trabajo inadecuadas.

En la actualidad, un gran número de estudios avalan los resultados proporcionados por el método REBA, consolidándolo como una de las herramientas más difundidas y utilizadas para el análisis de la carga postural. Como pasos previos a la aplicación propiamente dicha del método se debe:

- Determinar el periodo de tiempo de observación del puesto considerando, si es necesario, el tiempo de ciclo de trabajo.
- Realizar, si fuera necesario debido a la duración excesiva de la tarea a evaluar, la descomposición de esta en operaciones elementales o subtareas para su análisis pormenorizado.
- Registrar las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de la tarea, bien mediante su captura en video, bien mediante fotografías, o mediante su anotación en tiempo real si ésta fuera posible.
- Identificar de entre todas las posturas registradas aquellas consideradas más significativas o "peligrosas" para su posterior evaluación con el método REBA.
- El método REBA se aplica por separado al lado derecho y al lado izquierdo del cuerpo. El evaluador según su criterio y experiencia, deberá determinar, para cada postura seleccionada, el lado del cuerpo que "a priori" conlleva una mayor carga postural. Si existieran dudas al respecto se recomienda evaluar por separado ambos lados.

La información requerida por el método es básicamente la siguiente:

- Los ángulos formados por las diferentes partes del cuerpo (tronco, cuello, piernas, brazo, antebrazo, muñeca) con respecto a determinadas posiciones de referencia. Dichas mediciones pueden realizarse directamente sobre el trabajador (transportadores de ángulos, electro goniómetros u otros dispositivos de medición angular), o bien a partir de fotografías, siempre que estas garanticen mediciones correctas (verdadera magnitud de los ángulos a medir y suficientes puntos de vista).
- La carga o fuerza manejada por el trabajador al adoptar la postura en estudio indicada en kilogramos.
- El tipo de agarre de la carga manejada manualmente o mediante otras partes del cuerpo.
- Las características de la actividad muscular desarrollada por el trabajador (estática, dinámica o sujeta a posibles cambios bruscos).

II.2.6. CALOR CONDICIÓN DE RIESGO EN EL TRABAJO

Según Giorlandini (2000), las agresiones térmicas intensas pueden tener graves consecuencias sobre el organismo humano, afectando además al rendimiento de los trabajadores. Sobre esta base, es preciso tener en cuenta una serie de recomendaciones básicas a la hora de desarrollar las diferentes tareas en los lugares de trabajo sometidos a altas temperaturas, especialmente en verano.

Riesgos generales derivados del ambiente caluroso

La existencia de calor en el ambiente laboral constituye frecuentemente una fuente de problemas que, en general, suele traducirse en situaciones de discomfort aunque, en ciertas ocasiones, el ambiente térmico puede generar riesgos para la salud. Generalmente estas situaciones se relacionan con la existencia de altas temperaturas, humedad y trabajos que impliquen un cierto esfuerzo físico. La exposición excesiva a un ambiente caluroso puede ocasionar diferentes afecciones que es importante conocer para saber detectar precozmente los primeros síntomas, tanto en uno mismo,

como en relación con otros compañeros de trabajo. Las afecciones más destacables son las siguientes:

- *El golpe de calor:* se produce cuando el sistema que controla la temperatura del cuerpo falla y la transpiración (única manera eficaz que tiene el cuerpo de eliminar el calor) se hace inadecuada. En estos casos, la piel de los afectados estará muy caliente y, normalmente, seca, roja, o con manchas. El afectado presentará síntomas de confusión y desorientación, pudiendo llegar a perder el conocimiento y sufrir convulsiones. La temperatura de la víctima será de 40,5° C o superior.
- *El agotamiento por el calor:* resulta de la pérdida de grandes cantidades de líquido por la transpiración, acompañada, en ocasiones, de una pérdida excesiva de sal. En estos casos la piel del afectado estará húmeda y presentará un aspecto pálido o enrojecido. El afectado continúa sudando pero siente una debilidad o un cansancio extremo, mareos, náuseas y dolor de cabeza. En los casos más graves, la víctima puede vomitar o perder la consciencia. La piel presentará un estado húmedo, con un aspecto pálido o enrojecido. La temperatura del cuerpo será normal o ligeramente alta. En la mayoría de estos casos, el tratamiento de la víctima consiste en hacerla descansar en un lugar fresco y consumir grandes cantidades de líquido. Cuando no se produzca la recuperación espontánea con este tratamiento, es conveniente ofrecer asistencia médica al afectado.
- *Los calambres:* por el calor son espasmos dolorosos de los músculos que se producen cuando el trabajador suda abundantemente e ingiere grandes cantidades de agua, diluyendo los líquidos del cuerpo mientras éste sigue perdiendo sal, lo que puede provocar dolorosos calambres. Los músculos utilizados para trabajar suelen ser los más propensos a los calambres. Pueden presentarse durante o después de las horas de trabajo y pueden ser aliviados consumiendo bebidas isotónicas o líquidos ricos en sal.
- *Los desmayos:* Cuando el trabajador no está habituado a los ambientes calurosos, la exposición a temperaturas elevadas puede provocar

desmayos, especialmente si el trabajador permanece de pié e inmóvil. En estos casos, el trabajador deberá descansar tumbado en lugar fresco.

- *Sarpullidos*: en el desarrollo de trabajos en ambientes calurosos y húmedos puede provocar sarpullidos debido a las dificultades para eliminar la transpiración, lo que hace que la piel permanezca húmeda largos periodos de tiempo. En estos casos los conductos de transpiración se obstruyen y aparece un sarpullido en la piel. La aparición de sarpullidos puede combatirse programando pausas en lugares frescos, así como lavando y secando la piel.

II.2.7. VALORACIÓN DEL RIESGO DE ESTRÉS TÉRMICO

Según el Centro Nacional de Condiciones de Trabajo Argentina (2008), el valor de la estimación del riesgo de estrés térmico en el trabajo es más eficiente cuando se realiza a través del índice WBGT.

La existencia de calor en el ambiente laboral constituye frecuentemente una fuente de problemas que se traducen en quejas por falta de confort, bajo rendimiento en el trabajo y, en ocasiones, riesgos para la salud. El estudio del ambiente térmico requiere el conocimiento de una serie de variables del ambiente, del tipo de trabajo y del individuo. La mayor parte de las posibles combinaciones de estas variables que se presentan en el mundo del trabajo, dan lugar a situaciones de incomodidad, sin que exista riesgo para la salud. Con menor frecuencia suelen encontrarse situaciones laborales térmicamente confortables y, pocas veces, el ambiente térmico puede generar un riesgo para la salud. Esto último está condicionado casi siempre a la existencia de radiación térmica (superficies calientes), alta humedad (> 60%) y trabajos que impliquen un cierto esfuerzo físico.

El riesgo de estrés térmico, para una persona expuesta a un ambiente caluroso, depende de la producción de calor de su organismo como resultado de su actividad

física y de las características del ambiente que le rodea, que condiciona el intercambio de calor entre el ambiente y su cuerpo. Cuando el calor generado por el organismo no puede ser emitido al ambiente, se acumula en el interior del cuerpo y la temperatura de éste tiende a aumentar, pudiendo producirse daños irreversibles.

Metodología

El índice WBGT se calcula a partir de la combinación de dos parámetros ambientales: la temperatura de globo TG y la temperatura húmeda natural THN. A veces se emplea también la temperatura seca del aire, TA. Mediante las siguientes expresiones se obtiene el índice WBGT:

$$\mathbf{WBGT = 0.7 THN + 0.3 TG... (1)}$$

(En el interior de edificaciones o en el exterior, sin radiación solar)

$$\mathbf{WBGT = 0.7 THN + 0.2 TG + 0.1 TA... (2)}$$

(En exteriores con radiación solar)

Cuando la temperatura no es constante en los alrededores del puesto de trabajo, de forma que puede haber diferencias notables entre mediciones efectuadas a diferentes alturas, debe hallarse el índice WBGT realizando tres mediciones, a nivel de tobillos, abdomen y cabeza.

Las mediciones deben realizarse a 0.1 m, 1.1 m, y 1.7 m del suelo si la posición en el puesto de trabajo es de pie, y a 0.1 m, 0.6 m, y 1.1 m, si es sentado. Si el ambiente es homogéneo, basta con una medición a la altura del abdomen. Este índice así hallado, expresa las características del ambiente y no debe sobrepasar un cierto valor límite que depende del calor metabólico que el individuo genera durante el trabajo (M).

Según el nutricionista Matheys (2009), el metabolismo basal, es el valor mínimo de energía necesaria para que la célula subsista. Esta energía mínima es

utilizada por la célula en las reacciones químicas intracelulares necesarias para la realización de funciones metabólicas esenciales, como es el caso de la respiración. El metabolismo basal es el gasto energético diario, es decir, lo que tu cuerpo necesita diariamente para seguir funcionando. A ese cálculo hay que añadir las actividades extras que puedes hacer cada día.

En el organismo, el metabolismo basal depende de varios factores, como sexo, talla, peso, edad, etc. Como claro ejemplo del metabolismo basal está el caso del coma. La persona "en coma", está inactiva, pero tiene un gasto mínimo de calorías, razón por la que hay que seguir alimentando al organismo. El metabolismo basal de una persona se mide después de haber permanecido en reposo total en un lugar con una temperatura agradable (20 °C) y de haber estado en ayunas 12 ó más horas. El metabolismo basal diario se puede calcular de manera aproximada de la siguiente forma mediante las ecuaciones de Harris Benedict:

Hombre: $66,473 + (13,751 \times \text{masa(kg)}) + (5,0033 \times \text{estatura(cm)}) - (6,55 \times \text{edad(años)}) \dots (3)$

Mujer: $66,551 + (9,463 \times \text{masa(kg)}) + (4,8496 \times \text{estatura(cm)}) - (4,6756 \times \text{edad(años)}) \dots (4)$

Mediciones del índice WBGT

Las mediciones de las variables que intervienen en este método de valoración deben realizarse preferentemente, durante los meses de verano y en las horas más cálidas de la jornada. Los instrumentos de medida deben cumplir los siguientes requisitos:

- ✓ **Temperatura de globo (TG):** Es la temperatura indicada por un sensor colocado en el centro de una esfera de las siguientes características:
 - o 150 mm de diámetro.

- o Coeficiente de emisión medio: 0.90 (negro y mate).
 - o Grosor: tan delgado como sea posible.
 - o Climatización y Frío Industrial 3
 - o Escala de medición: 20 °C ~ 120 °C.
 - o Precisión: $\pm 0,5$ °C de 20 °C a 50 °C y ± 1 °C de 50 °C a 120 °C.
- ✓ **Temperatura húmeda natural (THN):** Es el valor indicado por un sensor de temperatura recubierto de un tejido humedecido que es ventilado de forma natural, es decir, sin ventilación forzada. Esto último diferencia a esta variable de la temperatura húmeda psicrométrica, que requiere una corriente de aire alrededor del sensor y que es la más conocida y utilizada en termodinámica y en las técnicas de climatización.
- o El sensor debe tener las siguientes características:
 - o Forma cilíndrica.
 - o Diámetro externo de 6mm $\pm$ 1 mm.
 - o Longitud 30mm $\pm$ 5mm.
 - o Rango de medida 5 °C 40 °C.
 - o Precisión $\pm 0,5$ °C.
 - o La parte sensible del sensor debe estar recubierta de un tejido (p.e. algodón) de alto poder absorbente de agua.
 - o El soporte del sensor debe tener un diámetro de 6mm, y parte de él (20 mm) debe estar cubierto por el tejido, para reducir el calor transmitido por conducción desde el soporte al sensor.
 - o El tejido debe formar una manga que ajuste sobre el sensor. No debe estar demasiado apretado ni demasiado holgado.
 - o El tejido debe mantenerse limpio.
 - o La parte inferior del tejido debe estar inmersa en agua destilada y la parte no sumergida del tejido, tendrá una longitud entre 20 mm y 30 mm.
 - o El recipiente del agua destilada estará protegido de la radiación térmica.

- ✓ **Temperatura seca del aire (TA):** Es la temperatura del aire medida, por ejemplo, con un termómetro convencional de mercurio u otro método adecuado y fiable.
 - o El sensor debe estar protegido de la radiación térmica, sin que esto impida la circulación natural de aire a su alrededor.
 - o Debe tener una escala de medida entre 20 °C y 60 °C ($\pm 1^\circ\text{C}$).

Cualquier otro sistema de medición de estas variables es válido si, después de calibrado, ofrece resultados de similar precisión que el sistema descrito.

II.2.8. JUSTO A TIEMPO O JUST IN TIME

Según, Gaither y Fraizier (1999), Es una filosofía aplicable a las operaciones cuyo objetivo es el mejoramiento continuo y la eliminación de pérdidas en todas las áreas de la empresa. Busca minimizar o eliminar el inventario con el objetivo de desarrollar un sistema que pueda producir volúmenes pequeños y sea eficaz en relación con los costos, busca organizar los sistemas haciendo una buena distribución, con el objetivo de que haya mayor flujo y disminuir costos. Justo a tiempo implica producir sólo exactamente lo necesario para cumplir las metas pedidas por el cliente, es decir producir el mínimo número de unidades en las menores cantidades posibles y en el último momento posible, eliminando la necesidad de almacenaje, ya que las existencias mínimas y suficientes llegan justo a tiempo para reponer las que acaban de utilizarse y la eliminación de el inventario de producto terminado.

II.2.9. ELIMINACIÓN SISTEMÁTICA DEL DESPERDICIO (ESIDE)

“Es una metodología práctica y sencilla, que propone la mejora de los métodos de trabajo a través de un enfoque sistemático a partir de la eliminación o reducción del desperdicio presente en cualquier elemento perteneciente al sistema donde se realiza el método de trabajo”. (Illada y Ortiz, 2007).

La aplicación de la metodología ESISE cuenta con 10 pasos o etapas, los cuales se deben seguir correctamente para garantizar la efectividad del método, los cuales son:

1. Identificación de prioridades de estudio
2. Descripción del sistema
3. Análisis de impacto de elementos en indicadores
4. Análisis de desperdicios por elemento: una vez obtenido el elemento más crítico se identifican los posibles desperdicios existentes en el elemento, mediante una lista de desperdicio que propone la metodología.
5. Cuantificación de desperdicios: una vez realizado el paso anterior se procede a cuantificar cada uno de los desperdicios en función a la cantidad y a la unidad en la cual se presentan.
6. Análisis de causas de desperdicios: consiste en evaluar las posibles causas que den lugar al desperdicio mediante la pregunta ¿por qué?, a cada causa se le asigna un ¿por qué? con la finalidad de llegar a la principal causa del problema, en esta metodología generalmente se estudian cinco (5) ¿por qué?
7. Identificar los desperdicios en el sistema, posibles técnicas para la eliminación de los mismos y evaluación de las técnicas: una vez estudiado los desperdicios, se identifican y evalúan las posibles técnicas que ayudan a la eliminación efectiva de los desperdicios (POKA YOKE, SMED, cinco “S” de la limpieza, mantenimiento productivo total, KANBAN, justo a tiempo, entre otros), lo que permite evaluar alternativas según los indicadores de gestión, tomando en cuenta una escala del uno (1) al diez (10), que mida el grado de significancia de menor a mayor con respecto a cada alternativa planteada.
8. Diseñar las soluciones.
9. Evaluación de soluciones.
10. Plan de acción.

II.2.10. MÉTODOS DE CALIFICACION – SISTEMA WESTINGHOUSE

Según Elwood (2001), es uno de los sistemas de calificación más antiguos y de los utilizados más ampliamente, es el desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation, que describen en detalle Lowry, Maynard y Stegemerten. En este método se consideran cuatro factores al evaluar la actuación del operario, que son habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y consistencia.

- La habilidad, se define como "pericia en seguir un método dado" y se puede explicar más relacionándola con la calidad artesanal, revelada por la apropiada coordinación de la mente y las manos. La habilidad o destreza de un operario se determina por su experiencia y sus aptitudes inherentes, como coordinación natural y ritmo de trabajo. La práctica tenderá a desarrollar su habilidad, pero no podrá compensar por completo las deficiencias en aptitud natural.
- El esfuerzo o empeño, se define como una "demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia". El empeño es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad, y puede ser controlado en alto grado por el operario. Cuando se evalúa el esfuerzo manifestado, el observador debe tener cuidado de calificar sólo el empeño demostrado en realidad. Con frecuencia un operario aplicará un esfuerzo mal dirigido empleando un alto ritmo a fin de aumentar el tiempo del ciclo del estudio, y obtener todavía un factor liberal de calificación.
- Las condiciones, a que se ha hecho referencia en este procedimiento de calificación de la actuación, son aquellas que afectan al operario y no a la operación. En más de la mayoría de los casos, las condiciones serán calificadas, como normales o promedio cuando las condiciones se evalúan en comparación con la forma en la que se hallan generalmente en la estación de trabajo. Los elementos que afectarían las condiciones de trabajo son: temperatura, ventilación, luz y ruido. Por tanto, si la temperatura en una estación de trabajo dada fuera de 17°C (60°F) mientras que generalmente se mantiene en 20°C a 23°C (68° a 74°F), las condiciones se considerarían abajo de lo normal. Las condiciones que afectan la operación, como herramientas o materiales en malas condiciones, no se

tomarán en cuenta cuando se aplique a las condiciones de trabajo el factor de actuación.

- La actuación, es la consistencia del operario. A no ser que se emplee el método de lectura repetitiva, o que el analista sea capaz de hacer las restas sucesivas y de anotarlas conforme progresa el trabajo, la consistencia del operario debe evaluarse mientras se realiza el estudio. Los valores elementales de tiempo que se repiten constantemente indican, desde luego, consistencia perfecta. Tal situación ocurre muy raras veces por la tendencia a la dispersión debida a las muchas variables, como dureza del material, afilado de la herramienta de corte, lubricante, habilidad y empeño o esfuerzo del operario, lecturas erróneas del cronómetro, y presencia de elementos extraños.

II.2.11. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

“Es el arreglo y localización de equipos de producción, maquinarias, centro de trabajos y recursos auxiliares y actividades (inspección, manejo de materiales, almacenajes y despacho) con el propósito de lograr la máxima eficiencia en la producción de bienes y servicios o en el suministro de servicios al consumidor” (Gómez y Núñez. 2009).

La distribución en planta persigue la planificación del mejor arreglo de los recursos físicos, cualquiera que sea el criterio escogido por su evaluación. Estos criterios varían de un problema a otro.

Causas que originan los problemas de distribución

La mayoría de los problemas de distribución en planta se originan por las siguientes causas:

1. Cambios en el diseño del producto.
2. Adición de un nuevo producto.
3. Cambios en el volumen de la demanda.
4. Los recursos físicos se hacen obsoletos.

5. Frecuentes accidentes en planta.
6. Ambiente de trabajo inadecuado.
7. Cambios en la localización o concentración de los mercados.
8. Programas de reducción de costos o de incremento de productividad.

Tipos de distribución en planta

La mayoría de las plantas hoy en día están distribuidas por uno o la combinación de los sistemas que se nombrarán a continuación. Los tipos clásicos de distribución en planta son:

1. Distribución por proceso.
2. Distribución por producto.
3. Distribución por posición fija.

Distribución por proceso o por departamentos

Es aquel tipo de distribución en planta que toma en cuenta las operaciones del mismo proceso o tipo de proceso, que se llevan a cabo en la fabricación de un producto, agrupando maquinas y equipos en departamentos de acuerdo con el proceso o funciones similares.

Métodos para la distribución por procesos

El problema principal de la distribución por procesos es la determinación de la localización relativa más económica de los diversos departamentos del proceso. El criterio principal en la selección del arreglo es el costo de manejo de materiales. Por lo tanto, conviene hacer un arreglo que coloque las áreas de proceso de tal forma que se minimicen los costos de manejo de materiales de todas las piezas a través de los departamentos. Para la solución de los problemas en este ámbito se utilizan los siguientes métodos:

1. Método de la carta viajera.
2. Método de la tabla de preferencia.

Método de la tabla de preferencia

Este método utiliza como elementos de análisis la tabla relacional o tabla de preferencia. Es útil para proyectar distribuciones de planta cuando no se conocen valores de flujos o monetarios entre departamentos o es muy difícil de evaluarlos. Toma en cuenta aspectos cualitativos de la convivencia o preferencia de ubicar adyacentes o no los departamentos.

Las relaciones entre las actividades se pueden indicar con las letras A,B,C...,Z, para denotar alta deseabilidad o por el contrario indicar que no es deseable. Para realizar comparación entre alternativas se establecen puntos que reflejen mediante una escala arbitraria, la importancia de la relación. Generalmente la escala se establece en orden decreciente de importancia, es decir, a mayor importancia mayor puntuación.

Metodología

1. Se determina el número de departamentos o actividades relacionadas y sus respectivas áreas requeridas.
2. Se establecen las restricciones del problema.
3. Se recolectan los datos.
4. Se prepara la tabla resumen con la secuencia de las operaciones.
5. Se realizan los diagramas correspondientes a cada proceso definiendo la separación entre pasillos, maquinarias, herramientas y equipos.
6. Se establece una escala de valoración para indicar la importancia de la relación.
7. Se construye la tabla de preferencia, llenando los cuadros con los valores que establecen la relación con cada área o departamento.
8. Se hace un arreglo inicial tomando en cuenta aquellos cuadros con alta puntuación para su ubicación adyacente.
9. Se suma la puntuación de los departamentos adyacentes, para usarlos como referencia.

10. Se hace un nuevo arreglo y se vuelve a calcular la puntuación obtenida el proceso se repite tantas veces como se justifique.
11. Se selecciona la alternativa que tenga mayor puntuación.
12. Se presentará la alternativa seleccionada.

II.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

A continuación, se presentan una serie de conceptos necesarios para la comprensión del trabajo especial de grado, además, sirven de complemento en las definiciones de las metodologías y procedimientos que se irán enunciando a lo largo de la investigación.

- **Estudio de Métodos.** (Elwood, 2002). Registro, análisis, y examen crítico sistemático de los modos actuales y propuestos de llevar a cabo una tarea, con la finalidad de encontrar los métodos más sencillos y eficaces.
- **Desperdicio.** (Elwood, 2002). Todo aquel elemento que NO AGREGA VALOR al producto, adicionando únicamente costos y/o tiempo.
- **Operación.** (Gaither y Fraizier. 2000). Es un conjunto de elementos de trabajo asignados a un puesto de trabajo.
- **Puesto o estación de trabajo.** (Gaither y Fraizier. 2000). Es un área que forma parte de la línea de ensamble, donde se ejecuta una cantidad de operaciones con sus respectivos elementos.
- **Tiempo de ciclo.** (Elwood, 2002). Es el tiempo que tarda un operador en hacer todos los elementos de trabajo pertenecientes a su operación.
- **Tiempo Normal.** (Gaither y Fraizier). Es el tiempo que tarda un operario trabajando a ritmo normal para ejecutar una tarea dada.
- **Tiempo de Operación.** (Elwood, 2002). Es el tiempo que tardan los operarios asignados, en realizar una actividad relacionada directamente a la fabricación de las piezas.

- **Tiempo Preparación.** (Gaither y Fraizier. 2000). Es el tiempo que se emplea en la búsqueda de material, herramental y ajustes de las máquinas, incluyendo la instalación y desmontaje de las matrices.
- **Fatiga.** (Giorlandini, 2000). Se refiere a la sensación de "claudicación fisiológica del organismo, como consecuencia, generalmente, de un esfuerzo físico o psíquico. Conduce a una disminución de las capacidades del organismo: fatiga visual, fatiga auditiva, intelectual, muscular, en relación con el componente orgánico que se ha "saturado" por el esfuerzo. A veces existen diferencias entre la fatiga física o muscular, y la psíquica o mental aunque en realidad, ambas están relacionadas (componente psico-físico de la fatiga). Básicamente, la fatiga muscular se recupera con el reposo adecuado, y la mental con el sueño (sobre todo en el periodo REM del sueño). Si no existen períodos de recuperación adecuados, en cualquiera de los casos puede evolucionar hacia una fatiga crónica con todo su componente sintomático: sensación de malestar, preferentemente por las mañanas, al inicio del trabajo, con trastornos del carácter, y tendencia depresivas o bien de ansiedad, y síntomas psicosomáticos o enfermedades (trastornos del sueño con insomnio y somnolencia diurna, pérdida del apetito, trastornos digestivos, dolor de espalda, mareos, alteraciones menstruales femeninas).
- **Soldadura TIG "Tungsten Inert Gas".** (Bastidas. 2000). Es un proceso de soldadura que ofrece el mejor acabado que se puede obtener, se usa para soldar metales anticorrosivos y metales difíciles de soldar.

II.4. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación se considera que es de tipo descriptiva.

“Se limita a observar y describir los fenómenos. Se incluyen dentro de la investigación descriptiva a los estudios de desarrollo, estudios de casos, encuestas, estudios correlacionales, estudios de seguimiento, análisis de tendencias, series temporales, estudios etnográficos, investigaciones históricas, etc.” Bisquerra (1999).

El presente estudio, se enmarcó dentro de la modalidad de Investigación de Campo de carácter Descriptivo, que según lo establece el Manual de Trabajos de grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador.

“Se entiende por Investigación de Campo, el análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigación conocidos o en desarrollo”. (UPEL. 2008).

II.5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Una vez determinada que la investigación a desarrollar en este trabajo fue de tipo descriptivo, se deberá llevar a cabo un proyecto factible. Que se define como “la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problema, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales” Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL 2008:7). También indica que “el proyecto factible comprende las siguientes etapas generales: diagnóstico, planteamiento y fundamentación teórica de la propuesta; procedimiento metodológico, actividades y recursos necesarios para la ejecución; análisis y conclusiones sobre la viabilidad y realización de proyectos”. En la etapa de análisis se

efectuó un estudio de la situación actual con la finalidad de familiarizar al investigador con la problemática existente, realizar un estudio previo de los procesos que se generan en la actualidad, proponer y evaluar mejoras mediante diversas metodologías, lo que dará pie a la fase de estudio de tiempo y normalización; al mismo tiempo se recolectará información de investigación realizadas previamente para fundamentar de forma teórica el trabajo a desarrollar.

II.6. UNIDAD TÉCNICA

Según Pardinas (2004), “es definir el ámbito del conocimiento para la investigación”. El área que se trabajó fue la de producción de ventanas, conformada por dos operarios dedicados a realizar tal operación.

II.7. FUENTES Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Según Sabino (1996), es un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso de que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información.

Una vez que se obtuvieron los indicadores de los elementos teóricos y definido el diseño de la investigación, fue necesario señalar las técnicas de recolección de datos para mostrar los instrumentos que permitieron obtenerlos de la realidad.

La recolección de datos e información en éste trabajo de investigación se realizará a través de consultas a fuentes primarias y secundarias.

- **Datos primarios:** la obtención de la información primaria se hace a través del uso de las técnicas de recolección de datos como lo son: la observación directa, la encuesta y la entrevista.

- **Datos secundarios:** son registros escritos que proceden también de un contacto con la práctica, pero que ya han sido elegidos y procesados por otros investigadores, por lo tanto, la obtención de la información secundaria, se realizará mediante la revisión documental de textos, artículos y páginas de internet, relacionados con la tecnología de cámaras IP e información básica sobre los sistemas de seguridad.

Según Pardinas (2004), define la observación como “el acto de notar un fenómeno, a menudo con instrumentos, y registrándolo con fines científicos”.

Según Sabino (1996), señala que la observación, “consiste en obtener impresiones del mundo circundante por medio de todas las facultades humanas relevante. Esto suele requerir contacto directo con el (los) sujeto (s), aunque puede realizarse observación remota registrando a los sujetos en fotografía, grabaciones sonoras, o video grabación y estudiándola posteriormente”.

El cuestionario, según Pardinas (2004), “es un sistema de preguntas que tiene como finalidad obtener datos para una investigación”. Éste sistema debe estar plasmado en un soporte material y utilizar como vehículo de información un lenguaje previamente codificado.

Según Tamayo y Tamayo (2000), define que el propósito de la entrevista en la investigación cualitativa es “obtener descripciones del mundo de vida del entrevistado respecto a la interpretación los significados de los fenómenos descritos”.

II.8. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INVESTIGACIÓN

La información recolectada serán estudiada para la aplicación y cumplimiento de los siguientes métodos: Análisis de la operación, estudio de tiempos y recorridos, identificación de desperdicios a través la metodología ESIDE, el cual incluye una serie de etapas para evaluar el área crítica, sus causas y posibles soluciones; la herramienta de las “5S” de la limpieza, la redistribución del área mediante la utilización del método de la carta viajera con la finalidad de tener una mejor utilización de espacios y mejoras en los puestos de trabajo para los operarios.

II.9. DESARROLLO DE LAS FASES METODOLÓGICAS DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo metodológico de la investigación que se muestra a continuación se presenta para cumplir con los lineamientos de los instrumentos utilizados y verificar el desarrollo de los objetivos planteados.

FASE I. Descripción y análisis de la situación actual

En esta etapa se describió el proceso de fabricación de ventanas por medio del uso de la metodología de análisis de la operación. En esta fase se listaron con sus características los equipos y herramientas utilizados por los operarios, y se realizó un diagnóstico del método actual de trabajo en el área de estudio seleccionada. Se realizó el análisis de la situación actual utilizando la herramienta ESIDE a partir del formato n° 4 hasta el n° 9, por medio del cual se identificaron y cuantificaron los desperdicios encontrados en el área caso estudio. En la búsqueda de la cuantificación de los problemas encontrados se hace necesaria la aplicación de herramientas y metodologías como:

- Estudios de tiempos, a través de la aplicación de las ecuaciones de Niebel (1990), por medio de la cual se calculó el tiempo estándar de la situación actual, identificando y cuantificando las actividades productivas y las no productivas presentes en el área caso estudio. Aquí se realizó la calificación de la actuación de los operarios por medio del Sistema Westinghouse, para así lograr el cálculo del tiempo normal y por ende el del tiempo estándar.
- Análisis de los recorridos, se analizaron los extensos desplazamientos realizados por los trabajadores, para cumplir con el fin de realizar la reubicación del departamento de ventanas a través de la aplicación del método de la tabla de preferencias.
- Análisis de los riesgos por la actuación del medio ambiente, se realizó el estudio de la carga calórica de los trabajadores a través del índice WBGT, donde se cuantifico la temperatura a la que están sometidos los operarios en el área caso estudio.
- Análisis de la carga postural, mediante la aplicación de la metodología REBA, donde se identificó la incidencia del método de trabajo actual sobre la postura de los operarios.

FASE II. Diseño de propuestas de mejoras en el método de trabajo de elaboración de ventanas

Tales propuestas, se realizaron en función del estudio previo ejecutado en las fallas y sus causas, con el fin, de aumentar los niveles óptimos de producción con el firme propósito de incrementar la productividad mediante el uso de metodologías y herramientas del justo a tiempo, entre otras como se muestra a continuación:

- Implementación de la metodología 5S, por medio del uso de: la observación directa, los datos recolectados, entrevistas y cuestionarios a los operarios, se logró la implantación hasta su tercera fase es decir, se implementó un 60% de lo propuesto comprometiendo a los encargados del área en la continuidad del método.

- Reubicación del área de ventanas a través del método de carta viajera, gracias al estudio realizado con anterioridad se hizo la aplicación de esta herramienta donde se encontró la distribución que mejor se adapta a las necesidades del área caso estudio.
- Se realizaron propuestas de mejora continua, gracias a las herramientas de análisis utilizadas se logró proponer la implementación de dispositivos denominados diseños de mejoras específicamente en las máquinas y equipos ya existentes.

FASE III. Establecer un instructivo de operaciones de las actividades necesarias para la elaboración de las ventanas

El desarrollo de la presente fase dependió de la comprensión de los procesos actuales, para que por medio de las mejoras propuestas se pueda ajustar el proceso a un procedimiento estructurado donde cualquiera de los operarios asignados pueda realizar las actividades concernientes a la elaboración de ventanas.

FASE IV. Análisis y estudio del impacto de las propuestas de mejoras.

Aquí se efectuó, lo concerniente a la evaluación y estimación sobre el impacto cualitativo y cuantitativo de las propuestas de mejoras en el área caso estudio bajo ciertos criterios que permitan al panel ejecutivo de la empresa tomar la decisión para la implementación de las mismas.

II.10. DEFINICIÓN CONCEPTUAL Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES DE ESTUDIO

En el trabajo de investigación, se hace necesaria la presentación de un sistema de variables, con el fin de aportar a la estructura del mismo la comprensión de los diversos aspectos del problema a solucionar.

Según Tamayo y Tamayo (2000), una variable se define como una característica, cualidad, atributo o propiedad del sujeto o unidad de observación. Representan las características cualitativas y cuantitativas de los objetivos del trabajo de investigación.

De acuerdo con la definición citada anteriormente, se puede deducir que las variables de la investigación van a representar la dimensión del objeto de estudio y sus valores van a presentar diversas magnitudes durante el desarrollo del proyecto. Por otra parte, en el proceso lógico de Operacionalización de las variables no es más que determinar los parámetros de medición a partir de los cuales se establecerá la relación de las variables enunciadas con el objeto de la investigación.

A continuación, se presenta la Tabla N°3, la cual contiene las variables necesarias que se deben tomar en cuenta para el desarrollo del trabajo de investigación en función del objetivo general como allí se muestra.

Tabla N°3. Operacionalización de las variables

OBJETIVO GENERAL		
Propuesta de mejora en los métodos de trabajo en el área de producción de ventanas.		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HERRAMIENTAS	TIEMPO
Diagnosticar la situación actual del área de producción de ventanas.	Estudio de la situación actual a través del análisis de la operación	La aplicación de estas herramientas se llevó a cabo en un lapso de ocho (8) semanas.
	Análisis, identificación y cuantificación de los Desperdicios, a través de la herramienta ESIDE (Paso 4).	
	Método WBGT	
	Metodología REBA	
	Calificación del trabajo, a través del sistema Westinghouse	
	Análisis del recorrido	
	Análisis Causa- Efecto	
Diseñar propuestas de mejoras en los métodos de trabajo en el área de producción de ventanas mediante la incorporación de herramientas de ingeniería de métodos.	Principio de economía de movimientos.	Para el cumplimiento de este objetivo se necesitaron de cuatro (4) semanas.
	Método de Precedencias	
	Redistribución y aprovechamiento del área de trabajo.	
	Implementación de dispositivos.	
	Aplicación de la metodología 5S.	
Estandarizar los procedimientos en el área de producción de ventanas.	Observación directa, estudio de tiempos y recorridos.	Se utilizó un tiempo de 24 semanas.
	Ecuaciones de Niebel	
	Método de calificación del operario por medio del Sistema Westinghouse.	
	Documentación del proceso realizado de manera efectiva en el área.	
Evaluar el impacto económico de las propuestas de mejoras en la producción de ventanas.	Estudio de factibilidad.	Para este estudio se necesitaron de cinco (5) semanas.
	Estudio de rentabilidad.	



CAPÍTULO III

III.1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

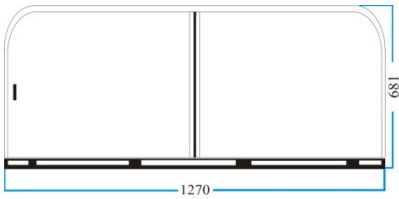
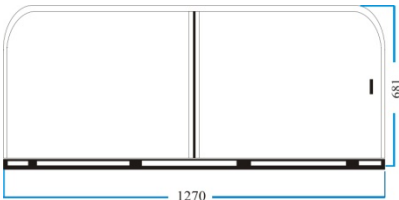
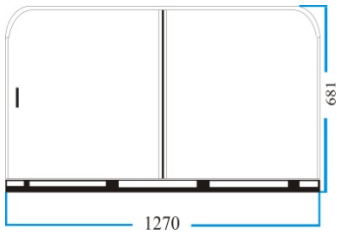
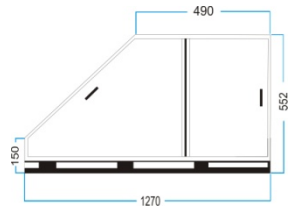
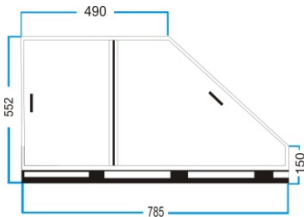
La descripción de la situación actual implica el estudio de las condiciones en las que se encuentra una línea de producción, en cuanto a los productos que allí se realizan, materiales, equipos y herramientas, empleados, áreas y métodos de trabajo. En este capítulo se presenta la descripción de la situación actual del proceso de elaboración de ventanas ya que se deben conocer las condiciones en las que se encontraba el área con el objeto de determinar una serie de propuestas que ayuden a la mejor utilización de los recursos y mejorar los puestos de trabajo.

IV.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

En el presente proyecto fue estudiado el proceso de elaboración de ventanas del autobús de tipo Customer NPR puesto que constituye el 85% de la demanda de la empresa, tal información fue suministrada por el gerente de la planta. La ventana de aluminio se realiza según las especificaciones siguientes: no tiene acabado de pintura en el marco, ya que para tal actividad de pintura se contrata un outsourcing, las ventanas de aluminio están compuestas por cristales o vidrios, uno fijo y otro corredizo.

A continuación en la tabla N°4 se presentan las diferentes ventanas que conforman al Customer NPR.

Tabla N°4. Ventanas para el Customer NPR

Tipo	Ventana
Ventana de Emergencia Lado Izquierdo	
Ventana de Normal Lado Izquierdo	
Ventana de Normal Lado Derecho	
Ventana de Lateral Lado Izquierdo	
Ventana Chofer	
Ventana Acompañante	

III.1.2. EQUIPOS, MATERIALES Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN EL ÁREA

En el área en estudio se observó una variedad de materiales, equipos y herramientas que son utilizados por los operarios para realizar las tareas asignadas.

III.1.2.1. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Para facilitar el trabajo en el área seleccionada y cumplir con los estándares establecidos por el proceso, los operarios utilizan diferentes equipos para el manejo de materiales. También cuentan con una serie de herramientas al realizar las operaciones para el ensamblaje de las ventanas, según sea el modelo. En la tabla n°5 se muestran cada uno de los aspectos antes mencionados utilizados en la estación caso estudio.

Tabla N°5. Equipos y Herramientas Presentes en el Área

Características	Imagen
1 Rack de color azul cuyas medidas son 1m de ancho y 3,4m de profundidad, dividido en 4 estantes los cuales miden 1m de ancho y 0,45m de largo cada uno. Aquí se colocan los perfiles para la base de arco o ventana y se encuentra al lado de la maquina fresadora.	
1 mesa de color azul para colocar materiales sobrantes o desperdicios. De ancho 0,8m y de largo 2m.	

Continuación de la tabla n°5.

Características	Imagen
1 mesa color azul la cual es la que identifica el área y posee una bobina de goma tipo 1 felpa que se coloca en la base de la ventana. En la parte inferior posee 5 compartimientos de 2 niveles en los cuales contiene el pegamento de manera desordenada y varios tipos de gomas y felpa. Cuyas medidas son 1,4m de ancho y 2,3m de largo. La mesa posee una cartelera informativa de dimensiones 0,5m y de largo 0,4m.	
2 carretas de color gris para trasladar los vidrios o cristales desde el almacén de materia prima hasta el área de elaboración de ventanas. Estos carritos tienen las siguientes medidas 0,75m de ancho y 1,5m de largo.	
1 mesa azul donde en la parte superior se colocan las piezas sobrantes de perfiles y gomas. En la parte inferior que consta de 1 tramo se colocan los perfiles quebrados o dañados y el sobrante de los materiales utilizados. La misma tiene las siguientes dimensiones 1,3m de ancho y 1,6 m de largo.	
1 mesa de apoyo donde el operario coloca su carpeta de trabajo que contiene el tipo de ventana a realizar. La mesa tiene unas dimensiones de 0,8m de ancho y 1m de largo.	

Continuación de la tabla n°5.

Características	Imagen
Cintas métricas de 5m y de 30m, con la cual el operario realiza la medida de los perfiles. Ubicadas en el área de ventanas. No tienen un lugar fijo.	 
Soldadora, usa el proceso de tipo TIG. Con 185 amperes Max, utiliza argón y es excelente para trabajos livianos de soldadura en hierro, acero inoxidable y aluminio. Usa electrodos de Tungsteno 3/32, posee Panel de control de pulso frecuencia, control de equilibrio de balance AC, control de Post Flujo de gas ajustable, Trabaja en ambos rangos de corriente AC/DC, Pedal variable, antorcha de baquelita Tweco, Carrito con ruedas para colocar cilindro de Argon	
1 mesa amarilla en donde se le coloca el cristal de la ventana, se expande la goma con el aire comprimido y poder colocar el cristal dentro de la misma. Las dimensiones de esta mesa son de 2m de ancho y 3m de largo.	
Carrucha para trasladar los perfiles al área de corte. Cuyas dimensiones son 1,5 m de largo y 0,5m de ancho.	
Estante para colocar las gomas, aquí permanecen de manera desordenada las gomas tipo 2 o goma casita. Este tiene 3m de largo y 1m de ancho	

Continuación de la tabla n°5.

Características	Imagen
Fresadora, se usa para realizar las ranuras de salida de agua en la base de arco de ventana. Especificaciones de la maquina: • Mesa de 1200 x 300 mm • Velocidades de 11 a 800 rpm • Recorrido longitudinal 800 mm • Recorrido transversal 180 mm	
Dobladora o curvadora de perfiles U, se usa para realizar el arco o marco de ventana. Especificaciones de la dobladora: • Diámetro de los ejes: 120mm. • Diámetro del rodillo: 390mm. • Potencia: 15kW. • Peso: 450 kg.	
Cortadora, se usa para cortar los perfiles después de medirlos, tal equipo posee un material llamado taladrina para realizar el corte de manera limpia y eliminar la rebaba. Especificaciones de la cortadora: • Tipo: PA100L-4-8. • 220 Volts. • 14 KW. • Trifásico. • Número de Serie: NF8399. • Caballos de Fuerza 1.9 / 1.3. • Giri: 1400 / 730. • A: 6.4 / 3.6. • Hz: 50/60	

III.1.2.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)

Se describen a continuación puesto que estos equipos son de uso obligatorio para estar dentro de la planta y así cumplir con las políticas establecidas por la empresa en cuanto al cumplimiento de las leyes y normas vigentes en el país. Estos equipos son considerados como no productivos pero son necesarios para cumplir con las operaciones de forma segura. En la tabla n° 6 se describen los EPP utilizados.

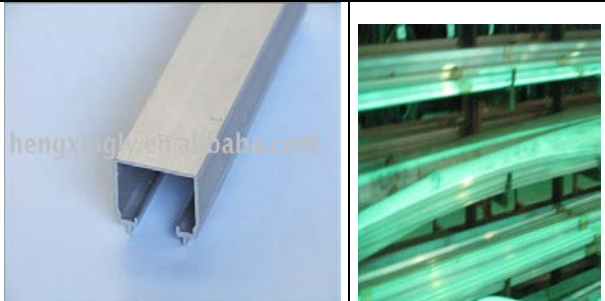
Tabla N°6. Descripción de los Equipos de Protección Personal

Características	Imagen
Botas de seguridad, para proteger los pies contra posibles golpes.	
Camisa de seguridad con bolsillos, utilizada para proteger la ropa contra las posibles manchas y para mantener las herramientas pequeñas al alcance del operario en el bolsillo.	
Guantes tejidos, usados por los operarios para proteger las manos contra grasas y mantengan sus manos limpias y a su vez evitar incrustaciones de virutas en las mismas.	

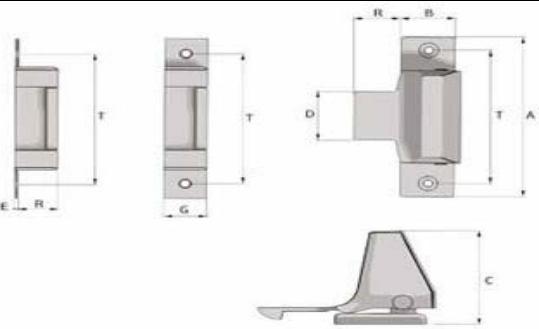
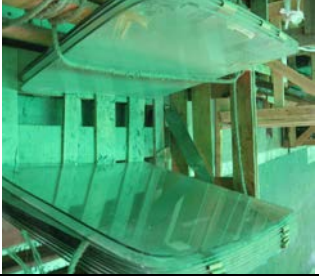
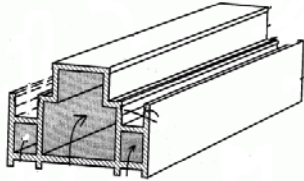
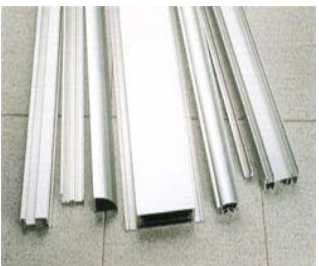
III.1.2.3. MATERIALES

El conjunto de materiales utilizados en la operación de ensamblaje de ventanas se aprecia en la tabla n°7 que se muestra a continuación.

Tabla N°7. Materiales Utilizados en el Área

Características	Imagen
Pegamento rubber cement para arquitectura, se usa para pegar la goma tipo 1 o felpa en la base del arco de ventana. Esta pega es súper resistente, es utilizada para pegado permanente, seca rápido y de un color claro.	
Goma tipo 1 o felpa, la cual se coloca en la base de la ventana con el fin de evitar filtraciones. Con las siguientes especificaciones: de acabado superficial de color negro con base 4,8mm y altura de 5mm. Vienen en boninas de 50m	
Goma tipo 2, se usa como revestimiento de ventana. Se coloca alrededor del vidrio con el fin de sostener el mismo dentro del arco o marco de ventana. Material: EPDM 60-80mm dimensiones de la orilla A - Longitud de 3m m a de 90m m	
Perfiles de Aluminio U, con estos se realizan el arco de ventana. Con material de T5/T6. Perfil de 6m de largo con 10 mm de espesor y un peso de 3,111 kg.	

Continuación tabla n°7.

Kit de seguridad de ventana. El cierre para ventana corrediza se ubica en la parte frontal, del cristal. Fabricado con nobles materiales que brindan una duración ilimitada y una excelente terminación. Adaptable a cualquier ventana del tipo corrediza, independientemente de su posición en el marco. Cómodo agarre y seguridad en el bloqueo de la hoja. Visualmente atractivo.	 																						
	Cuadro de medidas (mm) <table><tr><th>Artículo</th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th><th>G</th><th>R</th><th>T</th><th>Pcs.</th><th>Peso(Kg)</th></tr><tr><td>777</td><td>78</td><td>20</td><td>28</td><td>25</td><td>1,25</td><td>16</td><td>17</td><td>64</td><td>20</td><td>1,240</td></tr></table> 	Artículo	A	B	C	D	E	G	R	T	Pcs.	Peso(Kg)	777	78	20	28	25	1,25	16	17	64	20	1,240
Artículo	A	B	C	D	E	G	R	T	Pcs.	Peso(Kg)													
777	78	20	28	25	1,25	16	17	64	20	1,240													
Vidrios o cristales. Usados para colocarlos en el arco de ventana. Vienen en una variedad de de cortes adaptables a la ventana requerida.	 																						
Perfil de aluminio, este se utiliza para realizar la base de las ventanas. Con material T5/T6 de 4 m de largo y un peso de 2,05 kg cada uno. Se usa este tipo de corte ya que las ventanas son corredizas.	 																						
Junquillo o separador de ventana, es el que se le coloca al final de la ventana que queda con movimiento, con el fin de que esta evite la entrada de agua hacia dentro del autobús. Viene en presentación de 1m de largo y 0,015m de ancho.	 																						

III.1.3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ENSAMBLE DE VENTANAS

El sistema en estudio, mide 13 m de largo y 9 m de ancho, la distribución del área caso estudio que se muestra en la figura n°2.

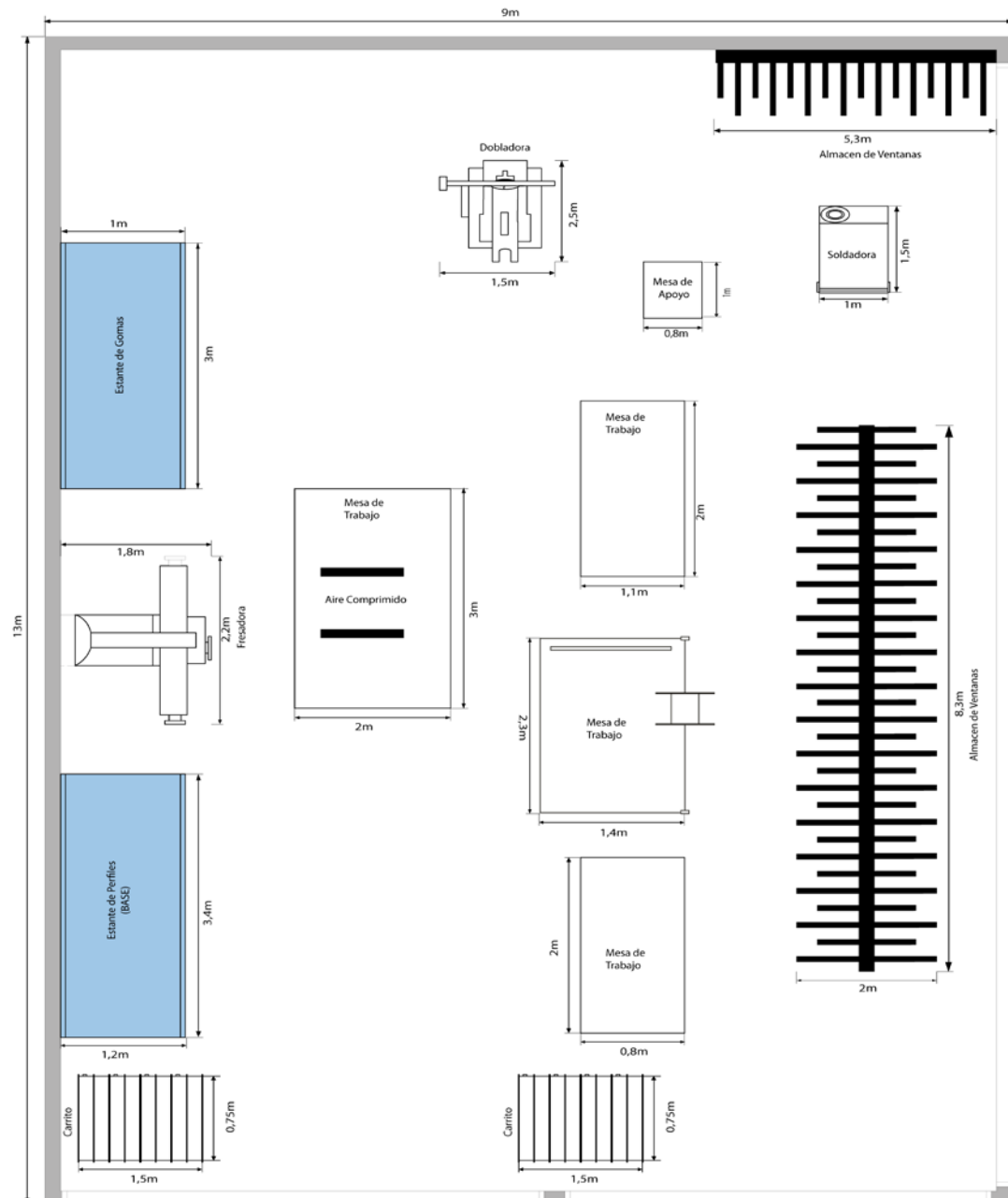


Figura N°2. Layout del Área de Ensamble de Ventanas.

IV.1.3.1 Medio Ambiente

A continuación, se describen los aspectos más resaltantes del medio ambiente en donde se encuentra ubicada el área de elaboración de ventanas.

- **Iluminación**

Luz natural por medio de las paredes tipo láminas. Esto se puede observar en las figuras n°3.



Figura N°3. Luz a través de las paredes tipos laminas

- **Temperatura**

En la estación de trabajo donde se lleva a cabo el estudio, durante el período de mitad de mañana y tarde la temperatura es elevada. Esto ocasiona que los operarios se ausenten de sus puestos de trabajo con mayor frecuencia de lo normal, esta condición origina retrasos en las operaciones del área.

- **Ventilación**

Ventilación natural, a través de la puerta principal del galpón que permanece abierta durante la jornada de trabajo. Existe una parte faltante de la pared tipo lámina que sirve como fuente de ventilación, ubicada a la derecha del área de trabajo.

III.1.5. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE TRABAJO

En la estación está conformada por dos (2) operarios para realizar las ventanas los cuales se denominarán como operario X y operario Y, ya que cada uno de ellos tienen características diferentes como siguen: el operario X permanece constante en la actividad gracias a su conocimiento sobre el proceso. Es el único en planta que está al tanto de cada detalle del proceso, el operario Y es seleccionado con el fin de servirle como apoyo al operario X.

Es importante señalar el método de trabajo de los operarios indicado por el gerente para un mes, puesto que en este período de tiempo la empresa ensambla tres (3) autobuses conteniendo cada uno diez (10) ventanas. Para un total de treinta (30), las cuales son distribuidas de la siguiente manera como se muestra en la tabla n°8:

Tabla N°8. Distribución Mensual de las Actividades de los Operarios

Operaciones	Semana 1	Semana2	Semana 3	Semana 4
Corte y medidas de perfiles, doblado	X	X		
Pintura			X	
Armado de ventanas				X

Fuente: Fanabus C.A.

Cabe destacar que se distribuyen la elaboración de ventanas de la siguiente manera: quince (15) ventanas para la primera semana y quince (15) ventanas para la segunda semana. Tomando en cuenta que cuando se habla de semanas son los dos (2) o tres (3) días que los operarios le dedican a esta actividad; ya que los mismos también desempeñan un trabajo como ayudantes de los carreteros. Por políticas de la empresa estos deben asumir las dos operaciones porque la empresa no tiene establecido contratar otro personal para realizar tales funciones. A la llegada de las ventanas de la operación de pintura, éstas son trabajadas una (1) semana en el área de

armado para su próxima entrega a la estación de vestidura. El proceso se describe a continuación indicando las operaciones y/o actividades que se realizan en la estación.

1. **Búsqueda de materiales:** En esta etapa del procedimiento los operarios deben trasladarse desde la estación de ventanas hasta el almacén , allí deben buscar los perfiles de arco o marco de ventana necesarios según lo requiera la producción e inmediatamente dirigirse hasta el área de la cortadora, ubicada a 105m del almacén, tal actividad se observa en la figura n°4.



Figura N°4. Traslado de perfiles al área de corte

2. **Medida y corte de perfiles:** Al llegar a la estación de corte los operarios deben medir los mismos en el piso agachados porque no existe una mesa de trabajo para realizar tal actividad como se muestra en la figura n°5. En esta actividad el operario mide de diez (10) a quince (15) centímetros (cm) de más considerando que en el área de doblado el perfil se pueda correr o mover.



Figura N°5. Medida de perfiles en el suelo

Seguido proceden a colocar dicho material en la máquina cortadora usando vigas improvisadas existentes en el lugar como se aprecia en la línea roja presente en la figura n°6 para colocar los perfiles y así disminuir el tambaleo del material a la hora de efectuar el corte.



Figura N°6. Vigas improvisadas en el área de corte

Una vez listos los perfiles se trasladan al área de ventana ubicada a 118 m de la cortadora. Por la cantidad y peso de los perfiles a utilizar, los trabajadores se ven en la necesidad de realizar de dos (2) a tres (3) traslados desde el área de corte hasta la estación de ventanas.

3. **Doblado:** se lleva a cabo a través de la máquina dobladora o curvadora de perfiles U ubicada en el área caso estudio con el fin de realizar el arco superior de la ventana o el marco completo de la misma. Los operarios por medio del uso de la fuerza deben encajar los perfiles de manera tal que no se salgan de la máquina como se aprecia en la figura n°7. Estos deben entrar completamente en el soporte dispuesto para ellos y a su vez el trabajador debe verificar que la medida antes marcada quede en el punto cero de la misma para cumplir con las especificaciones de medidas de las ventanas como se hace evidente en la figura n°8.



Figura N°7. Encaje de perfil en la troqueladora.



Figura N°8. Cuadre del perfil con el punto cero (línea en rojo) de la troqueladora.

En el proceso los trabajadores deben permanecer de pie aguantando el perfil para evitar el tambaleo del mismo como se observa en la figura n°9. Una vez doblado el perfil, se verifica la medida del mismo con una escuadra de 45°C como se muestra en la figura n°10, con el fin de determinar si el arco quedó con las medidas solicitadas para el modelo de ventana que se esté realizando. Luego el trabajador por medio de la observación directa, usando su propio criterio determina si el arco quedo derecho y de no ser así este procede a enderezarlo usando la fuerza como se aprecia en la figura n°11.



Figura N°9. Tambaleo del perfil en la maquina



Figura N°10. Medida del arco de ventana Figura N°11. Ajuste arco de ventana.

4. **Corte final:** aquí el arco ya listo se traslada a la cortadora, ubicada a 118m del área de ventanas, para ajustar su tamaño final puesto que queda un excedente de material de entre diez (10) y quince (15) cm eso exactamente hay que cortar para ajustarlo a las especificaciones solicitadas por el modelo a realizar y colocarle la base del arco de ventana. Para dicha actividad el trabajador posee una carrucha con el fin de trasladar los perfiles al área de corte como se nota en la figura n°12 que se muestra a continuación.



Figura N°12. Carrucha para traslado de arco de ventana.

5. **Ranurado de Cierre de Arco o Base de Ventana:** se realiza en el área caso estudio por medio de una fresadora ubicada en el lugar cuyo fin es efectuar el ranurado a la base para que la ventana tenga salida de agua.



6. **Soldadura:** una vez obtenido el marco de ventana se procede a realizar la unión del arco o marco de la ventana con el cierre de arco o base de la misma por medio de un proceso de soldadura TIG.
7. **Pintura:** ya terminado el soporte de ventana es llevado a la empresa encargada de la pintura de las mismas, proceso el cual tiene una duración de cinco (5) a siete (7) días.
8. **Armado:** a continuación se presentan los pasos a seguir para el montaje completo del vidrio o cristal en la ventana.
 - i. El operario se dirige al almacén, ubicado a 41 m del área caso estudio, en la búsqueda de los vidrios y junquillos para el armado de la ventana.
 - ii. Se procede a pegar la goma tipo 1 o felpa sobre el cierre de arco o base de ventana, cuidando no tapar con el material las ranuras realizadas con anticipación para la salida del agua.
 - iii. Se coloca la goma tipo 2 o goma tipo casita en el arco o marco de ventana. Esta se coloca sobre el espacio en U del perfil y se le coloca pega para asegurar que no se salga.
 - iv. Tomando en cuenta el tipo de ventana que se esté realizando, es decir, si es de lado derecho o lado izquierdo se procede a ubicar la parte fija de la misma ya que su colocación va a depender de dicha característica. Si es una ventana izquierda entonces la parte fija de la ventana va en la parte izquierda, se sigue el mismo procedimiento con la ventana derecha, el vidrio o cristal se coloca en la mesa amarilla que contiene el dispositivo del aire comprimido con el fin de expandir la goma tipo 2 y así poder colocar el vidrio en la goma tipo casita que esta por dentro del marco.
 - v. Se coloca la ventana corrediza, esta vez ajustándole la goma tipo 2 de manera tal que abrace el vidrio, la goma tipo casita se coloca en

la mesa amarilla con el dispositivo de aire comprimido y luego el vidrio se coloca dentro del marco.

- vi. Luego se le coloca el paral o junquillo que es una barra ubicada al final de la ventana corrediza para evitar el paso del agua. El junquillo se coloca con pega ya que es la misma especial para el material y así no se caiga.
- vii. Se coloca el kit de seguridad de ventana, el operario coloca el kit de ventana en el cristal o vidrio el cual posee unos agujeros para colocar los tornillos que ajustan el kit a la ventana. Al terminar la ventana la coloca en el área de doblado de perfiles como se observa en la figura n°14 como se muestra a continuación.



Figura N°13. Ventanas listas



CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En el desarrollo de las actividades del área descrita anteriormente, se hace necesaria la aplicación de herramientas de la ingeniería industrial con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas en los procedimientos. Procedimientos estos incluidos en la fabricación de ventanas en la empresa FANABUS S.A; por tal motivo se procedió a realizar el análisis de la situación actual de la empresa como se podrá observar a lo largo del capítulo.

IV.1. ANÁLISIS DE LOS DESPERDICIOS EN LA ELABORACIÓN DE VENTANAS

Con el firme propósito de disminuir todo aquello que no agrega valor al proceso de producción del área caso estudio, se hace necesaria la aplicación de la metodología ESIDE a partir de la forma n°4. Con dicha toma se identifican los desperdicios, problemas y fallas que inciden en la realización de las operaciones.

IV.1.1. Identificación de desperdicios

Por medio de la observación directa y con la ayuda del gerente de operaciones se procede a la identificación de los desperdicios existentes en el área. Para lograr tal fin, se utilizó la forma N°4 de la metodología ESIDE (ver apéndice 1). La lista de desperdicios comunes para el área de ventanas se muestra a continuación en la tabla n° 9.

Tabla N° 9. Lista de desperdicios comunes

Elemento	Desperdicio
Mano de obra	• Movimientos inefectivos e inadecuados. • Condiciones que provocan fatiga. • Condiciones inseguras. • Espera de instrucciones.
Actividades	• Procedimientos no estandarizados.
Equipos y Herramientas	• Paradas no planificadas. • Partes que no contribuyen con su función.
Espacios	• Inadecuada distribución de equipos y materiales.
Insumos	• Inventario. • Manejo de material excesivo o inadecuado. • Perdida.

IV.1.2. Descripción de los desperdicios

A continuación, en las tablas n° 10, 11, 12, 13 y 14 se presentan la descripción, identificación y análisis de las causas que generan los desperdicios con la finalidad de hallar el problema raíz de cada elemento, aquel que afecte al proceso de elaboración de ventanas, para esto se utilizaron los formatos 5 y 6 de la metodología ESIDE (ver anexo n°1).

Tabla N° 10. Cuantificación y Análisis de las Causas de los Desperdicios- Mano de Obra

Desperdicios	Unidad	Cant	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
Medida de perfiles en el suelo	Veces/ jornada	8	Realizan la medida de los perfiles en el suelo	No cuentan con una mesa de trabajo en el área.	Realizan la operación en el área de la cortadora para acortar los desplazamientos hacia el área	La cortadora está ubicada a 118m del área de ventanas.

Continuación de la tabla n°10.

Desperdicios	Unidad	Cant	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
Recorridos inefectivos	m/ jornada	23	Los operarios realizan recorridos en zigzag o círculos dentro del área.	Los operarios caminan entre las mesas y los equipos existentes.	Están atravesados	No existe orden en el área
Recorridos a la cortadora	m/ jornada	354	Traslados del almacén a la cortadora	El área de ventanas no cuenta con una cortadora	La cortadora no se puede mover del lugar de donde se encuentra	La instalación de taladrina no se puede colocar en el área de ventanas
Recorridos al almacén	m/ jornada	212	Deben buscar la materia prima al almacén.	No queda un lugar disponible para almacenarla en el área.	No hay espacio en los estantes para colocar la materia prima	Están abarrotados de desperdicios
Espera de instrucciones	cualitativa	Medio	Se debe esperar por el gerente de operaciones para empezar las actividades	Cambios en la planificación diaria dentro del área	Los operarios no terminan las actividades en el tiempo señalado	No existe una secuencia de cómo realizar las actividades dentro del área
Riesgo de sufrir lesiones físicas	actividades	2	Equipos de manejo de materiales en mal estado	El carrito que transporta los vidrios presenta tambaleo en su traslado	Le fallan las ruedas	Falta de supervisión y mantenimiento
				El estante de perfiles bases presenta tambaleo en su uso	Necesita una base o ancla	

Tabla N° 11. Cuantificación y Análisis de las Causas de los Desperdicios- Actividades

Desperdicios	Unidad	Cant	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
Procedimientos no estandarizados	%	70	Los operarios realizan el trabajo bajo su propio criterio	No existe un orden para realizar las actividades	Falta de instrucciones	Ausencia de estándares
			Los trabajadores se tardan realizando las actividades el tiempo que quieren	No saben cuánto tiempo deben durar en cada operación	No existe documentación de tiempo estándar previo	

Tabla N° 12. Cuantificación y análisis de las causas de los desperdicios- Equipos y herramientas

Desperdicios	Unidad	Cant	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
Paradas no planificadas	Veces/jornada	4	Fallas en la máquina dobladora	Los perfiles empiezan a ceder ante la fuerza de la máquina	Quedan apretados en la boca de la dobladora	Se les olvida a los operarios ajustarla
Partes que no cumplen su función	actividad	1	Ajustes en la medida del marco que sale de la dobladora	El marco sale con medidas mayores o menores a las necesitadas	El perfil se corre de 5 a 7 cm en el proceso	Tambaleo del perfil en el proceso

Tabla N° 13. Cuantificación y análisis de las causas de los desperdicios- Espacios

Desperdicios	Unidad	Cant	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
Inadecuada distribución de equipos, herramientas y materiales	cualitativa	Alta	Gran cantidad de elementos existentes en el área	Se encuentran desordenados y sin cumplir ninguna función	Están dañados y abarrotados de desperdicios	Mala distribución de los equipos y herramientas
						Reacondicionamiento de los equipos y herramientas

Tabla N° 14. Cuantificación y Análisis de las Causas de los Desperdicios-Insumos

Desperdicios	Unidad	Cant	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
Manejo de materiales excesivo o inadecuado	Veces/jornada	4	Búsqueda de materia prima al almacén	El área no cuenta con un lugar asignado para colocar la materia prima	Los equipos existentes están abarrotados de desperdicios	Falta de orden y limpieza.
	m/jornada	354	Recorridos excesivos a la cortadora	El área de ventanas no cuenta con una cortadora	La cortadora no se puede mover del lugar de donde se encuentra	La instalación de taladrina no se puede colocar en el área de ventanas
Pérdidas	Perfil/jornada	15	Los operarios se equivocan en la medida de los perfiles	No saben cómo hacer para que les quede la medida necesaria	Existe problemas con la dobladora	Falta de mantenimiento
			Fallas en la maquina dobladora	Los perfiles empiezan a ceder ante la fuerza de la maquina	Quedan apretados en la boca de la dobladora	
	Vidrio/jornada	1	Se parten los vidrios en el traslado al área	Se caen del carrito	Tiene una rueda mala	
	Cm/ventana	45	El operario corta las gomas a su criterio	No sabe cómo hacer para que le quede la medidas requeridas	No está consciente de los desperdicios que genera	Falta de instrucciones y especificaciones

Una vez identificados y cuantificados los desperdicios e identificados los problemas dentro del área, se puede decir que la actividad es engorrosa para los operarios. Además no es de su agrado hacerla puesto que existen unas series de fallas



o problemas identificados como se pudo observar a lo largo del estudio. Mediante el uso de la metodología ESIDE se hace necesario el análisis de los extensos recorridos, la carga postural y calórica en los operarios, estudio de tiempos como se muestra a continuación en el desarrollo de este capítulo.

IV.2.2. ESTUDIO DE TIEMPO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE VENTANAS

En el muestreo de trabajo que se presenta a continuación, se hizo necesaria la identificación de las actividades que representan el tiempo productivo de los trabajadores. También hay que tomar en cuenta los tiempos considerados no productivos como: estar fuera del área de trabajo, descansos, actividades personales, tiempo esperando, buscando el material de trabajo o sin hacer nada.

Para lograr la obtención del tiempo estándar lo primero que se realizó fue un muestreo piloto para determinar el tamaño de la muestra del estudio. Al no existir datos históricos acerca de toma de tiempo alguno, se toma en cuenta las actividades productivas y no productivas o tolerancias relacionadas con el trabajo. Se determinó arbitrariamente con la ayuda del gerente de operaciones que se tomarían un número de observaciones durante la realización de una ventana como se observa en la tabla n°15 a continuación.

Tabla N°15. Número total de Observaciones

Número de observaciones en tiempo productivo	29
Tolerancias	12
Total de Observaciones	41

En la tabla n°16, se muestra el estudio piloto realizado en las operaciones del área de elaboración de ventanas. Seguidamente en la tabla n°17 se presentan las tolerancias observadas en los tiempos de los operarios durante el proceso de fabricación de ventanas.

Tabla N°16. Muestra piloto actividades- Elaboración de una ventana

N°	Observaciones	Tiempo (min)
1	Traslado al almacén de materia prima	1,2
2	Búsqueda de MP	7,56
3	Traslado a la Cortadora	6,33
4	Medida de perfiles	1,54
5	Corte de perfiles	1,3
6	Traslado al área de ventanas	5,12
7	Doblado de perfiles	10,34
8	Verificación de medidas	5,33
9	Traslado a la Cortadora	5,55
10	Corte de sobrante	1,11
11	Traslado al área de ventanas	6,02
12	Búsqueda de perfil base	0,46
13	Ranurado de base	2,34
14	Traslado de base a la soldadora	1,02
15	Traslado de marco de ventana a la soldadura	1,13
16	Soldadura	6,43
17	Búsqueda de MP	7,03
18	Coloca mp en mesa de trabajo	5,1
19	Busca arco pintado en almacén de ventanas	1,09
20	Coloca marco en base en mesa de trabajo	2,12
21	coloca felpa	1,03
22	Búsqueda de Goma tipo 2	6,46
23	Coloca goma tipo 2	1,56
24	Traslada marco a mesa con aire comprimido	1,34
25	Coloca cristales en marco de ventanas	8,58
26	Traslado de marco a mesa de trabajo	0,58
27	Coloca kit de seguridad	2,01
28	Coloca junquillo en cristal	1,09
29	Colocar ventana lista en área	1,33
Tiempo total		102,1

Tabla N°17. Muestra piloto tolerancias- Elaboración de una ventana

N°	Observaciones	Tiempo (min)
1	Hablar con compañero	6
2	Tomar agua	4,23
3	Ir al baño	3,45
4	Tomar agua	5,56
5	Hablar con compañero	7,23
6	Descanso	4,65
7	Tomar agua	3,12
8	Tomar agua	2,37
9	Ir al baño	4,03
10	Tomar agua	4,27
11	Tomar agua	2,24
12	Hablar con compañero	7,65
Tiempo total tolerancias		54,8

Dentro de las observaciones se notó que entre las 11am y las 2:30pm los operarios abandonaban el área debido a las altas temperaturas. Por lo cual, la tabla n° 18 forma parte del trabajo no productivo que se genera dentro del área pero no forma parte de las tolerancias porque son demoras que se pueden corregir o evitar.

Tabla 18. Demoras evitables

N°	Observaciones	Tiempo
1	Abandona el área	5,67
2	Abandona el área	7,45
3	Abandona el área	9,32
Total		22,44

Con estos resultados y utilizando los estudios de Niebel (1990), ahora se puede calcular el tiempo productivo y las tolerancias en porcentaje como se observa a continuación:

$$p = \frac{29}{41} = 0,7073 = 70,73\% \dots (6)$$

$$q = \frac{12}{41} = 0,2927 = 29,27\% \dots (7)$$

Con una confiabilidad del 95% y un error permisible del 5% (Precisión), se calcula el tamaño de la muestra con la fórmula (8):

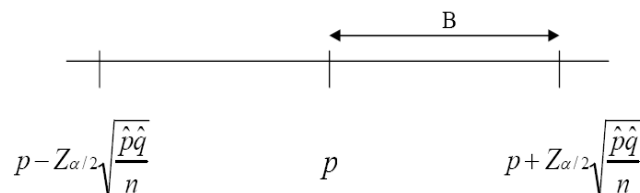
$$n = Z_{\frac{\alpha}{2}}^2 \frac{(p \cdot q)}{B^2} = \text{Número_de_observaciones} \dots (8)$$

Se utilizará la formula (8), ya que se considera p como el estimador de la proporción verdadera; basado en el teorema del límite central que dice “Si de una población con media (μ) y desviación estándar (σ), se extraen las muestras de tamaño n entonces la media muestral se comporta como una variable aleatoria con medida igual a la media poblacional siempre que n sea grande”. (Niebel 1990).

En base al supuesto estadístico anterior se puede encontrar que con una confiabilidad del 95% el intervalo p está definido por la fórmula (9):

$$p \pm Z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{p \cdot q}{n}} \dots (9)$$

Este supuesto estadístico define el intervalo de confianza que se utilizará en el estudio, como se observa en la gráfica n°1 del supuesto estadístico:



Gráfica N°1. Supuesto Estadístico

Donde:

B= Error Permissible, permisión de que los intervalos obtenidos se encuentren dentro del intervalo establecido.

α = Confiabilidad, consistencia de los resultados obtenidos.

Definidos estos parámetros se muestra la fórmula (10) a continuación:

$$B = Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}}$$

Despejando el valor de n se tiene la fórmula (11):

$$n = \frac{\hat{p}\hat{q}}{B^2} Z^2_{\alpha/2}$$

Y considerando lo que muestra la gráfica n°2:

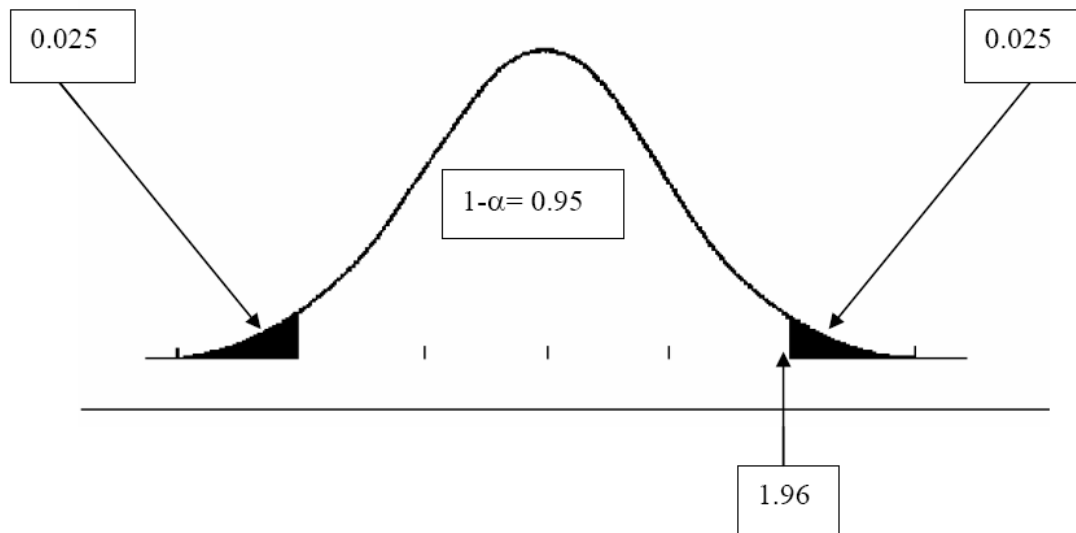


Grafico N°2. Función Normal

Con el análisis estadístico realizado, ya se puede proceder a sustituir los datos necesarios en la fórmula (8) para el cálculo del tamaño de la muestra. Considerando que el tamaño del tiempo productivo es $p=70,73\%$ y $q=29,27\%$ y un error permisible del 5%, se tiene que le número de observaciones a realizar para la muestra será:

$$n = (1,96)^2 \frac{(0,7073)(0,2927)}{(0,05)^2} = 318 \text{ Observaciones}$$

Como el muestreo piloto consideró una ventana para su estudio, se realizarán las observaciones para la elaboración de un autobús (el cual consta de 10 ventanas) a solicitud del gerente de operaciones. Por lo cual se realizarán 440 observaciones, para ejecutar el estudio de tiempo del área como se observa en las tablas n°19 y 20 a continuación:

Tabla N°19. Estudio de tiempo. Elaboración de ventanas

N°	Observaciones	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TP
1	Traslado al almacén de materia prima	0,56	1,31	1,22	1,31	1,25	1,19	1,24	1,31	1,11	1,56	1,206
2	Búsqueda de MP	6,56	7,23	7,03	7,12	7,34	6,59	7,19	7,45	7,5	6,57	7,058
3	Traslado a la Cortadora	5,55	6,02	6,12	6,56	6,21	6,11	6,01	6,34	6,12	5,57	6,061
4	Medida de perfiles	1,13	1,56	1,56	1,45	1,55	1,49	1,21	1,55	1,42	2,01	1,493
5	Corte de perfiles	1,02	1,23	1,29	1,55	1,39	1,22	1,12	1,18	1,2	1,45	1,265
6	Traslado al área de ventanas	5,09	4,56	5,11	5,23	5,01	5,17	5,58	5,02	5,44	5,08	5,129
7	Doblado de perfiles	9,18	9,56	9,04	9,34	10,01	10,08	9,55	9,41	9,05	9,29	9,451
8	Verificación de medidas	5,43	5,23	5,11	5,12	5,21	5,01	4,59	4,56	5,21	5,12	5,059
9	Traslado a la Cortadora	5,12	5,03	5,32	5,01	5,41	5,34	5,51	5,32	5,4	5,37	5,283
10	Corte de sobrante	0,59	1,03	1,01	1,33	1,17	1,08	1,24	1,23	1,19	1,09	1,096
11	Traslado al área de ventanas	5,47	5,59	5,59	5,21	5,57	6,21	6,14	6,21	6,38	5,47	5,784
12	Búsqueda de perfil base	1,12	0,59	1,29	1,31	0,56	1,13	1,03	1,01	1,12	1,21	1,037
13	Ranurado de base	2,04	1,59	2,09	2,13	2,25	2,56	2,12	2,11	1,43	2,47	2,079
14	Traslado de base a la soldadora	0,59	1,14	1,11	1,38	0,56	1,15	1,05	1,07	1,23	1,17	1,045

Continuación de la tabla n°19.

N°	Observaciones	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TP
15	Traslado de marco de ventana a la soldadura	1,56	1,11	1,45	1,21	1,11	1,47	1,41	1,03	1,05	1,25	1,265
16	Soldadura	6,44	6,32	6,38	6,02	6,21	6,02	6,32	6,31	6,2	6,31	6,253
17	Búsqueda de MP	6,36	6,55	6,34	6,56	6,59	6,34	7,12	5,32	7,01	6,48	6,467
18	Coloca mp en mesa de trabajo	4,59	5,01	4,34	4,49	5,17	5,23	5,32	4,56	5,22	5,08	4,901
19	Busca arco pintado en almacén de ventanas	1,12	1,28	1,11	1,01	1,14	1,43	1,27	1,31	1,23	0,58	1,148
20	Coloca marco en base en mesa de trabajo	1,19	2,04	2,36	2,23	2,09	2,15	2,01	2,04	2,01	2,17	2,029
21	coloca felpa	1,14	1,11	1,47	1,34	0,59	1,16	1,19	1,01	1,39	1,32	1,172
22	Búsqueda de Goma tipo 2	6,06	6,31	5,57	6,21	6,38	7,01	6,56	6,37	6,54	6,37	6,338
23	Coloca goma tipo 2	2,02	1,59	2,13	1,59	1,55	2,01	1,55	1,34	1,55	2,03	1,736
24	Traslada marco a mesa con aire comprimido	1,15	1,21	1,54	1,19	1,27	1,46	1,41	1,22	1,56	1,12	1,313
25	Coloca cristales en marco de ventanas	7,12	7,59	7,54	7,56	8,33	7,57	7,59	7,21	7,23	7,49	7,523
26	Traslado de marco a mesa de trabajo	1,04	1,01	1,14	1,05	1,21	1,14	1,02	1,14	1,4	1,18	1,133
27	Coloca kit de seguridad	1,58	2,19	2,21	2,11	1,59	2,03	2,07	1,49	1,55	1,59	1,841
28	Coloca junquillo en cristal	0,57	1,16	1,11	1,01	1,15	1,27	1,12	0,59	1,27	1,15	1,04
29	Colocar ventana lista en área	1,21	1,47	1,35	1,45	1,23	1,56	1,25	1,29	1,49	1,09	1,339
Tiempo total		92,6	97,62	98,93	99,08	99,1	102,18	100,79	96	100,5	98,64	98,544

Tabla N°20. Estudio de tiempo. Tolerancias. Elaboración de ventanas

N°	Observaciones	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TP
1	Hablar con compañero	6,12	5,45	6,11	5,19	5,57	6,02	6,09	5,59	6,43	5,45	5,802
2	Tomar agua	5,43	4,59	5,01	4,29	4,11	4,37	4,57	4,19	3,56	4,22	4,434
3	Medida de perfiles	1,13	1,56	1,56	1,45	1,55	1,49	1,21	1,55	1,42	2,01	1,493
4	Ir al baño	3,28	3,01	3,41	3,02	3,34	3,33	4,12	3,27	4,03	4,07	3,488
5	Tomar agua	5,37	5,41	5,53	4,56	5,49	5,55	5,19	5,51	5,12	5,21	5,294
6	Hablar con compañero	7,09	7,12	7,01	6,59	7,02	7,11	7,06	7,21	7,07	6,48	6,976
7	Tomar agua	3,09	2,59	3,01	2,59	3,01	3,11	3,22	3,21	3,16	3,28	3,027
8	Tomar agua	2,04	2,23	2,46	2,34	2,31	2,41	2,58	2,34	3,4	2,19	2,43
9	Ir al baño	5,23	4,36	4,57	4,12	4,01	3,57	4,01	4,49	4,01	4,21	4,258
10	Descanso	5,02	4,59	4,56	5,32	4,13	4,12	4,16	4,12	4,03	5,1	4,515
11	Tomar agua	3,16	3,01	2,59	3,02	2,11	2,37	2,22	2,17	2,57	3,09	2,631
12	Hablar con compañero	8,12	7,56	6,45	6,31	6,56	7,03	6,55	7,32	6,21	7,43	6,954
Tiempo Total												51,302

Con los datos recolectados anteriormente, se hace procede a calcular el tiempo estándar con la fórmula (12):

$$TE = TN + (TN * Tolerancias)...(12)$$

Donde:

TE= Tiempo Estándar.

TN= Tiempo Normal. El cual se calcula mediante la fórmula (13):

$$TN = (V.A) * TP...(6)$$

Tolerancias= Aquellos tiempos que incluyen en los retrasos (condiciones de trabajo, necesidades fisiológicas, señalados como tiempo no productivo).

V.A= Valor de actuación de los operarios. Calculado por medio del “Sistema Westinghouse”.

TP= Tiempo promedio.

Para lograr el cálculo del tiempo normal, se hizo necesario indicar el valor de la calificación de actuación del operario, tal valor fue medido a través del “Sistema Westinghouse”. Según este sistema de calificación, existen seis grados o clases de habilidad asignables a operarios y que representan una evaluación de pericia aceptable. Tales grados son: deficiente, aceptable, regular, buena, excelente y extrema (u óptima). Como se hizo mención en las bases teóricas los observadores deben evaluar y asignar una de estas seis categorías a los valores determinados en las diferentes tablas del método (Ver Apéndice 2). En la tabla n°22 se señalan los valores de la destreza o habilidad, del esfuerzo (empeño), las condiciones y la consistencia en relación a la actuación de los operarios.

Tabla N°22. Calificación de la actuación de los operarios. Sistema Westinghouse

Destrezas o Habilidad	C1	+0,06
Esfuerzo o Empeño	D	0,00
Condiciones	E	-0,03
Consistencias	C	+0,01
Suma algebraica		0,04
Factor de actuación		1,04

Con el fin de realizar el cálculo del tiempo estándar con la ecuación (13) se hizo necesario obtener el porcentaje de las tolerancias encontradas (tabla n°20) de la siguiente manera:

$$\text{Tolerancias} = \frac{\text{Tiempo}_{\text{no productivo}}}{\text{Tiempo}_{\text{total}}} = \frac{51,302}{(90,544 + 51,302)} = 0,3617$$

$$TE = (1,04 \times 90,544) + [(0,3617) \times (1,04 \times 90,544)] = 128,2161 \text{ min/ ventana}$$

Este estudio sirvió para realizar un tiempo estándar inicial donde se cuantifican e identifican las operaciones ejecutadas en el área de ventanas. Esto con el fin de aplicar las herramientas de mejora continua y brindarle una mejor y eficiente manera de realizar las actividades para reducir significativamente el tiempo estándar actual e incidir de manera positiva en la eliminación de las demoras evitables cuantificadas que se muestran en la tabla n°21.

Tabla N°21. Demoras Evitables

N°	Observaciones	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TP
1	Abandono del área	5,12	4,59	5,19	5,41	5,57	5,32	5,02	5,33	5,11	5,58	5,224
2	Abandono del área	8,12	9,56	8,42	8,59	9,03	9,12	9,08	8,59	8,32	8,37	8,72
3	Abandono del área	8,12	7,56	6,45	6,31	6,56	7,03	6,55	7,32	6,21	7,43	6,954
Tiempo total												20,898

IV.2.3. ANÁLISIS DEL MEDIO AMBIENTE EN LA FABRICACIÓN DE VENTANAS

Una de las consecuencias de las actividades no productivas, es el medio ambiente en el cual laboran los operarios en el área de ventanas, debido a que las condiciones en cuanto a la iluminación y temperatura no son las más idóneas para realizar las operaciones. Por tal motivo por medio de la observación directa y tomando en cuenta los resultados de la metodología ESIDE se procede a analizar la problemática existente en el departamento de ventanas.

IV.2.3.1. Iluminación

La iluminación es de luz natural, el área no posee lámparas ya que por la pared del lado derecho de la estación de ventanas le faltan catorce (14) láminas de la misma, ocasionando que los rayos de sol penetren directamente en el área. Esto afecta al trabajador de manera que el ambiente se torne más caluroso y éste se vea en la necesidad de ausentarse de su área de trabajo como se pudo observar en el apéndice 2 perteneciente al estudio de tiempo realizado al proceso. En la figura n° 14 se puede observar parte de la problemática señalada.



Figura N°14. Iluminación del área

IV.2.3.2. Temperaturas Elevadas

En el área de trabajo durante la jornada laboral en las horas comprendidas entre las 11:00am y las 2:30pm el ambiente se torna caluroso ocasionando molestias en los operarios ausentándose del área como se logró observar en las demoras evitables del estudio de tiempo, por tal motivo se decidió determinar la exposición o no del trabajador a calor excesivo en el puesto de trabajo.

Por lo nombrado anteriormente se hace necesario realizar un estudio de la Carga calórica de los operarios por medio del “Método WBGT”. La medición consiste en determinar el “Índice de Temperatura Globo y Bulbo Húmedo”. Para realizar la medición se debe medir en el ambiente tres temperaturas: temperatura Bulbo Seco, Bulbo Húmedo y de Globo usando dos tipos de termómetros como se señaló en las bases teorías. Es importante destacar que los equipos para medir el ambiente FANABUS S.A, son de uso exclusivo del gerente de operaciones, puesto que son equipos de manejo delicado, que requieren de entrenamiento previo y a su vez su costo es elevando, por lo cual los tesisistas no están autorizados a hacer uso de los mismos.

Así que, se da inicio al estudio solicitando la ayuda del gerente de operaciones para que éste haga uso de los equipos y mida el ambiente a las horas antes señaladas. Se realiza el proceso de medición y se obtiene lo siguiente:

- a) *Lectura del Globotermómetro:* Se coloca el instrumento en el centro del área, se verifica la lectura del mismo cada 5 minutos. Luego de haber pasado 20 minutos empieza a observarse una lectura más homogénea hasta que se logra observar una constante de 34°C.
- b) *Lectura del Termómetro de Bulbo Natural:* El tejido no debe estar demasiado apretado ni demasiado holgado el mismo debe mojarse con agua destilada proceso que se realizó 45 minutos antes de tomar la lectura final la cual resultó ser de 32°C.
- c) *Lectura temperatura seca al aire:* Se calcula con un termómetro digital cuya lectura fue de 30°C.

Luego se procede a realizar el “Calor Metabólico” de los operarios, se mide según la ecuación (14). Se hará necesario el uso de las tablas n° 24 y 25 las cuales indican la posición en el trabajo y el grado de la actividad. Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$M = MB + MI + MII \dots(14)$$

Donde:

M= Calor Metabólico.

MB= Metabolismo Basal.

MI= Posición del Cuerpo.

MII= Tipo de trabajo.

Se realiza el cálculo del “Metabolismo Basal”, mediante la ecuación (15) de Harris Benedict:

$$Hombre = 66,473 + [13,751 \times masa(kg)] + [5,0033 \times estatura(cm)] - [6,55 \times edad(años)] \dots (15)$$

Para hacer uso de la ecuación es necesario tener los datos de los operarios que laboran en el departamento de ventanas como se muestra en la tabla n° 23 a continuación:

Tabla N° 23. Datos de los operarios del área de ventanas

Operador	Masa(kg)	Estatura(cm)	Edad(años)
A	80	190	46
B	93	169	52

Una vez obtenidos los datos de los trabajadores se procede a realizar el cálculo del metabolismo basal para ambos como sigue:

$$OpA = 66,473 + [13,751 \times 80(kg)] + [5,0033 \times 190(cm)] - [6,55 \times 46(años)] = 2418,48 \frac{Kcal}{día} \dots (15.A)$$

$$OpB = 66,473 + [13,751 \times 93(kg)] + [5,0033 \times 169(cm)] - [6,55 \times 52(años)] = 2531,47 \frac{Kcal}{día} \dots (15.B)$$

Como los resultados son expresados en Kcal/día y se necesita realizar la lectura en W en las tablas N°24 y 25, por lo cual se procede a realizar la conversión como sigue:

$$OpA = 2418,48 \frac{kcal}{día} \times 4,1868 \frac{Kj}{Kcal} \times \frac{1}{3600} \frac{h}{s} \times \frac{1}{24} \frac{día}{h} \times 1000 \frac{W}{Kw} = 117,19W$$

$$OpB = 2531,47 \frac{kcal}{día} \times 4,1868 \frac{Kj}{Kcal} \times \frac{1}{3600} \frac{h}{s} \times \frac{1}{24} \frac{día}{h} \times 1000 \frac{W}{Kw} = 122,67W$$

Tabla N°24. Posición del cuerpo en el trabajo

Posición de cuerpo	MI (W)
Acostado o Sentado	21
De pie	42
Caminando	140
Subiendo pendiente	210

Fuente: Estructplan-online (2002)

Tabla N°25. Adición derivada del tipo de trabajo

Tipo de trabajo	MII (W)
Trabajo manual ligero	28
Trabajo manual pesado	63
Trabajo con un brazo: ligero	70
Trabajo con un brazo: pesado	126
Trabajo con ambos brazos: ligero	105
Trabajo con ambos brazos: pesado	175
Trabajo con el cuerpo: ligero	210
Trabajo con el cuerpo: moderado	350
Trabajo con el cuerpo: pesado	490
Trabajo con el cuerpo: muy pesado	630

Fuente: Estructplan-online (2002).

Se seleccionan los valores entre los observadores y se colocan en la ecuación (14), para determinar el valor del “Calor Metabólico” de ambos operarios.

$$M.OpA = 117,19 + 140 + 210 = 467,19...(14.A)$$

$$M.OpB = 122,67 + 140 + 210 = 472,67...(14.B)$$

Seguidamente se procede a calcular el Índice de Temperatura Globo Bulbo Húmedo (WBGT). Con la ecuación (16), para lugares interiores sin carga solar, aunque en el área de ventanas se hace presente la luz del sol es necesario destacar que es sólo en un lapso de tiempo y además el operario se desplaza a otras áreas del galpón.

$$WGBH = 0,7 TBH + 0,3 TG...(16)$$

Donde:

WBGT: índice de temperatura globo bulbo húmedo

TBH: temperatura del bulbo húmedo natural (34°C)

TG: temperatura del globo (32°C)

$$WBGT = 0,7 (34^{\circ}\text{C}) + 0,3 (32^{\circ}\text{C}) = 33,4^{\circ}\text{C}...(16.1)$$

Una vez hallado el índice WBGT obtenido en la ecuación (16.1), se compara el resultado con los valores límites establecidos en la Norma COVENIN 2254-1995 que se observa en la tabla n° 26 a continuación:

Tabla N°26. Valores límites permisibles de la exposición al calor
(Valores dados en °C y correspondientes a WBGT)

Régimen de trabajo y descanso	Tipo de Trabajo		
	Liviano (menos de 230 W)	Moderado (230-400W)	Pesado (más de 400W)
Trabajo continuo	30,0	26,7	25,0
75% trabajo y 25% descanso cada hora	30,6	28,0	25,9
50% trabajo y 50% descanso cada hora	31,4	29,4	27,9
25% trabajo y 75% descanso cada hora	32,2	31,1	30,0

Fuente: INPSASEL-Norma COVENIN 2254-1997. Calor y Frío.



El trabajo de los operarios según la norma, se clasifica del tipo liviano puesto que el resultado de las ecuaciones (14.A) y (14.B) es menor a 230 W. Comparando el índice de WBGT obtenido en la ecuación (16.1) con los de la tabla se hace evidente que sobrepasa la cantidad permitida por la norma. Por lo que se confirma que los operarios se encuentran laborando a altas temperaturas sin regímenes de descansos ocasionando que la fuerza del cuerpo de los trabajadores disminuya, y que el cansancio llegue antes de lo normal generando fatiga y desmotivación en el trabajo.

IV.2.4. ANÁLISIS DE RECORRIDO EN LA FABRICACIÓN DE VENTANAS

En los resultados de la herramienta ESIDE, se nota claramente que uno de los problemas con más incidencia o consecuencias sobre el desempeño de los trabajadores es el recorrido que deben hacer los operarios a la hora de realizar las ventanas. Se observa que el área se encuentra desordenada, no cuentan con una cortadora en el departamento, siendo estos problemas los más destacados en el estudio inicial concernientes al recorrido. Estos influyen en el incremento del tiempo no productivo, ya que los trabajadores se ven afectados como se ha venido evidenciando a lo largo del estudio. Por lo cual es de gran importancia analizar de manera detallada los desplazamientos que deben realizar los operarios al momento de elaborar una ventana.

Para describir todo lo pertinente a los desplazamientos de los operarios y conocer la distancia recorrida para cada uno de los elementos presentes en la operación se elaboró la tabla n° 27 en donde se listan todas las actividades necesarias en la elaboración de una ventana. Aquí se muestra la ruta que siguen los trabajadores al momento de realizar las diferentes actividad, señaladas, en la figuras n° 15, indicando el recorrido dentro del departamento de ventanas, y la figura n° 16, indicando el recorrido desde el departamento de ventanas hasta el área de la cortadora. En el Apéndice N°3, se puede observar los recorridos totales en la elaboración de un autobús, para así comprender la incidencia de la problemática dentro de la actividad puesto que los recorridos son extensos e influyen en el desempeño de los trabajadores.



Tabla N°27. Análisis del Recorrido

Área: Ventanas		Recorrido (Lay Out ACTUAL)	
Nº	Descripción de los Elementos	Ruta	Recorrido (m/ventana)
1	Buscar perfiles en el almacén de materiales desde el área de ventanas	0 a 1	37
2	Traslado de perfiles a la máquina de corte	1 a 2	78,4
3	Corte de perfiles	2	5
4	Trasladar perfiles a la máquina de doblado	2 a 3	94,4
5	Doblado de Perfiles	3	8
6	Cortar excedente de Marcos (luego de pasar por la dobladora). Se trasladan de 5 en 5 en la carrucha	3 a 4	94,4
7	Trasladar marcos a la máquina de soldar (almacén de marcos)	4 a 5	100
8	Traslado de perfiles bases con ranura (hechas en la fresadora) al área de soldadura	1 a 3	10,7
9	Buscar Marco en almacén y soldarlo con el perfil base	3 a 4	1,6
10	Trasladar marcos para el almacén de ventanas	4 a 5	2
11	Buscar materiales (vidrios, junquillos y kit de seguridad) en almacén desde el área de ventanas	0 a 1	45
12	Trasladar Materiales a mesa de trabajo	1 a 2	52,4
13	Buscar marco en almacén de ventanas y llevarlos a mesa de aire comprimido	3 a 4	7
14	Ir al carrito que contiene los vidrios	4 a 5	5,8
15	Trasladar el vidrio a la mesa de aire comprimido	5 a 6	5,8
16	Trasladar el Marco de la mesa de aire comprimido a la mesa de trabajo	6 a 7	2,5
17	Buscar gomas desde la mesa de trabajo al estante de gomas	7 a 8	6,5
18	Llevar gomas a mesa de trabajo	8 a 9	6,5
19	llevar ventanas armadas para el área de la dobladora (donde se almacenan en el piso)	9 a 10	8
20	Volver a la mesa de trabajo	10 a 11	8
RECORRIDO TOTAL			579

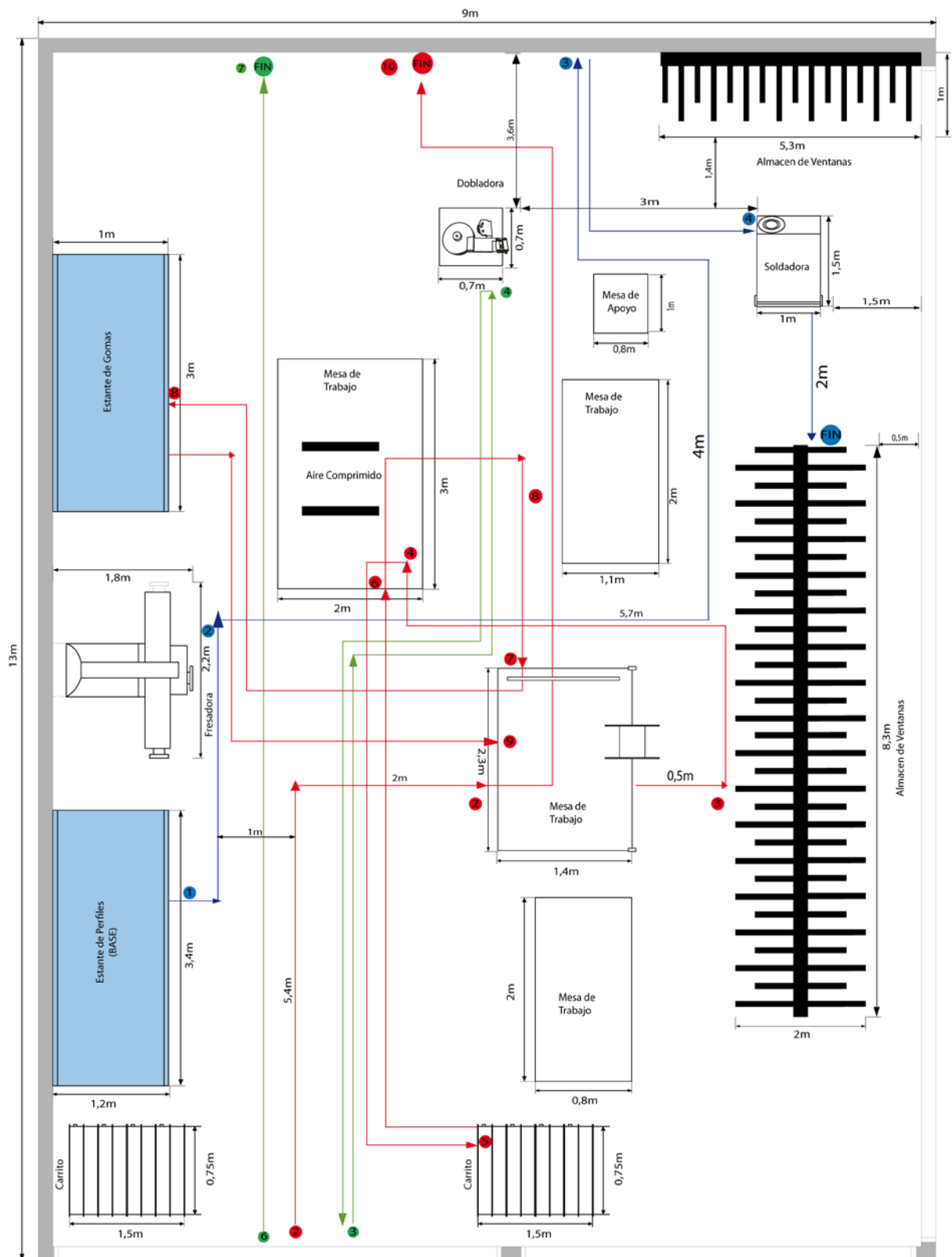


Figura N°15. Recorrido Dentro del Área de Ventanas

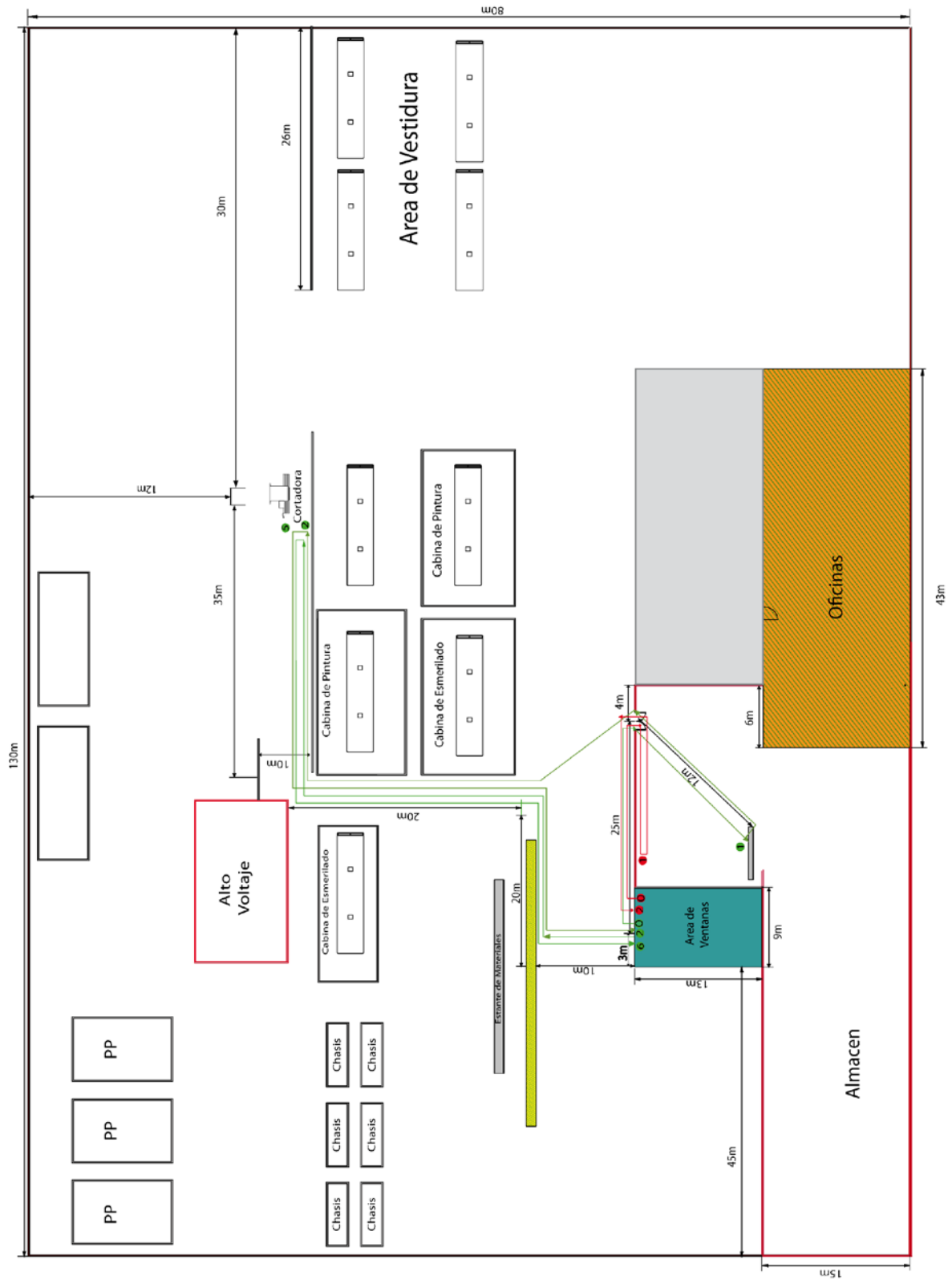


Figura N°16. Recorrido hacia la cortadora

IV.2.5. ANÁLISIS ERGONÓMICO EN LA FABRICACIÓN DE VENTANAS

Como se ha evidenciado a lo largo del análisis los operarios presentan diversos problemas ergonómicos bien sea en el uso de alguna herramienta, realizando algún esfuerzo o colocándose en una mala postura. Por esto se requiere realizar un análisis ergonómico donde se midan las condiciones a las que se someten los operarios al ejecutar las diferentes operaciones en la fabricación de ventanas.

En vista de los diferentes problemas, se les realizó una encuesta simple (Ver apéndice 4) a los trabajadores donde se les indicaba que señalaran las actividades de mayor problemas en cualquier ámbito para ellos y que señalaran sus dolencias. Con esto se obtuvo que los operarios coincidían en una lista de operaciones donde señalaron una serie de actividades que representaban una mala postura o requería de mucho esfuerzo por parte de los mismos. Los resultados se observan en la tabla n° 28.

Tabla N°28. Resultado de la encuesta a los operarios

Actividad	Dolencias
Traslado con carga	Hombros, pies
Traslado sin carga	Pies
Medidas de perfiles	Cadera, tronco, hombros, brazo, muñeca
Doblado de los perfiles	Cadera, tronco, hombros, brazo, muñeca.
Encuadre de perfil	Cadera, tronco, brazos

En vista de los resultados se hace necesaria la aplicación de una metodología con la se pueda realizar un análisis postural. Para esto fue seleccionada “La Metodología REBA” ya que en la actualidad es una de las herramientas más difundidas y utilizadas para el análisis de la carga postural.

A continuación, se realizará el análisis ergonómico mediante el uso de la metodología antes nombrada a una serie de situaciones disergonómicas por medio de unas figuras n°17, 18 y 19 resultado de las actividades señaladas por los operarios anteriormente.

Estas figuras a estudiar son el resultado de un amplio periodo de observación donde se registraron las diferentes posturas adoptadas por los trabajadores durante el desarrollo de las actividades. El resultado de estas se mostró como las más significativas ya que son las que mayormente adoptan los operarios dentro del área, cabe destacar que no son las únicas puesto que el proceso posee un riesgo ergonómico amplio como se ha evidenciado a lo largo del capítulo, los trabajadores se encuentran agotados debido a que realizan grandes esfuerzos, posiciones no adecuada y extensos recorridos.

➤ **Operación:** Sacar perfil de la curvadora.



Figura N°17. Sacar perfil máquina dobladora

Tabla N°29. Metodología REBA-FigN°17-Grupo A

Grupo A			
Tronco.			
Posición	Puntuación.	Corrección.	Total
Ergido.	1	Se suma +1 si existe torsion o inclinacion lateral del tronco	4
Flexión 0-20°	2		
Extensión 0-20°			
Flexión 20-60°	3		
Extensión >20°			
Flexión >60°	4		
Cuello.			
Posición	Puntuación.	Corrección.	Total
Flexión: 0-20°	1	+1 torsion inclinacion lateral	2
Flexión >20°	2		
Extensión>20°			
Piernas			
Posición	Puntuación.	Corrección.	Total
Soporte bilateral, andando o sentado	1	+1 si hay flexion entre 30° y 60°	3
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	+1 si hay flexion mas de 60°	
Puntuación de la Tabla A			7
Fuerzas y/o cargas			
Peso	Puntuación.	Corrección.	Total
<5.Kg	0	Suma +1 si la fuerza se aplica bruscamente	1
5-10Kg	1		
>10Kg	2		
Puntuación de A: (puntuación de la tabla A + puntuación de fuerza/carga)			8

Tabla N°30. Metodología REBA-FigN°17-Grupo B

Brazos.					
		Correlación	Puntuación	Posición	
		Se suma +1 si hay rotación o abducción elevación	1	Flexión 0°-20° Extensión 0°-20°	
			2	Flexión 20°-45° Extesión >20°	
IZQ. Total	DER.Total	Se -1 si hay apoyo de postura a favor de la gravedad	3	Flexión 45°-90°	
	4		4	Flexión >90°	
Antebrazos.					
		Puntuación	Movimientos		
		1	Flexión 60°-100°		
IZQ. Total	DER.Total	2	Flexión < 60°		
	2		Flexión>100°		
Muñecas.					
		Corrección	Puntuación	Movimientos	
		Se suma +1 si hay rotación o laterización	1	Extensión 0°-15°	
IZQ. Total	DER.Total		2	Extensión >15°	
	2				
	Puntuación de la tabla B		IZQ. Total	DER.Total	
			6		
	Agarre				
	IZQ. Total	DER.Total	0	Bueno	
	3		1	Aceptable	
			2	Pobre	
			3	Inaceptable	
	Total		Puntuación B:		
	9		(Puntuación de la tabla B+acoplamiento)		

Tabla N°31. Metodología REBA-FigN°17-Puntuación Final

Puntuación Final		
IZQ. Total	DER. Total	Puntuación C: (De la tabla C)
10		
IZQ. Total	DER. Total	Puntuación Actividad.
1		
IZQ. Total	DER. Total	Puntuación del REBA (Puntuación C + puntuación Actividad)
11		

- Decisión REBA figura n° 17: Es necesaria la actuación de inmediato, es decir, hay que evitar que la actividad se siga realizando de la misma manera que se realiza en la actualidad.

➤ **Operación:** Enderezar Perfil.



Figura N°18. Enderezar Perfil

El estudio REBA de la figura n° 18 se puede observar en el apéndice n° 4. Este estudio arrojó como resultado que se realizará una inmediata actuación en la mejora de la actividad puesto que su ponderación fue muy alta. Es decir, los trabajadores no deben seguir realizando las operaciones como lo están haciendo en la actualidad. En la tabla n° 32 de puntuación final como se muestra a continuación:

Tabla N°32. Metodología REBA-FigN°18-Puntuación Final

IZQ. Total	DER. Total	Puntuación C: (De la tabla C)
11		
IZQ. Total	DER. Total	Puntuación Actividad.
2		
IZQ. Total	DER. Total	Puntuación del REBA (Puntuación C + puntuación Actividad)
13		

➤ **Operación:** Cuadrar Perfil



Figura N°19. Cuadrar Perfil

El estudio REBA realizado a la figura n° 19 se puede observar en el apéndice n° 4. En este estudio se hizo evidente la mala postura de los operarios al realizar la operación. Se obtienen como resultado una ponderación muy alta e indicando que es necesario realizar acciones correctivas. Los operarios no deben seguir realizando las actividades como lo han venido haciendo hasta ahora. La tabla n° 33 de puntuación final muestra dichos resultados.

Tabla N°33. Metodología REBA-FigN°19-Puntuación Final

IZQ. Total	DER. Total	Puntuación C: (De la tabla C)
10		
IZQ. Total	DER. Total	Puntuación Actividad.
1		
IZQ. Total	DER. Total	Puntuación del REBA (Puntuación C + puntuación Actividad)
11		

INTRODUCCIÓN

Los altos niveles de competitividad de las empresas ensambladoras mundiales, han llevado a que éstas establezcan métodos de mejoras continuas para tener éxito en su entorno, utilizando enfoques innovadores que beneficien los diferentes procesos de productivos. Para “FANABUS, S.A”, caso de estudio que se tomo; fue necesario implementar una cultura de mejoramiento continuo, la cual llevó a adoptar ciertas herramientas para conseguir el objetivo propuesto. El Contar con un recurso humano altamente capacitado fue imprescindible para ajustarse a los cambios permanentes que se originan en su medio, tanto la empresa como los trabajadores tienen la responsabilidad de organizar, mantener y mejorar sus lugares de trabajo permanentemente, con ello se logran los índices de calidad y productividad requeridas no solo por la empresa sino también por el personal que en ella labora, siendo esta la manera de poder sobrevivir en el mercado actual.

Durante el desarrollo de la investigación se estudiaron, productos, materiales, operaciones, así como los recorridos, la fatiga y los métodos de trabajo, entre otros factores. Esto permite evidenciar mejor las causas principales que afectan la eficiencia en las actividades. Con el empleo de las herramientas de ingeniería industrial se propone una serie de mejoras que logran aumentar la productividad de la empresa; mencionándose entre esta, los métodos de trabajo, la seguridad en la actividad, la estandarización, entre otras. Es por esta razón que la presente investigación tendrá como objetivo proponer mejoras en los métodos de trabajo en el área de producción de ventanas, con el fin de aumentar la productividad. El mismo está organizado en 5 capítulos, los cuales siguen una secuencia lógica lo que permitió conseguir dicho objetivo. Estos capítulos abarcan desde temas específicos, donde se hace un estudio de la situación actual del área de producción, descripción de la empresa, considerando cuantificar los problemas presentes en el área y proponer

herramientas y soluciones que permitan solventarlas, basados en el impacto económico que genere cada una de las propuestas.

El capítulo I inicia con los problemas encontrados en la empresa en estudio, donde surge una interrogante la cual permite proyectar los objetivos a seguir para dar cumplimiento a la meta trazada, teniendo en consideración la justificación, alcance y limitaciones presentes en el período de estudio. Además de los aspectos generales de la empresa para dar a conocer el lugar donde se realiza el proyecto, para facilitar su comprensión y conocer los procesos que conforman la elaboración de sus productos.

En el capítulo II se toman en cuenta los antecedentes utilizados como apoyo para la investigación, las revisiones bibliográficas que sirven de base para la elaboración de este trabajo. Se determinó la metodología aplicada en el desarrollo de la investigación, se establece la unidad de estudio, el tipo de investigación en el cual está enmarcado este trabajo especial de grado, así como, las técnicas e instrumentos de recolección de datos y las fases que se llevan a cabo durante su desarrollo, con la finalidad de lograr los objetivos propuestos.

Posteriormente en el capítulo III, se realiza la descripción del área de estudio, materiales, equipos, herramientas y procesos que intervienen en la fabricación del mismo, evidenciando las fallas que se presentan durante su elaboración. En el capítulo IV se analiza de la situación actual, donde se muestran las fallas y las causas que las originan, mediante la aplicación de herramientas como las 5S, distribución de planta, eliminación de desperdicios, la metodología REBA, determinando así los problemas presentes en la elaboración de la unidad de estudio y las causas que lo generan.

Finalmente el capítulo V, donde se proponen las mejoras, en busca de la eliminación de la causa que origina los problemas, seguido a esto se hace la evaluación económica de dichas mejoras mostrando el retorno de la inversión que obtendrá la empresa si decide implementar cada propuesta descrita.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Venezuela, existe una gran diversidad de industrias las cuales funcionan a lo largo de todo el territorio generando empleos, brindándole a la población en general la obtención de bienes y servicios. Con estos se enfrentan en un mercado de competencias para lograr la satisfacción de las necesidades y brindar un aporte financiero significativo al nivel económico de la población haciendo siempre el uso adecuado de los recursos disponibles con el fin de obtener niveles óptimos de calidad en los procesos de producción.

Es por ello que la fábrica nacional de autobuses, FANABUS S.A., aparece en el mercado en el año 1.982, con el propósito de satisfacer las necesidades y expectativas de sus clientes basándose en el mejoramiento continuo de sus productos y servicios, a través de un personal capacitado y motivado desenvolviéndose en un ambiente que mejore su calidad de vida. La empresa, se dedica al diseño y fabricación de una variada línea de carrocerías que sirven para el servicio del transporte público y privado tanto en rutas urbanas, interurbanas y rurales. Dichas carrocerías se arman sobre diferentes chasis con características particulares los cuales son fabricados en las diversas ensambladoras existentes en el país. Estos minibuses y autobuses son diseñados en distintas capacidades de puestos con características de comodidad y confort.

En la Tabla N°1, se muestra la clasificación de autobuses que se ensamblan en la empresa debido a que constantemente se está innovando con unidades que se adaptan a las nuevas necesidades del mundo moderno. Cabe destacar que el proceso de ensamble de los diferentes modelos de autobuses siguen los mismos procedimientos para su elaboración.

Actualmente, la empresa se encuentra trabajando contra pedido sacando ordenes de (3) tres autobuses por mes, y cuenta con una capacidad de producción que

permite el empleo de 45 trabajadores en planta como mano de obra directa de los cuales se necesitan de dos (2) operarios para la elaboración de ventanas denominándose éstos como: operario X y operario Y. El operario X permanece constante en la actividad, gracias a su conocimiento sobre el proceso, es el único en planta que está al tanto de cada detalle del mismo, esta situación causa problemas como demoras de entre 2 y 3 horas sólo para empezar la actividad y paradas inesperadas de 40 hasta 70 minutos puesto que el operario se toma su tiempo para realizar cada una de las etapas de la producción. Esto ocurre como consecuencia de que no existe una metodología para realizar la operación y esta pueda ser realizada por cualquier otro trabajador y así no depender del mismo. El operario Y le sirve de ayuda al operario X.

En la estación mencionada, se elaboran las ventanas de aluminio que forman parte de cualquiera de los modelos de la unidad a realizar, cada unidad posee un tipo de ventana diferente. Las actividades u operaciones que se realizan dentro del área se presentan gráficamente en la Figura N°1.

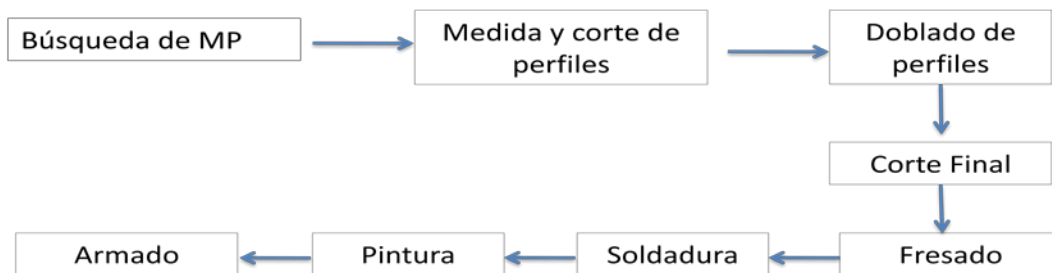


Figura N°1. Proceso de Producción de ventanas

Una vez que el cliente realiza el pedido, se proceden a efectuar las diferentes operaciones dentro de la planta, el gerente de operaciones se dirigirá a las distintas estaciones de trabajo. En el área caso estudio indicará que se precisaran de diez (10) días para realizar los arcos de ventana completa para luego ser trasladadas a la empresa contratista de pintura cuya operación durará de cinco (5) a siete (7) días y a su llegada se requerirán de cinco (5) días para el armado de las mismas con el fin

cumplir la fecha de entrega acordada a los clientes. Estos plazos establecidos por la gerencia no son cumplidos por los operarios pertenecientes al área caso estudio, puesto que en el proceso se presentan algunas eventualidades como se irán describiendo a lo largo del trabajo de investigación.

En el desarrollo de las actividades los operarios se encuentran ejecutando recorridos en promedio de 858 m entre la subestación de medida y corte, doblado y corte final, donde van cargando los perfiles, los marcos de las ventanas o simplemente trasladándose de una estación a otra ocasionando fatiga y descontento en los operarios haciendo de ésta una actividad tediosa y poco grata. Asimismo se hace evidente en el proceso el mal manejo de materiales, el uso incorrecto de los equipos y herramientas puesto que los operarios presentan confusión a la hora del armado de las ventanas, posiciones disergonómicas, esfuerzos físicos, falta de orden y limpieza ocasionando una desorganización entre los equipos y materiales a utilizar, demoras y tiempos de ocio. Es por ello que los trabajadores no se encuentran laborando a un 100% de su capacidad impactando directamente en FABABUS S.A, los trabajadores y sus clientes.

Por lo mencionado anteriormente, se requiere el desarrollo de mejoras en el área de producción de ventanas que permitan establecer una metodología de trabajo adecuada con el fin de eliminar la dependencia del proceso en el operario X. Además de disminuir las demoras y tiempos de ocio, cumplir con el tiempo de entrega asignado por la gerencia, reducir la fatiga de los operarios, mejorar el manejo de materiales y optimizar el área de producción con el firme propósito de mejorar las actividades dentro de la estación caso estudio.

OBJETIVOS

➤ OBJETIVO GENERAL

Proponer mejoras en los métodos de trabajo en el área de producción de ventanas con el fin de aumentar la productividad.

➤ **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diagnosticar la situación actual del área de producción de ventanas.
- Diseñar propuestas de mejoras en los métodos de trabajo en el área de producción de ventanas.
- Estandarizar los procedimientos en el área de producción de ventanas.
- Evaluar el impacto de las propuestas de mejoras en la producción de ventanas.

JUSTIFICACIÓN

Venezuela es un país que enfrenta problemas de tipo social, político y sobre todo económico que afectan directamente el desarrollo del sector industrial y por tal razón, las organizaciones no deben seguir realizando actividades y/o procedimientos que no agreguen valor a los productos fabricados por ellos, ya que de esta manera incurren en costos de fabricación no deseados. Por tal motivo, la empresa donde se realizó el estudio en búsqueda de la mejora de sus actividades, procesos y métodos de trabajo, se vió en la necesidad de plantear la mejora en el proceso de producción de ventanas, debido a la falta de estandarización y metodología en el área mencionada.

Por lo indicado anteriormente, surgió la propuesta de aplicación de un estudio de ingeniería de métodos en el área, que permitió diseñar nuevos estándares de producción relacionados a la organización, desempeño y ejecución de las actividades a realizar. Para ello se pretende un ambiente de trabajo más confortable a los operarios y la satisfacción de las necesidades del área para de esta manera brindar mejor calidad a la hora del tiempo de entrega de las unidades, y a su vez servir de referencia a empresas del mismo ramo ofreciéndoles información valiosa acerca del procedimiento de elaboración de ventanas de autobuses.

Así mismo, esta investigación brindó a los autores la oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el estudio de la carrera de ingeniería industrial y de esa manera optar ante la Magna Universidad de Carabobo el título de ingeniero industrial. También sirve de refuerzo en la formación de nuevos ingenieros industriales a la hora de presentarse un caso real con características similares otorgándoles información valiosa a la Universidad de Carabobo ya que servirá de base para futuros estudios permitiendo a otros estudiantes tener acceso al mismo.

ALCANCE

Este trabajo de investigación consta de dos (2) principales etapas, las cuales pueden resumirse en el estudio de las condiciones actuales del proceso, en donde se engloban: la observación, levantamiento de datos y análisis de los mismos, el estudio se realizó en el área de producción de ventanas de la empresa FANABUS S.A., cuyas ventanas elaboradas poseen el mismo procedimiento cambiando sólo su dimensión dependiendo al tipo que pertenezcan. Una segunda fase de adaptación y cambios en el proceso, la ejecución de los cambios en el área e implementación fue de decisión exclusiva de las autoridades de la empresa.

LIMITACIONES

Existen limitantes que obstaculizan el desarrollo de la investigación, como se mencionan a continuación:

- La resistencia al cambio de las personas directamente involucradas con las mejoras.
- No incrementar significativamente el presupuesto, por lo que se debe utilizar al máximo los recursos.



MARCO TEORICO

ANTECEDENTES

Para el desarrollo de las propuestas de mejoras que se plantearon es necesario citar algunos documentos que contribuyeron como guía para la elaboración de la presente investigación, entre ellos están:

Maldonado (2002), en el trabajo de investigación se estableció como objetivo identificar y señalar los pasos en los que se pueden efectuar cambios en el proceso de producción de las ventanas tipo Francesa. Se tomó como referencia la normalización realizada al proceso de fabricación de ventanas tipo francesa.

Marín y Sánez (2007), trabajaron en su proyecto de investigación con el rediseño del área de subensamblaje de front end en la línea de pasajeros de una empresa ensambladora de vehículos. Este trabajo de grado sirvió como referencia en la metodología utilizada para la recolección de datos, como en el estudio de tiempo realizado en las actividades, en la redistribución de una nueva área de trabajo de la línea front end.

Montes (2008), en dicho proyecto implantaron células de manufactura, operando independientemente con el mínimo número de movimientos intercelulares entre ellas, es decir que un grupo de máquina, pueda crear un bien o equipo sin tener que depender de otro grupo de máquinas o en su defecto, solo poder requerir de un mínimo apoyo de máquinas no integrantes de la célula. Esta investigación sirvió de referencia para la redistribución del área de trabajo y el estudio de tiempos realizado a cada actividad.

BASES TEÓRICAS

Las bases teóricas comprenden un conjunto de conceptos y proposiciones que constituyen un punto de vista o enfoque determinado, dirigido a explicar el fenómeno o problema planteado. Esta sección puede dividirse en función de los tópicos que integran la temática tratada o de las variables que serán analizadas.

INDICADORES DE GESTIÓN

Los indicadores de gestión son una poderosa herramienta para cualquier empresario, ya que permite medir los procesos de la organización e identificar el potencial de mejora.

“La expresión cuantitativa del comportamiento o el desempeño de toda una organización o una de sus partes, cuya magnitud al ser comparada con algún nivel de referencia, puede estar señalando una desviación sobre la cual se tomarán acciones correctivas o preventivas según el caso. Son un subconjunto de los indicadores, porque sus mediciones están relacionadas con el modo en que los servicios o productos son generados por la institución. El valor del indicador es el resultado de la medición del indicador y constituye un valor de comparación, referido a su meta asociada. En el desarrollo de los indicadores se deben identificar necesidades propias del área involucrada, clasificando según la naturaleza de los datos y la necesidad del indicador. Esto es fundamental para el mejoramiento de la calidad, debido a que son medios económicos y rápidos de identificación de problemas” (Cabrera & España, 2004).

Los indicadores se dividen en dos grandes grupos: Eficacia y Eficiencia.

- **Eficacia:** Son indicadores que miden el cumplimiento de objetivos sin importar el exceso de dinero invertido, desperdicio, sobretiempos. Es decir, se cumplió la meta, lo demás no importa.

- **Eficiencia:** Son indicadores que miden el cumplimiento de objetivos tomando en cuenta los recursos que implican dicho cumplimiento. Es decir, se cumplió la meta con los recursos asignados.

NORMALIZACIÓN

“La normalización es la actividad que tiene por objeto establecer, ante problemas reales o potenciales, disposiciones destinadas a usos comunes y repetidos, con el fin de obtener un nivel de ordenamiento óptimo en un contexto dado, que puede ser tecnológico, político o económico”. (Organización Internacional de Estandarización. (Núñez. 2007).

A continuación, en la Tabla N°2, se citan algunas ventajas:

Tabla N°2. Ventajas de Normalización

VENTAJAS		
Para los consumidores	Para los fabricantes	Para la administración
• Establece niveles de calidad y seguridad de los productos y servicios. • Informa de las características del producto. • Facilita la comparación entre diferentes ofertas	• Racionaliza variedades y tipos de productos. • Disminuye el volumen de existencia en almacén y los costos de producción. • Mejoramiento de la gestión y diseño.	• Simplifica la elaboración de textos legales. • Establece políticas de calidad y medio ambiente. • Ayuda al desarrollo económico.

ESTANDARIZACIÓN

Según Núñez (2003), los estándares permiten medir el desempeño del trabajo, ya que, representan la mejor, fácil y segura forma de realizar un trabajo o proceso, permite la evaluación del rendimiento ya que son bases de referencia para el estudio, permite evitar la anormalidad y variabilidad en los procesos. Al mismo tiempo indica que, el trabajo estandarizado es una de las herramientas lean más potentes pero menos

utilizada. Observar la situación inicial es el punto base de cualquier iniciativa de mejora. Aprender a observar, establecer unos puntos sobre los que focalizar la vista, fijar unos valores métricos sobre los que focalizar la mejora estandarizando la forma en que se ve; sirve como base para detectar el desperdicio y los caminos más eficientes de mejora. Por lo cual concluye que el proceso de estandarización se basa en cuatro elementos básicos:

1. Detección de los desperdicios a partir de la observación de los procesos, para su posterior eliminación.
2. Identificación de los elementos de trabajo, obtenidos del proceso de observación.
3. Análisis del ritmo al que se deben hacer los distintos productos en un proceso para satisfacer la demanda del cliente.
4. Las herramientas de trabajo estandarizado para cada proceso.

Los beneficios de trabajo estandarizado son:

- Documentación del proceso actual para todo el trabajo del área a estudiar
- Se reducen las variaciones del proceso
- Formación más fácil de nuevos operarios.
- Se reducen los accidentes y lesiones
- Se establece un punto de partida para las actividades de mejora continua.

METODOLOGÍA 5S

Según, el Instituto de Ingeniería Aplicada mencionado por Paredes (2008). Las operaciones de Organización, Orden y Limpieza fueron desarrolladas por empresas japonesas, entre ellas Toyota, con el nombre de 5S. Se han aplicado en diversos países con notable éxito. Las 5S son las iniciales de cinco palabras japonesas que nombran a cada una de las cinco fases que componen la metodología:

- **SEIRI – ORGANIZACIÓN:** Consiste en identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y en desprenderse de éstos últimos.
- **SEITON – ORDEN:** Consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.
- **SEISO – LIMPIEZA:** Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado de salud.
- **EIKETSU- CONTROL VISUAL:** Consiste en distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos.
- **SHITSUKE- DISCIPLINA Y HÁBITO:** Consiste en trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas.

Las tres primeras fases - ORGANIZACIÓN, ORDEN Y LIMPIEZA - son operativas.

La cuarta fase - CONTROL VISUAL - ayuda a mantener el estado alcanzado en las fases anteriores - Organización, Orden y Limpieza - mediante la estandarización de las prácticas.

La quinta y última fase - DISCIPLINA Y HÁBITO – permite adquirir el hábito de su práctica y mejora continua en el trabajo diario.

Los cinco pilares de esta metodología componen un todo integrado y se abordan de forma sucesiva, una tras otra. Y se pueden definir como un estado ideal que:

- Los materiales y útiles innecesarios se han eliminado,
- Todo se encuentra ordenado e identificado,
- Se han eliminado las fuentes de suciedad,
- Existe un control visual mediante el cual saltan a la

- Vista las desviaciones o fallos, y
- Todo lo anterior se mantiene y mejora continuamente.

MÉTODO REBA

El método REBA (Rapid Entire Body Assessment) fue propuesto por Sue Hignett y Lynn McAtamney y publicado por la revista especializada Applied Ergonomics en el año 2000.

Este método es el resultado del trabajo conjunto de un equipo de ergónomos, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales y enfermeras, que identificaron alrededor de 600 posturas para su elaboración. Este permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas, define otros factores que considera determinantes para la valoración final de la postura, como la carga o fuerza manejada, el tipo de agarre o el tipo de actividad muscular desarrollada por el trabajador. Además, permite evaluar tanto posturas estáticas como dinámicas, e incorpora como novedad la posibilidad de señalar la existencia de cambios bruscos de postura o posturas inestables.

El método REBA, es una herramienta de análisis postural especialmente sensible con las tareas que conllevan cambios inesperados de postura, como consecuencia normalmente de la manipulación de cargas inestables o impredecibles. Su aplicación previene al evaluador sobre el riesgo de lesiones asociadas a una postura, principalmente de tipo músculo-esquelético, indicando en cada caso la urgencia con que se deberían aplicar acciones correctivas. Se trata, por tanto, de una herramienta útil para la prevención de riesgos capaz de alertar sobre condiciones de trabajo inadecuadas.

En la actualidad, un gran número de estudios avalan los resultados proporcionados por el método REBA, consolidándolo como una de las herramientas más difundidas y utilizadas para el análisis de la carga postural. Como pasos previos a la aplicación propiamente dicha del método se debe:

- Determinar el periodo de tiempo de observación del puesto considerando, si es necesario, el tiempo de ciclo de trabajo.
- Realizar, si fuera necesario debido a la duración excesiva de la tarea a evaluar, la descomposición de esta en operaciones elementales o subtareas para su análisis pormenorizado.
- Registrar las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de la tarea, bien mediante su captura en video, bien mediante fotografías, o mediante su anotación en tiempo real si ésta fuera posible.
- Identificar de entre todas las posturas registradas aquellas consideradas más significativas o "peligrosas" para su posterior evaluación con el método REBA.
- El método REBA se aplica por separado al lado derecho y al lado izquierdo del cuerpo. El evaluador según su criterio y experiencia, deberá determinar, para cada postura seleccionada, el lado del cuerpo que "a priori" conlleva una mayor carga postural. Si existieran dudas al respecto se recomienda evaluar por separado ambos lados.

La información requerida por el método es básicamente la siguiente:

- Los ángulos formados por las diferentes partes del cuerpo (tronco, cuello, piernas, brazo, antebrazo, muñeca) con respecto a determinadas posiciones de referencia. Dichas mediciones pueden realizarse directamente sobre el trabajador (transportadores de ángulos, electrogoniómetros u otros dispositivos de medición angular), o bien a partir de fotografías, siempre que

estas garanticen mediciones correctas (verdadera magnitud de los ángulos a medir y suficientes puntos de vista).

- La carga o fuerza manejada por el trabajador al adoptar la postura en estudio indicada en kilogramos.
- El tipo de agarre de la carga manejada manualmente o mediante otras partes del cuerpo.
- Las características de la actividad muscular desarrollada por el trabajador (estática, dinámica o sujeta a posibles cambios bruscos).

CALOR CONDICIÓN DE RIESGO EN EL TRABAJO

Según Giorlandini (2000), las agresiones térmicas intensas pueden tener graves consecuencias sobre el organismo humano, afectando además al rendimiento de los trabajadores. Sobre esta base, es preciso tener en cuenta una serie de recomendaciones básicas a la hora de desarrollar las diferentes tareas en los lugares de trabajo sometidos a altas temperaturas, especialmente en verano.

Riesgos generales derivados del ambiente caluroso

La existencia de calor en el ambiente laboral constituye frecuentemente una fuente de problemas que, en general, suele traducirse en situaciones de discomfort aunque, en ciertas ocasiones, el ambiente térmico puede generar riesgos para la salud. Generalmente estas situaciones se relacionan con la existencia de altas temperaturas, humedad y trabajos que impliquen un cierto esfuerzo físico. La exposición excesiva a un ambiente caluroso puede ocasionar diferentes afecciones que es importante conocer para saber detectar precozmente los primeros síntomas, tanto en uno mismo, como en relación con otros compañeros de trabajo. Las afecciones más destacables son las siguientes:

- *El golpe de calor:* se produce cuando el sistema que controla la temperatura del cuerpo falla y la transpiración (única manera eficaz que tiene el cuerpo de eliminar el calor) se hace inadecuada. En estos casos, la

piel de los afectados estará muy caliente y, normalmente, seca, roja, o con manchas. El afectado presentará síntomas de confusión y desorientación, pudiendo llegar a perder el conocimiento y sufrir convulsiones. La temperatura de la víctima será de 40,5° C o superior.

- *El agotamiento por el calor:* resulta de la pérdida de grandes cantidades de líquido por la transpiración, acompañada, en ocasiones, de una pérdida excesiva de sal. En estos casos la piel del afectado estará húmeda y presentará un aspecto pálido o enrojecido. El afectado continúa sudando pero siente una debilidad o un cansancio extremo, mareos, náuseas y dolor de cabeza. En los casos más graves, la víctima puede vomitar o perder la consciencia. La piel presentará un estado húmedo, con un aspecto pálido o enrojecido. La temperatura del cuerpo será normal o ligeramente alta. En la mayoría de estos casos, el tratamiento de la víctima consiste en hacerla descansar en un lugar fresco y consumir grandes cantidades de líquido. Cuando no se produzca la recuperación espontánea con este tratamiento, es conveniente ofrecer asistencia médica al afectado.
- *Los calambres:* por el calor son espasmos dolorosos de los músculos que se producen cuando el trabajador suda abundantemente e ingiere grandes cantidades de agua, diluyendo los líquidos del cuerpo mientras éste sigue perdiendo sal, lo que puede provocar dolorosos calambres. Los músculos utilizados para trabajar suelen ser los más propensos a los calambres. Pueden presentarse durante o después de las horas de trabajo y pueden ser aliviados consumiendo bebidas isotónicas o líquidos ricos en sal.
- *Los desmayos:* Cuando el trabajador no está habituado a los ambientes calurosos, la exposición a temperaturas elevadas puede provocar desmayos, especialmente si el trabajador permanece de pie e inmóvil. En estos casos, el trabajador deberá descansar tumbado en lugar fresco.
- *Sarpullidos:* en el desarrollo de trabajos en ambientes calurosos y húmedos puede provocar sarpullidos debido a las dificultades para eliminar la transpiración, lo que hace que la piel permanezca húmeda

largos periodos de tiempo. En estos casos los conductos de transpiración se obstruyen y aparece un sarpullido en la piel. La aparición de sarpullidos puede combatirse programando pausas en lugares frescos, así como lavando y secando la piel.

VALORACIÓN DEL RIESGO DE ESTRÉS TÉRMICO

Según el Centro Nacional de Condiciones de Trabajo Argentina (2008), el valor de la estimación del riesgo de estrés térmico en el trabajo es más eficiente cuando se realiza a través del índice WBGT.

La existencia de calor en el ambiente laboral constituye frecuentemente una fuente de problemas que se traducen en quejas por falta de confort, bajo rendimiento en el trabajo y, en ocasiones, riesgos para la salud. El estudio del ambiente térmico requiere el conocimiento de una serie de variables del ambiente, del tipo de trabajo y del individuo. La mayor parte de las posibles combinaciones de estas variables que se presentan en el mundo del trabajo, dan lugar a situaciones de incomodidad, sin que exista riesgo para la salud. Con menor frecuencia suelen encontrarse situaciones laborales térmicamente confortables y, pocas veces, el ambiente térmico puede generar un riesgo para la salud. Esto último está condicionado casi siempre a la existencia de radiación térmica (superficies calientes), alta humedad (> 60%) y trabajos que impliquen un cierto esfuerzo físico.

El riesgo de estrés térmico, para una persona expuesta a un ambiente caluroso, depende de la producción de calor de su organismo como resultado de su actividad física y de las características del ambiente que le rodea, que condiciona el intercambio de calor entre el ambiente y su cuerpo. Cuando el calor generado por el organismo no puede ser emitido al ambiente, se acumula en el interior del cuerpo y la temperatura de éste tiende a aumentar, pudiendo producirse daños irreversibles.

Metodología

El índice WBGT se calcula a partir de la combinación de dos parámetros ambientales: la temperatura de globo TG y la temperatura húmeda natural THN. A veces se emplea también la temperatura seca del aire, TA. Mediante las siguientes expresiones se obtiene el índice WBGT:

$$\text{WBGT} = 0.7 \text{ THN} + 0.3 \text{ TG... (1)}$$

(En el interior de edificaciones o en el exterior, sin radiación solar)

$$\text{WBGT} = 0.7 \text{ THN} + 0.2 \text{ TG} + 0.1 \text{ TA... (2)}$$

(En exteriores con radiación solar)

Cuando la temperatura no es constante en los alrededores del puesto de trabajo, de forma que puede haber diferencias notables entre mediciones efectuadas a diferentes alturas, debe hallarse el índice WBGT realizando tres mediciones, a nivel de tobillos, abdomen y cabeza.

Las mediciones deben realizarse a 0.1 m, 1.1 m, y 1.7 m del suelo si la posición en el puesto de trabajo es de pie, y a 0.1 m, 0.6 m, y 1.1 m, si es sentado. Si el ambiente es homogéneo, basta con una medición a la altura del abdomen. Este índice así hallado, expresa las características del ambiente y no debe sobrepasar un cierto valor límite que depende del calor metabólico que el individuo genera durante el trabajo (M).

Según el nutricionista Matheys (2009), el metabolismo basal, es el valor mínimo de energía necesaria para que la célula subsista. Esta energía mínima es utilizada por la célula en las reacciones químicas intracelulares necesarias para la realización de funciones metabólicas esenciales, como es el caso de la respiración. El metabolismo basal es el gasto energético diario, es decir, lo que tu cuerpo necesita diariamente para seguir funcionando. A ese cálculo hay que añadir las actividades extras que puedes hacer cada día.

En el organismo, el metabolismo basal depende de varios factores, como sexo, talla, peso, edad, etc. Como claro ejemplo del metabolismo basal está el caso del coma. La persona "en coma", está inactiva, pero tiene un gasto mínimo de calorías, razón por la que hay que seguir alimentando al organismo. El metabolismo basal de una persona se mide después de haber permanecido en reposo total en un lugar con una temperatura agradable (20 °C) y de haber estado en ayunas 12 ó más horas. El metabolismo basal diario se puede calcular de manera aproximada de la siguiente forma mediante las ecuaciones de Harris Benedict:

Hombre: $66,473 + (13,751 \times \text{masa(kg)}) + (5,0033 \times \text{estatura(cm)}) - (6,55 \times \text{edad(años)}) \dots (3)$

Mujer: $66,551 + (9,463 \times \text{masa(kg)}) + (4,8496 \times \text{estatura(cm)}) - (4,6756 \times \text{edad(años)}) \dots (4)$

Mediciones del índice WBGT

Las mediciones de las variables que intervienen en este método de valoración deben realizarse preferentemente, durante los meses de verano y en las horas más cálidas de la jornada. Los instrumentos de medida deben cumplir los siguientes requisitos:

- ✓ **Temperatura de globo (TG):** Es la temperatura indicada por un sensor colocado en el centro de una esfera de las siguientes características:
 - o 150 mm de diámetro.
 - o Coeficiente de emisión medio: 0.90 (negro y mate).
 - o Grosor: tan delgado como sea posible.
 - o Climatización y Frío Industrial 3
 - o Escala de medición: 20 °C ~ 120 °C.
 - o Precisión: $\pm 0,5$ °C de 20 °C a 50 °C y ± 1 °C de 50 °C a 120 °C.

- ✓ **Temperatura húmeda natural (THN):** Es el valor indicado por un sensor de temperatura recubierto de un tejido humedecido que es ventilado de forma natural, es decir, sin ventilación forzada. Esto último diferencia a esta variable de la temperatura húmeda psicrométrica, que requiere una corriente de aire alrededor del sensor y que es la más conocida y utilizada en termodinámica y en las técnicas de climatización.
 - o El sensor debe tener las siguientes características:
 - o Forma cilíndrica.
 - o Diámetro externo de $6\text{mm} \pm 1\text{ mm}$.
 - o Longitud $30\text{mm} \pm 5\text{mm}$.
 - o Rango de medida $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ $40\text{ }^{\circ}\text{C}$.
 - o Precisión $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
 - o La parte sensible del sensor debe estar recubierta de un tejido (p.e. algodón) de alto poder absorbente de agua.
 - o El soporte del sensor debe tener un diámetro de 6mm, y parte de él (20 mm) debe estar cubierto por el tejido, para reducir el calor transmitido por conducción desde el soporte al sensor.
 - o El tejido debe formar una manga que ajuste sobre el sensor. No debe estar demasiado apretado ni demasiado holgado.
 - o El tejido debe mantenerse limpio.
 - o La parte inferior del tejido debe estar inmersa en agua destilada y la parte no sumergida del tejido, tendrá una longitud entre 20 mm y 30 mm.
 - o El recipiente del agua destilada estará protegido de la radiación térmica.

- ✓ **Temperatura seca del aire (TA):** Es la temperatura del aire medida, por ejemplo, con un termómetro convencional de mercurio u otro método adecuado y fiable.
 - o El sensor debe estar protegido de la radiación térmica, sin que esto impida la circulación natural de aire a su alrededor.

- o Debe tener una escala de medida entre 20 °C y 60 °C ($\pm 1^{\circ}\text{C}$).

Cualquier otro sistema de medición de estas variables es válido si, después de calibrado, ofrece resultados de similar precisión que el sistema descrito.

JUSTO A TIEMPO O JUST IN TIME

Según, Gaither y Fraizier (1999), Es una filosofía aplicable a las operaciones cuyo objetivo es el mejoramiento continuo y la eliminación de pérdidas en todas las áreas de la empresa. Busca minimizar o eliminar el inventario con el objetivo de desarrollar un sistema que pueda producir volúmenes pequeños y sea eficaz en relación con los costos, busca organizar los sistemas haciendo una buena distribución, con el objetivo de que haya mayor flujo y disminuir costos. Justo a tiempo implica producir sólo exactamente lo necesario para cumplir las metas pedidas por el cliente, es decir producir el mínimo número de unidades en las menores cantidades posibles y en el último momento posible, eliminando la necesidad de almacenaje, ya que las existencias mínimas y suficientes llegan justo a tiempo para reponer las que acaban de utilizarse y la eliminación de el inventario de producto terminado.

ELIMINACIÓN SISTEMÁTICA DEL DESPERDICIO (ESIDE)

“Es una metodología práctica y sencilla, que propone la mejora de los métodos de trabajo a través de un enfoque sistemático a partir de la eliminación o reducción del desperdicio presente en cualquier elemento perteneciente al sistema donde se realiza el método de trabajo”. (Illada y Ortiz, 2007).

La aplicación de la metodología ESISE cuenta con 10 pasos o etapas, los cuales se deben seguir correctamente para garantizar la efectividad del método, los cuales son:

1. Identificación de prioridades de estudio
2. Descripción del sistema

3. Análisis de impacto de elementos en indicadores
4. Análisis de desperdicios por elemento: una vez obtenido el elemento más crítico se identifican los posibles desperdicios existentes en el elemento, mediante una lista de desperdicio que propone la metodología.
5. Cuantificación de desperdicios: una vez realizado el paso anterior se procede a cuantificar cada uno de los desperdicios en función a la cantidad y a la unidad en la cual se presentan.
6. Análisis de causas de desperdicios: consiste en avaluar las posibles causas que den lugar al desperdicio mediante la pregunta ¿por qué?, a cada causa se le asigna un ¿por qué? con la finalidad de llegar a la principal causa del problema, en esta metodología generalmente se estudian cinco (5) ¿por qué?
7. Identificar los desperdicios en el sistema, posibles técnicas para la eliminación de los mismos y evaluación de las técnicas: una vez estudiado los desperdicios, se identifican y evalúan las posibles técnicas que ayudan a la eliminación efectiva de los desperdicios (POKA YOKE, SMED, cinco “S” de la limpieza, mantenimiento productivo total, KANBAN, justo a tiempo, entre otros), lo que permite evaluar alternativas según los indicadores de gestión, tomando en cuenta una escala del uno (1) al diez (10), que mida el grado de significancia de menor a mayor con respecto a cada alternativa planteada.
8. Diseñar las soluciones.
9. Evaluación de soluciones.
10. Plan de acción.

MÉTODOS DE CALIFICACION – SISTEMA WESTINGHOUSE

Según Elwood (2001), es uno de los sistemas de calificación más antiguos y de los utilizados más ampliamente, es el desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation, que describen en detalle Lowry, Maynard y Stegemerten. En este método se consideran cuatro factores al evaluar la actuación del operario, que son habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y consistencia.

- La habilidad, se define como "pericia en seguir un método dado" y se puede explicar más relacionándola con la calidad artesanal, revelada por la apropiada coordinación de la mente y las manos. La habilidad o destreza de un operario se determina por su experiencia y sus aptitudes inherentes, como coordinación natural y ritmo de trabajo. La práctica tenderá a desarrollar su habilidad, pero no podrá compensar por completo las deficiencias en aptitud natural.
- El esfuerzo o empeño, se define como una "demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia". El empeño es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad, y puede ser controlado en alto grado por el operario. Cuando se evalúa el esfuerzo manifestado, el observador debe tener cuidado de calificar sólo el empeño demostrado en realidad. Con frecuencia un operario aplicará un esfuerzo mal dirigido empleando un alto ritmo a fin de aumentar el tiempo del ciclo del estudio, y obtener todavía un factor liberal de calificación.
- Las condiciones, a que se ha hecho referencia en este procedimiento de calificación de la actuación, son aquellas que afectan al operario y no a la operación. En más de la mayoría de los casos, las condiciones serán calificadas, como normales o promedio cuando las condiciones se evalúan en comparación con la forma en la que se hallan generalmente en la estación de trabajo. Los elementos que afectarían las condiciones de trabajo son: temperatura, ventilación, luz y ruido. Por tanto, si la temperatura en una estación de trabajo dada fuera de 17°C (60°F) mientras que generalmente se mantiene en 20°C a 23°C (68° a 74°F), las condiciones se considerarían abajo de lo normal. Las condiciones que afectan la operación, como herramientas o materiales en malas condiciones, no se tomarán en cuenta cuando se aplique a las condiciones de trabajo el factor de actuación.
- La actuación, es la consistencia del operario. A no ser que se emplee el método de lectura repetitiva, o que el analista sea capaz de hacer las restas sucesivas y de anotarlas conforme progresa el trabajo, la consistencia del operario debe evaluarse mientras se realiza el estudio. Los valores elementales de tiempo que se repiten constantemente indican, desde luego, consistencia perfecta. Tal situación ocurre

muy raras veces por la tendencia a la dispersión debida a las muchas variables, como dureza del material, afilado de la herramienta de corte, lubricante, habilidad y empeño o esfuerzo del operario, lecturas erróneas del cronómetro, y presencia de elementos extraños.

DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

“Es el arreglo y localización de equipos de producción, maquinarias, centro de trabajos y recursos auxiliares y actividades (inspección, manejo de materiales, almacenajes y despacho) con el propósito de lograr la máxima eficiencia en la producción de bienes y servicios o en el suministro de servicios al consumidor” (Gómez y Núñez. 2009).

La distribución en planta persigue la planificación del mejor arreglo de los recursos físicos, cualquiera que sea el criterio escogido por su evaluación. Estos criterios varían de un problema a otro.

Causas que originan los problemas de distribución

La mayoría de los problemas de distribución en planta se originan por las siguientes causas:

1. Cambios en el diseño del producto.
2. Adición de un nuevo producto.
3. Cambios en el volumen de la demanda.
4. Los recursos físicos se hacen obsoletos.
5. Frecuentes accidentes en planta.
6. Ambiente de trabajo inadecuado.
7. Cambios en la localización o concentración de los mercados.
8. Programas de reducción de costos o de incremento de productividad.

Tipos de distribución en planta

La mayoría de las plantas hoy en día están distribuidas por uno o la combinación de los sistemas que se nombrarán a continuación. Los tipos clásicos de distribución en planta son:

1. Distribución por proceso.
2. Distribución por producto.
3. Distribución por posición fija.

Distribución por proceso o por departamentos

Es aquel tipo de distribución en planta que toma en cuenta las operaciones del mismo proceso o tipo de proceso, que se llevan a cabo en la fabricación de un producto, agrupando maquinas y equipos en departamentos de acuerdo con el proceso o funciones similares.

Métodos para la distribución por procesos

El problema principal de la distribución por procesos es la determinación de la localización relativa más económica de los diversos departamentos del proceso. El criterio principal en la selección del arreglo es el costo de manejo de materiales. Por lo tanto, conviene hacer un arreglo que coloque las áreas de proceso de tal forma que se minimicen los costos de manejo de materiales de todas las piezas a través de los departamentos. Para la solución de los problemas en este ámbito se utilizan los siguientes métodos:

1. Método de la carta viajera.
2. Método de la tabla de preferencia.

Método de la tabla de preferencia

Este método utiliza como elementos de análisis la tabla relacional o tabla de preferencia. Es útil para proyectar distribuciones de planta cuando no se conocen valores de flujos o monetarios entre departamentos o es muy difícil de evaluarlos.

Toma en cuenta aspectos cualitativos de la convivencia o preferencia de ubicar adyacentes o no los departamentos.

Las relaciones entre las actividades se pueden indicar con las letras A,B,C...,Z, para denotar alta deseabilidad o por el contrario indicar que no es deseable. Para realizar comparación entre alternativas se establecen puntos que reflejen mediante una escala arbitraria, la importancia de la relación. Generalmente la escala se establece en orden decreciente de importancia, es decir, a mayor importancia mayor puntuación.

Metodología

1. Se determina el número de departamentos o actividades relacionadas y sus respectivas áreas requeridas.
2. Se establecen las restricciones del problema.
3. Se recolectan los datos.
4. Se prepara la tabla resumen con la secuencia de las operaciones.
5. Se realizan los diagramas correspondientes a cada proceso definiendo la separación entre pasillos, maquinarias, herramientas y equipos.
6. Se establece una escala de valoración para indicar la importancia de la relación.
7. Se construye la tabla de preferencia, llenando los cuadros con los valores que establecen la relación con cada área o departamento.
8. Se hace un arreglo inicial tomando en cuenta aquellos cuadros con alta puntuación para su ubicación adyacente.
9. Se suma la puntuación de los departamentos adyacentes, para usarlos como referencia.
10. Se hace un nuevo arreglo y se vuelve a calcular la puntuación obtenida el proceso se repite tantas veces como se justifique.
11. Se selecciona la alternativa que tenga mayor puntuación.
12. Se presentará la alternativa seleccionada.

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

A continuación, se presentan una serie de conceptos necesarios para la comprensión del trabajo especial de grado, además, sirven de complemento en las definiciones de las metodologías y procedimientos que se irán enunciando a lo largo de la investigación.

- **Estudio de Métodos.** (Elwood, 2002). Registro, análisis, y examen crítico sistemático de los modos actuales y propuestos de llevar a cabo una tarea, con la finalidad de encontrar los métodos más sencillos y eficaces.
- **Desperdicio.** (Elwood, 2002). Todo aquel elemento que NO AGREGA VALOR al producto, adicionando únicamente costos y/o tiempo.
- **Operación.** (Gaither y Fraizier. 2000). Es un conjunto de elementos de trabajo asignados a un puesto de trabajo.
- **Puesto o estación de trabajo.** (Gaither y Fraizier. 2000). Es un área que forma parte de la línea de ensamble, donde se ejecuta una cantidad de operaciones con sus respectivos elementos.
- **Tiempo de ciclo.** (Elwood, 2002). Es el tiempo que tarda un operador en hacer todos los elementos de trabajo pertenecientes a su operación.
- **Tiempo Normal.** (Gaither y Fraizier). Es el tiempo que tarda un operario trabajando a ritmo normal para ejecutar una tarea dada.
- **Tiempo de Operación.** (Elwood, 2002). Es el tiempo que tardan los operarios asignados, en realizar una actividad relacionada directamente a la fabricación de las piezas.
- **Tiempo Preparación.** (Gaither y Fraizier. 2000). Es el tiempo que se emplea en la búsqueda de material, herramental y ajustes de las máquinas, incluyendo la instalación y desmontaje de las matrices.
- **Fatiga.** (Giorlandini, 2000). Se refiere a la sensación de "claudicación fisiológica del organismo, como consecuencia, generalmente, de un esfuerzo físico o psíquico. Conduce a una disminución de las capacidades del

organismo: fatiga visual, fatiga auditiva, intelectual, muscular, en relación con el componente orgánico que se ha "saturado" por el esfuerzo. A veces existen diferencias entre la fatiga física o muscular, y la psíquica o mental aunque en realidad, ambas están relacionadas (componente psico-físico de la fatiga). Básicamente, la fatiga muscular se recupera con el reposo adecuado, y la mental con el sueño (sobre todo en el periodo REM del sueño). Si no existen períodos de recuperación adecuados, en cualquiera de los casos puede evolucionar hacia una fatiga crónica con todo su componente sintomático: sensación de malestar, preferentemente por las mañanas, al inicio del trabajo, con trastornos del carácter, y tendencia depresivas o bien de ansiedad, y síntomas psicósomáticos o enfermedades (trastornos del sueño con insomnio y somnolencia diurna, pérdida del apetito, trastornos digestivos, dolor de espalda, mareos, alteraciones menstruales femeninas).

- **Soldadura TIG “Tungsten Inert Gas”.** (Bastidas. 2000). Es un proceso de soldadura que ofrece el mejor acabado que se puede obtener, se usa para soldar metales anticorrosivos y metales difíciles de soldar.

TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación se considera que es de tipo descriptiva.

“Se limita a observar y describir los fenómenos. Se incluyen dentro de la investigación descriptiva a los estudios de desarrollo, estudios de casos, encuestas, estudios correlacionales, estudios de seguimiento, análisis de tendencias, series temporales, estudios etnográficos, investigaciones históricas, etc.” Bisquerra (1999).

El presente estudio, se enmarcó dentro de la modalidad de Investigación de Campo de carácter Descriptivo, que según lo establece el Manual de Trabajos de grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador.

“Se entiende por Investigación de Campo, el análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigación conocidos o en desarrollo”. (UPEL. 2008).

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Una vez determinada que la investigación a desarrollar en este trabajo fue de tipo descriptivo, se deberá llevar a cabo un proyecto factible. Que se define como “la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problema, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales” Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL 2008:7). También indica que “el proyecto factible comprende las siguientes etapas generales: diagnostico, planteamiento y fundamentación teórica de la propuesta; procedimiento metodológico, actividades y recursos necesarios para la ejecución; análisis y conclusiones sobre la viabilidad y realización de proyectos”. En la etapa de análisis se efectuó un estudio de la situación actual con la finalidad de familiarizar al investigador con la problemática existente, realizar un estudio previo de los procesos que se generan en la actualidad, proponer y evaluar mejoras mediante diversas metodologías, lo que dará pie a la fase de estudio de tiempo y normalización; al mismo tiempo se recolectará información de investigación realizadas previamente para fundamentar de forma teórica el trabajo a desarrollar.

UNIDAD TÉCNICA

Según Pardinas (2004), “es definir el ámbito del conocimiento para la investigación”. El área que se trabajó fue la de producción de ventanas, conformada por dos operarios dedicados a realizar tal operación.

FUENTES Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Según Sabino (1996), es un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso de que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información.

Una vez que se obtuvieron los indicadores de los elementos teóricos y definido el diseño de la investigación, fue necesario señalar las técnicas de recolección de datos para mostrar los instrumentos que permitieron obtenerlos de la realidad.

La recolección de datos e información en éste trabajo de investigación se realizará a través de consultas a fuentes primarias y secundarias.

- **Datos primarios:** la obtención de la información primaria se hace a través del uso de las técnicas de recolección de datos como lo son: la observación directa, la encuesta y la entrevista.
- **Datos secundarios:** son registros escritos que proceden también de un contacto con la práctica, pero que ya han sido elegidos y procesados por otros investigadores, por lo tanto, la obtención de la información secundaria, se realizará mediante la revisión documental de textos, artículos y páginas de internet, relacionados con la tecnología de cámaras IP e información básica sobre los sistemas de seguridad.

Según Pardinas (2004), define la observación como “el acto de notar un fenómeno, a menudo con instrumentos, y registrándolo con fines científicos”.

Según Sabino (1996), señala que la observación, “consiste en obtener impresiones del mundo circundante por medio de todas las facultades humanas relevante. Esto suele requerir contacto directo con el (los) sujeto (s), aunque puede

realizarse observación remota registrando a los sujetos en fotografía, grabaciones sonoras, o video grabación y estudiándola posteriormente”.

El cuestionario, según Pardinas (2004), “es un sistema de preguntas que tiene como finalidad obtener datos para una investigación”. Éste sistema debe estar plasmado en un soporte material y utilizar como vehículo de información un lenguaje previamente codificado.

Según Tamayo y Tamayo (2000), define que el propósito de la entrevista en la investigación cualitativa es “obtener descripciones del mundo de vida del entrevistado respecto a la interpretación los significados de los fenómenos descritos”.

TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INVESTIGACIÓN

La información recolectada serán estudiada para la aplicación y cumplimiento de los siguientes métodos: Análisis de la operación, estudio de tiempos y recorridos, identificación de desperdicios a través la metodología ESIDE, el cual incluye una serie de etapas para evaluar el área crítica, sus causas y posibles soluciones; la herramienta de las “5S” de la limpieza, la redistribución del área mediante la utilización del método de la carta viajera con la finalidad de tener una mejor utilización de espacios y mejoras en los puestos de trabajo para los operarios.

DESARROLLO DE LAS FASES METODOLÓGICAS DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo metodológico de la investigación que se muestra a continuación se presenta para cumplir con los lineamientos de los instrumentos utilizados y verificar el desarrollo de los objetivos planteados.

FASE I. Descripción y análisis de la situación actual

En esta etapa se describió el proceso de fabricación de ventanas por medio del uso de la metodología de análisis de la operación. En esta fase se listaron con sus características los equipos y herramientas utilizados por los operarios, y se realizó un diagnóstico del método actual de trabajo en el área de estudio seleccionada. Se realizó el análisis de la situación actual utilizando la herramienta ESIDE a partir del formato n° 4 hasta el n° 9, por medio del cual se identificaron y cuantificaron los desperdicios encontrados en el área caso estudio. En la búsqueda de la cuantificación de los problemas encontrados se hace necesaria la aplicación de herramientas y metodologías como:

- Estudios de tiempos, a través de la aplicación de las ecuaciones de Niebel (1990), por medio de la cual se calculó el tiempo estándar de la situación actual, identificando y cuantificando las actividades productivas y las no productivas presentes en el área caso estudio. Aquí se realizó la calificación de la actuación de los operarios por medio del Sistema Westinghouse, para así lograr el cálculo del tiempo normal y por ende el del tiempo estándar.
- Análisis de los recorridos, se analizaron los extensos desplazamientos realizados por los trabajadores, para cumplir con el fin de realizar la reubicación del departamento de ventanas a través de la aplicación del método de la tabla de preferencias.
- Análisis de los riesgos por la actuación del medio ambiente, se realizó el estudio de la carga calórica de los trabajadores a través del índice WBGT, donde se cuantificó la temperatura a la que están sometidos los operarios en el área caso estudio.
- Análisis de la carga postural, mediante la aplicación de la metodología REBA, donde se identificó la incidencia del método de trabajo actual sobre la postura de los operarios.

FASE II. Diseño de propuestas de mejoras en el método de trabajo de elaboración de ventanas

Tales propuestas, se realizaron en función del estudio previo ejecutado en las fallas y sus causas, con el fin, de aumentar los niveles óptimos de producción con el firme propósito de incrementar la productividad mediante el uso de metodologías y herramientas del justo a tiempo, entre otras como se muestra a continuación:

- Implementación de la metodología 5S, por medio del uso de: la observación directa, los datos recolectados, entrevistas y cuestionarios a los operarios, se logró la implantación hasta su tercera fase es decir, se implementó un 60% de lo propuesto comprometiendo a los encargados del área en la continuidad del método.
- Reubicación del área de ventanas a través del método de carta viajera, gracias al estudio realizado con anterioridad se hizo la aplicación de esta herramienta donde se encontró la distribución que mejor se adapta a las necesidades del área caso estudio.
- Se realizaron propuestas de mejora continua, gracias a las herramientas de análisis utilizadas se logró proponer la implementación de dispositivos denominados diseños de mejoras específicamente en las máquinas y equipos ya existentes.

FASE III. Establecer un instructivo de operaciones de las actividades necesarias para la elaboración de las ventanas

El desarrollo de la presente fase dependió de la comprensión de los procesos actuales, para que por medio de las mejoras propuestas se pueda ajustar el proceso a un procedimiento estructurado donde cualquiera de los operarios asignados pueda realizar las actividades concernientes a la elaboración de ventanas.

FASE IV. Análisis y estudio del impacto de las propuestas de mejoras.

Aquí se efectuó, lo concerniente a la evaluación y estimación sobre el impacto cualitativo y cuantitativo de las propuestas de mejoras en el área caso estudio bajo ciertos criterios que permitan al panel ejecutivo de la empresa tomar la decisión para la implementación de las mismas.

DEFINICIÓN CONCEPTUAL Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES DE ESTUDIO

En el trabajo de investigación, se hace necesaria la presentación de un sistema de variables, con el fin de aportar a la estructura del mismo la comprensión de los diversos aspectos del problema a solucionar.

Según Tamayo y Tamayo (2000), una variable se define como una característica, cualidad, atributo o propiedad del sujeto o unidad de observación. Representan las características cualitativas y cuantitativas de los objetivos del trabajo de investigación.

De acuerdo con la definición citada anteriormente, se puede deducir que las variables de la investigación van a representar la dimensión del objeto de estudio y sus valores van a presentar diversas magnitudes durante el desarrollo del proyecto. Por otra parte, en el proceso lógico de Operacionalización de las variables no es más que determinar los parámetros de medición a partir de los cuales se establecerá la relación de las variables enunciadas con el objeto de la investigación.

A continuación, se presenta la Tabla N°3, la cual contiene las variables necesarias que se deben tomar en cuenta para el desarrollo del trabajo de investigación en función del objetivo general como allí se muestra.

Tabla N°3. Operacionalización de las variables

OBJETIVO GENERAL		
Propuesta de mejora en los métodos de trabajo en el área de producción de ventanas.		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HERRAMIENTAS	TIEMPO
• Diagnosticar la situación actual del área de producción de ventanas.	Estudio de la situación actual a través del análisis de la operación	La aplicación de estas herramientas se llevó a cabo en un lapso de ocho (8) semanas.
	Análisis, identificación y cuantificación de los Desperdicios, a través de la herramienta ESIDE (Paso 4).	
	Método WBGT	
	Metodología REBA	
	Calificación del trabajo, a través del sistema Westinghouse	
	Análisis del recorrido	
	Análisis Causa- Efecto	
• Diseñar propuestas de mejoras en los métodos de trabajo en el área de producción de ventanas mediante la incorporación de herramientas de ingeniería de métodos.	Principio de economía de movimientos.	Para el cumplimiento de este objetivo se necesitaron de cuatro (4) semanas.
	Método de Precedencias	
	Redistribución y aprovechamiento del área de trabajo.	
	Implementación de dispositivos.	
	Aplicación de la metodología 5S.	
• Estandarizar los procedimientos en el área de producción de ventanas.	Observación directa, estudio de tiempos y recorridos.	Se utilizó un tiempo de 24 semanas.
	Ecuaciones de Niebel	
	Método de calificación del operario por medio del Sistema Westinghouse.	
	Documentación del proceso realizado de manera efectiva en el área.	
• Evaluar el impacto económico de las propuestas de mejoras en la producción de ventanas.	Estudio de factibilidad.	Para este estudio se necesitaron de cinco (5) semanas.
	Estudio de rentabilidad.	

CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo especial de grado fue proponer una serie de mejoras que permitan incrementar la productividad en el área de elaboración de ventanas en la empresa FANABUS S.A. A raíz de ello fue necesario realizar el estudio de la situación actual en el departamento mencionado, del cual surgieron las causas de los problemas, y estos a su vez fueron analizados a fondo con el fin de generar propuestas factibles y rentables para proporcionar los beneficios significativos a la empresa.

La base de este proyecto fue la aplicación de técnicas y metodologías de Ingeniería Industrial, como fueron el estudio de la metodología ESIDE a partir del formato n°4. La elaboración de estudios de métodos de trabajo, estudio de tiempo, estudios ergonómicos, diseños de facilidades y su respectiva evaluación económica.

Dentro del estudio se cumplió con los objetivos específicos de: encontrar un diagnóstico de la situación actual del área como se hace evidente en los capítulos III y IV, se realizó un estudio estándar inicial de las operaciones con el fin de servir como base a los nuevos cambios realizados en el área en pro del incremento de la productividad, y en la búsqueda de dicho incremento se realizaron una serie de propuestas que antes de la culminación del trabajo especial de grado la empresa adoptó dentro del departamento de ventanas, que se mencionan:

- La reubicación del área de ventanas a la cortadora disminuyendo el 87,30% del recorrido de la operación, esto a su vez representa un aporte valioso en la depreciación en un 50,02% en el tiempo de las operaciones productivas.

- Se inició la construcción del diseño de facilidades, en la actualidad ya se ha elaborado el 60% de las mismas en el área, puesto que la empresa cuenta con un taller para la reparación de equipos. Con tal aplicación se influye en el desempeño de los trabajadores dentro del área y un incremento de la productividad en un 30%.
- A pesar de la reserva inicial por el método se logró la implementación en un 60% de la metodología 5S en la estación de elaboración de ventanas brindándole a los trabajadores una nueva visión para el área y de esta manera asegurar el orden y limpieza dentro la misma. Influyendo en un incremento de la productividad en un 30%.

Los resultados obtenidos de la implementación de este proyecto fueron evaluados cualitativamente y cuantitativamente evidenciando valores favorables que permiten el aumento de los recursos que intervienen en la productividad a un bajo costo.



RECOMENDACIONES

Siguiendo los lineamientos del sistema de producción de la empresa ensambladora y en pro de la mejora continua se exhiben las siguientes recomendaciones:

- I. Implementación a cabalidad de las mejoras propuestas en el presente trabajo de grado. A demás de hacer el seguimiento correspondiente al desempeño de las propuestas, para de este modo garantizar la confiabilidad de los resultados esperados.
- II. Solicitar al almacén que dote al departamento de elaboración de ventana de toda la materia prima necesaria para un mes de trabajo.
- III. Garantizarle al nuevo departamento de ventanas las condiciones necesarias para la realización del trabajo, es decir, colocar en el área la iluminación adecuada y brindarles a los trabajadores la circulación del aire, por medio de algún dispositivo sencillo de ventilación, con el fin de disminuir la fatiga de los operarios y que se muestren más interesados en el trabajo.
- IV. Eliminar las batas de seguridad y brindarle a los trabajadores una vestimenta más adecuada para la realización de las operaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Bastidas, A. (2000). Ingeniería de ejecución industrial. Editorial Universidad Tecnológica Metropolitana. Santiago. Chile.
- Benjamín, N. (1990). “Métodos, tiempos y movimientos”. Editorial Alfaomega. D.F. México
- Bisquerra, R. (1999). Métodos de Investigación Educativa. Guía Práctica. Ediciones CEAC, S.A. Barcelona. España.
- Burgos F (2003). Ingeniería de Métodos, Calidad-Productividad. Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo. Valencia. Venezuela.
- Cabrera y España. (2004). Guía práctica Ingeniería Industrial. Ediciones CEAC. S.A. Barcelona. España.
- Centro Nacional de Condiciones de Trabajo Argentina (2008). Valoración del Riesgo de Estrés térmico. Buenos Aires. Argentina.
- Elwood, S.(2002). Administración y dirección técnica de la producción. Editorial Limusa. D.F. México.
- GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA. 19 de junio de 1997, Número 2254.
- Gaither y Fraizier (2000) Administración de Producción y Operaciones. Ediciones. Thomson. Buenos Aires. Argentina
- García y Valdez (1999), Diseño de mejoras en el proceso de ensamblaje de vehículos en la línea de chasis de camiones. Caso Ford Motor. Universidad de Carabobo. Valencia. Venezuela.
- Giorlandini, E. (2000). Ciencias del trabajo y la fatiga. Editorial Universitaria de la UTN. Buenos Aires. Argentina.
- Hignett & McAtamney (2000). REBA: Rapid Entire Body Assessment. Applied Ergonomics. Nueva York. Estados Unidos.
- Illada y Ortíz. Cuadernillo de Ingeniería Industrial. Ingeniería de Métodos. Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo. Valencia Venezuela.

- Marín y Sánez (2007), Rediseño del área de subensamblaje de front end en la línea de pasajeros de una empresa ensambladora de vehículos. Caso ENCAVA C.A. Venezuela. Estado Carabobo. Valencia. Universidad de Carabobo.
- Mayers, F. (2008). “Estudios de tiempos y movimientos para la manufactura ágil”. Editorial Prentice Hall. D.F. México
- Niebel, B. (1990). Ingeniería Industrial: "Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. Editorial Alfa omega. D.F. México.
- Núñez, M. (2003). Criterios de Calidad. Universidad APEC. Santo Domingo. República dominicana
- Páez, M (1998). Redistribución en planta de la Línea de Mecanizado de punta de ejes para vehículos. Caso C.A. Danaven División Ejes y Cardanes. Universidad de Carabobo. Valencia. Venezuela.
- Paredes, E. (2008). Citando las palabras del Dr. Masaaki Imai en el Primer Foro Regional de la Calidad. UNT. Instituto de la Ingeniería Aplicada. Buenos Aires. Argentina.
- Pardinas, F (2004) Metodología y Técnicas de Investigación en Ciencias Sociales. Editorial Siglo XXI. D.F. México.
- Sabino, C. (1996). El Proceso de Investigación. Argentina. Editorial Lumen Hmanitas.
- Tamayo y Tamayo (2000). Metodología Formal de la Investigación Científica. Editorial Comex, S.A. Bogotá. Colombia.
- UPEL. (2006). Manual de Trabajos de Grado de Especialización, Maestría y Tesis Doctorales. Vicerrectorado de Investigación y Postgrado. FEDEUPEL. (6^{ta} edición). Caracas. Venezuela