



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

RESIDENCIA PROFESIONAL

“ESTUDIO DE MOVIMIENTOS Y TIEMPOS EN EL
ÁREA DE PRODUCCIÓN DE DURMAN ESQUIVEL
POLYDUCTO S.A. DE C.V.”

Durman.

POR:

JUAN CARLOS GÓMEZ TOLEDO

NO. CONTROL: 07360254

INGENIERIA INDUSTRIAL

ASESOR:

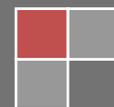
ING. ING. ALEXIS AGUILAR BRINDIS

Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos



Dirección General de Institutos Tecnológicos

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS



Durman.

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas a 24 de Junio del 2011

M.C. ROBERTO CARLOS GARCÍA GÓMEZ
JEFE DEL DEPTO DE GESTION TECNOLOGICA Y VINCULACION
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ
PRESENTE:

Asunto: CARTA DE LIBERACIÓN

Por este medio me permito comunicar a usted que él **C. Juan Carlos Gómez Toledo**, con numero de control 07360254, inscrito en la carrera de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico, concluyo satisfactoriamente su residencia profesional, titulado **“ESTUDIO DE MOVIMIENTOS Y TIEMPOS EN EL AREA DE PRODUCCION DE DURMAN ESQUIVEL S.A. DE C.V.”** y habiendo cubierto un total de 640 horas en el periodo comprendido de enero-junio del 2011.

Sin otro en particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Ing. Angel Edi López Ballinas

Jefe de Planta

Planta Chiapas

DURMAN ESQUIVEL S.A. DE C.V.

R.F.C. DES-STV78-SAA



DURMAN ESQUIVEL S.A. DE C.V.
Carretera Tuxtla-Aeropuerto Angel Albino Corzo Km 11
Colonia Salvador Urbina, Chiapa de Corzo, Chiapas
Tel 01(961)61.574.37 y 61.574.38
www.durman.com

"2011, Año del Turismo en México"



SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA

SEP

CONSTANCIA DE LIBERACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

A QUIEN CORRESPONDA:

Por medio de la presente me permito informarle que ha concluido la asesoría y revisión del proyecto de Residencia Profesional cuyo título es: **"Estudio de Movimientos y Tiempos en el área de Producción de Durman Esquivel Polyducto S.A. de C.V."**, desarrollado por el **C. JUAN CARLOS GÓMEZ TOLEDO**, con número de control 07360254, desarrollado en el período "ENERO-JUNIO 2011".

Por lo que, se emite la presente Constancia de Liberación y Evaluación del Proyecto a los veintitrés días del mes de junio de 2011.

ATENTAMENTE
"CIENCIA Y TECNOLOGÍA CON SENTIDO HUMANO"

Ing. Alexis Aguilar Brindis
Asesor del Proyecto

Ing. Vicente Agustín Coello Constantino
Revisor del proyecto

M.C. Jorge Antonio Orozco Torres
Revisor del proyecto

c.c.p.- Archivo.

Carretera Panamericana Km.1080, C.P. 29050, Apartado Postal 599
Teléfonos: (961) 61 5-03-80 (961) 61 5-04-61 Fax: (961) 61 5-16-87
<http://www.ittg.edu.mx>



Alcance del Sistema: Proceso Educativo

Índice

	Página
Introducción	1
Capítulo 1.- Caracterización del Proyecto y Dimensiones del Problema	2
1.1.- Definición del Problema	3
1.2.- Objetivos	3
1.2.1.- Objetivo General	3
1.2.1.- Objetivos Específicos	4
1.3.- Justificante	4
1.4.- Alcances y Limitaciones	5
1.4.1.- Alcances	5
1.4.2.- Limitaciones	5
Capítulo 2.- Antecedentes o Aspectos Generales de la Empresa	6
2.1.- Historia de la Empresa	7
2.2.- Misión	14
2.3.- Visión	14
2.4.- Organigrama de la Empresa	15
2.5.- Ubicación de la Empresa	16
2.6.- Zonificación de la Empresa	17
2.7.- Descripción del Proceso	18
Capítulo 3.- Marco Teórico	19
3.1.- Estudio de Tiempos	20
3.2.- Requerimientos del Estudio	21
3.3. Equipo para el Estudio de Tiempos	22
3.3.1.- Cronómetro	22
3.3.2.- Formas de Estudio de Tiempos	23
3.4.- Elementos del Estudio de Tiempos	24
3.4.1.- Elección del Operario	24
3.4.2.- Posición del Observador	26
3.4.3.- División de la Operación en Elementos	26
3.5.- Inicio del Estudio	28
3.5.1.- Método de regreso a Cero	28
3.5.2.- Método Continuo	29
3.5.3.- Manejo de Dificultades	30
3.5.4.- Ciclo del Estudio	32
3.6.- Calificación del Desempeño del Operario	33
3.6.1.- Asignación de Suplementos	34

3.7.- Cálculo del Estudio	35
3.8.- Tiempo Estándar	38
3.9.- Diagrama de Flujo del Proceso	39
3.9.1.- Recomendaciones Previas a la Elaboración del Diagrama de Flujo	40
3.9.2.- Como Construir el Diagrama de Flujo	41
3.10.- El Sistema Westinghouse para calificar Esfuerzos	41
3.11.- Policloruro de Vinilo (PVC)	46
3.11.1.- Historia	48
3.11.2.- Propiedades del PVC	49
3.11.3.- Características del PVC	49
3.12.- Procedimientos de Elaboración del PVC	52
3.12.1.- Moldeo por Extrusión	52
3.12.2.- Aditivos Utilizados en la Fabricación del PVC	54
3.12.3.- Extrusores de Doble Husillo	55
3.12.4.- Fusión del Polímero	56
3.12.5.- El Dado	57
3.12.6.- Orientación y Cristalización	58
Capitulo 4.- Situación Actual de las Operaciones	59
4.1.- Recopilación de la Información	60
4.1.1.- Lista de Operaciones del Proceso de Producción	60
4.1.1.1.- Mezclado	60
4.1.1.2.- Extrusión	62
4.1.1.3.- Acampanado y Abocinado	67
4.1.2.- Descripción Detallada de Actividades	69
4.1.2.1.- Diagramas de Flujo del Proceso	70
4.1.3.- Distribución de la Planta	75
4.1.4.- Diagrama de Planta	76
4.2.- Análisis de la Situación Actual	77
4.2.1.- Situación Actual de la Planta	77
4.2.2.- Condiciones Ambientales de las Instalaciones	78
4.3.- Sistema de Calificación de Westinghouse	81
4.4.- Estudio de Movimientos y Tiempos	85
4.4.1.- Proceso de Mezclado	86
4.4.2.- Cambio de Cabezal	87
4.4.3.- Cambio de Cono y/o Dado	88
4.4.4.- proceso de Abocinado	89
4.4.5.- Proceso de Acampanado	90
4.5.- Tiempo Estándar de las Actividades Muestreadas	91
Capitulo 5.- Planteamiento de las Alternativas de Solución	92
5.1.- Puntos a Considerar para el Planteamiento de Alternativas de Solución	93

5.2.- Alternativas de Solución para el Área de Mezclado	93
5.2.1.- Instalación de Extractor de Aire	94
5.2.2.- 1 Costal sale y 1 Costal entra	95
5.3.- Alternativas de Solución para el Cambio de Cabezal, Cono y Dado	96
5.3.1.- Puestos de herramientas y Tapetes de Hule	96
5.3.2.- Retiro de Material del Cabezal	98
5.3.3.- Purgado Rápido	101
5.4.- Alternativas de Solución para el Proceso de Acampanado y Abocinado	102
5.4.1.- Recorrer Menos Distancias	102
 Capitulo 6.- Conclusión y Recomendaciones	 104
 6.1.- Conclusión	 105
6.2.- Recomendaciones	105
 Bibliografía	 107
 Anexos	 108

Índice de Tablas

	pagina
Tabla 2.1.- Productos por Durman Esquivel	10
Tabla 3.1.- Numero recomendado de Ciclos de Observación	32
Tabla 3.2.- Simbología del Diagrama de Procesos de Flujo	40
Tabla 3.3.- Tabla de Calificaciones de habilidades de Westinghouse	42
Tabla 3.4.- Tabla de Calificaciones de esfuerzo de Westinghouse	43
Tabla 3.5.- Tabla de Calificaciones de Condiciones de Westinghouse	44
Tabla 3.6.- Tabla de Calificaciones de Consistencia de Westinghouse	45
Tabla 3.7.- Propiedades del PVC	49
Tabla 4.1.- Obreros a los que se les realizo el estudio de Movimientos y Tiempos	69
Tabla 4.2.- Diagrama de Flujo del Proceso de Mezclado	70
Tabla 4.3.- Diagrama de Flujo del Proceso de cambio de Cabezal	71
Tabla 4.4.- Diagrama de Flujo del Proceso de cambio de Cono y/o Dado	72
Tabla 4.5.- Diagrama de Flujo del Proceso de Acampanado	73
Tabla 4.6.- Diagrama de Flujo del Proceso de Abocinado	74
Tabla 4.7.- Calificación de Westinghouse para el Área de Mezclado	81
Tabla 4.8.- Calificación de Westinghouse para el Cambio de Cabezal	82
Tabla 4.9.- Calificación de Westinghouse para el Cambio de Dado y/o Cono	82
Tabla 4.10.- Calificación de Westinghouse para el proceso de Acampanado	83
Tabla 4.11.- Calificación de Westinghouse para el proceso de Abocinado	84
Tabla 4.12.- Estudio de Movimientos y Tiempos del Proceso de Mezclado	86
Tabla 4.13.- Estudio de Movimientos y Tiempos del Cambio de Cabezal	87
Tabla 4.14.- Estudio de Movimientos y Tiempos del Cambio de Cono y/o Dado	88
Tabla 4.15.- Estudio de Movimientos y Tiempos del Proceso de Abocinado	89
Tabla 4.16.- Estudio de Movimientos y Tiempos del Proceso de Acampanado	90
Tabla 4.17.- Tabla de Tiempos Estándares resultados del estudio	91
Tabla 5.1.- Nuevo Diagrama del Flujo del Proceso del Cambio de Cabezal Propuesto	99
Tabla 5.2.- Nuevo Diagrama del Flujo del Proceso del Cambio de Cono y/o Dado	100
Tabla 5.3.- Nuevo Diagrama de Flujo del Proceso de Acampanado	103

Índice de Imágenes

	pagina
Imagen 2.1.- Durman Esquivel Latinoamérica	9
Imagen 2.2.- Organigrama Organizacional	15
Imagen 2.3.- Mapa de Ubicación de la Planta	16
Imagen 2.4.- Zonificación de la Planta	17
Imagen 3.1.- Composición Química del PVC	47
Imagen 3.2.- Sección Transversal de una Extrusora	52
Imagen 3.3.- Proceso de Plastificación del PVC dentro del Cañón	53
Imagen 3.4.- Cabezal y Dado	57
Imagen 4.1.- Mezcladora	61
Imagen 4.2.- Enfriadora	61
Imagen 4.3.- Cañón	62
Imagen 4.4.- Cabezal	63
Imagen 4.5.- Tina Enfriadora	64
Imagen 4.6.- Jaladora	64
Imagen 4.7.- Imprenta	66
Imagen 4.8.- Cortadora	66
Imagen 4.9.- Acampanadora	68
Imagen 4.10.- Acampanador	68
Imagen 4.11.- Distribución de la Planta	75
Imagen 4.12.- Diagrama de Planta	76
Imagen 5.1.- Extractor de Aire	94
Imagen 5.2.- Montacargas colocando Costal de Resina en Llenadora de Tolva	95
Imagen 5.3.- Propuesta de Puntos de Herramientas y Tapetes de Hule	97
Imagen 5.4.- Propuesta de Purgado Rápido	101

Introducción

Un estudio de Movimientos y Tiempos es una herramienta importante dentro de la estandarización de las actividades, ya que nos permite conocer a fondo todos los elementos que conforman dichas actividades y obtener su tiempo estándar, estos tiempos le permiten a la gerencia estandarizar las actividades y así conocer cuál es su capacidad de producción y sobre todo el tiempo que les llevaría surtir una orden y a su vez facilitar la implantación de otros métodos para el mejoramiento de la productividad de la empresa.

En la fábrica de Durman Esquivel Polyductos central Tuxtla Gutiérrez se realizó el estudio de Movimientos y Tiempos para así determinar los tiempos estándares de las principales actividades desarrolladas dentro de su proceso y así ayudar a su desarrollo en nuestra región.

Basados en los resultados y en los conocimientos adquiridos durante el periodo de elaboración del proyecto se contemplaron propuestas de mejoras, las cuales son presentadas a los gerentes administrativos de dicha industria.

CAPITULO 1.- CARACTERIZACION DEL PROYECTO Y DIMENSIONAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1.- Definición del Problema

En la empresa Durman Esquivel Polyducto S.A. planta Tuxtla se realiza la actividad de Extrusión de tubos de PVC, este proceso cuenta con una serie de pasos no definidos, los cuales son realizados de manera empírica por los trabajadores de la planta ante la falta de un manual de Procedimientos para la realización de sus trabajos. El proceso constantemente sufre de pequeños cambios y reajustes ya que al no estar estandarizados quedan a la interpretación de los trabajadores, además de que cada tipo de tubo tiene su mezcla, temperatura y velocidad de extrusión para ser producido de manera correcta que en muchas ocasiones tiene que ser reajustado. Uno de los objetivos establecidos por la empresa Durman Esquivel es la aplicación de la Filosofía de Lean Manufacturing y uno de los puntos que se les fue subrayado fue la estandarización del proceso y para eso es necesario un estudio de Movimientos y Tiempos del proceso de Manufactura.

1.2.- Objetivos

1.2.1.- Objetivo General

Realizar un estudio de Movimientos y Tiempos en el área de producción para determinar todos los movimientos que se realizan durante la producción de Tuberías y así estandarizar los métodos de trabajo para eliminar movimientos ineficaces que puedan causar fatiga y altos tiempos de ciclo.

1.2.2.- Objetivos Específicos

- Establecer las actividades para la producción de Tubos de PVC mediante el proceso de extrusión.
- Determinación de los movimientos necesarios para la realización de estas actividades.
- Establecimiento de estos movimientos en elementos para su estudio
- Toma de tiempo de los elementos.
- Estandarización de las actividades dentro del Proceso eliminando movimientos innecesarios.
- Procesamiento de los tiempos y establecimiento de tiempos estándares y determinar movimientos innecesarios.

1.3.- Justificante

El proceso de producción de Tubería de PVC por Extrusión es un proceso delicado en el cual afectan muchos factores para su correcta elaboración como es las cantidades de materiales en la mezcla, la temperatura de Mezclado, la velocidad de la extrusoras y la jaladora, además del uso que se le dará con lo cual se determina si llevará abocinado o no, todos estos factores hacen que el proceso de fabricación sea complicado de estandarizar, eso provoca que todas estas actividades sean realizadas por los trabajadores sin un honden establecido con lo cual se obtiene mucha variación del producto, por lo tanto se requiere de un estudio de Movimientos y Tiempos para mejorar la calidad de los productos realizados en esta industria.

1.4.- Alcances y Limitaciones

1.4.1.- Alcances

El Proyecto de Estudio de Movimientos y Tiempos en el área de Producción de Durman Esquivel Polyductos S.A. de C.V. fue enfocado directamente a la Línea 1 en esta área, ya que la Línea 2 sufrió de varios desperfectos durante el periodo en que se elaboro el proyecto, por consecuencia esto será enfocara en tubos de PVC de Norma de diámetros pequeños debido a que la línea 2 es la encargada de producir los tubos de mayor diámetro.

1.4.2.- Limitaciones

- No existe una estandarización del proceso
- Los trabajadores incurren constantemente en la improvisación
- Los tiempos de ciclo del Mezclado son muy largos
- Los cambios de cabezales y dados ocurren muy esporádicamente
- Ocurren fallas en los equipos que dificultan la toma de tiempos
- La fabrica ha tenido que realizar paros no programados (de hasta 1 semana) por problemas técnicos y de sobreproducción

CAPITULO 2.- ANTECEDENTES O ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA

2.1.- Historia de la Empresa

Grupo Durman Esquivel, México se fundó en 1959 importando tuberías desde Holanda. La producción local comenzó poco tiempo después de instalarse la primera planta de extrusión e inyección en Costa Rica. Suficiente modelo de producción, administración y mercadeo le permitieron convertirse rápidamente en el “Líder del PVC” en Centroamérica y su división internacional estableció plantas de producción y distribución en Guatemala, el salvador, Nicaragua, Panamá, Perú, República Dominicana, y Honduras.

En 1997, inicio sus operaciones en México adquiriendo industria plástica de tubería en Atizapán, dedicada principalmente a la fabricación de tubos y accesorios sanitarios.

En 1999, adquirió dos plantas más, HI-tepla, ubicada en Cholul, Mérida Yucatán y es reconocida por sus productos sanitarios, conduit e hidráulicos y la chiapaneca de tubos y extruidos del sureste, especializada en tuberías hidráulicas con campana.

La expansión de Durman Esquivel México siguió en el 2000; compra plásticos de Veracruz, por lo que su cobertura en el sureste del país es completa, lo que refleja su presencia en el mercado.

En Abril del 2001 adquirió la planta de poliducto ubicada en Querétaro y en junio del 2001 inició operaciones en industria plástica de tuberías S.A. DE C.V. planta los Mochis, Sinaloa reafirmando así su liderazgo en el PVC.

Grupo Durman Esquivel México, participa actualmente en la construcción de un México moderno, suministrando sus plásticos para las obras realizada por dependencia de gobierno, federal, estatal y municipal. Actualmente mantiene la relación técnica-comercial con importantes organismos tales como: SEDESOL,

TELMEX, INFONAVIT, INFATUR, IMTA, SEMARNAP, CFE, CNA, PEMEX, DDF, FIRCO, SAGARPA, CNIC, obras públicas, municipio, juntas de aguay saneamiento, fundación PRODUCE, entre otras.

Desde 1999 cuenta con el certificado de proveedor confiable, emitido en su momento por IMTA, CNA, SEMARNAP Y SERTIMEX.

Para la línea hidráulica y alcantarillado; la validación de INFONAVIT para la línea sanitaria y el protocolo de pruebas para la línea conduit que emite la CFE.

Asimismo, entre los 2000, 2002 y 2004 son puestos en operación sucursales en las ciudades de Morelia, Oaxaca, Iztapalapa, Tampico, Villahermosa, Ecatepec, Puebla, Guadalajara, Chihuahua y Cancún, con el propósito de estar más cerca de los clientes y obteniendo así una ventaja competitiva, en relación al servicio y entrega.

La calidad y estandarización de los procesos de Durman Esquivel México, es confirmada a lograr, en octubre del año 2000 la certificación de sus plantas Atizapán y Mérida con la norma ISO 9000.

A partir del año 2001 el grupo Durman Esquivel México. Adquiriendo el laboratorio de prueba POLYDUCTOS acreditando ante la entidad mexicana la acreditación (EMA), el cual cuenta con el reconocimiento de la comisión nacional del agua (CNA) al estar incluidos en su listado de organismos acreditados y aprobados.

En el 2002 el grupo Durman Esquivel México, expande sus operaciones colocando su séptima planta en el estado de Guadalajara Jalisco para abastecer las necesidades del mercado identificados en el estado.

A partir de enero del 2004 unificó sus operaciones como POLYDUCTO S.A DE C.V. (plantas y sucursales) y el 12 de mayo del 2004 se obtuvo la certificación de ISO 9000: 2000 para las plantas de Durman Esquivel México.

En el 2006 Durman Esquivel pasa a manos del grupo belga Aliaxis. Con un monto de \$200 millones la compañía europea de tuberías, Aliaxis, tomó control de la totalidad de las acciones de la empresa. El grupo Aliaxis Latinoamérica (Imagen 2.1) surge de la unión entre Durman y Aliaxis.

Durman Esquivel en unión con Aliaxis distribuyen en los mercados de México, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia, Perú, Brasil, Uruguay y Argentina una amplia gama de productos (Imagen 2.2) siendo su principal mercado la tubería de PVC.



Imagen 2.1.- Durman Esquivel Latinoamérica

Tuberías y Accesorios



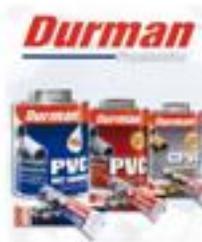
Tuberías de Polietileno
Tuberías Rib Loc, Rib Steel & Culvert Steel
Tuberías Conduit (Eléctrica)
Tuberías de PVC
Tuberías de PTF
Tuberías de CPVC
Tubería Multicapa (PE AL PE y PEX AL PEX)
Tuberías de Polipropileno
Tubería para Pozos
Otras

Geosintéticos



Geotextiles
Geomembranas
Geomallas
Mantos de Control de Erosión
Geocompuestos

Cementos / Soldadura Química



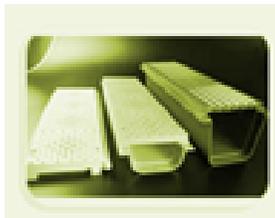
Pegamentos o cementos de contacto para PVC.

Bombas



Las Bombas son máquinas que mediante presión logran llevar un caudal a lugares que no podría alcanzar por sí mismo.

Canoas y Canales



Canoas

Canales para Piso

Mangueras



Nuestras mangueras de PVC plastificado son un reflejo más de la experiencia que tenemos en el desarrollo de los mejores productos para la conducción de líquidos y gases.

Tanques para Agua



Parte vital de los equipos hidroneumáticos y de almacenamiento residencial en general, los Tanques para Agua sirven para mantener reserva de líquido para períodos de varias horas y hasta días.

Pozos de Registro



Los Pozos de Registro son elementos de mantenimiento que se deben colocar en todos los lugares donde los colectores de aguas negras o pluviales cambian de dirección o de pendiente.

Fosas Sépticas



Elementos fabricados por roto moldeo, muy útiles para el tratamiento primario de aguas negras en residencias, sobre todo en aplicaciones rurales o de vivienda de interés social.

Riego



- Tuberías y Accesorios
- Geosintéticos
- Cementos / Soldadura Química
- Bombas
- Mangueras
- Tanques para Agua
- Riego
- Tratamiento de Aguas
- Trampas y Filtros
- Sistemas de Drenaje
- Vehículos Utilitarios
- Equipos de Mantenimiento

Tratamiento de aguas



Actualmente la contaminación del agua es uno de los problemas más preocupantes en nuestro entorno. Ante esta situación nos preocupamos por ofrecer soluciones integrales, tanto de tratamiento de agua potable como de aguas negras, incluyendo procesos como la potabilización y desalinización de aguas.

Válvulas e Hidrantes



- Válvulas de Compuerta de Hierro Dúctil
- Válvulas de Mariposa en diferentes materiales
- Válvulas de Bola en diferentes materiales
- Válvulas Anti Retorno
- Válvulas para Inclusión de aire
- Hidrantes multi|valvulares
- Hidrantes estándar

Trampas para Grasas



Evitan que la grasa se vaya por los drenajes al salir por sistemas de lavado.

Sistemas de Drenaje



Está disponible una serie de soluciones para los problemas de captación de aguas en escorrentía o infiltradas, así como ingeniosos dispositivos de protección y registro.

Puertas y Ventanas de PVC



Diseñadas a la medida de sus necesidades y gustos, nuestras puertas y ventanas de PVC son fabricadas bajo estrictas normas de calidad, con materia prima sometida a rigurosas pruebas específicas que les garantizan su durabilidad.

Carritos de Golf



Somos representantes de la marca Club Car, líder mundial en la fabricación de carritos para Golf.

Equipos para Mantenimiento



Quizás uno de nuestros negocios más específicos es el que se encarga del desarrollo y mantenimiento de campos de golf. Esta es un área que complementamos con la representación exclusiva de la marca Toro, líder mundial en equipos especializados en el mantenimiento de campos de golf.

Tabla 2.1.- Productos por Durman Esquivel

2.2.- Misión

Ser el líder global en la transformación de termoplásticos para la conducción de fluidos, universalmente respetado por su innovación, calidad, excelencia, servicio y valor.

2.3.- Visión

Prever soluciones integrales para los mercados de conducción de fluidos incorporando nuestro conocimiento global para el beneficio sostenible de nuestros clientes, empleados socios, comunidad y medio ambiente.

2.4.- Organigrama de la Empresa

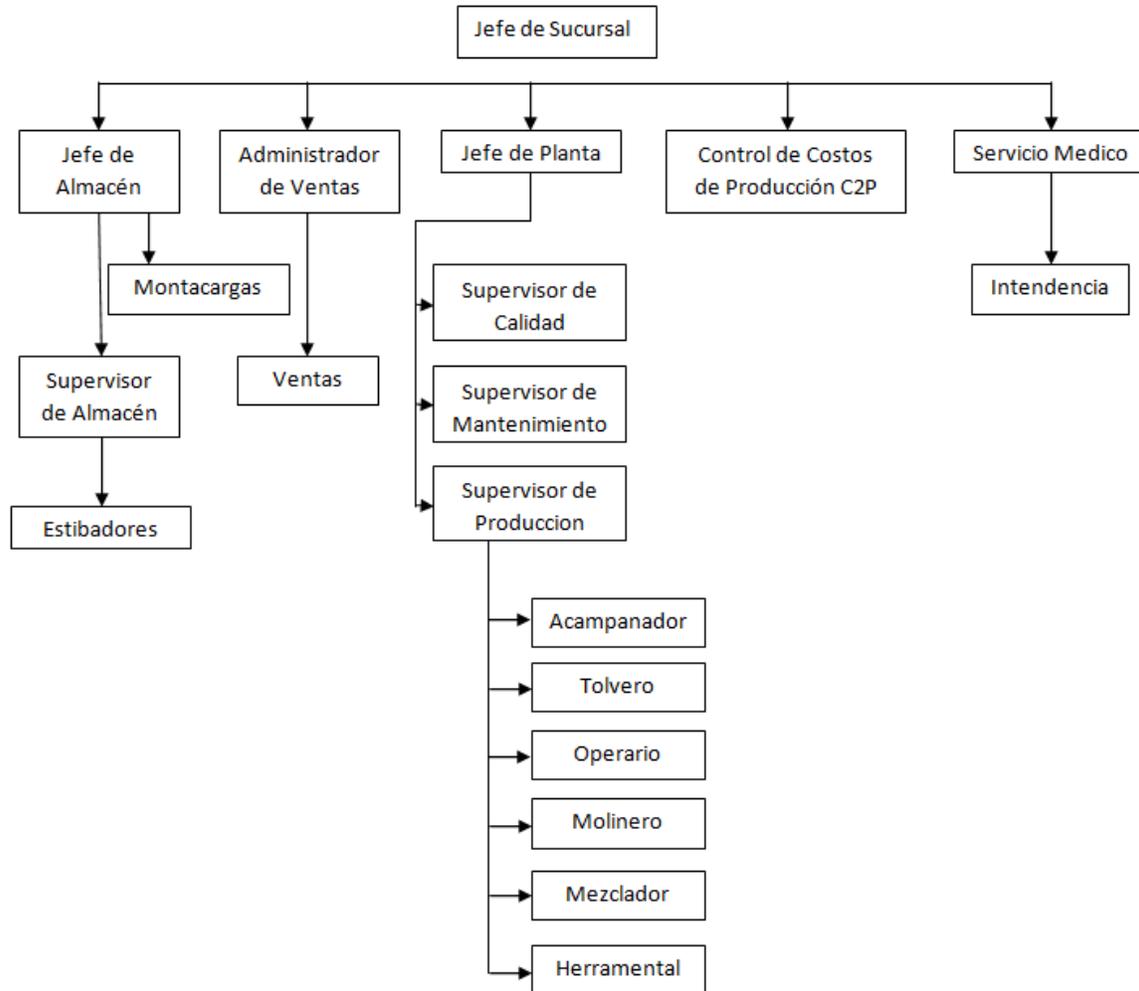


Imagen 2.2.- Organigrama Organizacional

2.5.- Ubicación de la Empresa

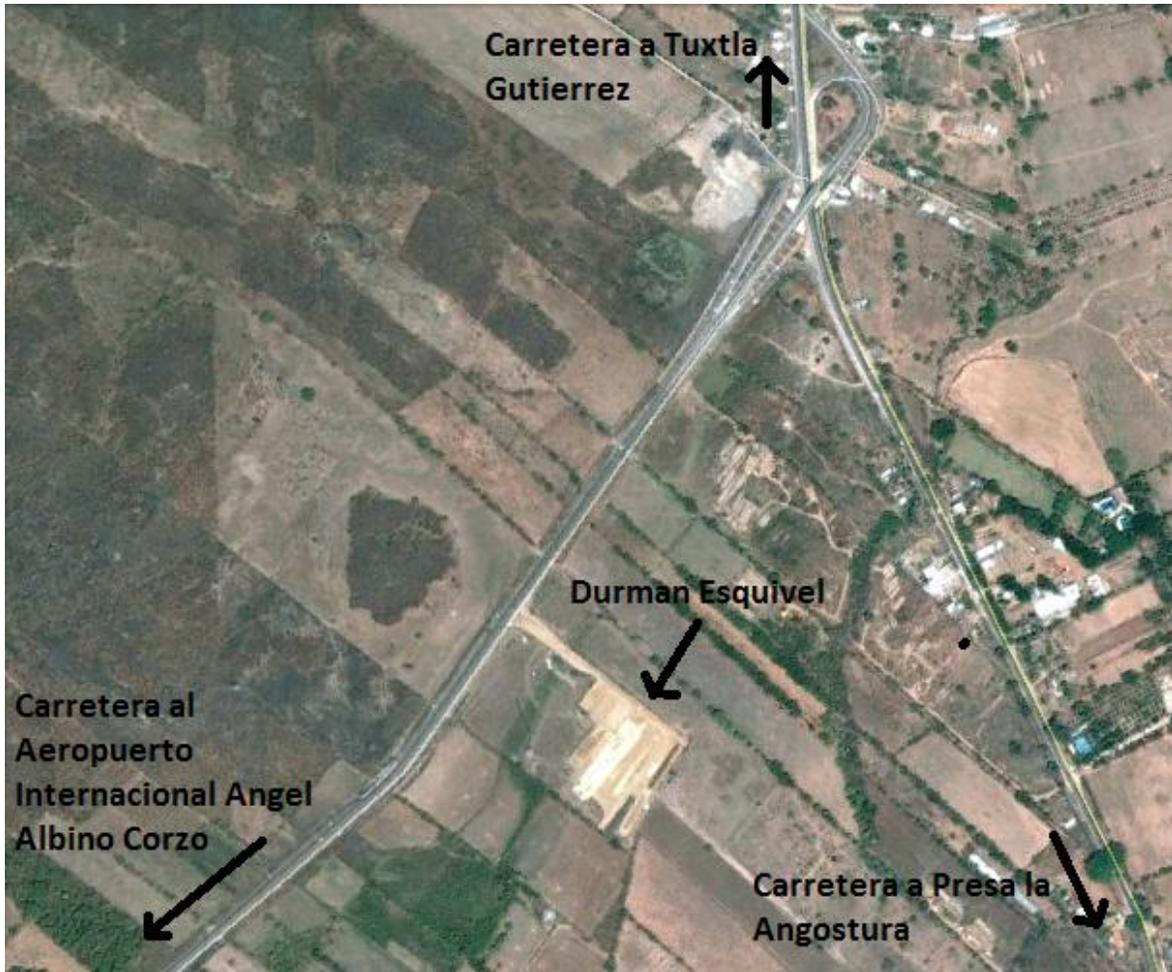


Imagen 2.3.- Mapa de Ubicación de la Planta

2.6.- Zonificación de la Empresa

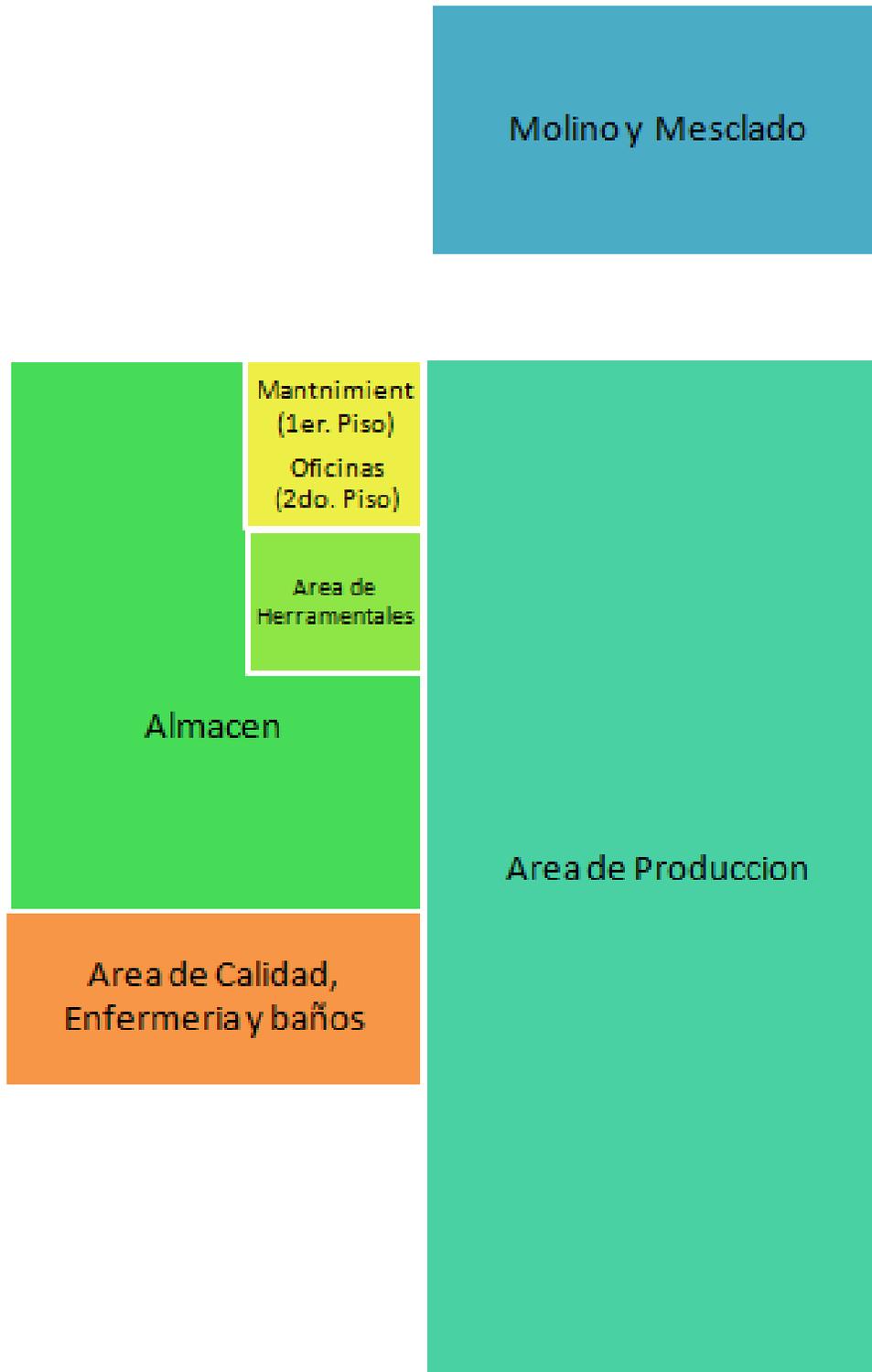


Imagen 2.4.- Zonificación de la Planta

2.7.- Descripción del Proceso

El proceso comienza cuando la Resina de PVC es transportada por un Montacargas en costales de dos Toneladas al Área de Mezclado y es depositado en un silo, donde espera a ser enviado a la Tina de distribución, una vez en esta baja a una tina de pesado, la cual pesa la resina de 100 en 100 kilogramos, una vez medida pasa al Mezclador, el cual se llena con 200 kilogramos de resina, este comienza a Mezclar y calentar la resina por fricción, conforme la temperatura va aumentando se le van depositando los aditivos dependiendo de cuál sea el producto a realizar, ya que todos los ingredientes se han agregado y llega a la temperatura necesaria pasa al enfriador donde su temperatura desciende a 50 grados, a continuación es depositada en un costal de dos Toneladas. Una vez lleno el costal es transportado al Área de producción, donde es colocado sobre una tolva y el material es enviado a la tolva de la Máquina Extrusora, el material entra a la Extrusora donde pasa a través de los Usillos por el Cañón, el cual calienta el material a una temperatura determinada, una vez calentado el material este toma una textura plástica e inmediatamente entra al Cabezal, el cual saca el material del tamaño y de las medidas especificadas, ya que el material sale del Cabezal entra a una de las dos tinas dependiendo de su diámetro y tamaño, al pasar por las tinas, chorros de agua a 7°C enfrían el material dejándolo de la forma con que sale del cabezal, una vez enfriada pasan por la máquina jaladora que ayuda al cabezal a sacar el material de la forma especificada, posteriormente pasa por la Cortadora la cual deja el tubo del tamaño especificado del producto, dependiendo del producto en salida el tubo ya cortado o sale directamente a Almacén de Producto Terminado o pasa hacia la máquina abocinadora, la cual calienta nuevamente un extremo y un trabajador da la forma para colocar un empaque de hule para abocinar y lima un chaflán en el otro extremo, posteriormente pasa a Almacén de Producto Terminado.

CAPITULO 3.- MARCO TEORICO

3.1.- Estudio de Tiempos

Según *Niebel* [2001], Uno de los pasos en el proceso sistemático de desarrollar un centro de trabajo eficiente es establecer los tiempos estándar. Tres elementos ayudan a determinarlos: las estimaciones, los registros históricos y los procedimientos de medición del trabajo.

En el pasado, los analistas se apoyaban más en las estimaciones como un medio para establecer los estándares. Con la creciente competencia actual de productores extranjeros, se ha incrementado el esfuerzo para establecer estándares basados en los hechos y no en el juicio. La experiencia ha demostrado que ningún individuo puede establecer estándares consistentes y justos sólo con ver un trabajo y juzgar el tiempo requerido para terminarlo. Cuando se usan estimaciones, los estándares se salen de contexto. La compensación de errores en ocasiones disminuye su desviación, pero la experiencia muestra que a lo largo de un periodo, los valores estimados tienen una desviación sustancial de los estándares medidos. Tanto los registros históricos como las técnicas de medición del trabajo proporcionan valores mucho más precisos que las estimaciones basadas sólo en el juicio.

Con el método de registros históricos, los estándares de producción se basan en los registros de trabajos similares, realizados con anterioridad. En la práctica diaria, el trabajador perfora una tarjeta en un reloj o aparato recolector de datos cada vez que inicia un nuevo trabajo y de nuevo cuando lo termina. Esta técnica informa cuando tiempo llevo en realidad hacer el trabajo, pero no cuanto debió haber trabajado. Como los operarios desean justificar su día completo, algunos trabajos incluyen retrasos personales, inevitables y evitables en un grado mucho mayor de lo que deben, y otros no incluyen las cargas adecuadas de tiempo de retraso. Los datos históricos contienen desviaciones consistentes hasta de 50% en la misma operación del mismo trabajo. Aun así, como base para determinar los estándares de la mano de obra, los registros históricos son mejores que no contar con ellos. Estos registros proporcionan resultados más confiables que las estimaciones basadas sólo en el

juicio, pero no proveen suficiente validez para asegurar costos de mano de obra equitativos y competitivos.

Cualquiera de las técnicas de medición del trabajo --estudio de tiempos con cronometro (electrónico o mecánico), datos de movimientos fundamentales, datos estándar, fórmulas de tiempos o estudios de muestreo del trabajo—representan mejores caminos para establecer estándares de producción justos. Estas técnicas se basan en hechos. Todas establecen estándares de tiempo permitido para realizar una tarea dada, con los suplementos por fatiga y por retrasos personales y retrasos inevitables.

Los estándares de tiempo establecidos con precisión hacen posible producir más en una planta dada, e incrementan la eficiencia del equipo y el personal operativo. Los estándares mal establecidos, aunque mejor que no tener estándares, conducen a costos altos, disentimientos del personal y quizá fallas de toda la empresa. Los estándares acertados pueden significar la diferencia entre el éxito y el fracaso de un negocio.

3.2.-Requerimientos del estudio de tiempos

Según *Niebel* [2001], Deben cumplir ciertos requerimientos fundamentales antes de tomar un estudio de tiempos. Por ejemplo, si se requiere un estándar de una nueva tarea, o de una tarea anterior en la que el método o parte de él se ha alterado, el operario debe estar familiarizado por completo con la nueva técnica antes de estudiar la operación. Además, el método debe estandarizarse en todos los puntos en que se use antes de iniciar el estudio. A menos que todos los detalles del método y las condiciones de trabajo se hayan estandarizado, los estándares de tiempo tendrán poco valor y se convertirán en una fuente continua de desconfianza, resentimiento y fricciones internas.

Se debe de comunicar al representante del sindicato, al supervisor del departamento y al operario que se estudiará el trabajo. Cada parte puede hacer planes específicos y tomar las medidas necesarias para realizar un estudio coordinado y adecuado. El operario debe verificar que aplica el método correcto y debe estar familiarizado con todos los detalles de esa operación. El supervisor debe verificar el método para asegurar que la alimentación, la velocidad, las herramientas de corte, los lubricantes, etc. Cumplen con las prácticas estándar, como lo establece el departamento de método. También ha de investigar la cantidad de material disponible para que no ocurra faltantes durante el estudio. Si dispone de varios operarios para el estudio, debe determinar quién tendrá los resultados más satisfactorios. El representante del sindicato se asegura que sólo se elija operarios capacitados y competentes, debe explicarles por qué se realiza el estudio y responder a cualquier pregunta pertinente que surja de los operarios.

3.3.-Equipo para el estudio de Tiempos

Según *Niebel* [2001], El equipo mínimo requerido para llevar a cabo un programa de estudio de tiempos incluye un cronómetro, una tabla, las formas para el estudio y una calculadora de bolsillo. También puede ser útil un equipo de videograbación.

3.3.1.-Cronómetro.

Según *Niebel* [2001], En la actualidad se usan dos tipos de cronómetros: 1) el cronómetro tradicional con decimos de minuto (0.01 min) y 2) el cronómetro electrónico mucho más práctico. El cronómetro decimal tiene 1" divisiones en la carátula, y cada división es igual a 0.01 minutos, es decir, un recorrido completo de la manecilla larga requiere un minuto. El cronómetro pequeño de la carátula tiene 30 divisiones, cada una igual a un minuto. Entonces, por cada revolución completa de la manecilla larga, la corta se mueve una división o un minuto. Para iniciar el

cronómetro, se desliza el botón lateral hacia la corona. El movimiento contrario detiene el reloj con las manecillas en la posición en que se encuentren. Para continuar la operación desde el punto en que se detuvieron las manecillas, se desliza el botón hacia la corona. Al oprimir la corona, ambas manecillas, la larga y la corta, regresan a cero. Al soltarla el cronómetro inicia de nuevo la operación, a menos que se deslice el botón lateral alejándolo de la corona.

Los cronómetros electrónicos proporcionan una resolución de 0.001 segundos y una exactitud de $\pm 0.002\%$. Pesar cerca de 4 Onzas y mide más o menos 4X2X1 pulgadas. Permiten tomar el tiempo de cualquier número de elementos individuales, mientras sigue contando el tiempo total transcurrido. Entonces, proporcionan tanto tiempos continuos como regresos a cero, sin las desventajas de los cronómetros mecánicos. Para operar el cronómetro, se presiona el botón superior. Cada vez que se presiona este botón aparece una lectura numérica. Al presionar el botón de la memoria se obtienen las lecturas anteriores. Una versión un poco más elaborada incorpora el cronómetro a un tablero de estudio de tiempos.

3.3.2.-Formas de Estudio de Tiempos

Según *Niebel* [2001], Todos los detalles del estudio se registran en una forma de estudio de tiempos. La forma contiene espacios para registrar toda la información pertinente sobre el método que está en estudio, las herramientas utilizadas, etc. Se identifica la operación que se estudia con información como nombre y número de operación, descripción y números de la operación, nombre y número de máquina, herramientas especiales usadas y sus despectivos numéricos, el departamento donde se realiza la operación y las condiciones de trabajo que prevalecen. Es mejor que sobre información y no que falte.

Debe de tener la flexibilidad suficiente para usarse casi en cualquier tipo de operación. En esta forma, se registran los diferentes elementos de la operación en el renglón que encabeza las columnas, y por columnas se colocan los ciclos

estudiados, renglón por renglón. Las cuatro columnas debajo de cada elemento son: **C** para *calificaciones*; **TC** para *tiempo en el cronómetro*, es decir, las lecturas del cronómetro; **TO** para el *tiempo observado*, es decir, la diferencia en los tiempos entre lecturas sucesivas del cronómetro, y **TN** para el *tiempo normal*.

3.4.-Elementos del estudio de Tiempos

Según *Niebel* [2001], La realización de un estudio de tiempos es tanto una ciencia como un arte. Para asegurar el éxito, hay que poder inspirar confianza, aplicar un juicio y desarrollar un enfoque de acercamiento personal con quienes tenga contacto. Además, sus antecedentes y capacitación deben prepararlo para entender a fondo y realizar las distintas funciones relacionadas con el estudio. Estos elementos incluyen; seleccionar al operario, analizar el trabajo y desglosarlo en sus elementos, registrar los valores elementales de tiempos transcurridos, calcular la calificación del operario, asignar los suplementos adecuados, en resumen, llevar a cabo el estudio.

3.4.1.-Elección del Operario

Según *Niebel* [2001], El primer paso para iniciar un estudio de tiempos se realiza a través del supervisor de línea o del departamento. Una vez revisado el trabajo en la operación, debe acordar con el supervisor que todo está listo para estudiar el trabajo. Si más de un operario realiza el trabajo para el que se requiere establecer un estándar, debe tomar en cuenta varias cosas al elegir el operario que va a observar. En general, un operario que tiene un desempeño promedio o un poco arriba del promedio proporcionará un estudio más satisfactorio que uno menos calificado o que el que tiene habilidades superiores. El trabajador promedio, por común, desempeña su trabajo con consistencia y de manera sistemática. El paso de ese operario tendera a estar en el rango normal y facilitar la realización durante el estudio de tiempos la aplicación de un factor de desempeño correcto.

Por supuesto, el operario debe estar bien capacitado en el método, le debe gustar su trabajo y ha de demostrar interés en hacerlo bien. También debe estar familiarizado con los procedimientos y prácticas del estudio de tiempos y tener confianza tanto en los métodos del estudio como en el analista. Su compromiso es la cooperación suficiente con el estudio y estar dispuesto a seguir las sugerencias tanto del supervisor como del analista de estudio de tiempos.

En ocasiones, no es posible elegir al operario porque sólo uno realiza la operación. En estos casos, debe ser muy cuidadoso al establecer la calificación del desempeño, porque quizá el operario este trabajando en uno de los extremos de la escala de calificaciones. En las tareas de un solo trabajador el método usado debe ser el correcto y hay que acercarse a él con cuidado y tacto.

EL enfoque para seleccionar a un operario puede determinar el grado de cooperación recibida. Debe acercarse a él de manera amistosa y demostrar que entiende la operación que va a estudiar. El operario debe tener la oportunidad de hacer preguntas sobre las técnicas de toma de tiempos, el método de calificaciones y la aplicación de suplementos. En algunas situaciones, el operario nunca ha sido estudiado. Todas las preguntas deben recibir, con toda paciencia, una respuesta franca. Debe animársele a hacer sugerencias, y cuando lo haga, hay que recibirlas con interés para demostrar respeto por las habilidades y conocimientos del operario.

Siempre debemos de mostrar interés en el trabajo del empleado y, en todo momento, ser justo y directo con él. Este enfoque gana la confianza del trabajador en nuestra capacidad. El respeto y la buena voluntad que obtiene no sólo ayudara a establecer un estándar justo, también facilitarán cualesquiera asignaciones de trabajo futuras en la planta de producción,

3.4.2.-Posición del Observador

Según *Niebel* [2001], El observador debe estar de pie, no sentado, unos cuantos pies hacia atrás del operario para no distraerlo o interferir con su trabajo. Los observadores de pie se pueden mover con mayor facilidad y seguir los movimientos de las manos del operario mientras éste realiza el ciclo de la tarea. Durante el estudio, el observador debe evitar cualquier tipo de conversación con el operario, ya que esto podría distraerlo o estorbar las rutinas.

3.4.3.-División de la Operación en Elementos.

Según *Niebel* [2001], Para facilitar la medición, se divide la operación en grupos de movimientos conocidos como elementos. Para dividir en sus elementos individuales, se tiene que observar al operario durante varios ciclos. Sin embargo, si el tiempo de ciclo es mayor que 30 minutos, puede escribir la descripción de los elementos mientras realiza el trabajo. Si es posible, es mejor que determine los elementos de la operación antes de iniciar el estudio. Estos deben separarse en divisiones tan finas como sea posible, pero no tan pequeñas que se sacrifique la exactitud de las lecturas. Las divisiones elementales alrededor de 0.04 minutos se aproximan a lo mínimo que puede leer de manera consistente un analista experimentado de estudio de tiempos. Lo obstante, si los elementos anteriores y posteriores son relativamente largos, es posible tomar el tiempo de un elemento con una duración de 0.02 minutos.

Según *Niebel* [2001], Para identificar por completo los puntos terminales y desarrollar consistencia en las lecturas del cronometro de un ciclo al siguiente, se toman en cuenta los sonidos y lo que se ve al desglosar los elementos. Por ejemplo, los puntos terminales de los elementos se pueden asociar con sonidos como: una pieza terminada que cae al contenedor, una fresa que muerde un molde, una broca que atraviesa la parte que se perfora y un par de micrómetros que se dejan en la mesa de trabajo.

Según *Niebel* [2001], Cada elemento se registra en la secuencia adecuada, se incluye una división básica de la tarea terminada mediante un sonido distintivo o un movimiento. Por ejemplo, “subir la pieza a la mordaza manual y apretar” incluye las siguientes divisiones básicas: Alcanzar la pieza, tomar la pieza, mover la pieza, posicionar la pieza, alcanzar la llave de la mordaza, tomar la llave, mover la llave, posicionar la llave, girar la llave y soltar la llave de la mordaza. El punto de terminación de este elemento sería soltar la llave de la mordaza en la cabeza del torno, con el sonido correspondiente como evidencia. El elemento “iniciar la maquina” puede incluir: alcanzar, tomar, mover y soltar la palanca. La rotación de la maquina, con el sonido que la acompaña identifica el punto de terminación de manera que las lecturas se pueden tomar justo en el mismo punto de cada ciclo.

Con frecuencia, distintos analistas de estudio de tiempos en una compañía adoptan una división de elementos estándar dada las clases de instalaciones, para asegurar uniformidad al establecer los puntos de terminales. Por ejemplo, todos los trabajos en torno están compuestos por una serie de elementos predeterminados. Tener elementos estándar como base para la división de la operación es en especial importante al establecer los datos del estándar.

Quizá algunas sugerencias adicionales ayuden a desglosar los elementos:

Mantener separador los elementos manuales y los de máquina, ya que las calificaciones afectan menos a los tiempos de las máquinas.

Separar los elementos constantes (aquellos para los que el tiempo no varía dentro de un intervalo especificado de trabajo) y los elementos variables (aquellos para los que el tiempo varia dentro de un intervalo de trabajo especificado).

Cuando se repite un elemento, no se incluye otra vez la descripción. En el espacio proporcionado para esto se pone el número de identificación que se usó cuando ocurrió por primera vez.

3.5.-Inicio del Estudio

Según *Niebel* [2001], Al iniciar el estudio se registra la hora (en minutos completos) que marca un reloj “maestro” y en ese momento se inicia el cronómetro. (Se supone que todos los datos se registran en la forma de estudio de tiempo.) Este es el tiempo de inicio. Se puede usar una de dos técnicas para registrar los tiempos elementales durante el estudio. El método de tiempos continuos, como su nombre lo indica, permite que el cronómetro trabaje durante todo el estudio. En este método, se tiene que leer el reloj en el punto terminal de cada elemento y el tiempo sigue corriendo. En la técnica de regreso a cero, después de leer el cronómetro en el punto terminal de cada elemento, el tiempo se restablece en cero; cuando se realiza el siguiente elemento el tiempo avanza a partir de cero.

Al registrar las lecturas del cronómetro, se anotan sólo los dígitos necesarios y se omite el punto decima, para tener el mayor tiempo posible para observar el desempeño del operario. Si se usa un cronómetro decimal y el punto terminal del primero ocurre en 0.08 minutos, se registra solo el dígito 8 en la columna de TC (tiempo de cronómetro).

3.5.1.-Método de regreso a Cero

Según *Niebel* [2001], El método de regreso a cero tiene tanto ventajas como desventajas comparado con la técnica de tiempo continuo. Algunos analistas de estudio de tiempos usan ambos métodos, con la idea de que los estudios en los que predominan los elementos prolongados se adaptan mejor a la lectura con regresos a cero, y es mejor usar el método continuo en los estudios de ciclos cortos.

Como los valores del elemento que ocurrió tienen una lectura directa con el método de regresos a cero, no es necesario realizar las restas sucesivas, como en el método continuo. Entonces, la lectura se inserta directamente en la columna de TO (tiempo observado). También se puede registrar de inmediato los elementos que el

operario ejecutara en desorden sin una notación especial. Además, los que defienden el método de regreso a cero establecen que los retrasos no se registran. Como se pueden comparar los valores elementales de un ciclo a otro, es posible tomar decisiones en cuanto a que número de ciclos estudiar. Sin embargo, es un error usar las observaciones de los ciclos anteriores para determinar cuántos ciclos adicionales estudiar. Esta práctica puede llevar a estudiar una muestra demasiado pequeña.

Entre las desventajas del método de regresos a cero esta la que promueve que los elementos individuales se eliminen de la operación. Estos elementos no se pueden estudiar en forma independiente porque los tiempos elementales dependen de los elementos anteriores y posteriores. En consecuencia, al omitir los factores de retraso, los elementos extraños y los elementos transpuestos, se puede llegar a valores equivocados en las lecturas aceptadas. Una de las observaciones principales al método de regresos a cero es el tiempo perdido mientras la mano restablece el cronometro. Esto puede tardar entre 0.0018 y 0.0058 minutos. No obstante, esto ya no es válido para los cronómetros electrónicos, donde no se pierde tiempo en restablecer la lectura a cero. Por otro lado, es más difícil medir los elementos cortos (0.04 minutos o menos) con este método.

3.5.2.-Método Continuo

Según *Niebel* [2001], El método continuo para registrar valores elementales es superior al de regresos a cero por varias razones. Los más significativos es que el estudio que se obtiene presenta un registro completo de todo el periodo de observación; esto complace al operario y al representante sindical. El operario puede ver que se dejaron tiempos fuera en el estudio y que se incluyeron todos los retrasos y elementos extraños. Como todos los hechos se presentan con claridad, es más sencillo explicar y vender esta técnica de registro de tiempos.

El método continuo también se adapta mejor a la medición y registro de elementos muy cortos. Con la practica un buen analista de estudio de tiempos puede detectar con precisión tres elementos cortos (menos de 0.04 minutos), si van seguidos de un elemento de alrededor de 0.15 minutos o más. Esto es posible si se recuerdan las lecturas del cronómetro en los puntos terminales de los tres elementos cortos y después se registran sus valores respectivos mientras se ejecuta el cuarto elemento más largo.

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

3.5.3.-Manejo de Dificultades

Según *Niebel* [2001], Durante el estudio de tiempos, quizá se observen variaciones en la secuencia original de elementos establecidos. En ocasiones, es posible que omitan algún punto terminal específico. Estas dificultades complican el estudio; entre menos sea la frecuencia de ocurrencia, será más sencillo calcular el estudio.

Si falta alguna lectura, debemos iniciar de inmediato una “F” en la columna TC. Por ningún motivo debe aproximar o intentar registrar el valor faltante. Si lo hace puede destruir la validez del estándar establecido, para el elemento específico. Si tuviera que usarse el elemento como fuente de datos estándar; quizá resultara grandes discrepancias en los estándares futuros. Algunas veces, el operario omite un elemento; esto se maneja con una raya horizontal en el espacio correspondiente de la columna TC. Es deseable que si esto ocurre sea muy poco frecuente ya que, en general, se debe a un operario no experimentado o a la falta de estandarización en el método. Por supuesto, el operario puede omitir un elemento sin advertirlo.

Quizá también vea elementos realizados en una secuencia diferente. Esto ocurre bastante seguido cuando se estudia a un empleado nuevo o inexperto en una tarea con ciclo largo compuesta de muchos elementos. Evitar perturbaciones es una de las razones primordiales por las que se estudia a empleados competentes con una capacitación completa. Sin embargo, cuando se ejecutan elementos fuera de orden, debemos ir de inmediato a la casilla del elemento en la columna TC y dividirla con una raya horizontal, bajo de la raya debe escribir el tiempo en que el operario inició el elemento, y arriba el tiempo en que terminó. Este procedimiento se repite para cada elemento realizado fuera de orden, lo mismo que pasa el primer elemento que se realiza al regresar a la secuencia normal.

Durante el estudio de tiempos, el operario puede encontrar retrasos inevitables, como otro empleado o el supervisor que interrumpe, o una descompostura en la herramienta. También es posible que intencionalmente cause un cambio en el orden de trabajo al ir a beber agua o al detenerse para descansar, tales interrupciones se conocen como “elementos extraños”.

Los elementos extraños ocurren, ya sea por una descompostura o durante la ejecución de un elemento. La mayoría de los elementos extraños, en particular los controlados por el operario, ocurren al terminar el elemento. Si un elemento extraño ocurre mientras se realiza un elemento, se marca con letras (A,B,C etc.) en la columna TN de este elemento, si el elemento extraño que sigue a la interrupción. La letra A se usa para denotar el primer elemento extraño, la letra B para el segundo y así sucesivamente.

Tan pronto se designa en elemento extraño en el lugar adecuado, se tiene que incluir una breve descripción en la esquina inferior izquierda del espacio. El momento en que inicia el elemento extraño se pone en el bloque TC1 de la sección de elementos extraños, y el momento en que termina, en el bloque TC2. Después, estos valores se restan al calcular el estudio de tiempos, para determinar la duración exacta del elemento extraño. Este valor se coloca después en la columna de TO de la sección de elementos extraños.

3.5.4.-Ciclos del Estudio

Según *Niebel* [2001], Determinar cuántos ciclos se van a estudiar para llegar a un estándar justo es un tema que ha causado polémica entre los analistas de estudio de tiempos, al igual que entre los representantes del sindicato. Como la actividad de una tarea y su tiempo de ciclo influyen en el número de ciclos que se pueden estudiar, desde el punto de vista económico, el analista no puede estar gobernado de manera absoluta por la práctica estadística que demanda cierto tamaño de muestra basado en la dispersión de las lecturas individuales del elemento. La General Electric Company estableció los valores de la Tabla 3.1 como una guía aproximada al número de ciclos que se deben observar.

Tabla 3.1.- Numero recomendado de Ciclos de Observación

Tiempo de Ciclo en Minutos	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

Esta sección proporciona un panorama general de los principales pasos necesarios para realizar el estudio de tiempos.

3.6.-Calificación del Desempeño del Operario

Según *Niebel* [2001], Como el tiempo real requerido para ejecutar cada elemento del estudio depende de un alto grado de habilidad y esfuerzo del operario, es necesario ajustar hacia arriba el tiempo normal del operario bueno y hacia abajo el del menor capacitado. Por lo tanto, antes de dejar la estación de trabajo, se debe dar una calificación justa e imparcial al desempeño en el estudio. En un ciclo corto con trabajo repetitivo, es costumbre aplicar una calificación al estudio completo, o una calificación promedio para cada elemento. Por el contrario, cuando los elementos son largos y contienen diversos movimientos manuales, es mas practico evaluar el desempeño de cada elemento conforme ocurre. La forma del estudio de tiempos contempla espacio para asentar la calificación global y la del elemento individual.

En el sistema de calificación del desempeño, el observador evalúa la efectividad de la operación en términos del desempeño de un operario calificado que ejecuta el mismo elemento. El valor de la calificación se expresa como un decimal o un porcentaje o se asigna al elemento observado, en la columna C (ver anexo A). Un operario calificado se define como un operario con amplia experiencia que trabaja en las condiciones acostumbradas en la estación de trabajo, a un paso no demasiado rápido y no demasiado lento, sino representativo de uno que se puede mantener a lo largo del día.

El principio básico al calificar el desempeño se ajusta al tiempo medio observado (TO) para cada elemento ejecutado durante el estudio al tiempo normal (TN) que requeriría el operario calificado para realizar el mismo trabajo:

$$TN = TO \times C/100$$

Donde C es la calificación del desempeño del operario expresada como porcentaje, con el 100% correspondiente al desempeño estándar de un operario calificado. Para realizar un trabajo justo al calificar, se debe poder ignorar la personalidad y otros factores de variación y solo considerar la cantidad de trabajo realizado por unidad de tiempo, comparado con la cantidad de trabajo que producirá el trabajo calificado.

3.6.1.-Asignación de Suplemento

Según *Niebel* [2001], Ningún operario puede mantener un paso estándar todos los minutos del día de trabajo, pueden tener lugar tres clases de interrupciones para las que debe asignarse tiempo adicional. La primera son las interrupciones personales, como viajes al baño y a los bebederos; la segunda es la fatiga que afecta a un a los individuos más fuertes en los trabajos más ligeros. Por último, existe retrasos inevitables, como herramientas y variaciones del material, todo ellos requieren la asignación de un suplemento. Como el estudio de tiempos se toma en un periodo relativamente corto y como los elementos extraños se eliminan para determinar el tiempo normal, debe añadirse un suplemento al tiempo normal para llegar un estándar justo que un trabajador pueda lograr de manera razonable. El tiempo requerido para un operario totalmente calificado y capacitado, trabajando a paso normal y realizando un esfuerzo promedio para ejecutar la operación se llama tiempo estándar (TS) de esa operación. Por lo común, el suplemento se da como un

porcentaje o fracción del tiempo normal y se usa como un multiplicador igual a 1+ suplementos:

$$TS = TN + TN \times \text{suplemento} = TN (1 + \text{suplemento})$$

Un enfoque alternativo es formular los suplementos como una fracción del día de trabajado total, puesto que es posible que no se conozca el tiempo de producción real. En ese caso, la expresión para el tiempo estándar es:

$$TS = NT / (1 - \text{suplemento})$$

3.7.-Cálculos del Estudio

Según *Niebel* [2001], Después de registrar en forma adecuada toda la información necesaria en la forma del estudio de tiempos, observar el número de ciclos apropiado y calificar al operario, se debe registrar el tiempo de terminación en la misma sección del reloj maestro usada para el inicio del estudio. Para tiempos continuos, es muy importante comprar la lectura final del cronómetro con la lectura global del tiempo transcurrido. Estos dos valores deben tener una cercanía razonable (diferencia de +/- 2%). (Una discrepancia grande puede indicar que ocurrió un error, y que el estudio de tiempos debe repetirse.) Por último, el analista debe agradecer al operario su cooperación y proceder al siguiente paso, el cálculo del estudio.

Para el método continuo, cada lectura del cronómetro se resta de la lectura anterior para obtener el tiempo transcurrido: este valor se registra en la columna TO. Los analistas deben tener especial cuidado en esta tarea, ya que los descuidos en este punto pueden destruir por completo la validez del estudio. Si se usó la calificación del desempeño elemental, se deben multiplicar los tiempos elementales

transcurridos por el factor calificación y registrar el resultado en los espacios de la columna TN. Observe que como TN es un valor calculado, casi siempre se asiente con tres dígitos.

Los elementos que el observador no encontró u omitió se marcan con una “F” en la columna TC y se ignoran. Así, si ocurrió que el operario no realizo el elemento 7 del ciclo 4 en su estudio de 30 ciclos, el analista tendrá solo 29 calores del elemento 7 para calcular el tiempo medio observado. El analista no sólo debe ignorar este elemento faltante, también debe ignorar el siguiente, pues el valor restado en el estudio incluirá el tiempo para realizar ambos elementos.

Para determinar el tiempo elemental transcurrido en elementos fuera de orden, es necesario restar los valores adecuados de tiempos cronómetro.

Para los elementos extraños, el analista deduce el tiempo requerido para el elemento extraño a partir del tiempo de ciclo del elemento correspondiente. Puede obtener el tiempo promedio usado por el elemento extraño si resta la lectura TC1 en la sección de elementos extraños menos el valor de la lectura TC2 en la forma de estudio de tiempos.

Una vez calculados y registrados todos los tiempos transcurridos, el analista debe estudiar con cuidado para encontrar anomalías. No existe una regla que determine el grado de variación permitido para conservar el valor para los cálculos. Si una amplia variación en cierto elemento se puede atribuir a alguna influencia demasiado breve para que sea un elemento extraño, pero de duración suficiente para afectar el tiempo del elemento en forma sustancial, o si la variación se puede atribuir a errores en las lecturas del cronómetro, entonces de inmediato se coloca un círculo alrededor de estos números y se excluyen del resto del estudio. Sin embargo, si las grandes variaciones se deben a la naturaleza del trabajo, entonces no sería lógico descartar los valores.

Los elementos de las máquinas tienen poca variación de un ciclo a otro, pero en los elementos manuales se puede esperar una variación mucho mayor. Cuando

ocurre una variación de tiempo inexplicable, el analista debe tener cuidado antes de poner un círculo a esos valores. Recuerde que este no es un procedimiento de calificación del desempeño. Al descartar de manera arbitraria los valores altos o bajos, es posible que obtenga un estándar incorrecto. Una buena regla es, “si hay duda, el valor no se descarta”.

Si se usa la calificación elemental, entonces después de calcular los valores del tiempo transcurrido elemental, debe determinarse el tiempo elemental normal multiplicado cada valor elemental por el factor de desempeño respectivo. Este tiempo normal se registra en las columnas TN para elemento. En seguida, se determinará el valor elemental promedio dividiendo el total de tiempos registrados en la columna TN entre el número de observaciones.

Después de determinar todos los tiempos transcurridos elementales, deben verificarse para asegurar que no se cometieron errores de aritmética o de registro. Un método para verificar la exactitud es llenar toda la forma de verificación de tiempo. Pero para hacerlo, se debió sincronizar el cronómetro como reloj maestro, registrar el tiempo de inicio y el tiempo de terminación en la forma. Después se suman tres cantidades: 1) los tiempos observados totales, conocidos como tiempo efectivo; 2) los tiempos de elementos extraños totales conocidos como tiempo inefectivo; y 3) total del tiempo transcurrido antes del estudio y el tiempo transcurrido después del estudio. El tiempo transcurrido antes del estudio es la lectura cuando el analista inicia el cronómetro para medir el primer elemento. El tiempo transcurrido antes del estudio es la lectura cuando el analista inicia el cronómetro para medir el primer elemento. El tiempo transcurrido después del estudio es la última lectura el analista determina el reloj al final del estudio. En ocasiones, estas dos últimas cantidades se suman para obtener el tiempo de verificación. Las tres cantidades juntas son el tiempo total registrado. La diferencia entre los tiempos inicio y terminación en el reloj maestro es igual al tiempo transcurrido real. Cualquier diferencia entre el tiempo total registrado y el tiempo transcurrido se llama tiempo no registrado. En general, en un buen estudio, este valor es cero. El tiempo no registrado dividido entre el tiempo transcurrido es un

porcentaje llamado error registrado. Este error debe ser menor que 2%. Si excede esta cantidad, el estudio de tiempos debe repetirse.

Después de calcular los tiempos normales de los elementos, el analista debe agregar el porcentaje de suplementos a cada elemento para determinar los tiempos estándares o permitidos.

En la mayor parte de los casos, cada elemento ocurre dentro de cada ciclo y el número de ocurrencias es sencillamente 1. En algunos casos, un elemento se puede repetir dentro del un ciclo. Si así es, el número de ocurrencias se convierten en 2 o 3 y el tiempo acumulado por ese elemento dentro del ciclo se duplica o triplica.

Los tiempos estándar para cada elemento se suman para cada elemento se suman para obtener el tiempo estándar del trabajo completo, que se registra en el espacio para el tiempo total estándar en la forma de estudio de tiempos.

3.8.-Tiempo Estándar

Según *Niebel* [2001], La suma de los tiempos elementales da el estándar en minutos por pieza con un cronometro de décimas de minuto, o en horas por pieza con un cronómetro de decimas de hora. La mayoría de las operaciones industriales tiene ciclo relativamente corto (menos de 5 minutos); en consecuencia, algunas veces conviene más expresar los estándares en horas por cientos de piezas. Por ejemplo, el estándar de una operación de prensa puede ser 0.085 horas por cien piezas. Este es un método más satisfactorio para expresar el estándar que 0.00085 horas por pieza, o 0.051 minutos por pieza.

El porcentaje de eficiencia del operario se puede expresar como:

$$E = 100 \times H_e / H_c = 100 \times O_e / O_c$$

Donde:

E = porcentaje de eficiencia

H_e = horas estándar trabajadas

H_c = Horas de reloj en el trabajo

O_e = producción esperada

O_c = Producción actual

Así, un operario que produce 10.000 piezas durante la jornada de trabajo habrá tenido un logro de 8.5 horas de producción y su desempeño habrá tenido una eficiencia de $8.5/8=106\%$

3.9.-Diagrama de Flujo del Proceso

Según *Roberto García Criollo* [2000], Un diagrama de procesos de flujo es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que ocurren durante un proceso. Incluye, además, la información que se considera deseable para el análisis.

El propósito principal de los diagramas de flujo es proporcionar una imagen clara de toda secuencia de acontecimientos del proceso y mejorar la distribución de los locales y el manejo de los materiales. También sirve para disminuir las esperas,

estudiar las operaciones y otras actividades interrelacionadas. Igualmente, ayuda a comparar métodos, eliminar el tiempo improductivo y escoger operaciones para su estudio detallado.

3.9.1.- Recomendaciones Previas a la Elaboración del Diagrama de Flujo

Según *Roberto García Criollo* [2000], Obsérvese un plano del lugar en donde se efectúe el proceso seleccionado, en el cual deben estar presentados todos los elementos permanentes tales como muros, columnas, escaleras, etc. Así como los semipermanentes, como hacinamientos de materiales, bancos de servicios, etc. En el mismo plano debe estar localizado, de acuerdo a su posición actual, todo el equipo de manufactura, así como lugares de almacén, bancos de inspección y, si se requiere, las instalaciones de energía.

Igualmente, debe decidirse a quien se va a seguir: al hombre o al material, pero solo uno, que debe ser el mismo que se haya seguido en el diagrama del proceso. En la tabla 3.2 se muestra la simbología utilizada en este método.

Tabla 3.2.- Simbología del Diagrama de Procesos de Flujo

Actividad	Símbolo	Resultado predominante
Operación		Se produce o se realiza algo
Transporte		Se cambia de lugar o se mueve un objeto
Inspección		Se verifica la calidad o la cantidad del producto
Demora		Se interfiere o se retrasa el proceso siguiente
Almacenaje		Se guarda o se protege el producto o los materiales

3.9.2.-Como Construir el Diagrama de Flujo

Según *Roberto García Criollo* [2000], La elaboración del diagrama de flujo es sumamente fácil e interesante. Se trata de unir con una línea todos los puntos de donde se efectúa una operación, un almacenaje, una inspección o alguna demora, de acuerdo con el orden natural del proceso.

Esta línea representa la trayectoria usual que sigue los materiales o el operario de los procesa, a través de la planta o taller de donde se lleva a cabo.

Una vez terminado el diagrama de flujo podemos darnos cuenta del transporte de un objeto o el itinerario que siguió algún operario durante determinado proceso. Este transporte o itinerario, aun en lugares pequeños, llega a ser algunas veces de muchos kilómetros por día, que sumando anualmente representa una pérdida considerable de tiempo, energía y dinero.

3.9.-El Sistema Westinghouse para Calificar Esfuerzos

Según *Niebel* [2001],Uno de los sistemas de calificación más antiguos y con mayor aplicación fue desarrollado por la Westinghouse (1940). Este método consiste en cuatro factores para evaluar el desempeño del operario: Habilidad, Esfuerzo, Condiciones y Consistencia.

Lowry, et al. Define la habilidad como el “nivel de competencia para seguir un método dado”, y la resistencia como la experiencia demostrada por la coordinación adecuada de la mente y las manos. La habilidad de un operario es el resultado de la experiencia y las aptitudes inherentes de coordinación natural y ritmo. La práctica desarrolla y contribuye a la habilidad, pero no compensa todas las deficiencias de la aptitud natural.

La habilidad de una persona (Tabla 3.3) en una operación dada aumenta con el tiempo, debido a que al familiarizarse con el trabajo, tendrá más rapidez, movimientos más suaves y mayor libertad en cuanto a titubeos y movimientos falsos. Una disminución en la habilidad suele ser el resultado de algún impedimento en sus aptitudes debido a factores físicos o psicológicos, como la vista que falla, menores reflejos y la pérdida de la fuerza o coordinación muscular. Por lo tanto, la habilidad de una persona puede variar de un trabajo a otro e incluso de una operación a otra dentro del mismo trabajo.

Tabla 3.3.- Tabla de Calificaciones de habilidades de Westinghouse

Sistema de calificación de habilidades de Westinghouse		
+0.15	A1	Superior
+0.13	A2	Superior
+0.11	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Bueno
+0.03	C2	Bueno
0.00	D	Promedio
-0.05	E1	Aceptable
-0.010	E2	Aceptable
-0.016	F1	Malo
-0.22	F2	Malo

El sistema de calificación de Westinghouse enumera seis grados o clases de habilidad que representan un grado de competencia aceptable para la evaluación: malo, aceptable, promedio, bueno, excelente y superior. El observador evalúa la habilidad desplegada por el operario de los distintos grados de habilidad, con sus valores porcentuales equivalentes. Después se traduce la calificación a su valor porcentual equivalente, que va de +15% para la habilidad superior a -22% para la

pésima. Este porcentaje se combina de manera algebraica con las calificaciones del esfuerzo, las condiciones y la consistencia para llegar a la calificación final, o factor de calificación del desempeño.

Este método para calificar define el esfuerzo (Tabla 3.4) como una “demostración de la voluntad para trabajar con efectividad”, El esfuerzo es representativo de la velocidad con la que se aplica la habilidad, y el operario puede controlar en un grado alto. Al evaluar el esfuerzo del operario, el observador debe tomar en cuenta solo el esfuerzo “efectivo”. Para explicar esto, en ocasiones el operario aplica un esfuerzo rápido mal dirigido para aumentar el tiempo de ciclo del estudio y al mismo tiempo conservar un factor calificación alto.

Tabla 34.- Tabla de Calificaciones de esfuerzo de Westinghouse

Sistema de Calificación de esfuerzo de Westinghouse		
+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	Promedio
-0.04	E1	Aceptable
-0.08	E2	Aceptable
-0.12	F1	Malo
-0.17	F2	Malo

Tabla 3.5.- Tabla de Calificaciones de Condiciones de Westinghouse

Sistema de Calificación de Condiciones de Westinghouse		
+0.06	A	Ideal
+0.04	B	Excelente
+0.02	C	Bueno
0.00	D	Promedio
-0.03	E	Aceptable
-0.07	F	Malo

Las seis clases de esfuerzo para asignar calificación son: malo, aceptable, promedio, bueno, excelente y excesivo. EL esfuerzo excesivo tiene un valor de +13% y el malo, uno de -17%.

Las condiciones a las que se refiere este procedimiento de calificación del desempeño afectan al operario y no a la operación. Hay que calificar las condiciones como normales y promedio en la mayoría de los casos (Tabla 3.5), ya que las condiciones se evalúan con una comparación con la forma en que es usual encontrarlas en la estación de trabajo. Los elementos que efectúan las condiciones de trabajo, concluyen temperatura, ventilación, luz y ruido. Entonces, si la temperatura es una estación de trabajo dada es 60°F pero es costumbre mantener entre 68°F y 74°F, las condiciones se califican más bajo de lo normal. Los factores que afectan la operación, como herramientas o materiales en malas condiciones, no se toman en cuenta al aplicar el factor de desempeño para las condiciones de trabajo.

Las seis clases generales de condiciones de trabajo con valores que van de +6% a -7% son: ideal, excelente, bueno, promedio, aceptable y malo.

El último de los cuatro factores que influyen en la calificación del desempeño es la consistencia de operación (Tabla 3.6). A menos que se utilice el método de regresión a cero, o realice y registre las restas sucesivas durante el estudio, la consistencia del operario debe evaluarse mientras está trabajando. Los valores de tiempos elementales que se repiten constantemente tendrán una consistencia

perfecta. Esta situación ocurre rara vez, pues siempre tiende a haber una dispersión debida a muchas variables, como la dureza de los materiales, el filo de la herramienta de corte, los lubricantes, la habilidad y esfuerzo del operario, las equivocaciones en las lecturas de cronometro y los elementos extraños. Los elementos que tienen un control mecánico también tendrán una consistencia casi perfecta, pero esos elementos no se califican.

Las seis clases de consistencias son: perfecta, excelente, buena, promedio, aceptable y mala. La consistencia perfecta se califica con +4% y la mala con -4% y los valores de las otras clases están entre estos dos.

No se puede citar una regla fija para calificar la consistencia. Algunas operaciones de corte duración no requieren manipulaciones delicadas de posicionamiento y dan resultados bastante consistentes de un ciclo a otro. Estas operaciones exigirán una consistencia promedio mayor respecto a los trabajos de larga duración que involucran elementos de gran habilidad en su posicionamiento, sujeción y alineación. Los conocimientos que se obtienen del estudio de tiempos sobre el trabajo determinan, en alto grado, el intervalo de variación justificado para una operación en particular.

Tabla 3.6.- Tabla de Calificaciones de Consistencia de Westinghouse

Sistema de calificación de consistencia de Westinghouse		
+0.04	A	Perfecta
+0.03	B	Excelente
+0.01	C	Buena
0.00	D	Promedio
-0.02	E	Aceptable
-0.04	F	Mala

Algunos operarios son consistentes en un mal desempeño porque se esfuerzan en engañar a los observadores. Es sencillo que lo logren si cuentan en voz baja y establecen un paso que se puede seguir con precisión. Los operarios familiarizados con el procedimiento de calificación del desempeño, en oraciones funcionan con un paso consistente que está por debajo de la curva de calificación del esfuerzo. EN otras palabras, pueden tener un desempeño a un paso peor que el que se califica como malo. En esos casos debe calificarse al operario. El estudio debe detenerse y llamar la atención del operario, del supervisor o de ambos, respecto a la situación.

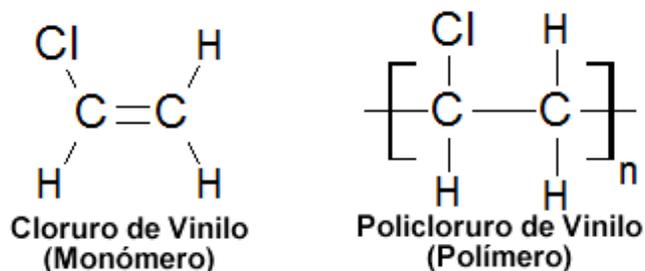
Una vez que se ha asignado una calificación de habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia de la operación y se han establecido los valores numéricos se debe determinar el factor de desempeño global mediante la suma aritmética de los cuatro valores y agregando la unidad a esa suma.

El factor de desempeño solo se aplica a los elementos de esfuerzo o los realizados en forma manual; todos los elementos controlados por máquinas se califican con 100%.

3.11.-Policloruro de Vinilo (PVC)

Según José A. Saldivia [2005?] en Wikipedia, El Policloruro de Vinilo (PVC) es un moderno, importante y conocido miembro de la familia de los termoplásticos. Es un polímero obtenido de dos materias primas naturales cloruro de sodio o sal común (ClNa) (57%) y petróleo o gas natural (43%), siendo por lo tanto menos dependiente de recursos no renovables que otros plásticos (Imagen 3.1).

Imagen 3.1.- Composición Química del PVC



Es uno de los polímeros más estudiados y utilizados por el hombre para su desarrollo y confort, dado que por su amplia versatilidad es utilizado en áreas tan diversas como la construcción, energía, salud, preservación de alimentos y artículos de uso diario, entre otros.

En la industria existen dos tipos:

- Rígido: para envases, ventanas, tuberías, las cuales han reemplazado en gran medida al hierro (que se oxida más fácilmente).
- Flexible: cables, juguetes, calzados, pavimentos, recubrimientos, techos tensados...

El PVC se presenta en su forma original como un polvo blanco, amorfo y opaco.

- Es inodoro, insípido e inodoro, además de ser resistente a la mayoría de los agentes químicos.
- Es ligero y no inflamable por lo que es clasificado como material no propagador de la llama.
- No se degrada, ni se disuelve en agua y además es totalmente reciclable.

3.11.1.-Historia

Según José A. Saldivia [2005?] en Wikipedia, Resulta paradójico que uno de los polímeros comerciales menos estables sea al mismo tiempo uno de los materiales plásticos más interesantes de la actualidad, lo que se puede ver reflejado al gran número de toneladas que anualmente se consumen en el mundo. Ese éxito comercial, se ha debido principalmente, al desarrollo de estabilizantes adecuados, y de otros aditivos que han hecho posible la producción de compuestos termoplásticos de gran utilidad. El cloruro de vinilo en su forma de monómero, fue descubierto por Henri Victor Regnault en el año 1838, cuando trataba dicloroetano con una solución alcohólica de hidróxido de potasio. Regnault también descubrió, accidentalmente, el poli(cloruro de vinilo), por medio de la exposición directa del monómero a la luz del día. Sin embargo, no advirtió la importancia de sus descubrimientos, ni comprendió que el polvo blanco contenido en el vaso de precipitados de vidrio, era el polímero del líquido obtenido al comienzo. Baumann tuvo éxito en 1872, al polimerizar varios haluros de vinilo y fue el primero en obtener algunos de estos en la forma de producto plástico. Ostrominlensky estableció en 1912 las condiciones para la polimerización del cloruro de vinilo y, desarrolló técnicas convenientes en escala de laboratorio. Klatte de Grieskein descubrió en 1918 los procesos que aún se emplean en la actualidad para la producción de cloruro de vinilo a través de la reacción en estado gaseoso, del cloruro de hidrógeno y del acetileno, en presencia de catalizadores.

El cloruro de vinilo y sus polímeros han sido curiosidades de laboratorio hasta hace 40 años, cuando se inició una labor de investigación más profunda y dirigida tanto en Alemania, como en Estados Unidos y Rusia.

Senon de la B. F. Goodrich Company, y Reid de la Carbide and Chemical Carbon Company, obtuvieron patentes para la producción de PVC que pueden ser considerados como los puntos de partida para la producción industrial de este material.

El desarrollo de un PVC de Alto Impacto constituye uno de los descubrimientos de mayor importancia en la segunda mitad del siglo XX, en relación con este material.

3.11.2.-Propiedades del PVC:

En la Tabla 3.7 se muestran las propiedades que presenta el PVC

Tabla 3.7.- Propiedades del PVC

Punto de ebullición (°C)	-13,9 +/- 0,1
Punto de congelación (°C)	-153,7
Densidad a 28,11 °C (gr/cm ³)	0,8955
Calor de fusión (Kcal/mol)	1,181
Calor de vaporización	5.735
Índice de refracción a 15°	1,38
Viscosidad a -10°C (mPoisses)	2,63
Presión de vapor a 25°C (mm)	3,000
Calor específico del líquido (cal/g)	0,38
Calor específico del vapor	10,8 – 12,83
Calor de combustión a 80°C (Kcal/mol)	286

3.11.3.-Características del PVC

Según Desconocido [2005] en textoscientificos.com, las Características del PVC son:

Resistente y liviano

Su fortaleza ante la abrasión, bajo peso (1,4 g/cm³), resistencia mecánica y al impacto, son las ventajas técnicas claves para su elección en la edificación y construcción.

Versatilidad.

Gracias a la utilización de aditivos tales como estabilizantes, plastificantes y otros, el PVC puede transformarse en un material rígido o flexible, teniendo así gran variedad de aplicaciones.

Estabilidad.

Es estable e inerte. Se emplea extensivamente donde la higiene es una prioridad. Los catéteres y las bolsas para sangre y hemoderivados están fabricados con PVC.

Longevidad.

Es un material excepcionalmente resistente. Los productos de PVC pueden durar hasta más de sesenta años como se comprueba en aplicaciones tales como tuberías para conducción de agua potable y sanitarios; de acuerdo al estado de las instalaciones se espera una prolongada duración de las mismas. Una evolución similar ocurre con los marcos de puertas y ventanas en PVC.

Seguridad.

Debido al cloro que forma parte del polímero PVC, no se quema con facilidad ni arde por sí solo y cesa de arder una vez que la fuente de calor se ha retirado. Se emplea eficazmente para aislar y proteger cables eléctricos en el hogar, oficinas y en las industrias. Los perfiles de PVC empleados en la construcción para

recubrimientos, cielorrasos, puertas y ventanas, tienen también esta propiedad de ignífugos.

Reciclable.

Esta característica facilita la reconversión del PVC en artículos útiles y minimiza las posibilidades de que objetos fabricados con este material sean arrojados en rellenos sanitarios. Pero aún si esta situación ocurriese, dado que el PVC es inerte no hay evidencias de que contribuya a la formación de gases o a la toxicidad de los lixiviados.

Recuperación de energía.

Tiene un alto valor energético. Cuando se recupera la energía en los sistemas modernos de combustión de residuos, donde las emisiones se controlan cuidadosamente, el PVC aporta energía y calor a la industria y a los hogares.

Buen uso de los recursos.

Al fabricarse a partir de materias primas naturales: sal común y petróleo. La sal común es un recurso abundante y prácticamente inagotable. El proceso de producción de PVC emplea el petróleo (o el gas natural) de manera extremadamente eficaz, ayudando a conservar las reservas de combustibles fósiles. Es también un material liviano, de transporte fácil y barato.

Rentable

Bajo costo de instalación y prácticamente costo nulo de mantenimiento en su vida útil.

Aislante eléctrico

No conduce la electricidad, es un excelente material como aislante para cables.

3.12.-Procedimientos De Elaboración del PVC

A partir de los polímeros y de acuerdo con el tipo de artículo que se desea confeccionar se emplean distintos procedimientos, siendo los principales:

1. Moldeo por inyección
2. Moldeo por extrusión
3. Moldeo por soplado
4. Moldeo por vacío
5. Calandrado

3.12.1.-Moldeo por extrusión

Según Desconocido [2010?] de elreciclajedelplastico.com, En el moldeo por extrusión se utiliza un transportador de tornillo helicoidal (Imagen 3.2). El polímero es transportado desde la tolva, a través de la cámara de calentamiento, hasta la boca de descarga, en una corriente continua. A partir de gránulos sólidos, el polímero emerge de la matriz de extrusión en un estado blando. Como la abertura de la boca de la matriz tiene la forma del producto que se desea obtener, el proceso es continuo. Posteriormente se corta en la medida adecuada.

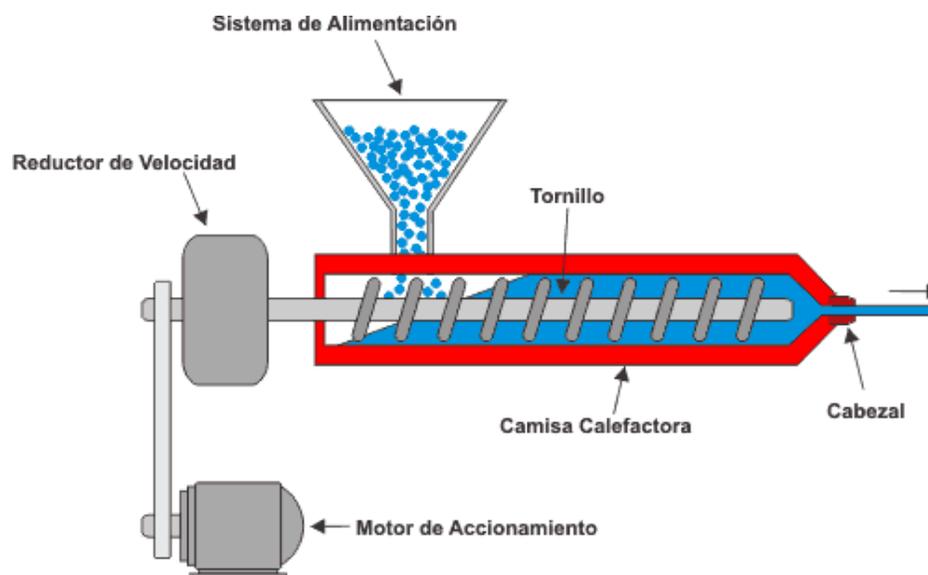


Imagen 3.2.- Sección Transversal de una Extrusora

El proceso de extrusión comienza con la llegada del plástico triturado y procesado a la tolva de la extrusora, este plástico cae al cilindro principal (cañón) donde encontramos el husillo (tornillo de Arquímedes). El husillo gira concéntricamente en el cañón impulsado por el motor eléctrico, en este momento el material comienza a fundirse y fluir a través del cañón debido a las elevadas temperaturas que este adquiere (normalmente por la acción de resistencias eléctricas).

La primera fusión del plástico ocurre en la pared interna del cañón (Imagen 3.3), en forma de una delgada película, cuando esta película crece se desprende de la pared del cañón y avanza gracias al empuje del husillo. Si el material se adhiere al husillo, entonces no se produce ningún avance y por lo tanto nos encontramos con un problema.

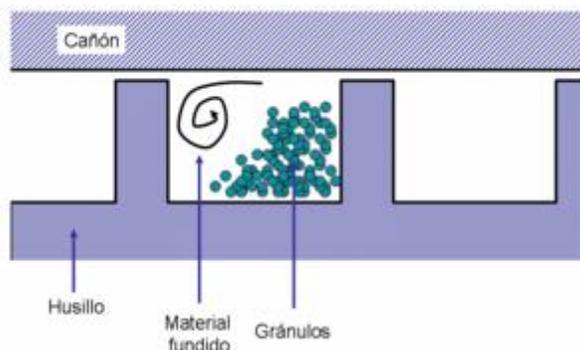


Imagen 3.3.- Proceso de Plastificación del PVC dentro del Cañón

Finalmente, el plástico fundido llega al final del recorrido donde se ve obligado a pasar por el dado (boquilla). El dado se considera como un consumidor de presión, ya que al terminar el husillo la presión es máxima, mientras que a la salida del dado la presión se reduce a nivel atmosférico.

En el caso del reciclaje del plástico, el dado tiene una perforación circular central que da forma de filamento al plástico fundido que es empujado por el husillo. Llegados a este punto, obtenemos unos filamentos de plástico caliente que deben

ser enfriados, para ello los filamentos salientes de la extrusora pasan directamente a un baño de agua donde se enfrían para su posterior corte.

3.12.2.- Aditivos utilizados en la fabricación de PVC

Según Desconocido [2005] en textoscientificos.com, los principales aditivos son.

Plastificantes

Las variaciones en las cantidades agregadas de estos auxiliares son las que permiten obtener artículos con la flexibilidad o blandura deseada. Los más empleados son los ftalatos y entre ellos el más común es el DEHP o DOP; se trata de líquidos orgánicos incoloros, biodegradables, de muy baja solubilidad en agua y que una vez incorporados al compuesto de PVC quedan íntimamente ligados a la masa total.

La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), integrante de la Organización Mundial de la Salud (WHO), reclasificó al DEHP como agente del Grupo 3, es decir que no puede ser clasificada como causante de cáncer en seres humanos (22 de febrero de 2000).

Estabilizantes

Son necesarios en todas las formulaciones de PVC para prevenir su descomposición por el calor durante el procesamiento. Le otorgan mejor resistencia a la luz, a la intemperie y al calor, y ejercen una importante influencia en las propiedades físicas y en el costo de la formulación.

La elección de un estabilizante depende de un número de factores incluidos en los requerimientos que el usuario solicita al producto final como por ejemplo, cristalinidad u opacidad, especificaciones técnicas y de salubridad.

Lubricantes

Se emplean principalmente en materiales rígidos, facilitando el proceso en la obtención de caños, botellas, film, láminas, etc.

Mejoradores

Pueden ser de impacto o de proceso. Los primeros mejoran la resistencia al impacto de perfiles para ventanas, envases, etc. y los de proceso contribuyen a facilitar el control de espesores y peso en artículos de baja plastificación o rígidos.

Otros aditivos

Cargas para abaratar costos, aditivos para mejorar la propiedad inherente del PVC, como es su característica ignífuga.

3.12.3.-Extrusores de Doble Husillo

Según Usuario Iqmann [2006?] en Wikipedia, Los extrusores de doble husillo proporcionan un empuje mucho mayor y esfuerzo de cizalla mejor que el de un sólo husillo, aceleraciones de material mucho mayores, esfuerzos cortantes relativamente altos y mezclado intensivo. Para algunos materiales este proceso es demasiado agresivo, por lo cual resulta inadecuado, existe la creencia de que los concentrados de color se realizan en su mayoría en este tipo de extrusores, sin embargo, la mayoría de los pigmentos sufren degradación debida a las condiciones tan agresivas del proceso, por ello, la mayoría de los fabricantes de concentrados utilizan un cañón largo de un solo husillo.

Existen 2 tipos de doble husillo: los que engranan y los que no engranan, de los que engranan existen dos posibilidades, los co-rotativos y los contra rotativos,

según las direcciones en las que estos giran. El flujo generado en un doble husillo que engrana y es contra rotativo genera un flujo en forma de **C** el cual tiene las características de un bombeo positivo, disminuyendo drásticamente la influencia de la viscosidad del material para su transporte y generando un bombeo muy eficiente. Las desventajas de este proceso es que los husillos son empujados por el material hacia las paredes del cañón, lo que evita el huso de altas velocidades; también existe el problema del mezclado ineficiente, mientras más rápido se transporta el material, menos eficiente es el mezclado.

En los husillos que si engranan y son co-rotativos, el flujo tiene mayor dependencia en la viscosidad del material, aunque mucho menor que en los extrusores de un solo husillo. En este tipo de arreglo los husillos no son empujados hacia la pared del cañón, por ello se permiten altas velocidades, además el material pasa de un husillo a otro logrando un flujo alternante que ayuda a una mezcla más homogénea.

3.12.4.-Fusión del Polímero

Según Usuario lqmann [2006?] en Wikipedia, El polímero funde por acción mecánica en combinación con la elevación de su temperatura por medio de calentamiento del cañón. La acción mecánica incluye los esfuerzos de corte y el arrastre, que empuja el polímero hacia la boquilla e implica un incremento en la presión.

La primera fusión que se presenta en el sistema ocurre en la pared interna del cañón, en forma de una delgada película, resultado del incremento en la temperatura del material y posteriormente también debida a la fricción. Cuando esta película crece, es desprendida de la pared del cañón por el giro del husillo, en un movimiento de ida y vuelta y luego un barrido, formando un patrón semejante a un remolino, o

rotatorio sin perder el arrastre final. Esto continúa hasta que se funde todo el polímero.

Fusión y arrastre: Si el material se adhiere al husillo y resbala sobre la pared del cañón, entonces el arrastre es cero, y el material gira con el husillo. Si en cambio, el material no resbala con la pared del cañón y resbala con el husillo, entonces el arrastre es máximo y el transporte de material ocurre. En la realidad el polímero experimenta fricción tanto en la pared del cañón como en el husillo, las fuerzas de fricción determinan el arrastre que sufrirá el polímero

3.12.5.-El Dado



Imagen 3.4.- Cabezal y Dado

Según Usuario Iqmann [2006?] en Wikipedia, El dado (Imagen 3.4) (traducción literal del inglés, cabezal y boquilla en español) en el proceso de extrusión es análogo al molde en el proceso de moldeo por inyección, a través del dado fluye el polímero fuera del cañón de extrusión y gracias a éste toma el perfil deseado. El dado se considera como un consumidor de presión, ya que al terminar el husillo la presión es máxima, mientras que a la salida del dado la presión es igual a la presión atmosférica.

La presión alta que experimenta el polímero antes del dado, ayuda a que el proceso sea estable y continuo, sin embargo, el complejo diseño de los dados es responsable de esta estabilidad en su mayor parte.

El perfil del dado suele ser diferente del perfil deseado en el producto final, esto debido a la memoria que presentan los polímeros, esfuerzos residuales y orientación del flujo resultado del arrastre por el husillo. Existen dados para tubos, para láminas y perfiles de complicadas geometrías, cada uno tiene características de diseño especiales que le permite al polímero adquirir su forma final evitando los esfuerzos residuales en la medida de lo posible.

Los dados para extrudir polímeros consideran la principal diferencia entre materiales compuestos por macromoléculas y los de moléculas pequeñas, como metales. Los metales permiten ser procesados con esquinas y ángulos estrechos, en cambio los polímeros tienden a formar filos menos agudos debido a sus características moleculares, por ello es más eficiente el diseño de una geometría final con ángulos suaves o formas parabólicas e hiperbólicas.

3.12.6.-Orientación y cristalización

Según Usuario Iqmann [2006?] en Wikipedia, Láminas o perfiles formados a la salida del dado comienzan a disminuir su temperatura inmediatamente, en ese momento puede ser que el extruido sea jalado, con esto se logra una mayor orientación longitudinal de las moléculas, que se ordenan en la dirección que es aplicada la fuerza de extensión. A la salida del dado también comienza la cristalización, la cual puede ser controlada de acuerdo con la extensión y la tasa de enfriamiento.

La cristalización puede aumentar por extensión gracias a rodillos que tiran del material, esta fuerza causa que las moléculas se orienten en la dirección en que el material es forzado y esta orientación incrementa el grado de cristalización y por lo tanto el grado de resistencia del material. Esta técnica es utilizada típicamente en extrusión de láminas, películas y fleje.

Capitulo 4.- Situación Actual de las Operaciones

4.1.- Recopilación de la Información

Las operaciones dentro de las instalaciones son realizadas por 1 equipo que consta de 1 Supervisor, 1 Toldero, 1 Mezclador, 1 Molinero, 1 Acampanador y 1 Operario, todos ellos se encuentran a disposición del Supervisor y lo ayudan al momento de realizar cambios, ajustes o correcciones en toda la línea.

4.1.1.- Lista de Operaciones del Proceso de Producción

Dentro del Proceso de producción del tubo de PVC se realizan muchas actividades, pero la mayoría son realizadas por los equipos especializados para dicho fin, ya que el PVC es un plástico que debe ser elevado a altas temperaturas para su procesamiento, por este motivo se han tomado los tiempos de las principales actividades desempeñadas por los trabajadores.

A continuación se presenta lista con todas las actividades realizadas para la producción de tubos de PVC:

4.1.1.1.- Mezclado

En esta actividad, el Mezclador se encarga de agregarle los aditivos, lubricante y tintes a la resina virgen, y da como resultado una resina capaz de ser procesada en la extrusora y así ser convertido en tuberías.

El Mezclador (Imagen 4.1) debe de contar con el conocimiento necesario de las diferentes mezclas para producir la gran gama de tuberías de PVC que son producidas en las instalaciones, tiene que tener conocimiento técnico de todos los equipos que maneja y estar al pendiente de los cambios de peso y temperatura que la pesa y la tolva le presentan, los cuales pueden afectar el resultado de la mezcla.



Imagen 4.1.- Mezcladora

Durante el Mezclado, la resina de PVC debe alcanzar temperaturas mayores a 100° Centígrados dependiendo de qué tipo de tubería se piensa hacer, estas temperaturas son necesarias para que la mezcla entre los distintos materiales se haga con éxito. Posteriormente de alcanzar dicha temperatura, la mezcla debe ser enfriarse para que la resina pueda manejarse, transportarse y ser utilizada inmediatamente después de su Mezclado, para esto es necesario introducirla en la Enfriadora (Imagen 4.2) que funciona con agua a 6° Centígrados (La misma agua utilizada para enfriar a los tubos después de salir del Cabezal), una vez que ha sido enfriado a 30° Centígrados es depositada en los costales de 2 toneladas para ser transportados al área de producción.



Imagen 4.2.- Enfriadora

4.1.1.2.- Extrusión:

Este proceso consiste en el calentamiento al punto de fusión de la resina preparada, este cambio ocurre dentro del Cañón (Imagen 4.3) el cual a través de resistencias colocadas en ciertos puntos alcanza temperaturas mayores a 200° Centígrados, los Husillos se encargan de arrastrar la resina y mezclarla dentro del Cañón lo cual comienza el proceso de Plastificación, después de ser fundido pasa a través del cabezal (Imagen 4.4) para darle la forma de tubo y el estirado de este para que el tubo salga de manera uniforme, enfriado del tubo posterior a la salida de este del cabezal, la impresión de las especificaciones y el corte de este del tamaño marcado en la orden de producción.



Imagen 4.3.- Cañón

Este proceso presenta una gran variedad de ajustes, ya que cada tipo de tubo, tamaño, mezcla y uso de estos varía la temperatura a la que es fundido y la velocidad en la que es extruido y no siempre es la misma en cada ocasión que se produce un tipo de tubo, estas deben ser ajustadas dependiendo de los resultados que arrojen las pruebas de calidad que son efectuadas cada hora durante toda la producción.



Imagen 4.4.- Cabezal

Los equipos encargados de la Extrusión de los tubos de PVC funcionan casi automáticamente, la actividad humana dentro de este proceso es principalmente en los ajustes de los equipos y en caso que estos fallen o suceda alguna anomalía, ponerlos nuevamente en marcha. Otra actividad humana que es llevada a cabo dentro de este proceso es la realización de los cambios de cabezal, conos o dados, los cuales determinan el diámetro y grosor de los tubos.

Una vez que el tubo de PVC a salido del Cabezal, este debe ser enfriado inmediatamente ya que si no ocurre así el tubo se deformaría poco después de salir, el tubo de PVC entra a la Tina Enfriadora (Imagen 4.5), la cual a través de chorros potentes de agua a 6° Centígrados, estos chorros de agua llenan los compartimientos internos de la Tina, así llenar cada compartimiento y enfriar el tubo uniformemente.



Imagen 4.5.- Tina Enfriadora

En el proceso de Producción del Tubo de PVC, un equipo de gran importancia dentro del proceso es la Jaladora (Imagen 4.6), ya que su función es jalar al tubo que va saliendo de la Extrusora lo que le da su forma tubular además de que permite al tubo salir siendo una pieza única y completa que posteriormente será cortada del tamaño especificado.



Imagen 4.6.- Jaladora

Posteriormente a que el tubo ha tomado su forma y ha sido enfriado es necesaria la colocación de las especificaciones y el nombre del proveedor, en este caso Durman Esquivel, esto sirve para la identificación rápida del tubo y conocer qué tipo es y cuál es su principal uso, esto ayuda a los clientes cuando compren el producto. La Imprenta (Imagen 4.7) es la encargada de poner estos datos sobre el tubo de PVC, cuando el tubo pasa por debajo de la imprenta, una rueda de hule que es presionado sobre el tubo es girada y deja marcada las especificaciones en el tubo, esta rueda de hule, a su vez, se apoya sobre otra rueda, la cual lleva sujeta una serie de hules más duros, los cuales llevan escritos los datos que deben ser impresos sobre el tubo, la segunda rueda está pegada a su vez a una tercera la cual al girar se introduce dentro un pequeño contenedor lleno de tinta. Al pasar el tubo hace girar la rueda de hule que hace girar la segunda rueda con los hules que tienen los datos que al rotar hace girar la tercer rueda que se sumerge en la tinta la cual pasa de la tercer rueda a la segunda llenando de tinta las marcas las cuales pasan a la primer rueda y de esta las marcas pasan al tubo de PVC.

Después de haber imprimido los datos sobre el tubo, este debe ser cortado de acuerdo a las especificaciones en la orden de producción, esto es llevada a cabo por la Cortadora (Imagen 4.8), cuando el tubo es empujado por la Jaladora, el extremo delantero choca con un sensor, el cual activa la cortadora cortando el tubo del tamaño pedido y posteriormente la Acampanadora jala el tubo cortado dejando el espacio libre al extremo libre para activar el sensor nuevamente y este ciclo se repite durante todo el proceso.



Imagen 4.7.- Imprenta



Imagen 4.8.- Cortadora

4.1.1.3.- Acampanado y Abocinado:

Esta actividad es realizada dependiendo del tubo que se realiza, ya que consiste en el calentamiento de un extremo del tubo y, en el caso de acampanado, se le coloca un anillo plástico para tubos que manejan alta presión de agua, y en el caso de abocinado, se le amplía un poco el diámetro.

Después de que el tubo de PVC ha sido moldeado, enfriado, impreso y cortado a medida, la Acampanadora se encarga de jalarlo y ponerlo en un contenedor donde son recogidos por los obreros y posteriormente enviados a control de calidad donde se decide si pasan al Almacén de productos terminados o si serán enviados al Molino. Esta no es la única función de la Acampanadora, su función principal es Acampanar o Abocinar los tubos dependiendo que clase de tubo se esté produciendo.

La Acampanadora (Imagen 4.9) jala el tubo y lo coloca sobre las cadenas transportadoras las cuales al activarse se levantan y arrestan al tubo hasta colocarlo frente a las resistencias terminas, una vez colocado en la posición las resistencias se acercan al extremo del tubo y una rueda eléctrica baja y presiona el tubo por arriba, una vez que las resistencias están en posición la rueda comienza a girar haciendo girar al tubo para que el calor afecte uniformemente al extremo del tubo lo cual hace que ese extremo del tubo se aguade. Una vez que el tiempo programado llegue a su fin, este tiempo depende de qué clase de tubo y su grosor para alcanzar una flexión optima del extremo, las resistencias se alejan y la rueda eléctrica se levanta liberando al tubo y las cadenas transportadoras mueven el tubo y colocan otro nuevo. El tubo que sale de las resistencias es levantado por el obrero, el cual abocina o acampana el tubo en el Acampanador (Imagen 4.10) el cual da la forma o coloca el anillo de hule dependiendo si se abocine o acampane y enfría el tubo para que mantenga esta forma.



Imagen 4.9.- Acampanadora



Imagen 4.10.- Acampanador

4.1.2.- Descripción Detallada de Actividades

Las actividades que serán tomadas para este estudio han sido seleccionadas para este fin ya que son en las que interviene la actividad humana y son las más realizadas dentro del proceso de producción.

Estas actividades son: Mezclado, Cambio de Cabezal, cambio de Cono y/o dado, abocinado y Acampanado.

A estas actividades se les ha trazado sus respectivos diagramas de Flujo de Proceso (Ver Anexo B), esto para facilitar el establecimiento de las actividades a medir para el estudio de tiempos y Movimientos.

En la tabla 4.1 se enlistan los operarios que fueron analizados durante la muestra:

Tabla 4.1.- Obreros a los que se les realizó el estudio de Movimientos y Tiempos

Nombre del Obrero	Actividad Desarrollada	Actividades Estudiadas
Fredy Hernández López	Mezclador	Proceso de Mezclado
Julio Hernández Jiménez	Supervisor	Cambio de Cabezal
Antonio Valerio Ruiz	Operario	
Orvelin Estrada Martínez	Acampanador	
Roberto Grajales	Tolbero	
Anastasio Pérez Gutiérrez	Supervisor	Cambio de Cono y/o Dado
Alex Hernández Pérez	Operario	
Sergio Uribe Flecha Alemán	Acampanador	
Gustavo Hernández	Tolbero	
Sergio Uribe Flecha Alemán	Acampanador	Proceso de Acampanado
Orvelin Estrada Martínez	Acampanador	Proceso de Abosinado

En las actividades de Cambio de Cabezal y Cono y/o Dado se anexan los nombres de todos los involucrados durante la actividad, pero estos solo son de apoyo para el Supervisor que hace gran parte de todas las actividades

4.1.2.1.- Diagramas de Flujo del Proceso

Se comenzará agregando los diagramas de flujo del proceso de Mezclado (Tabla 4.2), ya que es la primer actividad que se realiza durante el proceso de producción del tubo de PVC.

Tabla 4.2.- Diagrama de Flujo del Proceso de Mezclado



Diagrama de Flujo del Proceso de Mezclado

Asunto: Diagramado Método: Actual
 Fecha de Diagramado: 17 de Marzo del 2011 Departamento: Mezclado
 Diagramado por: Juan Carlos Gómez Toledo
 Tipo de Diagrama: Hombre Material Fabrica: Durman Esquivel central Tuxtla Gtr.
 Hoja Núm. 1 De 5 Hojas.

Proceso	Proceso	Transporte	Inspección	Almacenado	Espera	Distancia
Resina Virgen almacenada en Costales de 2 Ton.	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Transporte de Costal a cargador de Tolva en Montacargas	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	54.51
Cargado de Tolva Principal	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8.04
Almacenamiento de Resina en Tolva Principal	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Cargado de Tolva Secundaria	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10.16
Almacenado de Resina en Tolva Secundaria	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	22.38
Cargado de Pesa	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2
Preparado de Materia Prima para agregar	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	18.73
Espera que la Pesa se llene	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Pesado de Resina Virgen (100 Kg.)	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Cargado de Mesclador (100 Kg.)	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5
Agregado de Materia Prima	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.38
Cargado de Pesa	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Espera que la Pesa se llene	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Pesado de Resina Virgen (100 Kg.)	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Cargado de Mesclador (200 Kg.)	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5
Calentado de Material en Mesclador	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Preparado de Materia Prima para agregar	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	16.30
Materia alcanza temperatura especificada	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Agregado de Materia Prima	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.59
Cargado de Enfriador	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.5
Enfriado de Resina	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Cargado de Costal de 2 Ton.	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2
Transportado de Costal de 2 Ton. a Producción en Montacargas	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	53.52
Distancia Total Recorrida=						204.11 m

A continuación se presenta el diagrama de flujo del proceso de cambio de Cabezal (Tabla 4.3), ya que esta es una de las actividades que se realiza antes de comenzar a producir un tipo en específico de tubo, debido a que el tamaño de cabezal es uno de los factores que determina esto.

Tabla 4.3.- Diagrama de Flujo del Proceso de cambio de Cabezal

Diagrama de Flujo del Proceso de Cambio de Cabezal

Asunto: Diagramado Cambio de Cabezal | Método: Actual
 Fecha de Diagramado: 4 de Abril del 2011 | Departamento: Producción
 Diagramado por: Juan Carlos Gómez Toledo
 Tipo de Diagrama: Hombre Material | Fabrica: Durman Esquivel central Tuxtla Gtz.
 Hoja Núm. 2 De 5 Hojas.

Proceso	Proceso	Transporte	Inspección	Almacenado	Espere	Distancia
Purgado de Cabezal	<input type="checkbox"/>	11.43				
Disminución de velocidad a Usillos	<input type="checkbox"/>	1.3				
Separación de Tina de Cabezal	<input type="checkbox"/>	1.80				
Apagado de Tina	<input type="checkbox"/>	2.54				
Desconexión de Resistencia de Dado	<input type="checkbox"/>	0.43				
Afijado de Resistencia de Dado y Cabezal	<input type="checkbox"/>	-				
Retiro de material saliente de Cabezal	<input type="checkbox"/>	-				
Salida de Purga	<input type="checkbox"/>	-				
Preparación de Instrumental	<input type="checkbox"/>	24.59				
Apagado de Resistencias y alimentador	<input type="checkbox"/>	5.80				
Cambio de Hules de Tina	<input type="checkbox"/>	7.06				
Cambio y ajuste de Imprenta	<input type="checkbox"/>	15.08				
Retiro de Cabezal	<input type="checkbox"/>	1				
Limpieza interna de Cabezal y Cañón	<input type="checkbox"/>	-				
Colocación de Cabezal nuevo	<input type="checkbox"/>	1				
Colocación de Resistencia de Dado y Cabezal	<input type="checkbox"/>	-				
Encendido de Resistencias	<input type="checkbox"/>	3.5				
Encendido de Extrusora	<input type="checkbox"/>	-				
Limpieza de Trampa de Vacío	<input type="checkbox"/>	3.25				
Cambio de Formador	<input type="checkbox"/>	2				
Retiro y limpieza de Imanes	<input type="checkbox"/>	3.82				
Colocación de Imanes	<input type="checkbox"/>	-				
Encendido de Alimentador	<input type="checkbox"/>	-				
Salida de Purga	<input type="checkbox"/>	-				
Salida de material	<input type="checkbox"/>	-				
Acercamiento de Tina	<input type="checkbox"/>	2.5				
Introducción de tubo en Tina	<input type="checkbox"/>	7.89				
Salida de tubo de Tina	<input type="checkbox"/>	1.41				
Encendido de Tina	<input type="checkbox"/>	2.69				
Ajuste de Jaladora	<input type="checkbox"/>	0.36				
Paso de tubo por jaladora	<input type="checkbox"/>	1.85				
Corte de Tubo hasta que salga bien de Jaladora	<input type="checkbox"/>	-				
Encendido y Ajuste de Cierra	<input type="checkbox"/>	1.5				
Encendido y Ajuste de Acampanadora	<input type="checkbox"/>	20.54				
Distancia Total Recorrida=						123.34 m

El siguiente es el diagrama de flujo del Proceso de cambio de Cono y/o Dado (Tabla 4.4), ya que es muy parecido en sus actividades al de cambio de cabezal, ya que el cono y el dado son piezas internas del cabezal y su cambio hace variar el grosor del tubo.

Tabla 4.4.- Diagrama de Flujo del Proceso de cambio de Cono y/o Dado



Diagrama de Flujo del Proceso de Cambio de Dado y/o Cono

Asunto: Diagramado Cambio de Dado y/o Cono | Método: Actual
 Fecha de Diagramado: 8 de Marzo del 2011 Departamento: Producción
 Diagramado por: Juan Carlos Gómez Toledo
 Tipo de Diagrama: Hombre Material Fabrica: Durman Esquivel central Tuxtla Gtz.
 Hoja Núm. 3 De 5 Hojas.

Proceso	Proceso	Transporte	Inspección	Almacenado	Espere	Distancia
Purgado de Cabezal	○	⇨	□	▽	⏸	11.43
Disminución de velocidad a Usillos	○	⇨	□	▽	⏸	1.3
Separación de Tina de Cabezal	○	⇨	□	▽	⏸	1.80
Apegado de Tina	○	⇨	□	▽	⏸	2.54
Desconexión de Resistencia de Dado	○	⇨	□	▽	⏸	0.43
Afijado de Resistencia de Dado	○	⇨	□	▽	⏸	-
Retiro de material saliente de Cabezal	○	⇨	□	▽	⏸	-
Salida de Purga	○	⇨	□	▽	⏸	-
Preparación de Instrumental	○	⇨	□	▽	⏸	24.59
Apegado de Resistencias y alimentador	○	⇨	□	▽	⏸	5.80
Cambio de Hules de Tina	○	⇨	□	▽	⏸	7.06
Cambio y ajuste de Imprenta	○	⇨	□	▽	⏸	15.08
Retiro de Dado	○	⇨	□	▽	⏸	1
Limpieza interna de Cabezal	○	⇨	□	▽	⏸	-
Retiro de Cono y/o Postizo	○	⇨	□	▽	⏸	1
Colocación de Cono y/o Postizo nuevos	○	⇨	□	▽	⏸	1
Colocación de Dado nuevo	○	⇨	□	▽	⏸	1
Colocación de Resistencias de Dado	○	⇨	□	▽	⏸	-
Encendido de Resistencias	○	⇨	□	▽	⏸	3.5
Encendido de Extrusora	○	⇨	□	▽	⏸	-
Limpieza de Trampa de Vacío	○	⇨	□	▽	⏸	3.25
Cambio de Formador	○	⇨	□	▽	⏸	2
Retiro y limpieza de Imanes	○	⇨	□	▽	⏸	3.82
Colocación de Imanes	○	⇨	□	▽	⏸	-
Encendido de Alimentador	○	⇨	□	▽	⏸	-
Salida de Purga	○	⇨	□	▽	⏸	-
Salida de material	○	⇨	□	▽	⏸	-
Acercamiento de Tina	○	⇨	□	▽	⏸	2.5
Introducción de tubo en Tina	○	⇨	□	▽	⏸	7.89
Salida de tubo de Tina	○	⇨	□	▽	⏸	1.41
Encendido de Tina	○	⇨	□	▽	⏸	2.69
Ajuste de Jaladora	○	⇨	□	▽	⏸	0.36
Paso de tubo por jaladora	○	⇨	□	▽	⏸	1.85
Corte de Tubo hasta que salga bien de Jaladora	○	⇨	□	▽	⏸	-
Encendido y Ajuste de Cierre	○	⇨	□	▽	⏸	1.5
Encendido y Ajuste de Acampanadora	○	⇨	□	▽	⏸	20.54
Distancia Total Recorrida=						125.34 m

El siguiente diagrama de flujo del proceso corresponde al proceso de Acampanado (Tabla 4.5), ya que esta actividad es el último paso antes de ser enviados a almacenaje y en esta interviene la actividad humana. En este paso, es colocado un anillo de hule dentro del tubo de PVC, con el cual se asegura una unión hermética entre tubos, esto para soportar altas presiones de agua, para lo cual están diseñados este modelo de tubo.

Tabla 4.5.- Diagrama de Flujo del Proceso de Acampanado

Diagrama de Flujo del Proceso de Acampanado

Asunto: Diagramado Proceso de Acampanado Método: Actual
 Fecha de Diagramado: 19 de Abril del 2011 Departamento: Producción
 Diagramado por: Juan Carlos Gómez Toledo
 Tipo de Diagrama: Hombre Material Fabrica: Durman Esquivel central Tuxtla Gtr.
 Hoja Núm. 4 De 5 Hojas.

Proceso	Proceso	Transporte	Inspección	Almacenado	Espera	Distancia
Obrero levanta tubo de PVC calentado	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.5
Obrero coloca tubo de PVC en posición frente a Perno A.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.5
Obrero empuja tubo de PVC hacia Perno Abocinado	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Obrero enciende chorro de agua para enfriar tubo de PVC	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Enfriado de Tubo	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Obrero apaga chorro de agua	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Obrero aleja tubo de PVC del Perno Abocinado	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.65
Obrero camina al otro extremo de tubo de PVC	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8.52
Obrero cambia al tubo de PVC de soporte	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.37
Obrero acerca tubo de PVC a Achaflanadora	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Obrero achaflana tubo de PVC	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Obrero levanta tubo de PVC	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.25
Obrero transporta tubo de PVC a carro transportador	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.12
Obrero deja tubo de PVC en carro transportador	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Obrero camina hacia tubo de PVC que se encuentra en Resistencia	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.4
Obrero recoge plumón y tubo de referencia	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Colocación de marca con tubo de referencia y plumón	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Obrero deja plumón y tubo referencia en su lugar	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Obrero camina a esperar que el sig. Tubo salga de resistencias	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7.3
Distancia Total Recorrida=						31.61 m.

Las actividades del proceso de Abocinado son muy parecidas a las actividades del proceso de Acampanado (Tabla 4.6), pero en el caso del Abocinado no se le agrega el anillo plástico y las actividades se realizan en menos tiempo ya que requiere una menos temperatura para darle la forma.

Tabla 4.6.- Diagrama de Flujo del Proceso de Abocinado

Diagrama de Flujo del Proceso de Abocinado

Asunto: Diagramado Proceso de Abocinado Método: Actual
 Fecha de Diagramado: 22 de Marzo del 2011 Departamento: Producción
 Diagramado por: Juan Carlos Gómez Toledo
 Tipo de Diagrama: Hombre Material Fabrica: Durman Esquivel central Tuxtla Gtr.
 Hoja Núm. 5 De 5 Hojas.

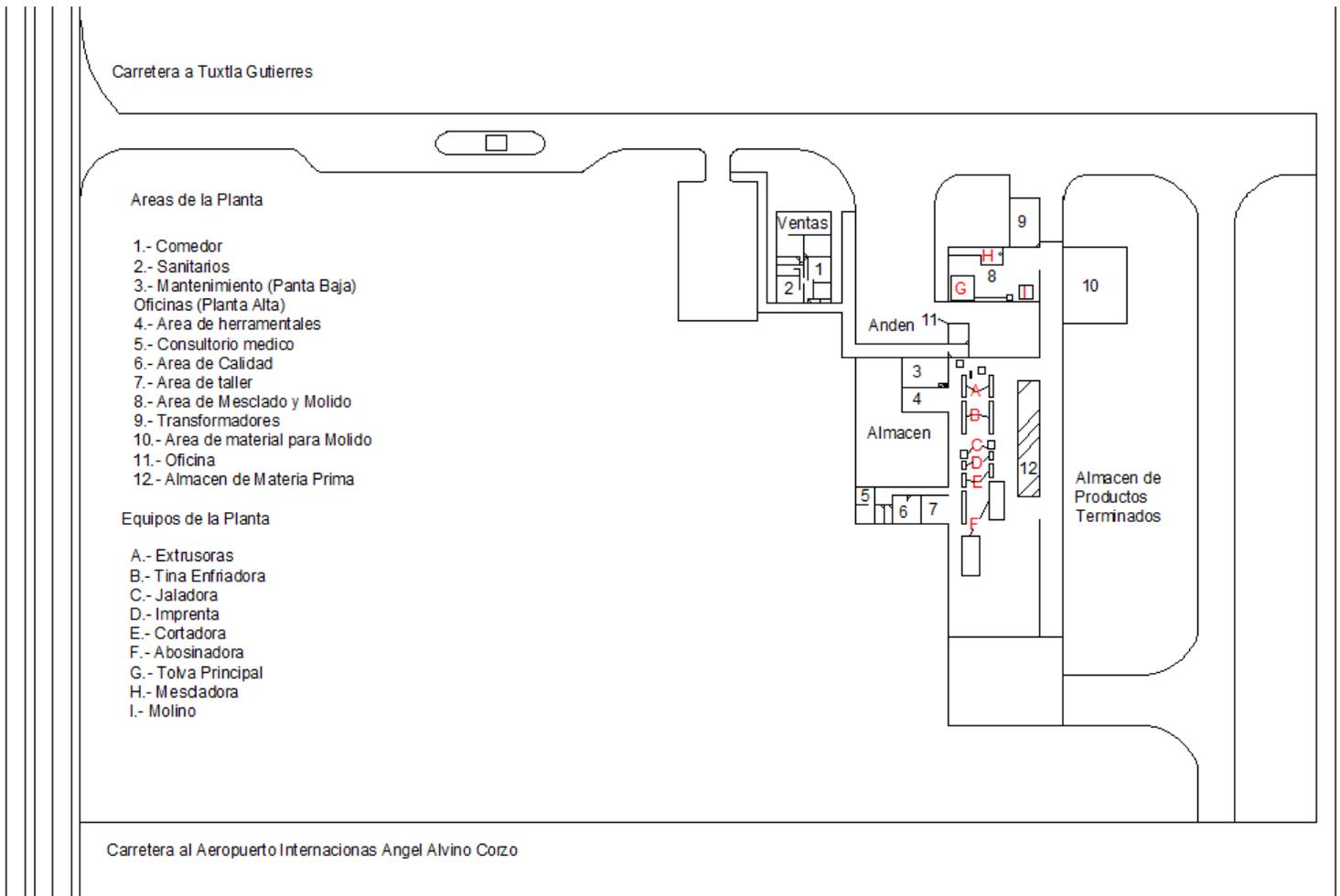
Proceso	Proceso	Transporte	Inspección	Almacenado	Espera	Distancia
Obrero levanta tubo de PVC calentado	○	⇨	□	▽	D	1.5
Obrero coloca tubo de PVC en posición frente a Perno A.	○	⇨	□	▽	D	1.5
Obrero empuja tubo de PVC hacia Perno Abocinado	○	⇨	□	▽	D	-
Obrero enciende corro de agua para enfriar tubo de PVC	○	⇨	□	▽	D	-
Enfriado de Tubo	○	⇨	□	▽	D	-
Obrero apaga chorro de agua	○	⇨	□	▽	D	-
Obrero aleja tubo de PVC del Perno Abocinado	○	⇨	□	▽	D	0.65
Obrero colona perno Abocinado en posición	○	⇨	□	▽	D	0.43
Obrero camina al centro de tubo de PVC	○	⇨	□	▽	D	4.52
Obrero levanta tubo de PVC	○	⇨	□	▽	D	-
Obrero transporta tubo de PVC a carro transportador	○	⇨	□	▽	D	2.12
Obrero deja tubo de PVC en carro transportador	○	⇨	□	▽	D	-
Obrero camina a esperar que el sig. Tubo salga de resistencias	○	⇨	□	▽	D	3.87
Distancia Total Recorrida=						14.59 m

4.1.3.- Distribución de la Planta

La siguiente distribución de planta presenta las principales aéreas de la fábrica (marcadas con números) y los equipos utilizados en el proceso productivo (marcadas con letras). Se han tomado en cuenta las principales aéreas de la planta, o los espacios que son más utilizadas por el personal (Imagen 4.11).

Se ha sombreado el Almacén de Materia Prima ya que no es una estructura en sí, es un espacio delimitado por una línea Roja donde son colocados los costales de Resina de PVC y los aditivos.

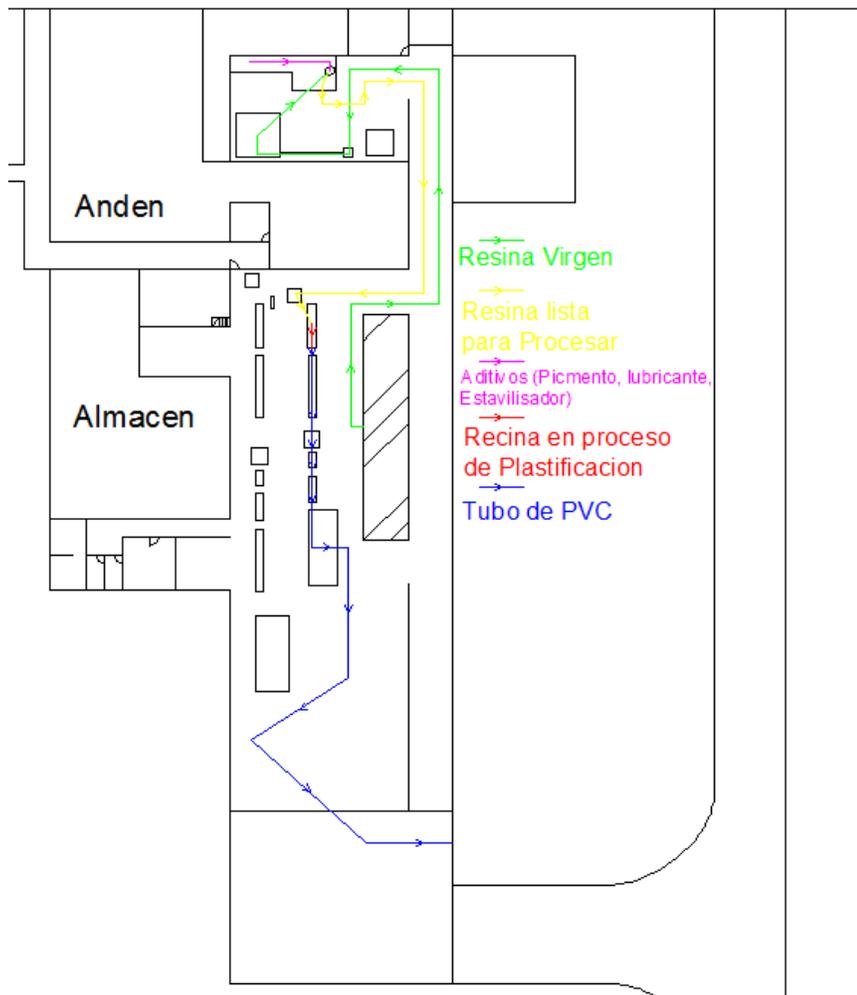
Imagen 4.11.- Distribución de la Planta



4.1.4.- Diagrama de Planta

El diagrama de planta (Imagen 4.12) muestra la trayectoria que sigue la materia prima y los productos terminados, desde el almacén de materia prima hasta el almacén de productos terminados. Se ha marcado con una línea Verde la ruta seguida por la Resina Virgen de PVC, de color morado la ruta seguida por los aditivos que son agregados a la resina, de color amarillo la ruta seguida por la resina lista para su procesamiento, de color rojo la resina que se encuentra en proceso de plastificación y de azul el camino que sigue el tubo de PVC listo desde que sale del cabezal hasta el almacén de producto terminado.

Imagen 4.12.- Diagrama de Planta



4.2.- Análisis de la Situación Actual

Existen circunstancias, que pueden ser externas o internas, que afectan las actividades dentro de una fábrica, estos factores son muy variados, desde errores humanos, problemas con los equipos hasta las actividades socio-políticas que hay en la región, por esta razón es de vital importancia conocer estas circunstancias, y evaluarlas para obtener una rápida solución.

Dentro de la fábrica de Durman Esquivel, existen 2 principales circunstancias que han afectado las actividades, una han sido los equipos, durante un periodo de 2 meses las fallas mecánicas han traído fuertes consecuencias en la producción de las tuberías de PVC, y la otra ha sido las condiciones en la que se desempeñan los trabajadores que no han sido las ideales, esto aunado a la resistencia por parte de los trabajadores a utilizar los equipos de seguridad suministrados por la institución.

4.2.1.- Situación Actual de la planta

Los factores que afectan la producción

Problemas mecánicos con los Equipos:

La línea 2 es la encargada de la producción de Tubos de PVC para Alcantarillado de diámetros grandes ya que su ubicación le permite realizar los cambios de los cabezales grandes para estos diámetros. Esta línea es la que tiene mayor antigüedad, ya que lleva varios años trabajando, por esta razón, la central de Querétaro decidió el cambio del Cañón y de los Husillos, los cuales son las piezas principales de la extrusora.

El sistema de poderes dentro de la empresa Durman Esquivel está muy centralizado, por lo cual las decisiones importantes son tomadas desde la central en

Querétaro, los cuales realizaron la compra del nuevo Cañón y Husillos, los cuales eran de origen Chino.

Los equipos nuevos de origen Chino eran de mala calidad, ya que quemaban la resina que se procesaba en ellos, además que sufrieron daños al poco tiempo en que se comenzaron a utilizar, esto dio como consecuencia que en la Línea 2 solo se pudieran producir tuberías pequeñas, las cuales en su mayoría son tubos de Norma.

Esto como consecuencia produjo una sobresaturación de tubos de diámetros pequeños de norma los cuales llenaron los inventarios, aunado a una disminución en las ventas debido a la transición del nuevo gobierno en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, orillaron a la administración a programar paros continuos de la producción, que en su mayoría fueron de 3 días por semana (Viernes, Sábado y Domingo) hasta el paro de 7 días consecutivos, esto para darle una salida a los productos que estaban saturando el almacén, y los tubos de Alcantarillado tuvieron que ser traídos desde otras fabricas para satisfacer la demanda de estos.

Los problemas de la Línea 2 duraron aproximadamente 2 meses, por tal circunstancia, para este proyecto no se tomo en cuenta la Línea 2 ni las tuberías de alcantarillado.

4.2.2.- Condiciones Ambientales de las instalaciones

En el proceso de producción del tubo de PVC se manejan materiales que por sí solos son inofensivos para la salud humana, pero en ciertas circunstancias pueden dañar a las personas que estén en contacto con él.

Mezclado:

La resina de PVC es la materia prima más importante para la producción de tubos y en el proceso de Mezclado es en donde se prepara la mezcla para soportar las temperaturas que son requeridas para su elaboración.

Durante el Mezclado de los materiales son liberados vapores ácidos como resultado del calentamiento de la resina de PVC, estos ácidos son nocivos para la salud humana, ya que al ser inhalados dañan garganta, tráquea y pulmones, que son los encargados del procesamiento del aire para nuestro cuerpo. Aunado de los vapores, la misma resina de PVC por si sola es un talco muy fino que es fácilmente transportado por el aire y al ser inhalado se va acumulando den los pulmones, con el tiempo puede causar enfisemas pulmonares y otros males respiratorios.

El Mezclador al estar parado directamente sobre la entrada para alimentar la Mezcladora, es afectado directamente por estos vapores y partículas suspendidas.

La administración de la planta a suministrado a los encargados de la Mezcladora un conjunto de equipos de seguridad que son: Mascarilla para partículas suspensivas, lentes de seguridad, guantes, los cuales lo protege de las altas temperaturas en que se maneja la Mezcladora y de las partículas suspendidas, pero son es protección suficiente para los vapores asidos que son muy nocivos para su salud.

Producción:

En esta área los trabajadores también sufren de los efectos de los vapores ácidos y de las partículas suspendidas, pero es en menor medida, ya que para ser afectado por el vapor hay que estar situado muy cerca del cabezal y en muy pocas ocasiones los trabajadores se ven inmersos en ese estado, las partículas suspendidas son en menor circunstancia, ya que solo se presentan durante la

reposición de los costales que alimentan la maquina o cuando el equipo sufre algún problema como reflujo.

En esta área del proceso, los factores que principalmente afectan a los trabajadores son las altas temperaturas en que funcionan los equipos de extrusión, estos funcionan a mas de 200° centígrados, por lo cual al mínimo contacto con la piel causa grandes quemaduras, aunado al fuerte calor que expiran estos equipos causan deshidratación en los trabajadores y a la gran cantidad de actividades que desarrollan junto a estos equipos da la necesidad de ingerir grandes cantidades de agua para que estos sigan con sus actividades y su salud no se vea afectada.

Durante el proceso, cuando ocurre una ruptura o hay que realizar algún cambio den los equipos, el material que sale antes de tener lista la línea debe de ser retirado del cabezal conforme va saliendo, este material sale a muy altas temperaturas y los trabajadores deben de retirarlo con las manos utilizando unos guantes de carnaza que no son los indicados para el manejo de materiales calientes, por lo que ellos tienen de mojarlos y así soportar las temperaturas, esto a largo plazo puede causar artritis en las manos de los trabajadores los cambios bruscos de temperatura.

4.3.- Sistema de Calificación de Westinghouse

Para la realización del estudio de Movimientos y Tiempos, es necesario otorgarles una calificación a los obreros que serán estudiados, esta calificación fue dada mediante el método de Calificación de Westinghouse, a continuación la Tabla 4.7 para el Área de Mezclado.

Tabla 4.7.- Calificación de Westinghouse para el Área de Mezclado

Obrero: Fredy Hernández López

Ciclo	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Suma Aritmética	Factor de Desempeño	Porcentaje
1	C2	E1	D	C	0.00	1.00	100%
	+0.03	-0.04	0.00	+0.01			
2	C1	E1	C	C	+0.05	1.05	105%
	+0.06	-0.04	+0.02	+0.01			
3	C1	C2	D	D	+0.10	1.10	110%
	+0.06	+0.02	+0.02	0.00			
4	B2	D	C	B	+0.13	1.13	113%
	+0.08	0.00	+0.02	+0.03			
5	D	C1	D	C	+0.06	1.06	106%
	0.00	+0.05	0.00	+0.01			
6	B2	E1	D	B	+0.07	1.07	107%
	+0.08	-0.04	0.00	+0.03			
7	C1	C2	E	D	+0.04	1.04	104%
	+0.06	+0.02	-0.04	0.00			
8	C1	C1	E	C	+0.08	1.08	108%
	+0.06	+0.05	-0.04	+0.01			

A Continuación la Tabla 4.8 con la calificación del Cambio de Cabezal.

Tabla 4.8.- Calificación de Westinghouse para el Cambio de Cabezal

Obrero: Equipo de Anastasio Pérez Gutiérrez

Ciclo	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Suma Aritmética	Factor de Desempeño	Porcentaje
1	D	C2	B	D	+0.04	1.04	104%
	0.00	+0.02	+0.04	0.00			
2	C2	C2	B	E	+0.05	1.05	105%
	+0.03	+0.02	+0.04	-0.02			
3	D	C1	B	E	+0.07	1.07	107%
	0.00	+0.05	+0.04	-0.02			

Ahora la Tabla 4.9 con la calificación del Cambio de Cono y/o Dado.

Tabla 4.9.- Calificación de Westinghouse para el Cambio de Dado y/o Cono

Obrero: Equipo de Julio Hernández Giménez

Ciclo	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Suma Aritmética	Factor de Desempeño	Porcentaje
1	C1	D	B	D	+0.10	1.10	110%
	+0.06	0.00	+0.04	0.00			
2	B2	C2	D	E	+0.08	1.08	108%
	+0.08	+0.02	0.00	-0.02			
3	C1	C2	C	D	+0.10	1.10	110%
	+0.06	+0.02	+0.02	0.00			

Ahora la Tabla 4.10 con la calificación del Proceso de Acampanado.

Tabla 4.10.- Calificación de Westinghouse para el proceso de Acampanado

Obrero: Orvelin Estrada Martínez

Ciclo	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Suma Aritmética	Factor Desempeño	Porcentaje
1	C2	C2	C	D	+0.05	1.05	105%
	+0.03	+0.02	+0.02	0.00			
2	D	C1	C	C	+0.09	1.09	109%
	0.00	+0.05	+0.02	+0.02			
3	C2	C2	C	C	+0.09	1.09	109%
	+0.03	+0.02	+0.02	+0.02			
4	E1	D	C	F	-0.10	0.90	90%
	-0.05	0.00	+0.02	-0.07			
5	D	C2	C	D	+0.04	1.04	104%
	0.00	+0.02	+0.02	0.00			
6	D	C2	C	D	+0.04	1.04	104%
	0.00	+0.02	+0.02	0.00			
7	C2	C1	C	D	+0.10	1.10	110%
	+0.03	+0.05	+0.02	0.00			
8	E1	D	C	F	-0.10	0.90	90%
	-0.05	0.00	+0.02	-0.07			
9	C2	C1	C	E	+0.07	1.07	107%
	+0.03	+0.05	+0.02	-0.03			
10	C2	C2	C	C	+0.09	1.09	109%
	+0.03	+0.02	+0.02	+0.02			
11	E1	C1	C	C	+0.04	1.04	104%
	-0.05	+0.05	+0.02	+0.02			
12	C2	C2	C	C	+0.09	1.09	109%
	+0.03	+0.02	+0.02	+0.02			
13	D	C1	C	D	+0.07	1.07	107%
	0.00	+0.05	+0.02	0.00			
14	C2	C1	C	D	+0.10	1.10	110%
	+0.03	+0.05	+0.02	0.00			
15	D	C2	C	D	+0.04	1.04	104%
	0.00	+0.02	+0.02	0.00			
16	D	C1	C	E	+0.04	1.04	104%
	0.00	+0.05	+0.02	-0.03			
17	C2	C1	C	C	+0.12	1.12	112%
	+0.03	+0.05	+0.02	+0.02			
18	E1	C2	C	D	+0.01	1.01	101%
	-0.05	+0.02	+0.02	0.00			
19	D	C2	C	C	+0.06	1.06	106%
	0.00	+0.02	+0.02	+0.02			
20	C2	C1	C	C	+0.12	1.12	112%
	+0.03	+0.05	+0.02	+0.02			

Seguidamente la Tabla 4.11 con la calificación del Proceso de Abocinado.

Tabla 4.11.- Calificación de Westinghouse para el proceso de Abocinado

Obrero: Sergio Uribe Flecha Alemán

Ciclo	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Suma Aritmética	Factor Desempeño	Porcentaje
1	C2	D	D	C	+0.05	1.05	105%
	+0.03	0.00	0.00	+0.02			
2	D	D	D	E	-0.02	0.98	98%
	0.00	0.00	0.00	-0.02			
3	D	C2	D	C	+0.04	1.04	104%
	0.00	+0.02	0.00	+0.02			
4	C1	C2	D	C	+0.10	1.10	110%
	+0.06	+0.02	0.00	+0.02			
5	D	D	D	D	0	1.00	100%
	0.00	0.00	0.00	0.00			
6	D	E1	D	C	-0.02	0.98	98%
	0.00	-0.04	0.00	+0.02			
7	C2	D	D	D	+0.03	1.03	103%
	+0.03	0.00	0.00	0.00			
8	C2	C1	D	D	+0.08	1.08	108%
	+0.03	+0.05	0.00	0.00			
9	E1	C2	D	C	-0.01	0.99	99%
	-0.05	+0.02	0.00	+0.02			
10	C2	C1	D	E	+0.06	1.06	106%
	+0.03	+0.05	0.00	-0.02			
11	D	C2	D	C	+0.04	1.04	104%
	0.00	+0.02	0.00	+0.02			
12	C1	C2	D	C	+0.10	1.10	110%
	+0.06	+0.02	0.00	+0.02			
13	C1	D	D	D	+0.06	1.06	106%
	+0.06	0.00	0.00	0.00			
14	C2	D	D	C	+0.05	1.05	105%
	+0.03	0.00	0.00	+0.02			
15	C2	D	D	D	+0.03	1.03	103%
	+0.03	0.00	0.00	0.00			
16	C2	E1	D	D	-0.01	0.99	99%
	+0.03	-0.04	0.00	0.00			
17	D	C2	D	C	+0.04	1.04	104%
	0.00	+0.02	0.00	+0.02			
18	C2	C2	D	D	+0.05	1.05	105%
	+0.03	+0.02	0.00	0.00			
19	E1	C2	D	C	-0.01	0.99	99%
	-0.05	+0.02	0.00	+0.02			
20	D	D	D	E	-0.02	0.98	98%
	0.00	0.00	0.00	-0.02			

4.4.- Estudio de Movimientos y Tiempos

Una vez conocidas las actividades que se van a tomar en cuenta para el estudio de movimientos y tiempos y haber elegido los obreros a los que se le realizara el estudio se prosigue a la realización del mismo.

En la Tabla 4.12 se muestra el Estudio de Movimientos y Tiempos del Proceso de Mezclado con todos sus datos y cálculos necesarios para la realización de dicho estudio.

En la Tabla 4.13 se muestra el Estudio de Movimientos y Tiempos del Cambio de Cabezal con todos sus datos y cálculos necesarios para la realización de dicho estudio.

En la Tabla 4.14 se muestra el Estudio de Movimientos y Tiempos del Cambio de Cono y/o Dado con todos sus datos y cálculos necesarios para la realización de dicho estudio.

En la Tabla 4.15 se muestra el Estudio de Movimientos y Tiempos del Proceso de Abocinado con todos sus datos y cálculos necesarios para la realización de dicho estudio.

En la Tabla 4.16 se muestra el Estudio de Movimientos y Tiempos del Proceso de Acampanado con todos sus datos y cálculos necesarios para la realización de dicho estudio.

4.4.1.- Proceso de Mezclado

Tabla 4.12.- Estudio de Movimientos y Tiempos del Proceso de Mezclado

Forma para observación de estudio de tiempos Estudio: Núm. 1 Fecha: 19/Abril/11 Pagina: 1 de 5
 Operación: Mesclado Operario: Fredy Hernández López Observador: Juan Carlos Gómez

Elemento Núm. Y Descripción	1				2				3				4																
	Pesado, llenado de Mesclador y preparado de Aditivos				Mesclado, calentado de material y Agregado de Aditivos				Enfriado de Material y llenado de costal																				
Nota	Ciclo	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN
	1	100		3:26:43	3:26:43	100		4:38:16	4:38:16	100		10:31:31	10:31:31																
	2	105		1:55:41	2:01:43	105		4:54:43	5:09:66	100		12:52:62	12:52:62																
	3	110		1:59:28	2:11:30	110		5:14:43	5:46:02	100		9:38:47	9:38:47																
	4	113		1:33:03	1:45:4	113		5:28:41	6:11:46	100		11:42:15	11:42:15																
	5	106		1:50:32	1:57:34	106		4:21:34	4:37:36	100		14:52:69	14:52:69																
	6	107		1:51:66	1:59:71	107		5:17:44	5:40:00	100		10:55:75	10:55:75																
	7	104		2:03:64	2:08:67	104		4:47:29	4:58:30	100		10:16:96	10:16:96																
	8	108		1:48:64	1:57:69	108		5:03:43	5:27:90	100		11:28:27	11:28:27																
	9																												
	10																												
	11																												
	12																												
	13																												
	14																												
	15																												
	16																												
	17																												
	18																												
	19																												
	20																												
Resumen																													
TO total		16:28:41				39:46:53				1:32:18:22																			
Calificación		-				-				-																			
TN total		17:27:61				42:18:86				1:32:18:22																			
Núm. De Obser.		8				8				8																			
TN promedio		02:10:45				05:17:36				11:32:53																			
% de suplement.		24%				24%				24%																			
Tiem. Est. Elem.		02:42:56				06:33:44				14:18:65																			
Núm. Ocurrencia		1				1				1																			
Tiempo Estándar		02:42:56				06:33:44				14:18:65																			
Tiempo Estándar total (suma del tiempo estándar de todos los elementos)=																						23:34:65							
Elementos Extraños					Verificación de Tiempos										Resumen de Suplementos														
Sim	TC1	TC2	TO	Descripción	Tiempo Terminación		11:37:00:00		Necesidades personales			3																	
A					Tiempo Inicio		14:54:00:00		Fatiga básica			2																	
B					Tiempo Transcurrido		3:17:00:00		Fatiga Variable			2																	
C					TTAS	08:25:00		Especial			17																		
D					TTDS	01:18:00							% de suplemento total		24														
E					Tiempo Total		09:43:00		Observaciones:																				
F					Tiempo Efectivo		2:27:32:00																						
G					Tiempo Inefectivo		39:43:00																						
Verificación de Calificación					Tiempo Total Registrado				3:15:00:00																				
Tiempo Sintético					Tiempo no Contado				2:00:00																				
Tiempo Observado					% de Error de Registro				1.02%																				

4.4.2.- Cambio de Cabezal

Tabla 4.13.- Estudio de Movimientos y Tiempos del Cambio de Cabezal

Forma para observación de estudio de tiempos Estudio: Núm. 2 Fecha: 25/ Abril/11 Pagina: 2 de 5
 Operación: Cambio Cabezal Operario: Julio Hernández Observador: Juan Carlos Gómez

Elemento Núm. Y Descripción	1				2				3				4				5				6																									
	Purgado de cabezal y preparación				Apagado de extrusora, retiro de tina Y cambio de hules				Encadenado de cabezal, enganchado a grúa, aflojado y retirado.				Colocación de nuevo cabezal, encendido y retiro de material				Acercamiento de tina y jalado de material hasta jaladora				Ajustado de Jaladora, cortadora y acampanadora																									
Nota	Ciclo	C	CT	TO	TN	C	CT	TO	TN	C	CT	TO	TN	C	CT	TO	TN	C	CT	TO	TN	C	CT	TO	TN																					
	1	104		09:52:62	10:16:64	104		5:28:73	05:41:75	104		12:49:63	13:20:65	104		28:54:12	30:03:56	104		11:18:54	11:45:56	104		25:55:12	26:57:12																					
	2	105		10:35:23	11:07:24	105		4:12:55	04:12:57	105		12:13:32	12:50:33	105		29:21:84	30:49:86	105		10:48:82	11:20:66	105		24:46:92	26:00:97																					
	3	107		9:22:85	10:01:90	107		5:52:16	06:17:17	107		13:29:74	14:26:79	107		28:32:52	30:32:70	107		10:33:65	11:17:78	107		25:07:63	26:52:67																					
	4																																													
	5																																													
	6																																													
	7																																													
	8																																													
	9																																													
	10																																													
	11																																													
	12																																													
	13																																													
	14																																													
	15																																													
	16																																													
	17																																													
	18																																													
	19																																													
	20																																													
Resumen																																														
TO total	29:50:70				15:33:47				38:32:69				1:12:27:01				32:41:01				1:15:49:67																									
Calificación	-				-				-				-				-				-																									
TN total	31:25:78				16:11:49				40:37:74				1:31:26:12				34:26:00				1:19:50:76																									
Núm. De Obser.	3				3				3				3				3				3																									
TN promedio	10:28:59				05:23:50				10:49:59				30:28:71				11:18:57				26:36:59																									
% de suplement.	25%				25%				25%				25%				25%				25%																									
Tiem. Est. Elem.	13:05:74				06:44:62				13:31:74				38:05:88				14:08:72				33:15:73																									
Núm. Ocurrencia	1				1				1				1				1				1																									
Tiempo Estándar	13:05:74				06:44:62				13:31:74				38:05:88				14:08:72				33:15:73																									
Tiempo Estándar total (suma del tiempo estándar de todos los elementos)=																									1:58:52:43																					
Elementos Extraños					Verificación de Tiempos										Resumen de Suplementos																															
Sim	TC1	TC2	TO	Descripción	Tiempo Terminación					Necesidades personales					2																															
A					Tiempo Inicio					Fatiga básica					3																															
B					Tiempo Transcurrido					Fatiga Variable					3																															
C					TTAS					Especial					17																															
D					TTDS					% de suplemento total					25																															
E					Tiempo Total					Observaciones:																																				
F					Tiempo Efectivo																																									
G					Tiempo Inefectivo																																									
Verificación de Calificación					Tiempo Total Registrado																																									
Tiempo Sintético					Tiempo no Contado																																									
Tiempo Observado					% de Error de Registro																																									

4.4.3.- Cambio de Cono y/o Dado

Tabla 4.14.- Estudio de Movimientos y Tiempos del Cambio de Cono y/o Dado

Forma para observación de estudio de tiempos Estudio: Núm. 3 Fecha: 02/Mayo/11 Pagina: 3 de 5
 Operación: Cambio Cono Operario: Anastasio Pérez Observador: Juan Carlos Gómez

Elemento Núm. Y Descripción	1				2				3				4				5				6				
	Purgado de cabezal y preparación				Apagado de extrusora, retiro de tina y cambio de hules				Apertura de cabezal, limpieza interior y retiro de Dado y/o Cono				Colocación de Dado y/o Cono, Encendido y retiro de material				Acercamiento de tina y Jalado de Material a Jalador				Ajustado de Cierra, jaladora y Acampanadora				
Nota	Ciclo	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN
	1	110		11:25:90	12:33:99	110		4:17:37	4:43:41	110		7:55:47	8:43:52	110		23:13:19	25:32:21	110		10:43:03	11:47:04	110		27:16:85	30:00:93
	2	108		10:42:27	11:33:29	108		6:37:12	7:09:13	108		7:05:37	7:39:40	108		25:44:73	27:48:79	108		12:32:64	13:32:70	108		25:17:28	27:18:30
	3	110		11:56:38	13:06:42	110		5:48:45	6:23:49	110		8:04:32	8:52:35	110		22:25:74	24:39:81	110		10:14:85	11:15:93	110		27:55:26	30:43:94
	4																								
	5																								
	6																								
	7																								
	8																								
	9																								
	10																								
	11																								
	12																								
	13																								
	14																								
	15																								
	16																								
	17																								
	18																								
	19																								
	20																								
Resumen																									
TO total	34:04:55				16:42:94				23:05:16				1:11:23:66				33:30:52				1:20:29:39				
Calificación	-				-				-				-				-				-				
TN total	37:15:70				19:16:03				25:15:27				1:18:00:81				36:35:67				1:28:03:16				
Núm. De Obser.	3				3				3				3				3				3				
TN promedio	12:25:56				06:25:34				08:25:42				26:00:60				12:11:56				29:20:72				
% de suplement.	25%				25%				25%				25%				25%				25%				
Tiem. Est. Elem.	15:31:71				08:01:42				10:31:52				32:30:75				15:14:70				36:40:90				
Núm. Ocurrencia	1				1				1				1				1				1				
Tiempo Estándar	15:31:71				08:01:42				10:31:52				32:30:75				15:14:70				36:40:90				
Tiempo Estándar total (suma del tiempo estándar de todos los elementos)=																						1:58:31:00			
Elementos Extraños					Verificación de Tiempos										Resumen de Suplementos										
Sim	TC1	TC2	TO	Descripción	Tiempo Terminación										Necesidades personales					2					
A					Tiempo Inicio										Fatiga básica					3					
B					Tiempo Transcurrido										Fatiga Variable					3					
C					TTAS										Especial: Alimentación					17					
D					TTDS										% de suplemento total					25					
E					Tiempo Total										Observaciones:										
F					Tiempo Efectivo																				
G					Tiempo Inefectivo																				
Verificación de Calificación					Tiempo Total Registrado																				
Tiempo Sintético									Tiempo no Contado																
Tiempo Observado									% de Error de Registro																

4.4.4.- Proceso de Abocinado

Tabla 4.15.- Estudio de Movimientos y Tiempos del Proceso de Abocinado

Forma para observación de estudio de tiempos Estudio: Núm. 4 Fecha: 10/Mayo/11 Página: 4 de 5
 Operación: Abocinado Operario: Sergio Uribe Flecha Observador: Juan Carlos Gómez

Elemento Núm. Y Descripción	1				2				3				4																
	Agarre de tubo, colocación en posición y Abosinado				Enfriado de tubo				Retiro de tubo y preparación de equipo				Colocación de tubo en carro																
Nota	Ciclo	C	CT	TO	TN	C	CT	TO	TN	C	CT	TO	TN	C	CT	TO	TN	C	CT	TO	TN	C	CT	TO	TN	C	CT	TO	TN
	1	105	06:83	06:83	06:86	105	30:33	23:70	24:73	105	51:07	20:74	21:77	105	56:52	5:45	5:52												
	2	98	07:28	07:28	06:26	98	28:87	21:59	20:58	98	47:15	18:28	17:27	98	51:97	4:82	4:74												
	3	104	07:73	07:73	07:76	104	25:57	17:84	17:87	104	41:53	15:96	16:00	104	47:86	6:33	6:38												
	4	110	06:27	06:27	06:30	110	33:85	27:38	29:41	110	50:85	17:30	18:33	110	56:36	5:41	5:37												
	5	100	05:95	05:95	05:95	100	29:52	23:57	23:57	100	51:15	21:63	21:63	100	57:99	6:84	6:84												
	6	98	06:52	06:52	05:49	98	30:61	25:09	24:08	98	49:95	19:34	18:33	98	56:31	6:36	6:29												
	7	103	06:27	06:27	06:29	103	36:72	30:43	30:47	103	1:01:80	24:88	24:92	103	1:08:52	6:91	6:98												
	8	108	06:83	06:83	06:90	108	28:44	21:61	22:45	108	49:71	21:27	21:39	108	55:58	5:87	5:96												
	9	99	07:16	07:16	06:15	99	25:74	18:58	18:46	99	43:68	17:54	17:59	99	48:97	5:29	5:27												
	10	106	07:37	07:37	07:40	106	29:12	21:75	21:88	106	47:57	18:45	18:53	106	52:43	4:86	4:99												
	11	104	08:17	08:17	08:17	104	27:33	19:16	19:21	104	45:01	17:88	17:74	104	50:83	5:82	5:89												
	12	110	07:39	07:39	07:44	110	32:93	25:54	27:59	110	52:19	19:26	19:41	110	58:30	6:11	6:24												
	13	106	07:83	07:83	07:88	106	30:58	22:75	23:79	106	50:23	19:85	19:80	106	55:79	5:56	6:03												
	14	105	06:28	06:28	06:30	105	29:63	23:33	24:37	105	52:53	22:90	22:98	105	57:35	5:82	5:95												
	15	103	06:19	06:19	06:22	103	35:62	29:43	29:44	103	59:20	23:58	23:72	103	1:03:91	4:71	4:82												
	16	99	06:83	06:83	06:82	99	34:38	27:55	26:54	99	55:80	21:22	21:19	99	59:80	4:20	4:18												
	17	104	06:74	06:74	06:78	104	28:38	21:64	21:67	104	50:19	21:81	21:93	104	55:01	4:82	4:96												
	18	105	05:82	05:82	05:86	105	24:87	19:05	19:09	105	47:46	22:59	22:64	105	53:08	5:62	5:78												
	19	99	05:97	05:97	05:95	99	26:20	20:23	20:21	99	46:80	20:40	20:38	99	51:42	4:82	4:80												
	20	98	06:36	06:36	06:31	98	30:21	23:83	23:12	98	49:42	19:21	19:17	98	54:62	5:20	5:16												
Resumen																													
TO total		02:15:59				07:44:11				06:54:09				01:50:82															
Calificación		-				-				-				-															
TN total		02:12:89				07:48:53				06:55:02				01:52:35															
Núm. De Obser.		20				20				20				20															
TN promedio		07:61				25:53				22:61				06:69															
% de suplement.		23%				23%				23%				23%															
Tiem. Est. Elem.		08:74				31:65				28:75				07:84															
Núm. Ocurrencia		1				1				1				1															
Tiempo Estándar		08:74				31:65				28:75				07:84															
Tiempo Estándar total (suma del tiempo estándar de todos los elementos)=																										1:16:98			
Elementos Extraños					Verificación de Tiempos										Resumen de Suplementos														
Sím	TC1	TC2	TO	Descripción	Tiempo Terminación					13:21:00:00					Necesidades personales								2						
A					Tiempo Inicio					14:13:00:00					Fatiga básica								2						
B					Tiempo Transcurrido					52:00:00					Fatiga Variable								2						
C					TTAS					07:38:00					Especial								17						
D					TTDS					02:02:00					% de suplemento total								23						
E					Tiempo Total					09:40:00					Observaciones:														
F					Tiempo Efectivo					18:43:67																			
G					Tiempo Inefectivo					22:53:16																			
Verificación de Calificación					Tiempo Total Registrado					51:16:83																			
Tiempo Sintético					Tiempo no Contado					43:17																			
Tiempo Observado					% de Error de Registro					1.37%																			

4.4.5.- Proceso de Acampanado

Tabla 4.16.- Estudio de Movimientos y Tiempos del Proceso de Acampanado

Forma para observación de estudio de tiempos Estudio: Núm.5 Fecha: 18/Mayo/11 Pagina: 5 de 5
 Operación: Acampanado Operario: Orvelin Estrada Observador: Juan Carlos Gómez

Elemento Núm. Y Descripción	1				2				3				4				5								
	Agarre de tubo, colocación en posición y Acampanado				Enfriado de tubo				Colocación de nuevo Anillo y preparación del equipo				Achaflanado y colocado de tubo en carro				Colocación de marca al sig. Tubo								
Nota	Ciclo	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN
	1	105	06:68	06:68	6:89	105	36:05	29:37	30:39	105	44:77	08:72	08:75	105	1:14:33	26:66	27:69	105	1:19:74	08:41	08:49				
	2	109	06:77	06:77	6:97	109	37:80	31:03	33:4	109	45:71	07:91	08:00	109	1:06:93	21:22	22:24	109	1:15:46	08:33	8:57				
	3	109	07:30	07:30	7:80	109	35:52	28:22	30:24	109	43:65	08:13	08:17	109	1:10:83	27:18	29:20	109	1:17:33	06:50	6:61				
	4	90	09:55	09:55	8:61	90	48:46	38:91	34:82		-				-				-						
	5	104	05:67	05:67	5:81	104	42:24	36:57	37:59	104	53:08	10:84	10:88	104	1:18:24	25:16	26:17	104	1:27:80	09:56	09:65				
	6	104	06:96	06:96	7:13	104	41:96	35:00	36:24	104	50:46	08:50	08:52	104	1:16:74	26:28	27:29	104	1:30:24	13:50	13:61				
	7	110	08:11	08:11	8:62	110	48:17	40:06	44:07	110	57:14	08:97	09:06	110	1:21:11	23:97	26:06	110	1:30:27	09:16	09:18				
	8	90	09:98	09:98	9:01	90	86:28	1:16:30	1:08:27		-				-				-						
	9	107	07:98	07:98	8:08	107	43:83	35:85	37:91	107	53:89	10:06	10:11	107	1:15:70	21:89	22:95	107	1:26:05	10:45	10:32				
	10	109	06:92	06:92	7:89	109	39:86	32:94	35:02	109	52:64	12:78	13:85	109	1:25:39	32:75	34:82	109	1:34:95	09:56	09:61				
	11	104	06:62	06:62	6:78	104	40:15	33:43	34:44	104	50:37	10:22	10:23	104	1:16:34	25:97	27:01	104	1:32:98	16:59	16:61				
	12	109	08:00	08:00	8:43	109	40:28	32:28	34:30	109	52:89	12:61	13:66	109	1:19:43	26:54	28:59	109	1:29:32	08:89	8:97				
	13	107	07:15	07:15	7:46	107	39:65	32:59	34:63	107	50:22	10:57	10:61	107	1:24:96	34:74	36:79	107	1:39:23	14:27	14:29				
	14	110	07:87	07:87	8:38	110	32:74	24:87	26:96	110	44:98	12:24	13:26	110	1:15:84	30:86	33:94	110	1:24:57	08:78	08:97				
	15	104	06:94	06:94	8:11	104	45:21	38:27	39:28	104	54:37	09:16	09:17	104	1:19:62	25:25	26:26	104	1:22:85	03:23	03:26				
	16	104	05:92	05:92	6:07	104	48:62	42:70	43:73	104	59:43	10:81	10:84	104	1:24:87	25:44	26:46	104	1:32:98	08:11	8:13				
	17	112	09:26	09:26	10:54	112	41:98	32:72	35:81	112	54:78	12:80	13:89	112	1:18:75	23:97	26:08	112	1:26:23	07:48	06:54				
	18	101	08:28	08:28	8:33	101	37:22	28:94	28:95	101	46:23	09:01	09:03	101	1:12:45	26:22	26:22	101	1:22:97	10:52	10:53				
	19	106	08:34	08:34	8:86	106	32:75	24:21	25:22	106	44:72	11:97	12:04	106	1:18:67	33:95	35:01	106	1:25:23	06:56	06:60				
	20	112	06:73	06:73	7:24	112	41:53	34:80	38:90	112	50:25	8:72	8:81	112	1:24:76	34:51	38:57	112	1:28:58	03:82	03:92				
Resumen																									
TO total		2:27:23				11:49:06				03:04:02				08:12:56				02:43:92							
Calificación		-				-				-				-				-							
TN total		2:32:81				12:09:81				03:08:88				08:42:35				02:44:16							
Núm. De Obser.		20				20				18				18				18							
TN promedio		07:49				36:49				10:43				29:41				09:56							
% de suplement.		23%				23%				23%				23%				23%							
Tiem. Est. Elem.		08:60				44:60				12:54				35:50				11:69							
Núm. Ocurrencia		1				1				1				1				1							
Tiempo Estándar		08:60				44:60				12:54				35:50				11:69							
Tiempo Estándar total (suma del tiempo estándar de todos los elementos)= 01:52:93																									
Elementos Extraños						Verificación de Tiempos										Resumen de Suplementos									
Sim	TC1	TC2	TO	Descripción		Tiempo Terminación		12:17:00:00		Necesidades personales		2													
A						Tiempo Inicio		11:28:00:00		Fatiga básica		2													
B						Tiempo Transcurrido		49:00:00		Fatiga Variable		2													
C						TTAS	02:39:00				Especial		17												
D						TTDS	-				% de suplemento total		23												
E						Tiempo Total		02:39:00		Observaciones:															
F						Tiempo Efectivo		28:16:74																	
G						Tiempo Inefectivo		17:00:00																	
Verificación de Calificación						Tiempo Total Registrado						48:55:26													
Tiempo Sintético						Tiempo no Contado				04:74															
Tiempo Observado						% de Error de Registro				0.17%															

4.5.- Tiempo Estándar de las Actividades Muestreadas

Una vez realizados los estudios de Movimientos y Tiempos en las áreas seleccionadas y de haber realizado los cálculos se obtiene como resultado los tiempos estándares de todas estas actividades, a continuación un resumen de estos tiempos en la Tabla 4.17.

Tabla 4.17.- Tabla de Tiempos Estándares resultados del estudio

Actividades	Tiempo Estándar
Proceso de Mezclado	23:34:65
Cambio de Cabezal	1:58:52:43
Cambio de Cono y/o Dado	1:58:31:00
Proceso de Acampanado	01:52:93
Proceso de Abocinado	1:16:98

Capitulo 5.- Planteamiento de las Alternativas de Solución

5.1.- Puntos a considerar para el planteamiento de Alternativas de Solución.

Durante la elaboración de un proyecto siempre existen circunstancias que dificultan su elaboración y aplicación, estas circunstancias requieren de tiempo, esfuerzo y recursos económicos que exceden a las que se puede dirigir al proyecto, por lo cual en ocasiones solo llegan a ser propuestas

En la actualidad la situación económica de la planta no ha sido la mejor, por problemas mecánicos y externos se han visto obligados a realizar paros de labores para disminuir sus gastos de operación, por lo cual se han visto obligados a realizar recortes en muchos puntos, por lo cual la empresa no podría apoyarnos económicamente para la aplicación de estas alternativas de Solución, por esta razón solo se podrán tomar como propuestas.

Dentro de muchas corporaciones, y esta no es la excepción, existe una fuerte resistencia al cambio y a la utilización de equipos de seguridad por parte de los obreros, desde hace años la institución ha ofrecido algunos equipos de seguridad para sus obreros, pero muchos aun se resisten a su utilización, por esta circunstancia la aplicación de algunas alternativas de solución resulta complicada, ya que debería de ser aprobada por la central en Querétaro.

5.2.- Alternativas de Solución para el Área de Mezclado.

En el área de Mezclado las condiciones ambientales no son favorables para la realización de las actividades de los Mezcladores, existe una gran cantidad de ruido, vibración, vapores ácidos y partículas suspendidas, además de que el Mezclador debe de estar muy atento a las actividades de los equipos, los tiempos y las temperaturas, ya que si la Tolva de distribución se llena mucho esta rebalsa y tira la resina, y el Mezclador si sobrepasa la temperatura especificada quemara el material

que contiene y para retirarlo habría que desmontar la Mezcladora y parar toda la producción.

5.2.1.- Instalación de Extractor de Aire:

Durante el proceso de Mezclado, cuando es abierta la compuerta para agregarle los aditivos en la mezcla, es liberado vapor ácido el cual afecta al trabajador en sus vías respiratorias. Se propone colocar un Extractor de aire sobre la Mezcladora (Imagen 5.1), para que esta saque estos gases suspendidos y la resina que se encuentra en suspensión al ser expulsada por la abertura.

La ubicación del Mezclador permite la colocación de una extractora de aire muy cerca y que permita expulsar los vapores y material suspendido al aire evitando que el trabajador los inhale.

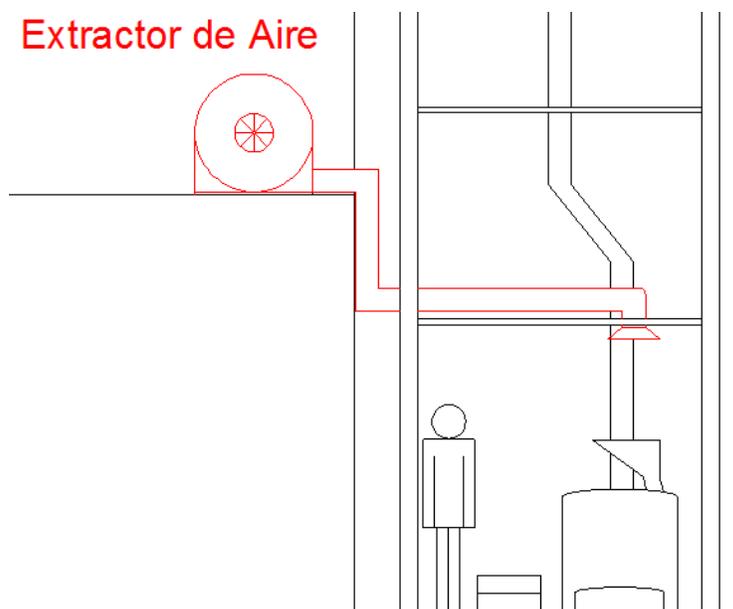


Imagen 5.1.- Extractor de Aire

5.2.2.- 1 Costal sale y 1 Costal entra.

Durante el proceso del Mezclado, el conductor del montacargas es el encargado de transportar los costales del almacén al área de Mezclado y de esta al área de producción, el método actual consiste en llenar la Tolva principal, que es donde toda la resina es almacenada antes de ser pesada y mezclada, su llenado consiste en la colocación de los Costales en la llenadora de Tolva (Imagen 5.2), pero cuando la Tolva principal se bacía el Mezclador llama al chofer del montacargas para llenarla de nuevo, esto produce una seria pérdida de tiempo por el recorrido realizado por el Mezclador, la espera de que el montacargas transporte el costal hasta el área de Mezclado y la espera de que la tolva principal comience a llenarse para continuar con la mescla.

Por esta razón se ha propuesto la aplicación del método “1 Costal sale y 1 costal entra”. Este método consiste en que cada vez que el conductor del Montacargas saque un costal de resina lista para procesarse debe de colocar un costal de resina virgen en la llenadora de la Tolva (Imagen 5.2), esto evitara que la tolva quede bacía y el proceso no se detenga por esta circunstancia.



Imagen 5.2.- Montacargas colocando Costal de Resina en Llenadora de Tolva

5.3.- Alternativas de Solución para el Cambio de Cabezal, Cono y Dado.

Ya que el cambio de cabezal, cono y dado suceden en la misma área de producción y son muy parecidos en sus actividades y procedimiento, se tomarán en cuenta juntas para la elaboración de sus alternativas de solución.

5.3.1.- Puestos de Herramientas y Tapetes de Hule

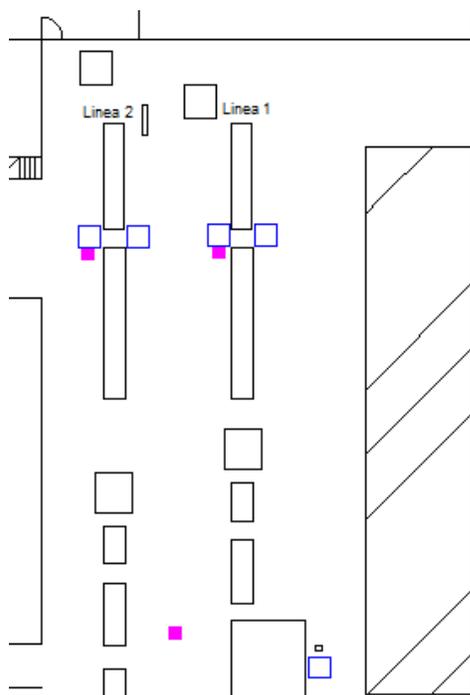
Uno de los principales factores que influyen durante la realización de los cambios y cuando es necesario realizar alguna corrección o reparación en la línea, es la ubicación de las herramientas necesarias para realizarlas.

Cuando se realizan los cambios generalmente se lleva un carro que trae las herramientas y las piezas a cambiar, pero en ocasiones no vienen las herramientas que se necesitan y esto retarda el tiempo total de la realización de dicho cambio al perderlo en la búsqueda de las herramientas. Durante algún desperfecto o corrección de la línea suelen ocurrir espontáneamente sin avisar y en muchas ocasiones el tiempo que se toma para restablecer la línea es muy largo al tener que buscar las herramientas que se deben utilizar y hasta a obligado a los trabajadores a improvisar durante las reparaciones lo que afecta directamente en su desempeño.

Aunado a esto, en ocasiones los obreros al no tener un lugar cercano para dejar las herramientas en el momento de su uso suelen dejarla dentro de las tinas que están llenas de agua fría, esto deteriora y oxida las herramientas disminuyendo su resistencia y su periodo de vida.

La propuesta consiste en la colocación de 3 puestos de herramientas, cercanos a los equipos (Imagen 5.3), que contengan todas las herramientas utilizadas en el área y que tenga la posibilidad de moverse y poder acercar todas las herramientas a la máquina donde se requieran, estas 3 cajas serán independiente a la ya existente que es de uso del personal de Mantenimiento, los cuales en ocasiones necesitan transportar sus herramientas a diferentes puntos de la planta.

Otra mejora que se puede agregar y que tiene relación con estos puestos, es la colocación de Tapetes de Hule en los puntos donde más hay derramamiento de agua. Durante el arreglo de un desperfecto o la puesta en marcha de las extrusoras en ocasiones grandes cantidades de agua caen al suelo, esto es una condición insegura debido a que podría causar un accidente de trabajo por la falta de fricción que genera el agua, además de hacer más complicado e incomodo las actividades. Actualmente existe un solo Tapete de Hule en toda el área de producción el cual es llevado al lugar donde se requiera, pero en muchas ocasiones el derrame de agua ocurre simultáneamente y es tanta la cantidad que un solo tapete no cubre toda el área, por esta razón en esta alternativa de solución se sugiere la colocación de 5 tapetes en lugares estratégicos (Imagen 5.3) para cubrir el mayor espacio posible.



Puestos de
Herramientas
Tapetes de Hule

Imagen 5.3.- Propuesta de Puntos de Herramientas y Tapetes de Hule

5.3.2.- Retiro de Material del Cabezal

Dentro de las actividades efectuadas durante los cambios de Cabezal, Cono y Dado, existen pocas demoras, que son por retiro de material y purga del cabezal, esta operación consiste, en el caso de la resina plastificada, retirar el pedazo de PVC que sale del cabezal, y en el caso de la purga, colocar un recipiente y esperar que esta termine de salir. No todas estas demoras pueden eliminarse, ya que esa es la única manera de retirar el material del Cañón, pero hay una demora en particular que puede ser retirada, ya que después de realizar el cambio y que ha salido completamente la purga del cañón, los obreros siguen retirando los trozos de PVC del cabezal por varios minutos mas y esto es una demora y desperdicio de material que tiene que ser reprocesado.

La implementación de esta Alternativa de Mejora producirá una reducción en los tiempos en los cambios de Cabezal, Conos y Dados de entre 4 y 8 Minutos además del ahorro de material que no tendrá que ser enviado a reproceso, lo cual incrementa la eficiencia del proceso y mejora la productividad total a largo Plazo.

EL diagrama de Cambio de Cabezal (Tabla 5.1) quedaría de la siguiente manera

Tabla 5.1.- Nuevo Diagrama del Flujo del Proceso del Cambio de Cabezal Propuesto

Diagrama de Flujo del Proceso de Cambio de Cabezal

Asunto: Diagramado Cambio de Cabezal Método: Actual
 Fecha de Diagramado: _____ Departamento: Producción
 Diagramado por: Juan Carlos Gómez Toledo
 Tipo de Diagrama: Hombre Material Fabrica: Durman Esquivel central Tuxtla Gtz.
 Hoja Núm. 2 De 5 Hojas.

Proceso	Proceso	Transporte	Inspección	Almacenado	Espera	Distancia
Purgado de Cabezal	○	⇨	□	▽	D	11.43
Disminución de velocidad a Usillos	○	⇨	□	▽	D	1.3
Separación de Tina de Cabezal	○	⇨	□	▽	D	1.80
Apagado de Tina	○	⇨	□	▽	D	2.54
Desconexión de Resistencia de Dado	○	⇨	□	▽	D	0.43
Afijado de Resistencia de Dado y Cabezal	○	⇨	□	▽	D	-
Retiro de material saliente de Cabezal	○	⇨	□	▽	D	-
Salida de Purga	○	⇨	□	▽	D	-
Preparación de Instrumental	○	⇨	□	▽	D	24.59
Apagado de Resistencias y alimentador	○	⇨	□	▽	D	5.80
Cambio de Hules de Tina	○	⇨	□	▽	D	7.06
Cambio y ajuste de Imprenta	○	⇨	□	▽	D	15.08
Retiro de Cabezal	○	⇨	□	▽	D	1
Limpieza interna de Cabezal y Cañón	○	⇨	□	▽	D	-
Colocación de Cabezal nuevo	○	⇨	□	▽	D	1
Colocación de Resistencia de Dado y Cabezal	○	⇨	□	▽	D	-
Encendido de Resistencias	○	⇨	□	▽	D	3.5
Encendido de Extrusora	○	⇨	□	▽	D	-
Limpieza de Trampa de Vacío	○	⇨	□	▽	D	3.25
Cambio de Formador	○	⇨	□	▽	D	2
Retiro y limpieza de Imanes	○	⇨	□	▽	D	3.82
Colocación de Imanes	○	⇨	□	▽	D	-
Encendido de Alimentador	○	⇨	□	▽	D	-
Salida de Purga	○	⇨	□	▽	D	-
Acercamiento de Tina	○	⇨	□	▽	D	2.5
Introducción de tubo en Tina	○	⇨	□	▽	D	7.89
Salida de tubo de Tina	○	⇨	□	▽	D	1.41
Encendido de Tina	○	⇨	□	▽	D	2.69
Ajuste de Jaladora	○	⇨	□	▽	D	0.36
Paso de tubo por jaladora	○	⇨	□	▽	D	1.85
Corte de Tubo hasta que salga bien de Jaladora	○	⇨	□	▽	D	-
Encendido y Ajuste de Cierra	○	⇨	□	▽	D	1.5
Encendido y Ajuste de Acampanadora	○	⇨	□	▽	D	20.54
Distancia Total Recorrida=						123.34 m

EL diagrama de Cambio de Cono y/o Dado (Tabla 5.2) quedaría de la siguiente manera

Tabla 5.2.- Nuevo Diagrama del Flujo del Proceso de Cambio de Cono y/o Dado



Diagrama de Flujo del Proceso de Cambio de Dado y/o Cono

Asunto: Diagramado Cambio de Dado y/o Cono | Método: Actual
 Fecha de Diagramado: 8 de Marzo del 2011 Departamento: Producción
 Diagramado por: Juan Carlos Gómez Toledo
 Tipo de Diagrama: Hombre Material Fabrica: Durman Esquivel central Tuxtla Gtz.
 Hoja Núm. 3 De 5 Hojas.

Proceso	Proceso	Transporte	Inspección	Almacenado	Espere	Distancia
Purgado de Cabezal	○	⇨	□	▽	⊞	11.43
Disminución de velocidad a Usillos	○	⇨	□	▽	⊞	1.3
Separación de Tina de Cabezal	○	⇨	□	▽	⊞	1.80
Apagado de Tina	○	⇨	□	▽	⊞	2.54
Desconexión de Resistencia de Dado	○	⇨	□	▽	⊞	0.43
Afijado de Resistencia de Dado	○	⇨	□	▽	⊞	-
Retiro de material saliente de Cabezal	○	⇨	□	▽	⊞	-
Salida de Purga	○	⇨	□	▽	⊞	-
Preparación de Instrumental	○	⇨	□	▽	⊞	24.59
Apagado de Resistencias y alimentador	○	⇨	□	▽	⊞	5.80
Cambio de Hules de Tina	○	⇨	□	▽	⊞	7.06
Cambio y ajuste de Imprenta	○	⇨	□	▽	⊞	15.08
Retiro de Dado	○	⇨	□	▽	⊞	1
Limpieza interna de Cabezal	○	⇨	□	▽	⊞	-
Retiro de Cono y/o Postizo	○	⇨	□	▽	⊞	1
Colocación de Cono y/o Postizo nuevos	○	⇨	□	▽	⊞	1
Colocación de Dado nuevo	○	⇨	□	▽	⊞	1
Colocación de Resistencia de Dado	○	⇨	□	▽	⊞	-
Encendido de Resistencias	○	⇨	□	▽	⊞	3.5
Encendido de Extrusora	○	⇨	□	▽	⊞	-
Limpieza de Trampa de Vacío	○	⇨	□	▽	⊞	3.25
Cambio de Formador	○	⇨	□	▽	⊞	2
Retiro y limpieza de Imanes	○	⇨	□	▽	⊞	3.82
Colocación de Imanes	○	⇨	□	▽	⊞	-
Encendido de Alimentador	○	⇨	□	▽	⊞	-
Salida de Purga	○	⇨	□	▽	⊞	-
Acercamiento de Tina	○	⇨	□	▽	⊞	2.5
Introducción de tubo en Tina	○	⇨	□	▽	⊞	7.89
Salida de tubo de Tina	○	⇨	□	▽	⊞	1.41
Encendido de Tina	○	⇨	□	▽	⊞	2.69
Ajuste de Jaladora	○	⇨	□	▽	⊞	0.36
Paso de tubo por jaladora	○	⇨	□	▽	⊞	1.85
Corte de Tubo hasta que salga bien de Jaladora	○	⇨	□	▽	⊞	-
Encendido y Ajuste de Cierre	○	⇨	□	▽	⊞	1.5
Encendido y Ajuste de Acampanadora	○	⇨	□	▽	⊞	20.54
Distancia Total Recorrida=						125.34 m

5.3.3.- Purgado Rápido

En ocasiones, cuando ocurre algún desperfecto en el cabezal, o la mezcla es la incorrecta y el tubo está saliendo con imperfecciones, o si los tubos no pasan las pruebas de calidad, es necesario purgar la Extrusora para reiniciar el proceso, pero el personal suele tardar tiempo en tomar la decisión de purgar, en por la purga ,ya que los costales que la contienen se encuentran fuera de la Nave, y ponerla en la Tolva de la Extrusora, durante este tiempo la maquina seguirá procesando material que inevitablemente será enviado al Molino y tendrá que ser reprocesado, lo que causa incremento en los gastos de producción y encarece los productos.

La alternativa de Solución consiste en la colocación de 2 Cubetas con Purga a un costado de la Extrusora (Imagen 5.4), para así realizar las purgas en menos tiempo con lo que se reduciría el producto que tiene que ser reprocesado. Estas cubetas serán rellenas después de haber sido utilizadas para que no estén bacías y puedan ser utilizadas en cuanto se necesiten.

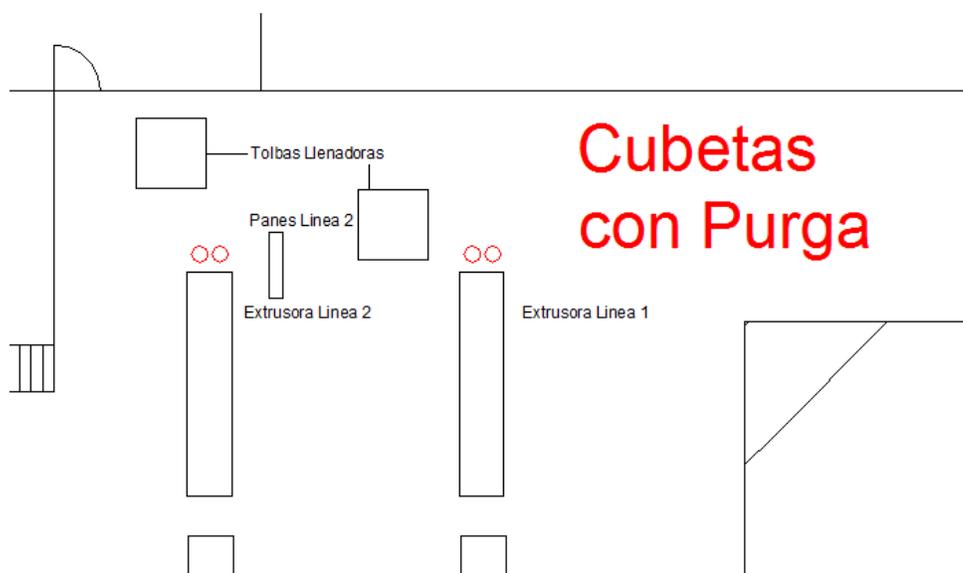


Imagen 5.4.- Propuesta de Purgado Rápido

5.4.- Alternativas de Solución para el Proceso de Acampanado y Abocinado.

Esta actividad ha sido especialmente difícil de determinar Alternativas de Solución, ya que sus actividades se encuentran bien delimitadas, si esperas innecesarias, el puesto de trabajo se encuentra bien diseñado, los Operarios están bien capacitados para desarrollar esta función y el ambiente del puesto no se encuentra contaminado ni existen factores que puedan afectar el trabajo.

5.4.1.- Recorrer Menos Distancias

Durante el proceso de Acampanado, el Acampanador debe de colocar una marca al extremo opuesto al cual se va a colocar el Anillo de Hule, la cual le indica al cliente hasta donde se introduce el extremo del otro tubo con el que se piensa unir. Esta marca es colocada al final del ciclo por el trabajador, cuando el tubo se encuentra girando dentro de las resistencias, pero el obrero tiene que caminar una distancia solo para colocar esa marca. Durante el paso del achaflanado, el obrero tiene acceso a esta misma sección donde con facilidad puede colocar la marca.

En esta Alternativa de Solución aunque no se reduzcan tiempos, ya que el operario debe esperar a que la Acampanadora complete su ciclo de calentado, y no se reduzcan gastos, se reducen distancias y en este proceso los ciclos son muy rápidos y estas distancias extras generan fatiga en el Operario que en tantas repeticiones por tanto tiempo se convierten en quilométricas.

Con la implementación de esta Alternativa de Solución se espera reducir la distancia caminada por ciclo de 10 Metros, lo cual reducirá considerablemente la fatiga del Trabajador y mejorara su rendimiento en un alto porcentaje diariamente.

El diagrama del Proceso de Acampanado (Tabla 5.3) quedaría de la siguiente manera.

Tabla 5.3.- Nuevo Diagrama de Flujo del Proceso de Acampanado

Diagrama de Flujo del Proceso de Acampanado

Asunto: Diagramado Proceso de Acampanado Método: Actual
 Fecha de Diagramado: 19 de Abril del 2011 Departamento: Producción
 Diagramado por: Juan Carlos Gómez Toledo
 Tipo de Diagrama: Hombre Material Fabrica: Durman Esquivel central Tuxtla Grz.
 Hoja Núm. 4 De 5 Hojas.

Proceso	Proceso	Transporte	Inspección	Almacenado	Espera	Distancia
Obrero levanta tubo de PVC calentado	○	→	□	▽	D	1.5
Obrero coloca tubo de PVC en posición frente a Perno A.	○	→	□	▽	D	1.5
Obrero empuja tubo de PVC hacia Perno Abocinado	○	→	□	▽	D	-
Obrero enciende chorro de agua para enfriar tubo de PVC	○	→	□	▽	D	-
Enfriado de Tubo	○	→	□	▽	D	-
Obrero apaga chorro de agua	○	→	□	▽	D	-
Obrero aleja tubo de PVC del Perno Abocinado	○	→	□	▽	D	0.65
Obrero camina al otro extremo de tubo de PVC	○	→	□	▽	D	8.52
Obrero cambia al tubo de PVC de soporte	○	→	□	▽	D	0.37
Obrero acerca tubo de PVC a Achaflanadora	○	→	□	▽	D	-
Obrero achaflana tubo de PVC	○	→	□	▽	D	-
Obrero recoge plumón y tubo de referencia	○	→	□	▽	D	-
Colocación de marca con tubo de referencia y plumón	○	→	□	▽	D	-
Obrero deja plumón y tubo referencia en su lugar	○	→	□	▽	D	-
Obrero levanta tubo de PVC	○	→	□	▽	D	4.25
Obrero transporta tubo de PVC a carro transportador	○	→	□	▽	D	2.12
Obrero deja tubo de PVC en carro transportador	○	→	□	▽	D	-
Obrero camina a esperar que el sig. Tubo salga de resistencias	○	→	□	▽	D	2.85
Distancia Total Recorrida=						21.76 m.

Capitulo 6.- Conclusión y Recomendaciones

6.1.- Conclusión

Durman Esquivel es una empresa de clase mundial con una gran gama de productos de alta calidad pero han perdido parte del mercado ya que sus gastos de producción se ven elevados debido a una cantidad de desperfectos mecánicos aunado a otros problemas internos, estos problemas han sido difícil de superar para la corporación que ha hecho varios intentos para mejorar su situación actual. Se espera que con el estudio recién elaborado y las recomendaciones presentadas le sean de utilidad a esta corporación para mejorar su situación. Los diagramas y Tiempos Estándar calculados a lo largo de este proyecto servirán de utilidad si los ejecutivos de la compañía deciden estandarizar sus procesos en esta planta o realizar manuales de actividad.

6.2.- Recomendaciones

Durante el periodo en que se realizo este estudio se observaron varias cuestiones y a continuación se presentan una serie de recomendaciones que se hacen a los encargados de esta corporación.

El sistema que actualmente utilizan dentro de la institución es un sistema muy centralizado, ya que decisiones que requieren de una acción inmediata en ocasiones necesita la autorización de gerentes en otras plantas, esto además de retrasar las decisiones genera pérdidas ya que al no actuar inmediatamente los problemas pueden generar material que tendrá que ser enviado a molino y a reproceso, genera pérdida de tiempo ya que el lapso en que se toma la decisión se podría tomar acciones para solucionarlas, y producen muchas confusiones en cuanto a la línea de mando. Así que se recomienda que al gerente actual se le den mayores poderes y posibilidades de toma de decisiones si necesitar de autorizaciones de otras matrices.

Dentro de las instalaciones existe cierta indisciplina por parte de los trabajadores hacia los jefes, y aunque muchos de estos obreros son muy capas y tiene gran cantidad de experiencia respecto con sus puestos, tienden a desobedecer

algunas órdenes o a esperar algún tiempo para cumplirlas, además de existir indisciplina entre los trabajadores que se distraen muy fácilmente en vez de concentrarse en sus actividades laborales que es resultado de falta de una buena supervisión. Se recomienda al envío a los trabajadores a capacitación periódica sobre el trabajo en equipo y otras actividades que los hasta darse cuenta que deben de trabajar en equipo conjuntos con los jefes además de estimularlos a ser mas proactivos y a aportar más a la empresa.

Bibliografía

Niebel B. W., Freivalds A., “Ingeniería Industrial, Métodos Estándares y Diseño del Trabajo”, 11ª. Edición, México, D.F., *Alfaomega*, 2001, P.p. (373- 398, 414-418)

García Criollo, Roberto, “Estudio del Trabajo, Ingeniería de Métodos y medición del Trabajo”, 2ª. Edición, México, Cd. Puebla, *Mc Graw Hill*, 2000, P.p. (53-56)

Wikipedia.org, “Policloruro de vinilo”, José A. Saldivia [2005?]
(http://es.wikipedia.org/wiki/Policloruro_de_vinilo)
Consultado el: 13/Abril/2011

TextosCientificos.com, “Policloruro de vinilo – PVC”, Desconocido
[23/Agosto/2005]
(<http://www.textoscientificos.com/polimeros/pvc>)
Consultado el: 13/Abril/2011

elrecicladelplastico.com, “6. Extrusión”, Desconocido, [2010?]
(<http://www.elrecicladelplastico.com/apartado.php?subMenu=1&id=114>)
Consultado el: 15/Abril/2011

Wikipedia.okg, Extrusión de polímero, Usuario lqmann, [2006?]
(http://es.wikipedia.org/wiki/Extrusi%C3%B3n_de_pol%C3%ADmero)
Consultado el: 18/Abril/2011

Anexos

Anexo A: Formato para Observaciones del Estudio de Movimientos y Tiempos

Forma para observación de estudio de tiempos Estudio: _____ Fecha: _____ Pagina: _____ de _____
 Operación: _____ Operario: _____ Observador: _____

Elemento Núm. Y Descripción																									
Nota	Ciclo	C	CT	TO	TN	C	CT	TO	TN	C	CT	TO	TN	C	CT	TO	TN	C	CT	TO	TN	C	CT	TO	TN
	1																								
	2																								
	3																								
	4																								
	5																								
	6																								
	7																								
	8																								
	9																								
	10																								
	11																								
	12																								
	13																								
	14																								
	15																								
	16																								
	17																								
	18																								
	19																								
	20																								
Resumen																									
TO total																									
Calificación																									
TN total																									
Núm. De Obser.																									
TN promedio																									
% de suplement.																									
Tiem. Est. Elem.																									
Núm. Ocurrencia																									
Tiempo Estándar																									
Tiempo Estándar total (suma del tiempo estándar de todos los elementos)																									
Elementos Extraños					Verificación de Tiempos					Resumen de Suplementos															
Sim	TC1	TC2	TO	Descripción	Tiempo Terminación					Necesidades personales															
A					Tiempo Inicio					Fatiga básica															
B					Tiempo Transcurrido					Fatiga Variable															
C					TTAS					Especial															
D					TTDS					% de suplemento total															
E					Tiempo Total					Observaciones:															
F					Tiempo Efectivo																				
G					Tiempo Inefectivo																				
Verificación de Calificación					Tiempo Total Registrado																				
Tiempo Sintético					Tiempo no Contado																				
Tiempo Observado					% de Error de Registro																				

