



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**MEJORAS EN EL RENDIMIENTO DEL ÁREA DE MOLINO DE ESPONJA EN
DIVECO, S.A.**

Glenda Guadalupe Castillo Leonardo
Asesorado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León

Guatemala, mayo de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MEJORAS EN EL RENDIMIENTO DEL ÁREA DE MOLINO DE ESPONJA EN
DIVECO, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

GLEND GUADALUPE CASTILLO LEONARDO
ASESORADO POR LA INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
EXAMINADORA	Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

MEJORAS EN EL RENDIMIENTO DEL ÁREA DE MOLINO DE ESPONJA EN DIVECO, S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha de 17 de mayo de 2016.

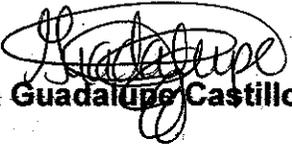

Glenda Guadalupe Castillo Leonardo

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

MEJORAS EN EL RENDIMIENTO DEL ÁREA DE MOLINO DE ESPONJA EN DIVECO, S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha de 17 de mayo de 2016.


Glenda Guadalupe Castillo Leonardo



Guatemala, 17 de marzo de 2017.
REF.EPS.DOC.236.03.17.

Ingeniera
Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Inga. Classon de Pinto:

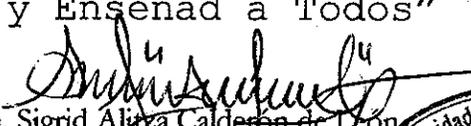
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) de la estudiante universitaria de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Glenda Guadalupe Castillo Leonardo**, Carné No. **201210849** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **MEJORAS EN EL RENDIMIENTO DEL ÁREA DE MOLINOS DE ESPONJA EN DIVECO, S.A.**

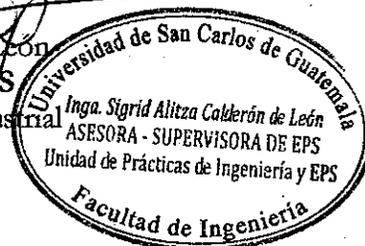
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



SACDL/ra



Guatemala, 17 de marzo de 2017.
REF.EPS.D.85.03.17.

Ingeniero
José Francisco Gómez Rivera
Director a. i.
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

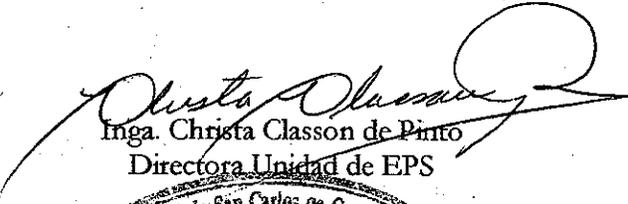
Estimado Ing. Gómez:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **MEJORAS EN EL RENDIMIENTO DEL ÁREA DE MOLINOS DE ESPONJA EN DIVECO, S.A.**, que fue desarrollado por la estudiante universitaria, **Glenda Guadalupe Castillo Leonardo** quien fue debidamente asesorada y supervisada por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Directora, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS

CCdP/ra





Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MEJORAS EN EL RENDIMIENTO DEL ÁREA DE MOLINO DE ESPONJA EN DIVECO, S. A.**, presentado por la estudiante universitaria **Glenda Guadalupe Castillo Leonardo**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, marzo de 2017.

/mgp



REF.DIR.EMI.060.017

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **MEJORAS EN EL RENDIMIENTO DEL ÁREA DE MOLINO DE ESPONJA EN DIVECO, S. A.**, presentado por la estudiante universitaria **Glenda Guadalupe Castillo Leardo**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR a.i.

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, mayo de 2017.

/mgp



Ref. DTG.210-2017

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **MEJORAS EN EL RENDIMIENTO DEL ÁREA DE MOLINO DE ESPONJA EN DIVECO, S.A.**, presentado por la estudiante universitaria: **Glenda Guadalupe Castillo Leonardo**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
DECANO

Guatemala, mayo de 2017



/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la oportunidad de obtener este nuevo logro y guiar mi camino cada día que me brinda de vida para servirle.
- Mis padres** Mario Castillo y Glenda Leonardo, por orientarme en los caminos correctos, por su apoyo incondicional y aunque ella ya no esté, le dedico este nuevo logro porque está siempre en mi mente.
- Mi hermano** Raúl Castillo por tu apoyo incondicional a mis decisiones y por estar siempre conmigo.
- Mis tíos y primas** Por brindarme su apoyo y confianza incondicional, por darme su cariño sincero en los años que he estado con ustedes.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por brindarme la sabiduría necesaria a lo largo de mi carrera y obtener este nuevo logro.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por permitirme estudiar en esta maravillosa casa de estudios y poder culminar satisfactoriamente.
Facultad de Ingeniería	Por darme la oportunidad de conocer buenos catedráticos y amigos dentro de la Facultad.
Mis amigos	Por apoyarme a lo largo de mi carrera, los aprecio mucho.
Mi familia	Por su apoyo incondicional.
Mi asesora	Inga. Sigrid Calderón de León por apoyarme y orientarme para lograr este éxito.
Diveco, S.A	Por brindarme el conocimiento necesario y conocer a personas de gran valor dentro de la empresa.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. GENERALIDADES DE DIVECO	1
1.1. Descripción de la empresa	1
1.2. Datos de la empresa	2
1.2.1. Ubicación	2
1.2.2. Misión	2
1.2.3. Visión.....	2
1.2.4. Valores	3
1.3. Organización en la empresa.....	3
1.3.1. Organigrama.....	4
1.3.2. Departamento de sistemas.....	5
1.3.3. Departamento de recursos humanos.....	5
1.3.4. Departamento de contabilidad.....	5
1.3.5. Departamento de compras y ventas	5
1.3.6. Departamento de producción.....	6
1.4. Descripción del producto	6
1.4.1. Base	7
1.4.2. Colchón	7
1.4.3. Tamaños.....	7

1.5.	Clientes	8
1.6.	Proveedores.....	8
2.	FASE DE SERVICIO TECNICO PROFESIONAL. MEJORAS EN EL RENDIMIENTO DEL ÁREA DE MOLINO DE ESPONJA EN DIVECO	9
2.1.	Situación actual en la empresa	9
2.1.1.	Descripción del proceso de producción.....	9
2.1.1.1.	Área de producto terminado.....	11
2.1.1.2.	Área de enguatadoras.....	11
2.1.1.3.	Área de revestido	13
2.1.1.4.	Área de colchones.....	14
2.1.1.5.	Área de carpintería.....	16
2.1.1.6.	Área de alambre.....	18
2.1.1.7.	Área de inyección.....	20
2.1.1.8.	Área de esponja	22
2.1.2.	Diagnóstico del área de compactado de esponja....	25
2.2.	Identificación del problema.....	28
2.3.	Recopilación de información necesaria.....	29
2.3.1.	Árbol de problemas del área de compactado de esponja.....	30
2.3.2.	Sistema de extracción de gases actual en el área de compactado de esponja.....	31
2.3.2.1.	Componentes	33
2.3.2.2.	Recopilación de datos de frecuencia de uso del sistema	35
2.3.2.3.	Evaluación del funcionamiento del sistema.....	35
2.3.2.4.	Mantenimiento.....	37

2.3.3.	Diagrama de flujo del proceso de compactado de esponja de la empresa.....	37
2.4.	Búsqueda de soluciones para mejoras en el rendimiento del área de compactado de esponja.....	39
2.4.1.	Propuesta de instalación de chorro de agua en el área demezclador	40
2.5.	Evaluación de la solución	42
2.6.	Propuesta para mejorar el sistema de extracción de gases en el área de compactado de esponja.....	43
2.6.1.	Material adecuado	43
2.6.2.	Diseño propuesto.....	43
2.6.3.	Cotizaciones	46
2.6.4.	Instalación de sistema mejorado	47
2.6.5.	Propuesta para disminuir los contaminantes en el proceso de producción de semi elaborados	48
2.6.6.	Mejoras a la propuesta	50
2.7.	Propuesta de mejora en el diseño del área de moldes móviles para la producción de bloques de compactado de esponja.....	50
2.7.1.	Propuesta de diseño del área de moldes móviles ..	50
2.7.2.	Evaluación del diseño propuesto del área de moldes móviles para aumentar la capacidad de producción	51
2.7.2.1.	Estudio de tiempos	51
2.7.2.1.1.	Selección del operario ..	51
2.7.2.1.2.	Método para la toma de tiempo.....	52

2.7.2.1.3.	Cálculo del número de observaciones	52
2.7.2.1.4.	Cálculo de tiempo promedio	54
2.7.2.1.5.	Cálculo de tiempo estándar	55
2.7.2.1.6.	Tolerancias y holguras	60
2.7.2.1.7.	Análisis de operaciones.....	60
2.7.2.2.	Diagramas estandarizados.....	61
2.7.2.2.1.	Diagrama de proceso de la operación estandarizado.....	61
2.7.2.2.2.	Diagrama de flujo del proceso estandarizado.....	66
2.7.2.2.3.	Diagrama de flujo o de recorrido estandarizado del área de compactado de esponja.....	70
2.7.2.3.	Indicadores actuales	71
2.7.2.3.1.	Cálculo del rendimiento	71
2.7.2.3.2.	Productividad	72
2.7.2.4.	Propuesta para la mejora en el rendimiento del área de moldes móviles de compactado de esponja	73

	2.7.2.5.	Diagramas mejorados.....	75
	2.7.2.6.	Cálculo de indicadores mejorados.....	84
		2.7.2.6.1. Rendimiento	85
		2.7.2.6.2. Productividad.....	86
	2.7.2.7.	Análisis de costo de diseño propuesto.....	86
3.		FASE DE INVESTIGACIÓN. PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO EN EL ÁREA DE MOLINO DE ESPONJA.....	91
	3.1.	Situación actual de consumo energético en el área de compactado de esponja.....	91
	3.2.	Formas de ahorrar energía eléctrica	92
	3.3.	Análisis de cantidad de luminarias necesarias mediante el método de cavidad zonal en el área de compactado de esponja.....	94
	3.4.	Plan de ahorro propuesto	105
4.		FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN	115
	4.1.	Diagnóstico de necesidades de capacitación	115
	4.2.	Plan de capacitación	117
		4.2.1. Recursos para la capacitación.....	119
		4.2.2. Contenido de las capacitaciones	120
		4.2.3. Planificación de actividades.....	125
		4.2.4. Metodología	125
		4.2.5. Formato de evaluación	126
	4.3.	Resultados de la capacitación	126
	4.4.	Costos de la propuesta.....	128
		4.4.1. Presupuesto.....	128

CONCLUSIONES..... 129
RECOMENDACIONES 131
BIBLIOGRAFÍA..... 133
APÉNDICES..... 135
ANEXOS..... 147

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

1.	Organigrama de la empresa Diveco, S.A.	4
2.	Organigrama del proceso de producción	10
3.	Diagrama de operación del proceso de enguate.....	12
4.	Diagrama de operación del área de revestido.....	13
5.	Diagrama de operación del área de colchones	15
6.	Diagrama de operaciones del área de carpintería	17
7.	Diagrama de operaciones del área de alambre	19
8.	Diagrama de operación del área de inyección	21
9.	Diagrama de operación del área de esponja.....	24
10.	Formato entrevista oral realizada	25
11.	Tramo donde no existe sistema de extracción de gases.....	26
12.	Daño a la infraestructura del techo en el área de compactado de esponja.....	27
13.	Área del mezclador actual.....	28
14.	Árbol de problemas del área de compactado de esponja	30
15.	Árbol de soluciones del área de compactado de esponja	31
16.	Sistema de extracción de gases actual de compactado de esponja	32
17.	Lista de deficiencias encontradas en el sistema de extracción de gases.....	33
18.	Diagrama de flujo del proceso del área de compactado de esponja	38
19.	Lluvia de ideas para búsqueda de soluciones en el área de compactado de esponja	39
20.	Cotización para materiales necesarios de nueva tubería propuesta	41
21.	Plano de nueva tubería para el área de mezclador en compactado de esponja.....	42

22.	Diseño con dimensiones del sistema de extracción.....	45
23.	Diseño propuesto del sistema de extracción de gases del área de compactado de esponja.....	46
24.	Cotización de campana	47
25.	Número recomendado de ciclos de observación para el estudio de tiempos.....	53
26.	Sistema Westinghouse para calificar habilidades.....	56
27.	Diagrama de proceso de la operación estandarizado del área de compactado de esponja para el tamaño queen y matrimonial	62
28.	Diagrama de proceso de la operación estandarizado del área de compactado de esponja para el tamaño imperial y <i>king</i>	64
29.	Diagrama de flujo del proceso estandarizado del área de compactado de esponja para el tamaño <i>queen</i> y matrimonial.....	66
30.	Diagrama de flujo del proceso estandarizado del área de compactado de esponja para el tamaño imperial y <i>king</i>	68
31.	Diagrama de recorrido estandarizado del área de compactado de esponja.....	70
32.	Mejoras a la propuesta del diseño del área de compactado de esponja..	73
33.	Diagrama mejorado de operaciones del proceso de compactado de esponja para el tamaño Queen y Matrimonial.....	76
34.	Diagrama mejorado de operaciones del proceso de compactado de esponja para el tamaño imperial y <i>King</i>	78
35.	Diagrama mejorado de flujo del proceso de compactado de esponja para el tamaño <i>queen</i> y matrimonial.....	80
36.	Diagrama mejorado de flujo del proceso de compactado de esponja para el tamaño imperial y <i>king</i>	82

37.	Diagrama de recorrido mejorado del proceso de compactado de esponja.....	84
38.	Área de compactado de esponja.....	94
39.	Tipos de luminarias	104
40.	Gráfica de tiempo estimado de recuperación de la inversión económica de la propuesta de ahorro de energía	114
41.	Entrevista oral realizada.....	115
42.	Gráfica de resultados de la entrevista.....	116
43.	Cronograma de actividades para capacitación en Diveco, S.A.....	125
44.	Demostración de utilización correcta de equipo de protección personal	126
45.	Gráfica de resultados de evaluación	127

TABLAS

I.	Dimensiones de tamaños de colchones.....	8
II.	Descripción de los problemas encontrados en el área.....	29
III.	Componentes del sistema de extracción de gases del área de compactado de esponja	34
IV.	Tabla de evaluación del sistema de extracción actual	35
V.	Cotización para instalación de chorro en el mezclador	41
VI.	Análisis de principios para el diseño de captación	44
VII.	Procedimiento de ingreso y egreso del área de compactado de esponja.....	48
VIII.	Número de ciclos de cada elemento establecido en el área de compactado de esponja	53
IX.	Tiempo promedio en el área de compactado de esponja.....	55
X.	Factores de calificación para el área de compactado de esponja.....	57

XI.	Tiempos normales de la operación en el área de compactado de esponja.....	58
XII.	Tiempos estándares de las operaciones del área de compactado de esponja	59
XIII.	Holguras asignadas en cada operación del área de compactado de esponja.	60
XIV.	Propuesta de elementos a eliminar en el proceso de compactado de esponja	60
XV.	Propuesta para reducir tiempos a algunos elementos en el proceso de compactado de esponja.....	61
XVI.	Datos de la producción diaria, semanal y mensual de bloques de compactado de esponja reales y meta del área	71
XVII.	Cotización de nuevo motor para el molino del área de compactado de esponja	74
XVIII.	Comparación de consumo energético para la propuesta de nuevo motor de molino en el área de compactado de esponja	75
XIX.	Datos de producción diaria, semanal y mensual de bloques de compactado de esponja reales mejorados y meta del área.....	85
XX.	Costo de implementación de la propuesta para el área de compactado de esponja.....	87
XXI.	Datos tomados de nave del área de compactado de esponja	94
XXII.	Coeficiente de reflexión	95
XXIII.	Rangos de iluminancia en Lux.....	96
XXIV.	Coeficiente de mantenimiento	96
XXV.	Resumen de las relaciones de cavidades calculadas.....	98
XXVI.	Reflectancia efectiva de cavidad de cielo	99
XXVII.	Coeficiente de utilización obtenido.....	99
XXVIII.	Reflectancia efectiva de cavidad de piso	100

XXIX.	Datos técnicos del sistema de extracción actual en el área de compactado de esponja	106
XXX.	Luminarias instaladas en el área de laminado y compactado de esponja.....	107
XXXI.	Datos técnicos del sistema de extractor propuesto para el área de laminado y compactado de esponja.....	109
XXXII.	Costo de adquisición para un extractor centrífugo	110
XXXIII.	Propuesta de luminarias a instalar en el área de compactado de esponja.....	110
XXXIV.	Costo de adquisición para lámparas led en el área de compactado de esponja.....	111
XXXV.	Consumo actual de energía eléctrica para el área de compactado de esponja.....	112
XXXVI.	Consumo de energía eléctrica al implementar la propuesta.	112
XXXVII.	Formato de plan de capacitación	118
XXXVIII.	Recursos a utilizar para la capacitación	119
XXXIX.	Resultados tabulados de las respuestas de la evaluación	127
XL.	Presupuesto estimado para la capacitación.....	128

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
cm	Centímetro
°C	Grados centígrados
HG	Hierro galvanizado
h	Hora
HP	<i>Horsepower</i> (Unidades de caballo de fuerza)
Kg	Kilogramo
KW	<i>Kilowatt</i>
m	Metro
mm	Milímetro
min	Minuto
pcs	<i>Pieces</i> (Piezas)
%	Porcentaje
“	Pulgadas
Q	Quetzales
Ts	Tiempo estándar
T.N	Tiempo normal
T.C	Tiempo promedio

GLOSARIO

Camastrón	Estructura de madera (esqueleto) que funciona de base para la fabricación de un somier.
Capa enguatada	Combinación de tela con diversos diseños, esponja y entretela unidas por medio de costuras de hilo, siendo el lado superior e inferior visible de la cama.
Carcasa	Estructura formada por resortes y marcos de acero distribuidos en la parte superior e inferior, sujetos por espirales insertados en cada fila y la orilla sujetadas por grapas.
Catalizador T9	Acelera o retarda una reacción química sin participar en ella.
Cavidad zonal	Procedimiento que se utiliza para determinar el número y tipo de luminarias que se necesitan para proveer la iluminación deseada en el ambiente de trabajo.
Espárragos	Tornillo sin cabeza que van roscados en sus dos extremos con diferente longitud rocada, entre los cuales hay una porción de vástago sin roscar.

Extractor axial	Ventilador que proporciona un impulso energético al aire en espiral.
Extractor centrífugo	Ventilador mecanizado que impulsa radialmente el aire que recibe por medio de su eje.
<i>Mezzanina</i>	Piso intermedio entre dos plantas principales de un edificio, tiene un techo bajo y sobresale en forma de balcón.
Polipropileno	Polímero comercial de más baja densidad y facilidad de moldeo.
Polyol	Alcohol con más de un grupo hidroxílico y constituye una de las materias primas principales para la fabricación del poliuretano.
Productividad	Eficiencia de un sistema de producción, el cociente entre la cantidad de productos y la cantidad de recursos utilizados.
Rendimiento	Relación de la producción real entre la producción esperada en el tiempo productivo.
Somier	Estructura de madera forrada sobre la que se coloca el colchón para dar una mayor comodidad a las camas.

T.D.I

Sus siglas significan Diisocianato de Tolueno que es un líquido incoloro o ligeramente amarillento y su olor es fuerte y picante. Se utiliza como materia prima para la producción de espumas de poliuretano.

Tuerca chicha

Tuercas de seguridad que proporciona la unión con un extremo del espárrago sin roscar.

RESUMEN

La empresa Diveco fue fundada en 1971 como una fábrica de esponja. Se dedicó a la producción masiva de planchas de esponja de diferentes densidades y tamaños. En 1976 la empresa invierte en maquinaria para la fabricación de camas con lo cual se involucra en este mercado. La empresa constantemente innova y agiliza su producción con tecnología de punta para proveer nuevos sistemas de descanso. De esta manera ha logrado constituirse como la empresa más grande en fabricación de camas en Centroamérica.

La producción se divide en siete áreas. De ellas, para el proyecto, se eligió el área de esponja, en la sub área de compactado de esponja donde se producen los bloques compactos de este material. Un bloque consiste en esponja uniformemente molida y compactada por medio de químicos y presado.

En dicha estación de trabajo, es necesario mejorar el sistema de extracción de gases ya que se utilizan químicos altamente volátiles y dañinos al sistema respiratorio, por ejemplo, el polyol, un catalizador T9 y T.D.I. La función actual debería extraer todos los gases emanados al disolver la mezcla de químicos para compactar la esponja molida y obtener un bloque compactado. Este, se lamina posteriormente para fabricar los colchones.

En el programa de EPS también se pretende realizar una propuesta para aumentar el rendimiento en el proceso de producción de bloques compactados en dicha estación. Para ello se analizará el proceso y, luego, se cotizará el costo de la mejora.

Actualmente, el sistema de extracción de gases no cumple con su función porque la campana extractora está situada nueve metros a la izquierda del cilindro mezclador de esponja. Cuando se mezcla la esponja, se vierte la combinación de químicos dentro del cilindro mezclador. Posteriormente, las esponjas molidas mezcladas con los químicos caen dentro de moldes móviles. En este momento, los químicos se han absorbido, de tal manera que, cuando se llenan los moldes móviles, se compactan mediante una prensa, durante una hora.

Se rediseñará el sistema de extracción de gases para que la campana extractora esté situada encima del cilindro mezclador y se evite que los químicos volatilizados se sigan compactando en la infraestructura; También se determinará el material adecuado para montar el sistema y se realizarán las cotizaciones correspondientes. Se propondrá, como consecuencia, el diseño nuevo en el área de moldes móviles para la compactación de bloques, de tal manera que aumente la producción de este producto. Además, se informará ampliamente acerca del funcionamiento adecuado del nuevo sistema instalado para evitar riesgos en la salud de los trabajadores del área.

Lo anterior se realizará en la fase de servicio técnico profesional; además como parte de la fase de investigación se realizará un análisis sobre el consumo energético del área de compactado de esponja y, sobre esa base, se realizará una propuesta para reducir el consumo. En este momento, también se capacitará al personal de la institución sobre el funcionamiento del nuevo sistema, los riesgos que ocasiona al tener contacto con los químicos y el equipo de protección personal por utilizar. Se hará énfasis en la importancia de portarlo y el protocolo que se debe seguir.

OBJETIVOS

General

Realizar mejoras en el rendimiento del área de molino de esponja en Diveco.

Específicos

1. Realizar un diagnóstico en el área de compactado de esponja.
2. Identificar los problemas existentes en el área de compactado de esponja.
3. Realizar una propuesta para disminuir los contaminantes en el proceso de producción de semi elaborados.
4. Realizar una propuesta para aumentar la capacidad de producción en el área de compactado de esponja.
5. Analizar la productividad en el proceso de producción de bloques de semi elaborados
6. Realizar un análisis de costos para las propuestas realizadas.
7. Realizar un plan de capacitaciones para los trabajadores del área de compactado de esponja de las mejoras realizadas.

INTRODUCCIÓN

Diveco, S.A. es una empresa que se dedica a la producción de camas de diferentes dimensiones. En sus procesos de producción aplica la tecnología más innovadora, además de nuevos métodos de descanso. La empresa tiene 45 años en la producción de camas.

Actualmente, la empresa satisface la demanda para toda Centroamérica de su clientela mayorista y minorista, ya que su producción se basa en pedidos. El proceso de producción se lleva a cabo según el orden siguiente: área de esponja, de alambre, de enguatadoras, de inyección, de revestido, de colchones y de carpintería.

El área de esponja incluye la sub área de compactado de esponja. Allí se compacta la esponja para la producción de colchones. El proceso consiste en cortar todos los desperdicios de tela y esponja sobrantes en las diferentes áreas y llevarlos a un molino que los muele uniformemente. Posteriormente, se transformarán en bloques compactados que se laminarán para la fabricación de colchones, generalmente, ortopédicos.

La estación de molido y compactado es una de las más contaminadas y, aunque se utiliza un sistema de extracción de gases, la campana no satisface la extracción ya que no está directamente en el molino de esponja. Al no absorber todos los gases emanados de los químicos, estos se dispersan en el ambiente de trabajo, creando un foco de contaminación.

Como ya se mencionó, el sistema de extracción de gases se encuentra ubicado nueve metros a la izquierda y ahí se encuentran los químicos

utilizados. La función de absorción es nula al trasladar el material al cilindro mezclador utilizado diariamente en la producción de bloques de compactado de esponja. Por otra parte, los trabajadores, generalmente no utilizan el equipo de protección personal cuando mezclan los químicos.

En este documento se presenta el informe final titulado: *Mejoras en el rendimiento del área de molino de esponja en Diveco, S.A.*, en el cual se realizó un diagnóstico por medio de la observación directa y entrevistas orales en el proceso de compactado para determinar los problemas de dicha estación. Luego, se realizó un diseño para mejorar el sistema de extracción de gases para reducir la cantidad de químicos no absorbidos en la actualidad; posteriormente, se realizó un estudio de tiempos para mejorar el rendimiento del área de compactado de esponja. Además, se realizaron los diagramas del proceso de la producción. Finalmente, se plantean propuestas de mejoras, cuya viabilidad en el área de compactado de esponja se demuestra mediante los cálculos necesarios. También se realizó un plan de ahorro de energía para dicha área y un plan de capacitación para el personal de la empresa.

1. GENERALIDADES DE DIVECO

1.1. Descripción de la empresa

La empresa Diveco fue fundada en 1971 como una fábrica de esponja. Se dedicó a la producción masiva de planchas de esponja de diferentes densidades y tamaños. En 1976 la empresa invierte en maquinaria para la fabricación de camas con lo cual se involucra en este mercado. La empresa constantemente innova y agiliza su producción con tecnología de punta para proveer nuevos sistemas de descanso. De esta manera, ha logrado constituirse como la empresa más grande en fabricación de camas en Centroamérica y proveedora para empresas de gran prestigio.

En 1996 Camas Olympia adquirió la franquicia de la empresa estadounidense Therapedic International y lanza al mercado el modelo. En 1998 se consolidan las operaciones en Honduras con una fábrica de Tegucigalpa que está igualmente equipada con la más alta tecnología apoyando al abastecimiento a nivel centroamericano.

En el año 2003 se introduce la línea de camas Serta y adquiere la representación de la marca en toda Centro América. Por sus estándares de calidad Camas Olympia califica como miembro de ISPA (International Sleep Products Association). En el 2004 inician operaciones en Costa Rica y, en la actualidad, es la fábrica más grande de Centro América y la marca de cama más vendida y reconocida por su alta calidad y garantía en todos los modelos.

1.2. Datos de la empresa

La empresa inició en el año de 1971, es decir que cuenta con 45 años de fabricar camas. Además, posee una planta de producción de muebles de sala en el área norte de Mixco.

1.2.1. Ubicación

El área administrativa y la planta de producción de colchones de la empresa se ubica en la 48 Avenida 1-56 de la Zona 3 de Mixco, del departamento de Guatemala.

1.2.2. Misión

“Cambiamos la vida de la gente positivamente, brindándoles una mejor calidad de vida a través del descanso”.¹

1.2.3. Visión

“Ser el líder de productos y servicios de calidad para dormir y descansar bien, en la región de Centroamérica”.²

¹ Diveco, S.A. *Misión y visión de la empresa*. <http://grupo-diveco.com/index.php/quienes-somos>. Consulta 31 de marzo de 2016.

² *Ibíd.*

1.2.4. Valores

“Los valores de la empresa son:

Integridad, Respeto a la Dignidad Humana, Trabajo Arduo, Lealtad, Trabajo en equipo, Excelencia, Responsabilidad Empresarial”.³

1.3. Organización en la empresa

Diveco S.A. cuenta con una estructura organizacional de tipo funcional, ya que, para cada departamento que integra la organización de la empresa hay un gerente, quien informa y reporta a la Junta de Directores y a la Gerencia General.

El mando en la organización es de tipo consultivo ya que Gerencia General de la empresa y Junta de Directores toma la decisión de orientar mediante los informes, estudios y opiniones de los gerentes de los diferentes departamentos que integran la empresa.

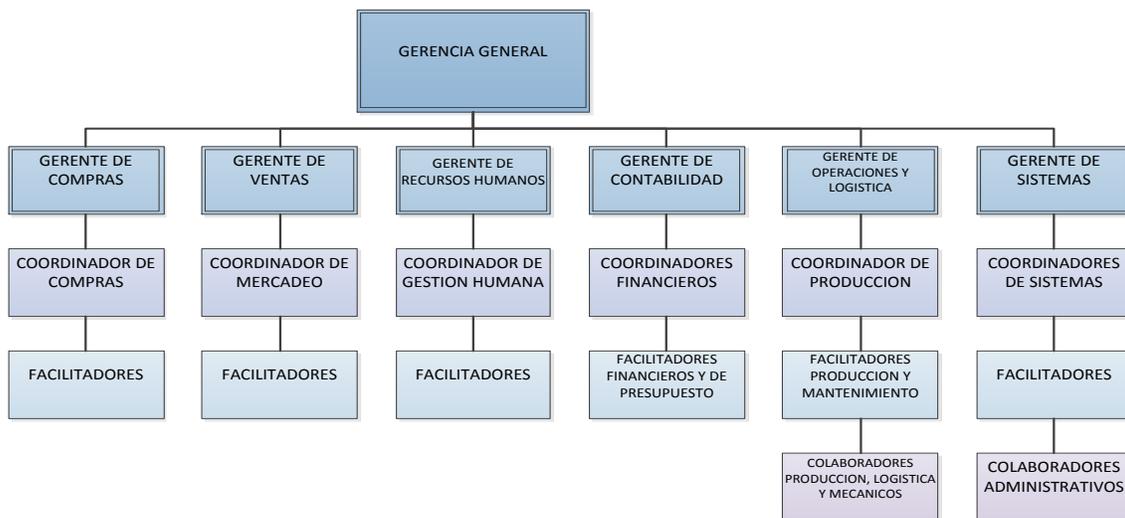
En los altos mandos (Gerencia General, Junta de Directores y Gerencias por departamentos) se toman las decisiones estratégicas. Los mandos intermedios (Coordinadores de cada departamento) se encargan de las decisiones tácticas y, por último, los facilitadores de cada área que integra los departamentos adoptan las decisiones de tipo operativo.

³ Diveco, S.A. *Misión y visión de la empresa*. <http://grupo-diveco.com/index.php/quienes-somos>. Consulta 31 de marzo de 2016.

1.3.1. Organigrama

El siguiente diagrama representa la estructura organizacional de la empresa. “El diseño organizacional es funcional y permite que los administradores y trabajadores sean agrupados de acuerdo con sus áreas de conocimiento experto y de los recursos que utilizan para desempeñar su trabajo. Entre las ventajas de este diseño organizacional es que apoya a la especialización de las habilidades, aumenta la coordinación dentro del área funcional y propicia una toma de decisiones técnicas de gran calidad. Entre las desventajas, cabe resaltar que hay una comunicación poco adecuada entre los departamentos, conflictos por las prioridades de los productos y problemas de coordinación entre los departamentos”.⁴

Figura 1. Organigrama de la empresa Diveco, S.A.



Fuente: elaboración propia.

⁴ HELLRIEGEL, Don; JACKSON, Susan; SLOCUM, John. Administración, *un enfoque basado en competencias*. 11 ed. p. 368-370.

1.3.2. Departamento de sistemas

Es el departamento encargado de verificar que el sistema interno de la empresa funcione correctamente, así como la instalación de los equipos en cada departamento que lo requiera.

1.3.3. Departamento de recursos humanos

En este Departamento seleccionan al personal de cada departamento. También verifican que cumplan con los deberes inherentes a su puesto. Generalmente, cada cierto tiempo, realizan capacitaciones para el desarrollo personal de cada trabajador en la empresa.

1.3.4. Departamento de contabilidad

En el departamento de contabilidad se controlan y manejan los registros de los libros contables, como caja, inventario, diario, mayor, balance general. También se encargan de los pagos de impuestos, detalle de las ventas, compras, realización de las planillas y los resultados de los estados financieros.

1.3.5. Departamento de compras y ventas

Realiza toda la gestión de mercadeo, cobros, atención a clientes, garantías, búsqueda de clientes nuevos, promociones y la publicidad de todos los productos. El gerente de ventas verifica y analiza la venta de camas, cobros y el dinero obtenido en relación con las proyecciones fijadas para cada mes y si se cumplió con la meta trazada para cada vendedor.

1.3.6. Departamento de producción

Es el más importante porque se encarga de mantener los estándares de calidad en la producción de los colchones y somieres. Además, planifica la producción para cumplir con la demanda. También maneja los registros de la bodega de materia prima, bodega de producto terminado, el sistema de control de calidad y la producción misma. Dicho departamento está dividido en siete áreas.

El departamento de producción fija las metas de producción que pueden ser diarias, mensuales, semestrales y anuales, incluyendo planes de incentivos de salarios por productividad y procedimientos mejorados, estudios constantes y las formas para realizarlas.

El departamento de producción se encarga de la planificación y registros de producción, detalles de operación de trabajo. Informa a la gerencia sobre todos los detalles de producción, entrenamientos, seguridad y eficiencia en la producción de colchones.

1.4. Descripción del producto

El producto está formado por dos partes fundamentales, la primera es la base o somier y el colchón que tiene diversidad de acabados finos y delicados para brindar confort y un descanso apropiado.

1.4.1. Base

La base del colchón se llama somier y es la parte inferior de la cama que tiene como función el soporte del colchón. Su estructura es de madera de pino y sus medidas varían según el tamaño del colchón. La estructura de madera tiene una cubierta de esponja de alta densidad, también tiene una entretela de color, dependiendo del diseño y estilo del colchón y, por último, se adiciona protección plástica de esquineros para mayor durabilidad. La estructura del somier está sostenida por patas plásticas de alta duración, que proporcionan una mejor estabilidad.

1.4.2. Colchón

Dependiendo de su tamaño y estilo, posee diversas capas de esponja y tela. Tiene una estructura metálica llamada carcasa hecha con alambre de acero de calibre 8 que es preformado en resortes. En la parte superior dependiendo del estilo de la cama, tiene recubierta de esponja de alta densidad, mantillón y la capa de tela enguatada. Estas se unen por medio de un pegamento especial y se cierra con cerradoras automáticas, que son máquinas especializadas para unir el borde con las capas por medio de listones de distintos diseños.

1.4.3. Tamaños

Existen cuatro tamaños de camas: imperial, matrimonial, *queen* y *king*. A continuación, se detallan las dimensiones de los tamaños de colchones. Las medidas son las siguientes:

Tabla I. **Dimensiones de tamaños de colchones**

TAMAÑO	ANCHO (m)	LARGO (m)	ALTURA (m)
Imperial	1.02	1.92	0.25
Matrimonial	1.41	1.92	0.25
Queen	1.55	2.01	0.25
King	2.01	2.01	0.25

Fuente: Diveco, S.A.

1.5. Clientes

La empresa posee distribuidores autorizados y ventas directas en toda Guatemala. También poseen una sala de ventas en la planta de producción y clientes por toda Centro América.

1.6. Proveedores

La empresa necesita proveedores para el proceso de producción, entre ellos están los del área de alambre, el propio alambre calibre 8 y 10; en el área de inyección, las resinas y los espárragos de las patas; en el área de esponja, los químicos para fabricar dichas esponjas; en el área de revestido, los distintos tipos de tela e hilos y, en el área de carpintería, la tuerca chicha de las reglas de madera y los proveedores de la madera. Estos últimos son de la misma empresa quienes entregan las tablillas a la medida establecida de la estructura del somier.

2. FASE DE SERVICIO TECNICO PROFESIONAL. MEJORAS EN EL RENDIMIENTO DEL ÁREA DE MOLINO DE ESPONJA EN DIVECO

2.1. Situación actual en la empresa

Para el proceso de producción de colchones, la empresa ha dividido el proceso en siete áreas, de las cuales abastecen el material necesario para cada una. Algunas áreas dependen de otras ya que no pueden trabajar si no las abastecen del material en proceso para lograr un colchón con somier como producto terminado final. La empresa, para producir colchones de buena calidad, cuenta con maquinaria especializada y personal capacitado en cada área. El proyecto de EPS se enfocará en el área de esponja, en la sub área de compactado de esponja. También se detallará el proceso de producción.

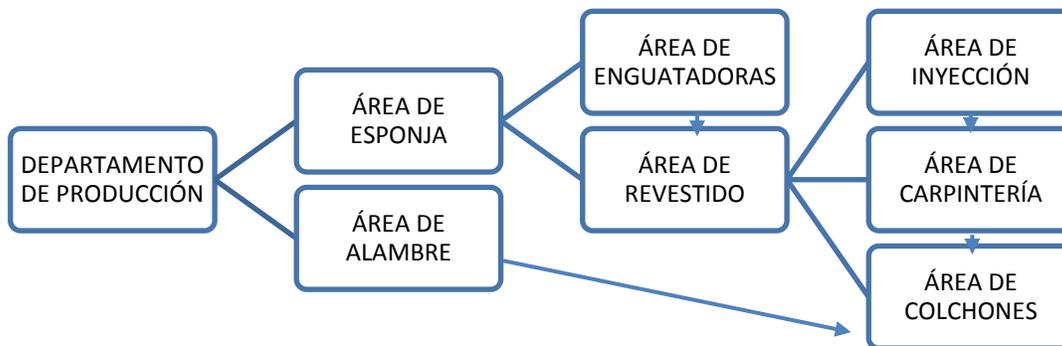
2.1.1. Descripción del proceso de producción

El proceso de producción para la fabricación de camas se dividen en siete áreas, las cuales, según el orden de la materia prima son: esponja, alambre, enguatadoras, revestido, colchones, carpintería e inyección.

El área de esponja produce este material, suficiente, para abastecer todas las áreas. El área de alambre se encarga de producir las carcasas que resultan del ensamble de resortes espirales y marcos de alambre laterales. Este proceso es fundamental ya que es el elemento principal para ensamblar la esponja, el enguate y la capa de revestido. En el área de enguatadoras se producen diferentes diseños de rollos de enguate que van al área de revestido. En esta

área se confeccionan los acabados de capas y bordes que se utilizarán en cada colchón y estos, se realizan con máquinas industriales para costura. El ensamble final de todos estos se realiza en una máquina industrial llamada cerradora y, luego, se empaca para ser almacenado en la bodega de producto terminado. En el área de carpintería se fabrican los camastrones, es decir, la base de madera del colchón. La madera del camastrón son escalerillas de pino ensambladas de manera central y lateral por medio de pistolas neumáticas de clavos. Posteriormente, se coloca una capa delgada de esponja, se reviste con tela absorbe polvos y, por último, se colocan esquinas plásticas y se etiqueta una esquina con la marca de la cama.

Figura 2. **Organigrama del proceso de producción**



Fuente: elaboración propia.

2.1.1.1. Área de producto terminado

En esta área se almacenan, según la marca y tamaño, todos los colchones y somieres producidos de todas las marcas. Cada marca y tamaño de colchón tiene un código para registrarlo en el inventario.

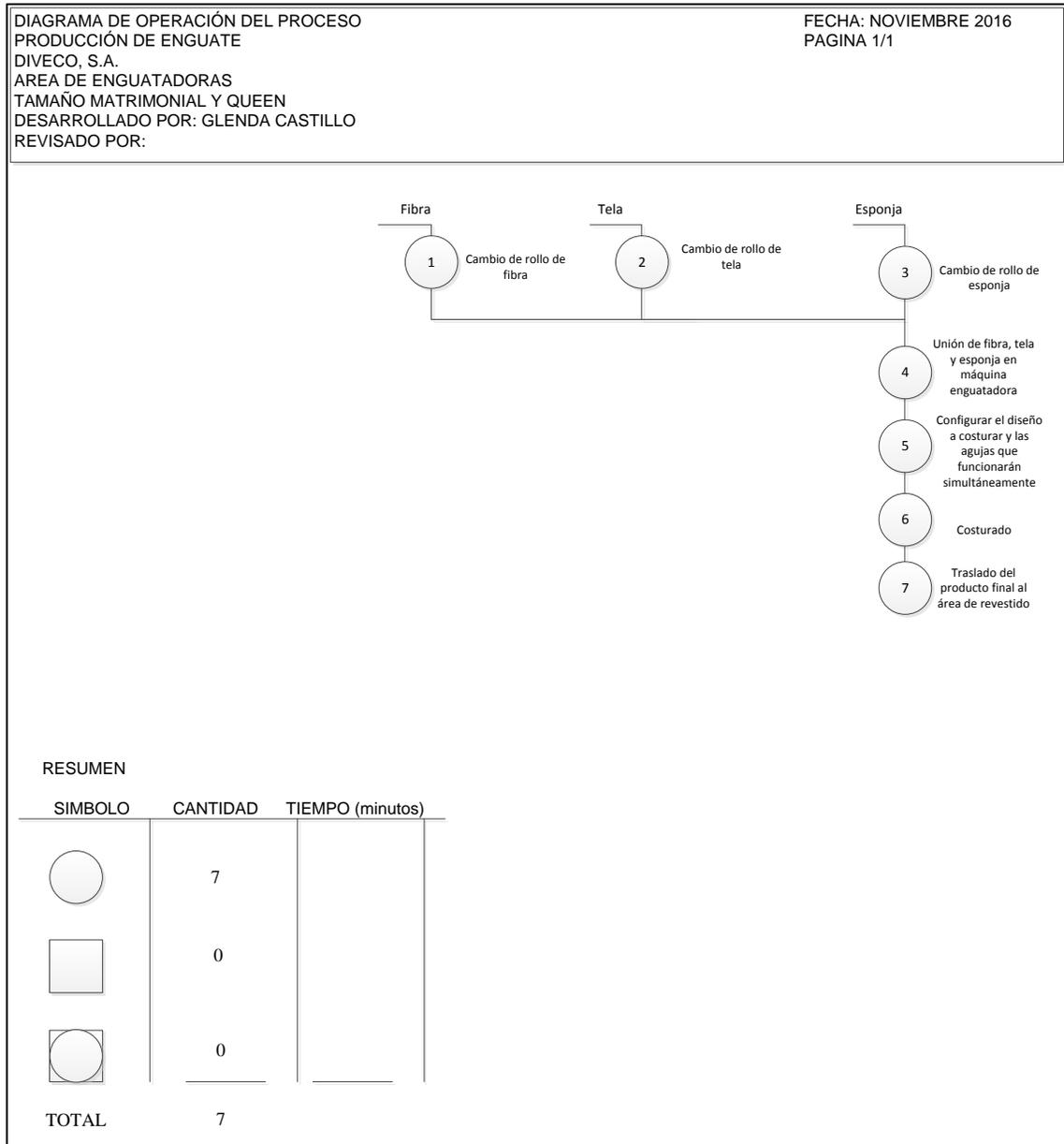
En el área de producto terminado se almacenan todos los pedidos y con los de logística coordinan la cantidad de colchones que se enviarán. Existe un área de carga y descarga para el abastecimiento de todas las tiendas del país.

2.1.1.2. Área de enguatadoras

En esta área se fabrican capas, bordes, jaladores y capas fuelle de los distintos tamaños. Cada uno está compuesto por esponja traída en rollos laminados del área de esponja, tela con variedad de diseño, con respecto a la marca de cama y fibra de diferentes espesores. El proceso de producción inicia uniendo la fibra con la esponja del rollo que ha sido previamente laminado en el área de esponja. Se coloca en la máquina y, luego, se une con la tela del diseño solicitado. Posteriormente, se configura el diseño de la figura que habrá en la capa y las agujas que deberán trabajar simultáneamente en el diseño pedido. El producto final, se envía al área de revestido y colchones para su ensamble final.

En el área actual se encuentran ubicadas 5 máquinas. Tres de ellas solo cortan los diseños de las capas y dos pueden realizar capas, bordes y fuelles. La capa dependerá del tamaño de la cama y los bordes y fuelles se entregan en rollos enguatados que van destinados al área de revestido para su confección posterior.

Figura 3. Diagrama de operación del proceso de enguate

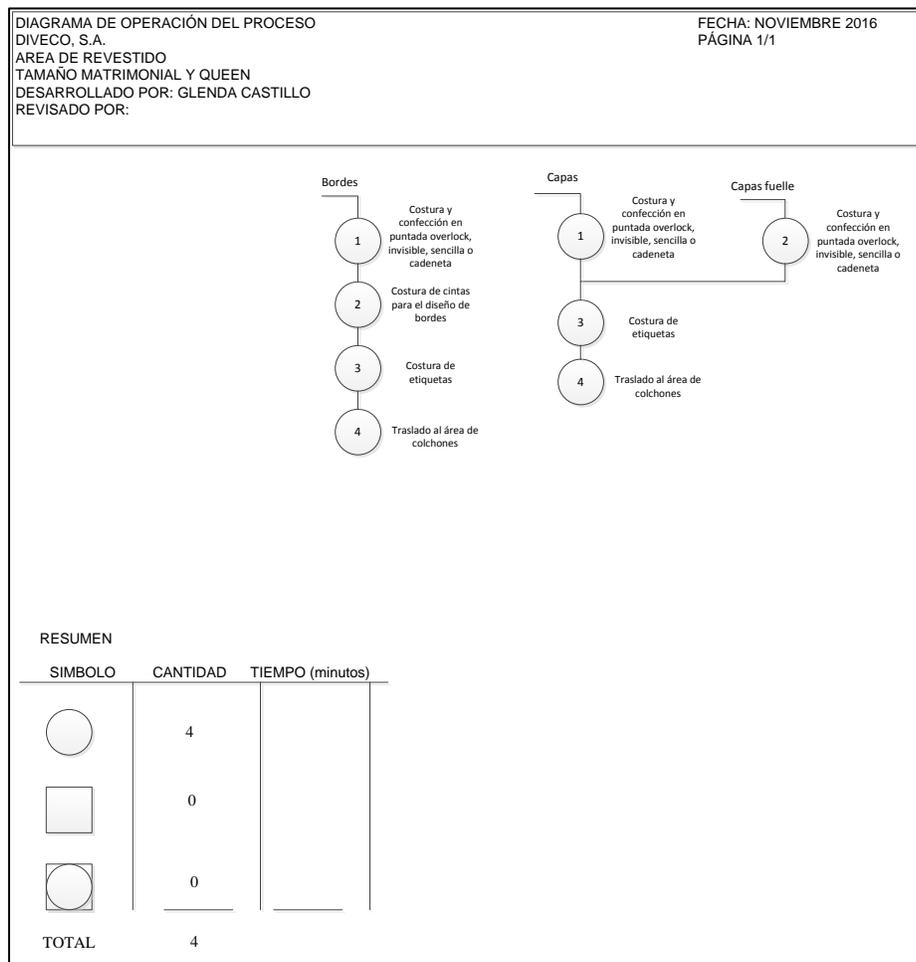


Fuente: elaboración propia, empleando programa Microsoft Visio versión 2010.

2.1.1.3. Área de revestido

Se encarga de realizar las costuras y confecciones de los jaladores de colchones, etiquetas y bordes con diferentes puntadas. Para las capas se le agregan unos bordes llamados capa intermedia flange que sirve para el engrapado de fundas y carcasas. Toda costura realizada se traslada al área de colchones.

Figura 4. Diagrama de operación del área de revestido



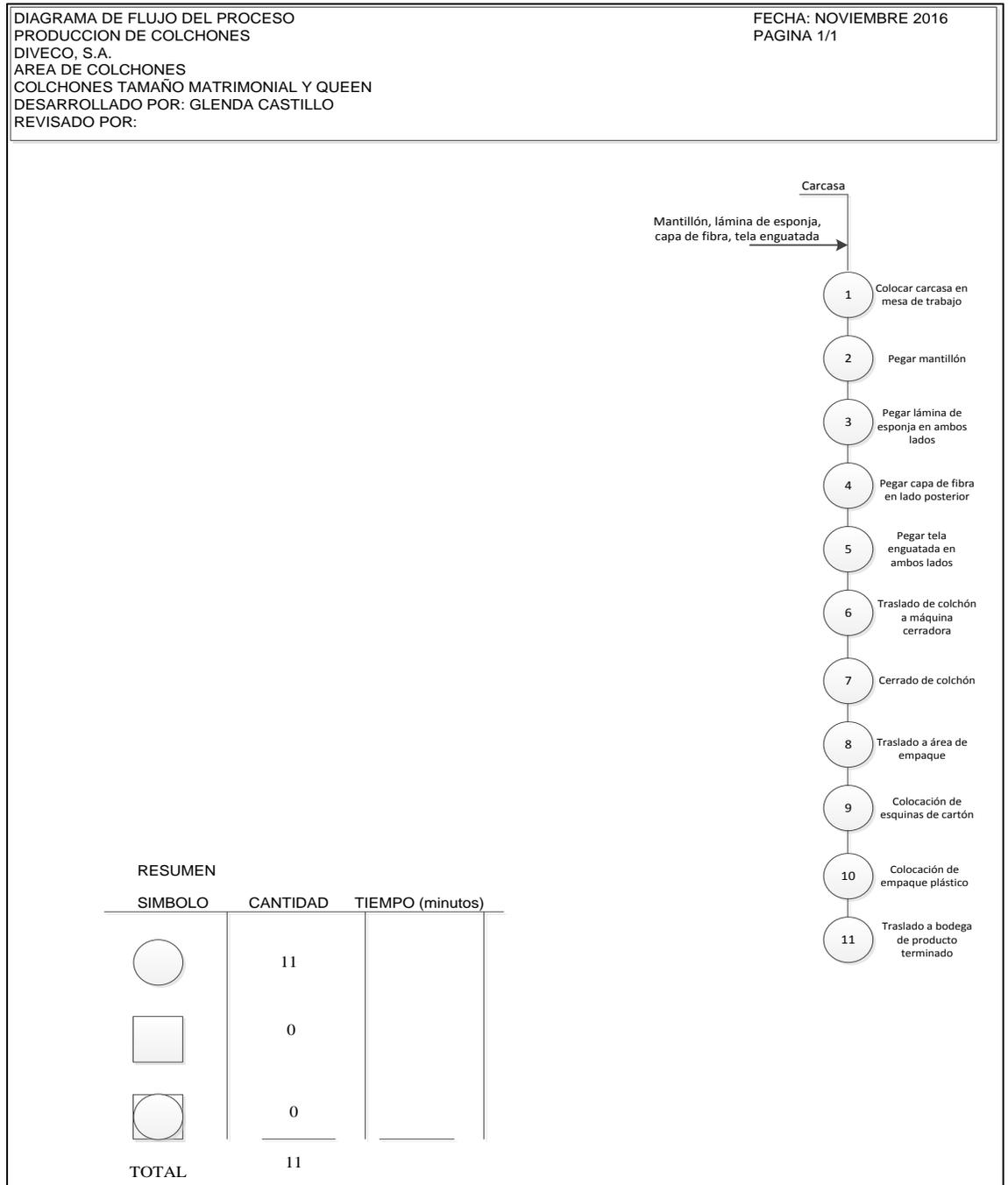
Fuente: elaboración propia, empleando programa Microsoft Visio versión 2010.

2.1.1.4. Área de colchones

En esta área se ensamblan todas las marcas de colchones. El proceso inicia con la colocación de la carcasa en la mesa de trabajo, se coloca el mantillón y se pega con pistolas neumáticas que tienen pegamento y agua. Luego, se pega una lámina de esponja, se coloca una capa de fibra sobre la plancha de esponja, la capa del diseño de la cama, luego se voltea el colchón y se coloca las planchas de esponja según las especificaciones del producto. Si el producto lleva *pillow top*, se coloca la capa fuelle requerida para el tipo de cama. Si no, se coloca la capa del diseño de la cama y es transportado en una banda eléctrica. Luego, se trasladan a las máquinas cerradoras donde se les colocan bies, que es un listón de tela que costura las orillas del colchón en la parte superior e inferior.

Actualmente, hay 5 máquinas cerradoras finales para costura con bies para capa fuelle y bordes. Estas máquinas se encargan de cerrar los colchones con mayor cantidad de capas de esponja. Generalmente son colchones ortopédicos o de mayor confort. Existen también 8 máquinas cerradoras que costuran colchones más simples; luego, una banda de rodillos manual los traslada al área de empaque donde colocan esquinas de cartón con la marca de la cama y se empaca. Por último, es trasladado y almacenado en la bodega de producto final.

Figura 5. Diagrama de operación del área de colchones



Fuente: elaboración propia, empleando programa Microsoft Visio versión 2010.

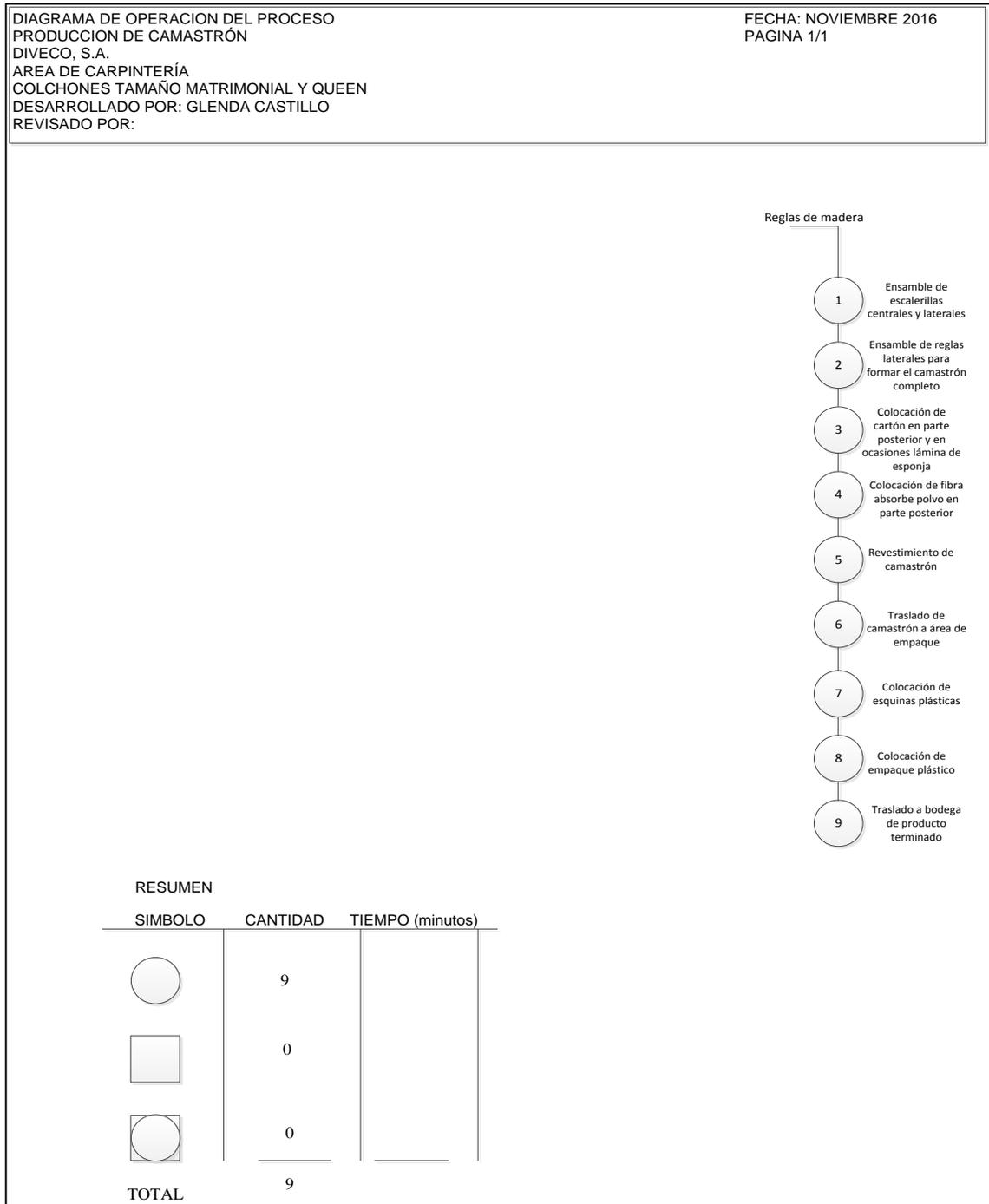
2.1.1.5. Área de carpintería

El distribuidor de madera es parte del corporativo de la empresa y se encarga de preparar la madera de pino en reglas de diferentes tamaños para el ensamble del camastrón y entregarla en el área de carpintería.

El ensamblado de carpintería está distribuido por tres grupos. En el primero, algunos operarios realizan las escalerillas centrales, mientras otros se encargan de realizar las escalerillas laterales. Las reglas de madera se ensamblan con grapas por medio de pistolas neumáticas y, luego, pasan al segundo grupo que se encarga de ensamblar dos escalerillas laterales y una central, luego colocan tres reglas largas del tamaño de la cama en la parte superior y en la parte inferior colocan tres reglas con tuerca chicha que es una perforación con forma de tornillo para encajar el tornillo sin fin de las patas y ensamblarlas, en total son nueve patas. El tercer grupo obtiene el camastrón completo y se encarga de colocar cartón en la parte superior y algunos somieres, según los tipos de cama, llevan una capa de esponja. Finalmente, es revestido con una funda para somier y en la parte inferior se coloca una fibra absorbe polvos.

Por último se colocan esquineras plásticas en la parte inferior, indicando la marca de la cama y el camastrón revestido se traslada en una banda para que sea empacado con plástico y se colocan esquineras de cartón donde especifican, nuevamente, la marca de la cama, se registra en el inventario por medio de código de barras y se almacena en la bodega de producto terminado.

Figura 6. Diagrama de operaciones del área de carpintería



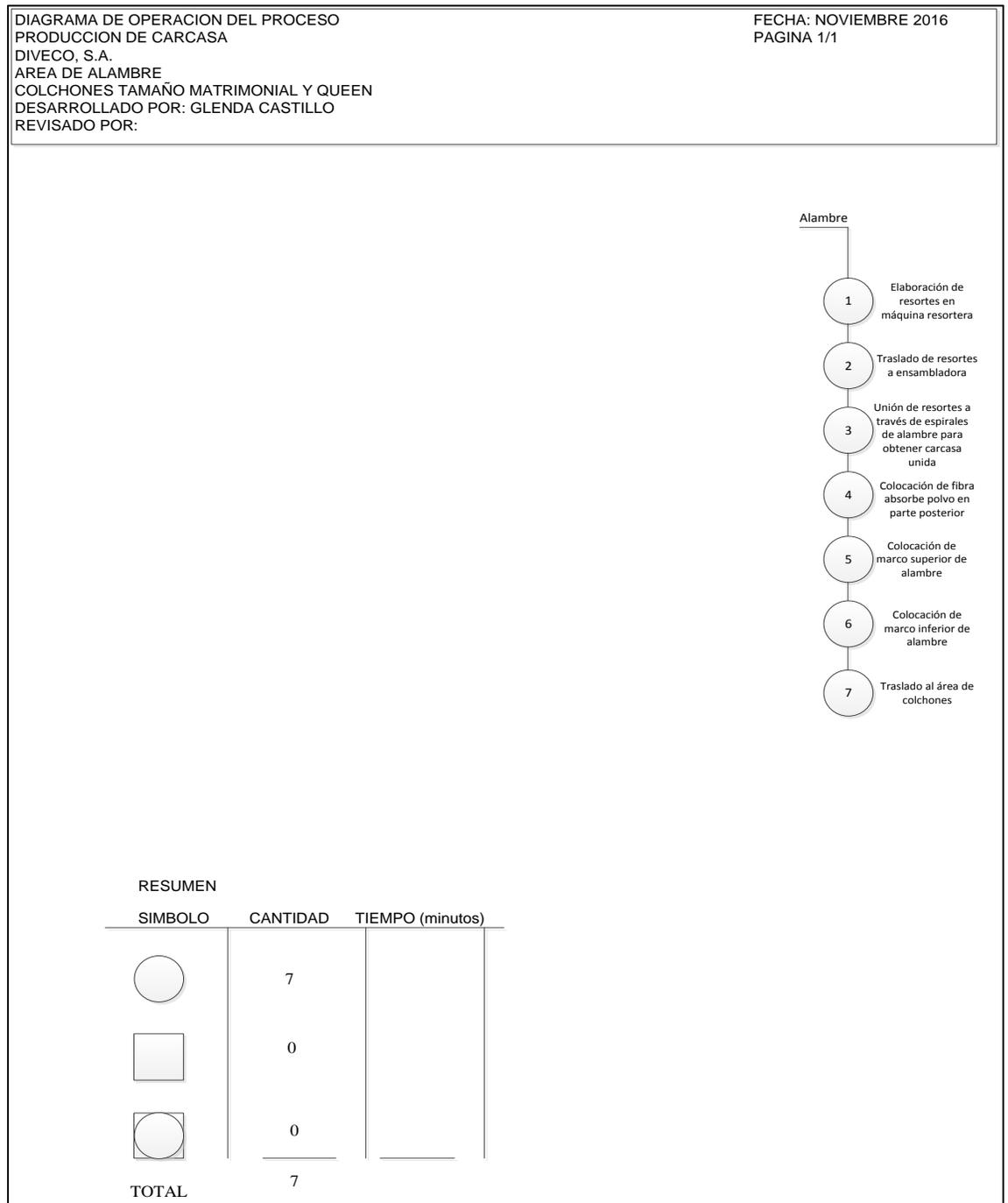
Fuente: elaboración propia, empleando programa Microsoft Visio versión 2010.

2.1.1.6. Área de alambre

Aquí se realiza la carcasa donde irá ensamblado el mantillón, la esponja del colchón y la funda de tela del colchón. En colchones ortopédicos o especiales incluyen más capas de esponja y de esponja compactada. Dependiendo de la marca de la cama, incluyen cuadrados de esponja compactada en los laterales o en toda la orilla una capa de esponja compactada para un mayor confort.

El proceso de la carcasa inicia con las pruebas de calidad del alambre. Si este material se aprueba, se colocan rollos de alambre en la resortera, que es una máquina que fabrica los resortes para la carcasa, luego los resortes realizados pasan a la ensambladora, donde unen los resortes en número de filas y columnas establecidas para cada tamaño de cama. La máquina une los resortes a través de espirales de un alambre de menor calibre y así se consigue la carcasa unida. Luego, se traslada la carcasa ensamblada a las mesas de engrapado, donde colocan un marco en la parte superior e inferior y engrapan por medio de pistolas neumáticas. Actualmente, se cuentan con 11 líneas de producción y las carcasas terminadas se trasladan al área de colchones para su ensamblado final.

Figura 7. Diagrama de operaciones del área de alambre

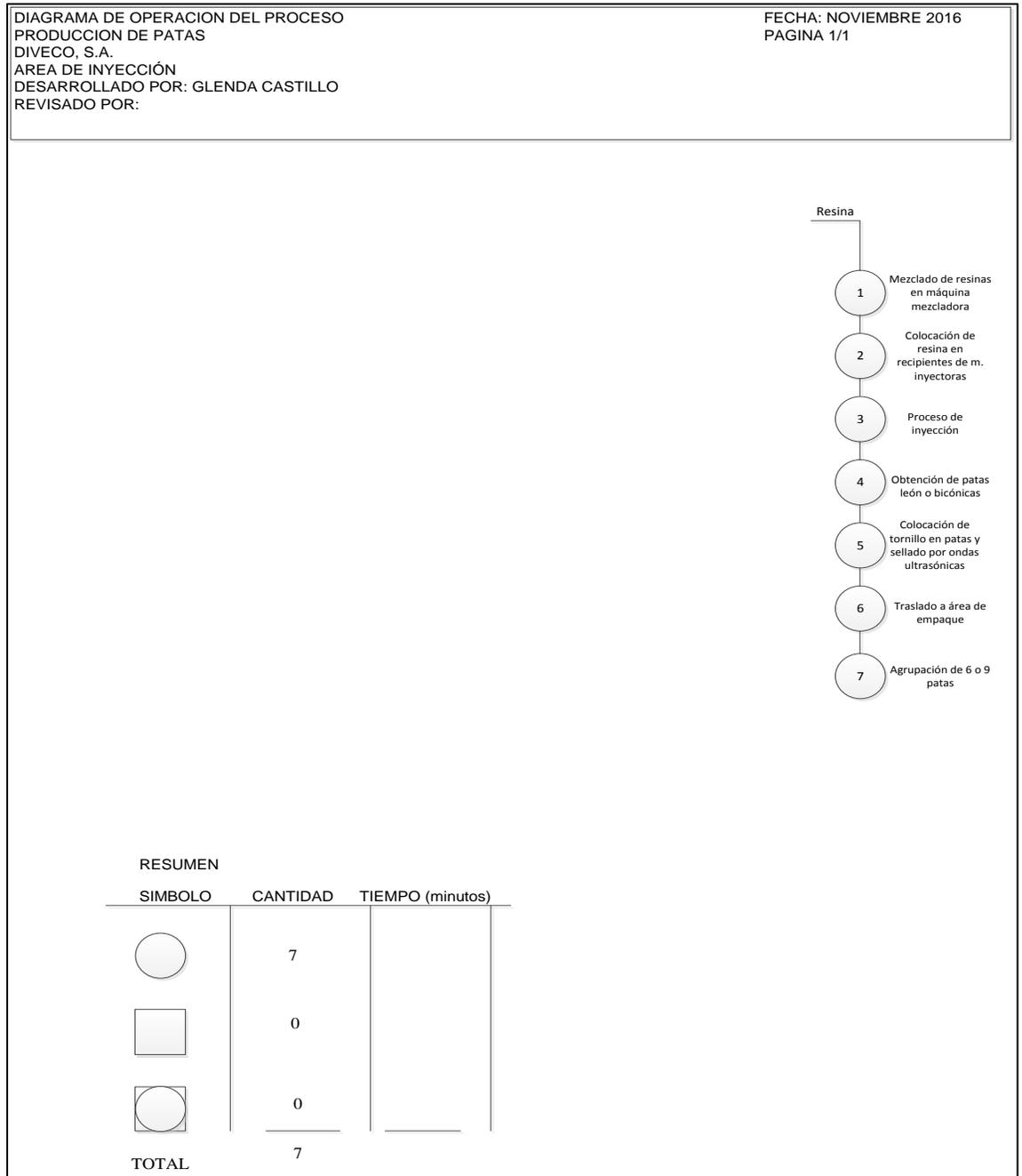


Fuente: elaboración propia, empleando programa Microsoft Visio versión 2010.

2.1.1.7. Área de inyección

Fabrica las patas que irán ensambladas al camastrón. Las inyectoras realizan dos tipos de patas: león y bicónicas. El proceso inicia cuando la máquina mezcla: polipropileno virgen, reciclado y colorante. Luego, se coloca la resina mezclada en recipientes para que las inyectoras succionen y realizan el proceso de inyección. Para las tapas se utiliza el material reciclado para la inyección de las mismas. Una vez salen las patas de las inyectoras se coloca el tornillo con un motor atornillador de espárragos. Después, se trasladan para sellarlas por ondas ultrasónicas en la parte inferior de la tapa. La máquina selladora emite ondas ultrasónicas hasta que crea una soldadura que se puede observar en el centro de la tapa. Posteriormente, se trasladan las bolsas y patas terminadas hasta la mesa de empaque, se forman paquetes de plástico con 6 o 9 patas, se sellan con la empacadora y se colocan en cajas para almacenarlas.

Figura 8. Diagrama de operación del área de inyección



Fuente: elaboración propia, empleando programa Microsoft Visio versión 2010.

2.1.1.8. Área de esponja

Esta área abastece el área de colchones, revestido y el de enguatadoras. Fabrica toda la esponja y, para ello, se divide en tres sub áreas: espumado, laminado y corrugado y compactado de esponja. El espumado inicia con la inyección de los químicos a la máquina espumadora de acuerdo con el tipo de bloque o cilindro que se fabricará. Luego, se pesan los químicos restantes manualmente y se agregan a la mezcla inicial, con colorante según la densidad. Antes de depositar la mezcla, se preparan los moldes, según el tamaño de cama y se coloca plástico en el fondo del molde. Este se traslada al lugar de descarga de mezcla de la máquina espumadora y se vierte la mezcla. Posteriormente, se traslada al área de crecimiento donde hay una campana de extracción de gases. Luego del proceso de crecimiento, se retira el *block* del molde y se traslada al área de enfriamiento. El periodo de curación del bloque debe tener por lo menos 24 horas.

La esponja se fabrica en dos formas, de acuerdo con su uso:

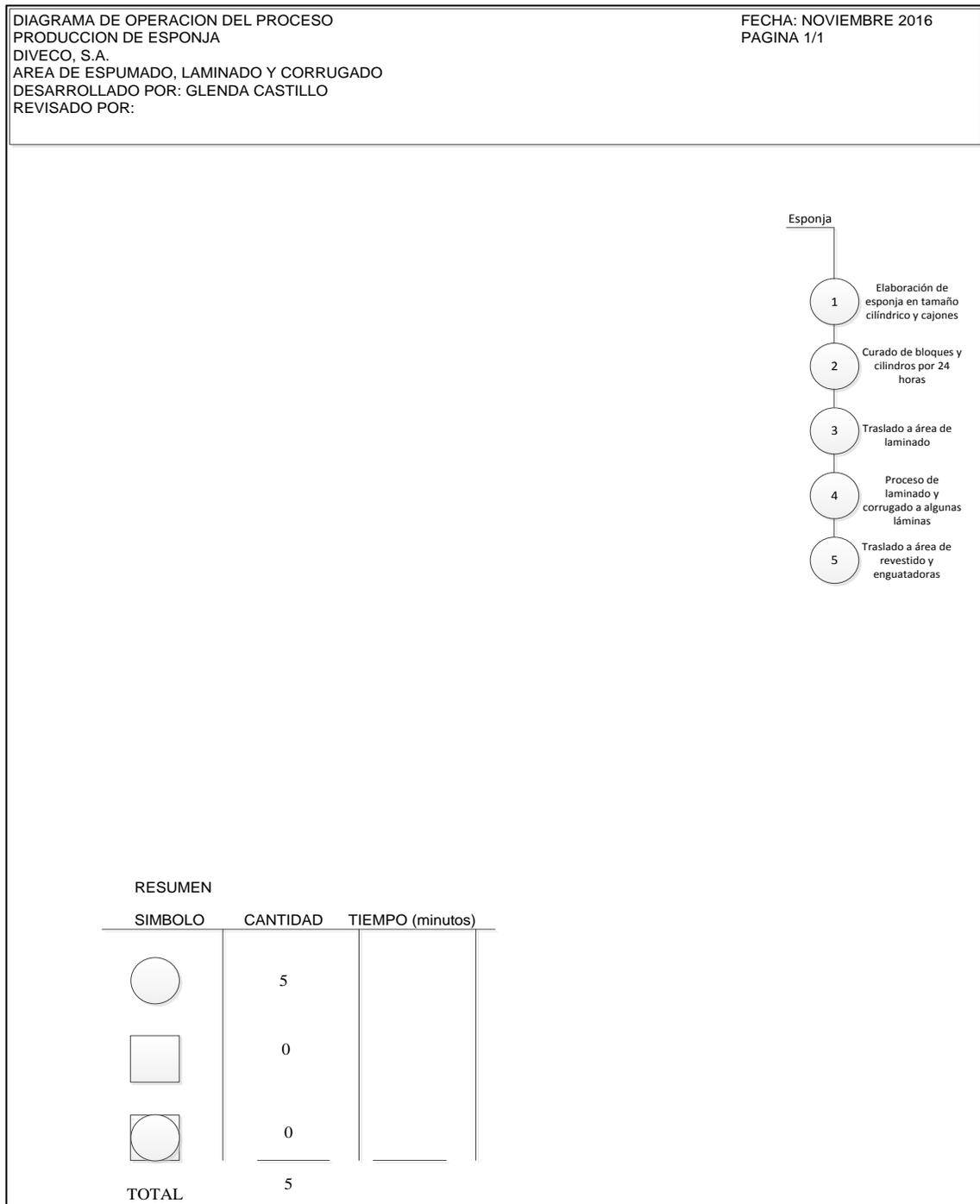
- Bloques con las dimensiones de los diferentes tamaños de cama, los cuales son: imperial, matrimonial, *queen* y *king*.
- Cilindros.

Las máquinas del área de laminado laminan los bloques en 4 medidas: (en pulgadas): $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{5}{8}$ y $1 \frac{1}{2}$. Después de laminarlos, algunos se llevan a la máquina corrugadora, que es una cortadora especial que utiliza dos rodillos y una cuchilla intermedia para darle el corte y corrugado no uniforme a la esponja. Para los cilindros hay máquinas especiales, pero antes de laminarlo se perforan para que los cilindros ya laminados se corten del tamaño requerido o se

trasladen al área de enguatadoras y puedan ser acoplados en la máquina para realizar capas y bordes.

La última sub área es el compactado de esponja. El proceso inicia con el molido de esponja y tela sobrante que son traídas del área de revestido, colchones y el área de enguatadoras. Este material se pasa en el molino que, simultáneamente, va llenando el mezclador. Cuando el mezclador llega a 300 kilogramos, aproximadamente, se vierte la mezcla de químicos para que se compacten y adhieran de manera que pueda formarse un bloque, se llenan los moldes móviles de acuerdo con el tamaño de cama solicitado, se coloca una tapadera de madera y se traslada a la presa. La esponja en el molde es presado durante una hora. Posteriormente, se traslada al área de cajones para que continúe en reposo, luego se saca el bloque compactado y se coloca en el área de laminado. Estos bloques compactados se utilizan, generalmente, para colchones ortopédicos y en algunos tipos de cama se colocan trozos a la altura de la carcasa o recubren totalmente el lado lateral de la carcasa.

Figura 9. Diagrama de operación del área de esponja



Fuente: elaboración propia, empleando programa Microsoft Visio versión 2010.

2.1.2. Diagnóstico del área de compactado de esponja

En el área de esponja se trabaja con químicos altamente tóxicos, como el Polyol, T.D.I. y T9, según las hojas de seguridad (Anexos 8,9 y 10). Actualmente, se requiere que se utilice el equipo en todo momento ya que ocasiona daños, principalmente, en el sistema respiratorio. Para determinar si los trabajadores conocen los riesgos se realizó la siguiente entrevista oral.

Figura 10. **Formato entrevista oral realizada**

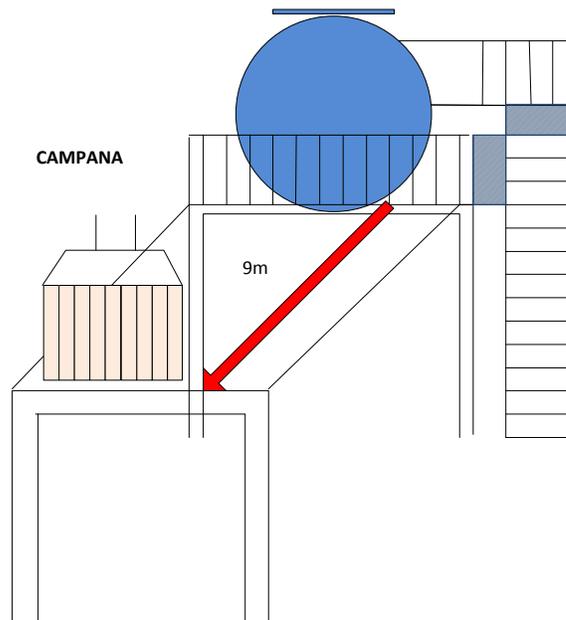
PREGUNTAS ORALES REALIZADAS	
1. ¿Conoce los pasos a realizar en caso se derrame el químico?	
✓	Si
✓	No
2. ¿Cuáles son las áreas en compactado que tienen problema?	
3. ¿Por qué no utiliza el equipo en todo momento?	
4. ¿Qué cree que podría mejorarse en el área?	
5. ¿Cuál es la frecuencia de mantenimiento?	
6. ¿Conoce los riesgos por inhalar los químicos?	
✓	Si
✓	No
7. ¿Qué medicamentos o vitaminas consume para no enfermarse?	

Fuente: elaboración propia.

Entre las respuestas de los trabajadores está que les incomoda utilizar la máscara *full face*. También les brindan equipo de protección personal usado por lo cual el trabajador no la utiliza. El área de compactado está compuesta por una jaula a donde los trabajadores de los diferentes departamentos llegan a depositar la esponja sobrante. Luego, hay un molino que se encarga de moler uniformemente la esponja y hay un conducto que, simultáneamente con el

molido, llena el cilindro mezclador. Luego de llenarlo se miden los químicos necesarios para compactar la esponja; luego, a nueve metros a la izquierda del cilindro mezclador hay una campana de extracción y permanece encendida. Después de llenar el cilindro, los químicos se trasladan al cilindro. En este espacio, se observa un tramo que carece de un sistema de extracción de gases, se muestra en la siguiente figura.

Figura 11. **Tramo donde no existe sistema de extracción de gases**



Fuente: elaboración propia.

En el área del mezclador, los químicos emanan gases dispersándose en el área de trabajo. Cuando miden y vierten los químicos en el cilindro, los trabajadores utilizan el equipo, pero durante el llenado no lo utilizan. También se puede observar que hay más trabajadores afectados por la emanación de los químicos ya que, quienes laboran en el área de laminado inhalan diariamente los gases emanados por los químicos durante la jornada de trabajo. Así mismo,

la infraestructura del techo presenta daños por las mismas causas en el área de compactado. En la figura se muestra lo descrito.

Figura 12. **Daño a la infraestructura del techo en el área de compactado de esponja**



Fuente: elaboración propia. Área de compactado de esponja, Diveco, S.A.

A partir de este diagnóstico es necesario analizar los focos de contaminación encontrados en el área del extractor actual, en el tramo donde no existe sistema de extracción de gases y en el área del cilindro mezclador del área de compactado de esponja, para tratar de reducirlos y que la infraestructura no se vea afectada a causa de la emanación de los químicos. Actualmente, como ya se ha mencionado, no se cuenta con una campana de extracción por encima del mezclador, como se observa en la siguiente figura.

Figura 13. **Área del mezclador actual**



Fuente: elaboración propia. Área de compactado de esponja, Diveco, S.A.

Los químicos se vierten en el mezclador generan gases que se quedan en el ambiente y dañan la salud de los trabajadores. Entonces, se buscarán alternativas para mejorar el rendimiento en el proceso de producción de bloques compactados de esponja y reducir los gases no extraídos en dicha área.

2.2. Identificación del problema

Con base en el diagnóstico se determinó que el sistema de extracción absorbe los gases emanados por los químicos únicamente en esa área. La problemática surge porque la potencia del extractor es insuficiente y se propagan los gases en el ambiente. Esto se evidencia por el olor que se percibe diariamente durante la jornada laboral. Los químicos utilizados en la mezcla dañan la salud de los operarios porque entran en contacto con ellos y los inhalan. Otro de los problemas es el tiempo de traslado para traer agua, aproximadamente, invierten 2 minutos por cada lote de bloques.

Como parte del proyecto, después de identificar el problema se investigan las propiedades de los químicos. De esta manera se propondrán soluciones que contrarresten las emanaciones de las mezclas, para los problemas con el extractor y para mejorar el rendimiento en el traslado del agua. Se detalla en el siguiente formato.

Tabla II. **Descripción de los problemas encontrados en el área**

Descripción	Problema
Propiedades de químicos utilizados (T.D.I, T9 Y POLYOL)	<ul style="list-style-type: none"> • Desconocimiento de riesgos. • Deficiencia en capacitación. • Área de químicos no es cerrada. • Carecen de ducha cercana de emergencia.
Extractor actual	<ul style="list-style-type: none"> • Potencia de extractor deficiente. • Existe tramo sin sistema de extracción de gases donde se dispersan en el ambiente.
Agua	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de tiempo en traslado de agua (aproximadamente 10 minutos diarios).
Rendimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Demasiado tiempo en el molido de esponja. • Se puede mejorar el diseño del área. • No existe estudio de tiempos. • No existen diagramas actualizados.

Fuente: elaboración propia.

2.3. Recopilación de información necesaria

Como parte del método para la solución de problemas, se recopilará la información necesaria por medio de entrevistas orales en el área de compactado de esponja para la descripción detallada del proceso. También se investigarán las hojas de seguridad para crear conciencia en los trabajadores

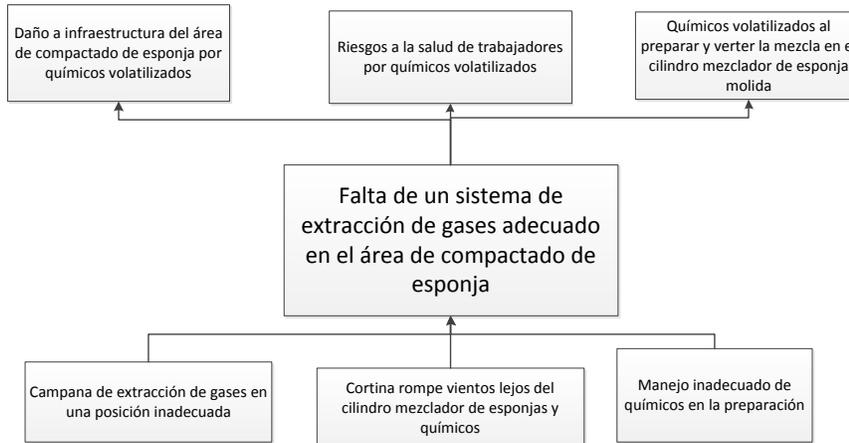
acerca del uso permanente del equipo de protección personal adecuado y para generar propuestas de soluciones que puedan implementarse en el área de compactado de esponja.

Se realizó un árbol de problemas y se detalló los componentes del sistema de extracción de gases actual en el área de compactado de esponja, así también se plasmó el diagrama de operaciones existente en el área.

2.3.1. Árbol de problemas del área de compactado de esponja

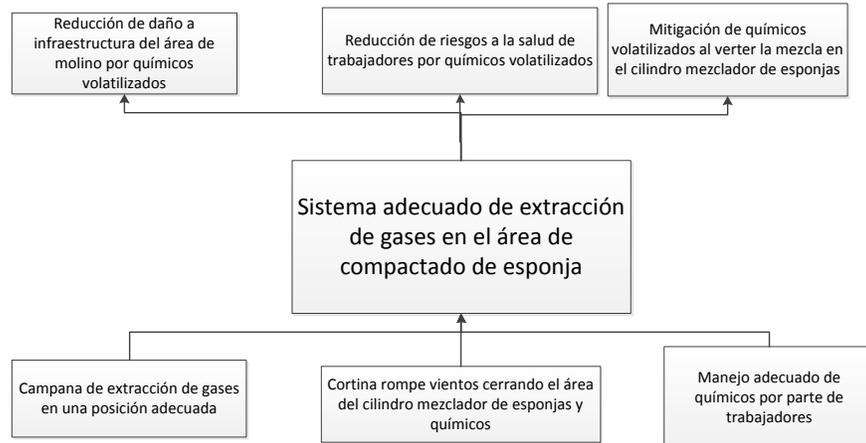
Para determinar las soluciones para el problema identificado se realizó el siguiente árbol de problemas y soluciones. Se detallan las causas así como las soluciones al implementar la propuesta del proyecto. Se detalla en la figura 14 y 15:

Figura 14. **Árbol de problemas del área de compactado de esponja**



Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Árbol de soluciones del área de compactado de esponja**

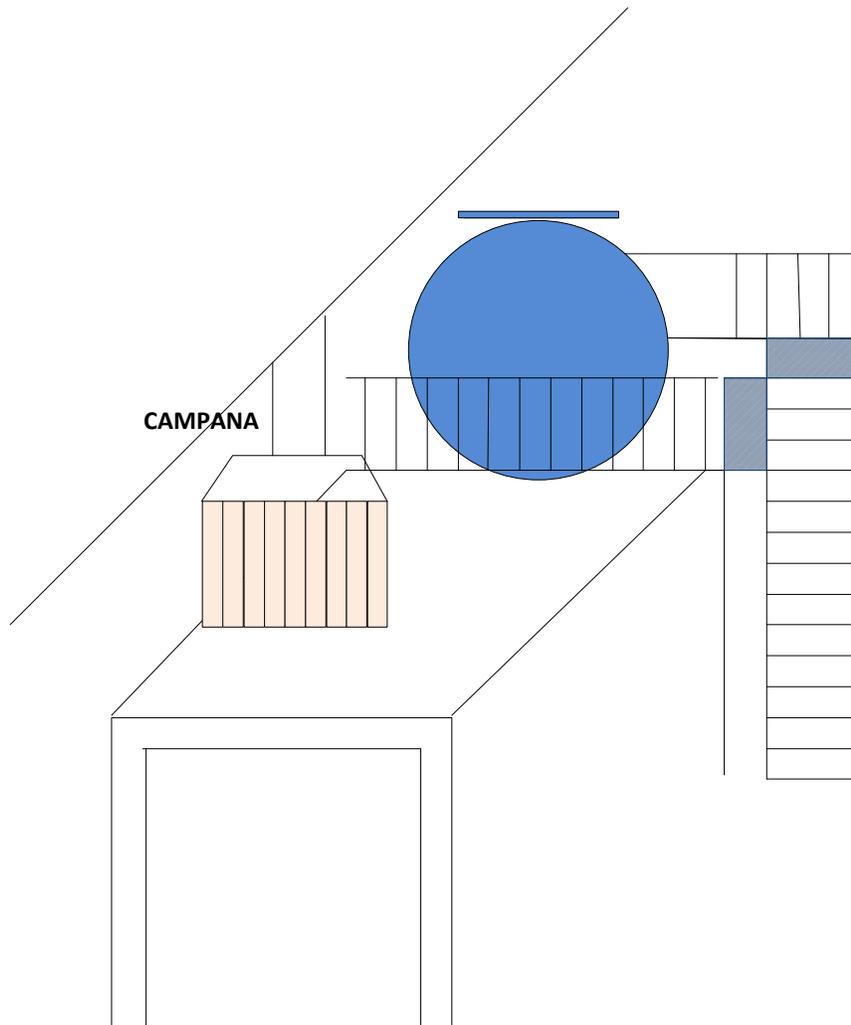


Fuente: elaboración propia.

2.3.2. Sistema de extracción de gases actual en el área de compactado de esponja

El sistema de extracción actual está ubicado en el área de medición de los químicos, los tanques de químicos están en una carretilla móvil para que el tonel esté en posición horizontal y se pueda obtener el químico necesario para la mezcla. En la parte superior de los toneles se encuentra una campana de extracción con cortina rompe vientos hasta el suelo del área. En la siguiente figura se detalla el sistema actual.

Figura 16. **Sistema de extracción de gases actual de compactado de esponja**



Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Lista de deficiencias encontradas en el sistema de extracción de gases**

Campana de extracción	Área de químicos	Infraestructura
<ul style="list-style-type: none"> • Tramo de traslado donde no existe sistema de extracción. • Químicos dispersados en el ambiente de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Campana de extracción alejada del cilindro mezclador • Deficiencia en el uso de equipo de protección personal al momento de manejar químicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura del techo dañada a causa de la emanación de gases. • Deficiencia en el área para encerrar el foco de contaminación. • No existe ducha de emergencia en el área de compactado de esponja.

Fuente: elaboración propia.

2.3.2.1. Componentes

Para detallar los componentes se ha realizado el siguiente formato donde se detallan las características de cada uno y las deficiencias encontradas, para posteriormente, realizar una propuesta para las soluciones de mejora en el área de compactado de esponja.

Tabla III. **Componentes del sistema de extracción de gases del área de compactado de esponja**

Componente ⁵	Características	Deficiencias
<ul style="list-style-type: none"> Campana 	<p>Estructura diseñada para encerrar totalmente la operación generadora de contaminante.</p> <p>Dimensiones: 2m de ancho y 1.52m de largo</p>	<p>La campana no encierra totalmente el foco contaminante.</p> <p>Al momento de trasladar los químicos se rompe el encerramiento de los gases emanados.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Conducto 	<p>Es el lugar donde se traslada el aire contaminado desde la campana.</p> <p>Dimensiones: 0.85m de alto y diámetro de 0.40m.</p>	<p>La potencia del extractor no es suficiente para extraer los gases emanados al momento de verter y medir los químicos.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Ventilador 	<p>Suministra energía al sistema para el movimiento del aire en el interior del mismo, mide 0.3 metros de altura</p>	<p>En un sistema de extracción de gases debe contar con un purificador para que la contaminación no pase a la atmosfera y el sistema actual no lo posee.</p>

Fuente: elaboración propia.

⁵ *Ventilación Industrial*, estrucplan on line. Google www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=369. Consulta: 12 de agosto de 2016.

2.3.2.2. Recopilación de datos de frecuencia de uso del sistema

La frecuencia del uso del sistema por día son 5 llenados de 300 kilogramos. Si no hay *stock* de algún tamaño de bloque, los operarios doblan la jornada realizando 10 llenados por día; es decir, 20 bloques de diversos tamaños. La cantidad normal de bloques diarios realizados en la jornada laboral son 10 bloques de diversos tamaños.

2.3.2.3. Evaluación del funcionamiento del sistema

Los criterios por evaluar en el funcionamiento se dividirán en los componentes detallados anteriormente:

Tabla IV. **Tabla de evaluación del sistema de extracción actual**

Componente ⁶	Análisis
Campana	En la campana se puede observar que no es del tamaño adecuado ya que solamente cubre a los químicos utilizados, pero cuando se pesa, el trabajador debe sacar el químico medido y mantenerlo fuera de la campana de extracción funcionando. El olor del químico más característico es el TDI ya que tiene un olor afrutado que causa irritación, si no se porta el equipo de protección personal.
Conducto	El conducto debería evitar que el foco contaminante se disperse. Esto no sucede, ya que la campana cuenta con cortinas rompe vientos pegadas a la orilla de la campana “encerrando” totalmente el foco contaminante, pero cuando se pesan los químicos, se rompe el encierro evitando que los gases emanados se vayan por el conducto. En consecuencia, estos gases son

⁶ *Ventilación Industrial*, estrucplan on line. Google www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=369. Consulta: 12 de agosto de 2016.

Continuación de tabla IV.

	dispersados en el ambiente de trabajo.
Ventilador	El ventilador del sistema de extracción de gases actual es de tipo axial. Este tipo de ventilador transporta grandes caudales de aire con pequeños aumentos de presión. Este tipo de ventilador extrae el aire creando un vacío y en un local cerrado debería haber aberturas adicionales para la salida del aire, en la empresa no se tienen ventanas ni aberturas en el techo, lo que hace que la extracción de gases no sea suficiente y estos se queden en el ambiente de trabajo.
Separador o purificador	El separador o purificador debería formar parte de todo sistema de extracción. En la empresa carecen de un purificador por lo cual todo el aire contaminado pasa a la atmosfera.

Fuente: elaboración propia.

El sistema de extracción de gases funciona las 8 horas de la jornada laboral. Se utiliza 5 veces por día y, cuando doblan jornada, son 10 veces por día. El funcionamiento se hace fundamental en el área de compactado ya que extrae los gases emanados cuando se pesan los químicos. Sin embargo, un tramo de 9 metros carece de sistema de extracción, por lo cual los gases extraídos en la campana se evacuan al ambiente. Al caminar ese tramo no hay ningún sistema que evite que los gases sigan emanando mientras el trabajador lleva los químicos al área de cilindro mezclador. Con base en este análisis se propondrán soluciones para mejoras al área desarrolladas posteriormente.

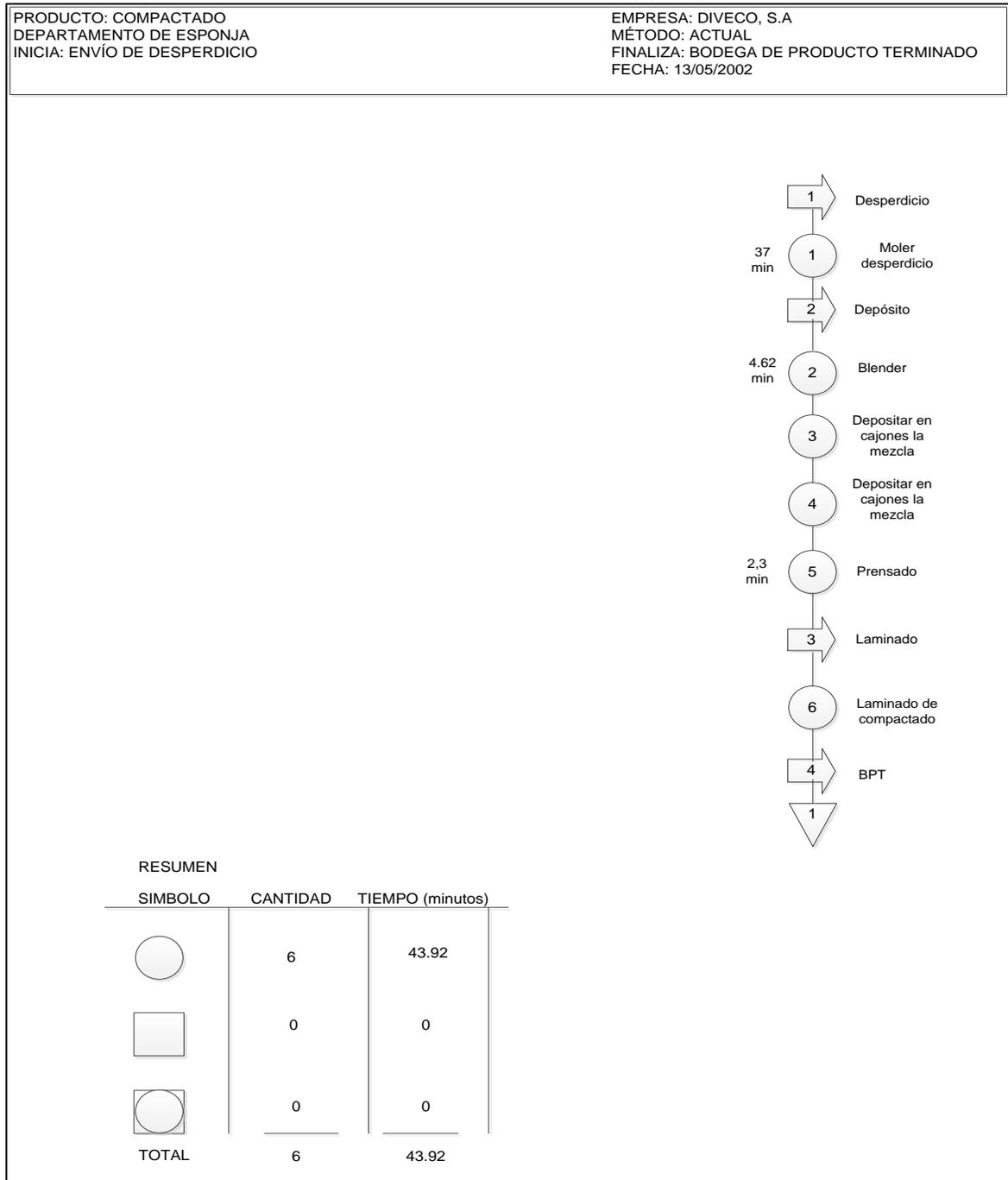
2.3.2.4. Mantenimiento

Para el mantenimiento del molino de esponja se cambia el juego de cuchillas cada seis meses y para la campana el mantenimiento realizado es en el cambio de cortinas rompe vientos, el cambio es anual.

2.3.3. Diagrama de flujo del proceso de compactado de esponja de la empresa

El diagrama de flujo del proceso actual en la empresa muestra todas las operaciones de compactado de esponja. Este diagrama es del año 2002, se buscó información sobre las distancias y tiempos pero lo expresado en el diagrama es con lo que cuenta, actualmente, la empresa del proceso de producción de compactado de esponja.

Figura 18. Diagrama de flujo del proceso del área de compactado de esponja

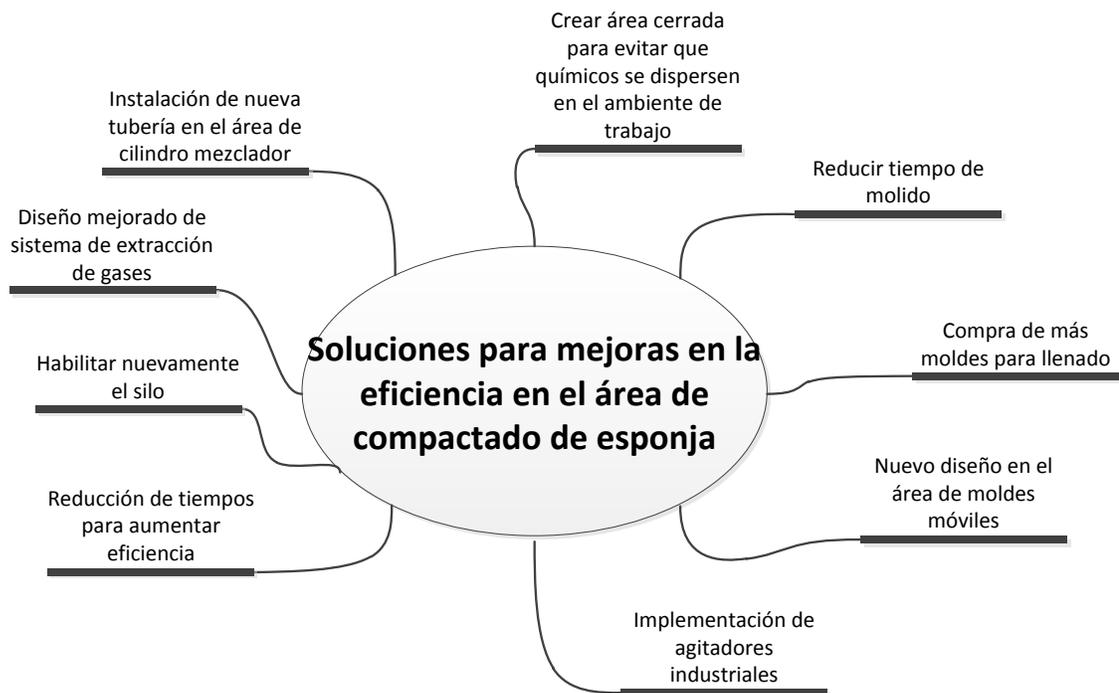


Fuente: Planta de producción, Diveco, S.A.

2.4. Búsqueda de soluciones para mejoras en el rendimiento del área de compactado de esponja

Para la búsqueda de soluciones se refiere al desarrollo de nuevas ideas y existen varias técnicas que pueden ayudar para la generación de las soluciones. Se utilizará la técnica lluvia de ideas, donde se plasmará una lista de soluciones y se desarrollarán las más factibles para mejorar el rendimiento del área de compactado de esponja.

Figura 19. Lluvia de ideas para búsqueda de soluciones en el área de compactado de esponja



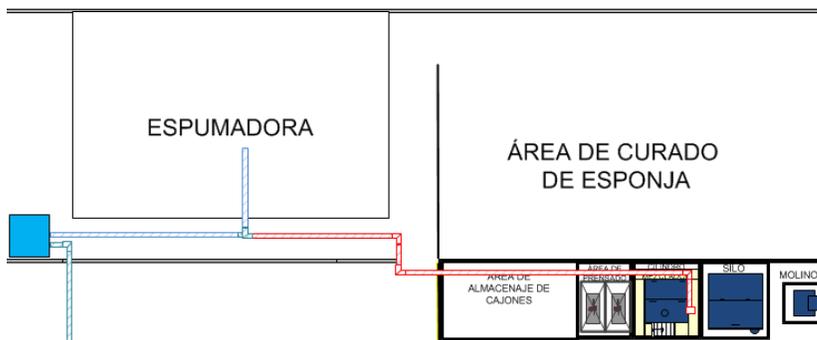
Fuente: elaboración propia.

2.4.1. Propuesta de instalación de chorro de agua en el área de mezclador

Como propuesta también se ha demostrado que se pueden eliminar dos elementos detallados en el análisis de operaciones, analizando la posible solución del elemento del transporte para el agua. Se ha analizado la tubería de agua instalada en la empresa para instalar una nueva y un chorro directamente en el mezclador para reducir el tiempo de traslado. Actualmente, se deben recorrer 46,06 metros durante 1,84 minutos. Este recorrido se realiza 5 veces al día, es decir que se invierte un total de 9,2 minutos. El objetivo de la instalación es eliminar el tiempo desperdiciado en el traslado para traer agua y llenarlo en el área del cilindro mezclador. Para solucionar este problema se cotizó la tubería necesaria y se determinó el costo para su implementación. En la siguiente tabla se detalla los materiales necesarios y el costo, la cotización de la empresa se encuentra en la siguiente figura.

Se ha realizado un plano donde se detalla la ubicación de la tubería cotizada, la tubería propuesta es la de color rojo y se puede observar en la siguiente figura.

Figura 21. **Plano de nueva tubería para el área de mezclador en compactado de esponja**



Fuente: elaboración propia.

2.5. Evaluación de la solución

Para la evaluación de la solución se seleccionaron las más factibles, dado que se debe realizar cálculos y cotizaciones para determinar si se puede implementar la propuesta en la empresa. La solución seleccionada para implementar fue la propuesta para mejorar el sistema de extracción de gases en el área de compactado de esponja. También se desarrolló una propuesta para mejorar el área de moldes móviles que incluye propuestas de mejoras como una nueva tubería y reducción del tiempo de molido para aumentar el rendimiento del área.

2.6. Propuesta para mejorar el sistema de extracción de gases en el área de compactado de esponja

Para la propuesta de mejora en el sistema de extracción se investigó el tipo de ventilación y los principios de diseño. También se determinaron algunas características y el material para evitar que la emanación de gases de los químicos dañe lo dañe. Además, se eligió un diseño que reduzca la emanación de los químicos dispersados en el ambiente de trabajo.

2.6.1. Material adecuado

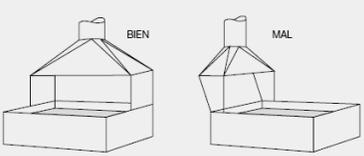
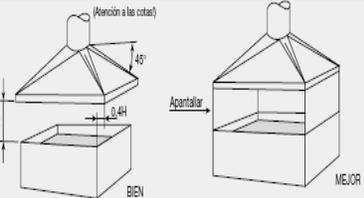
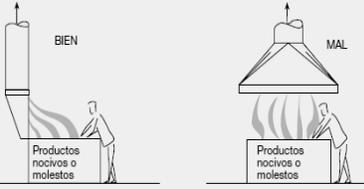
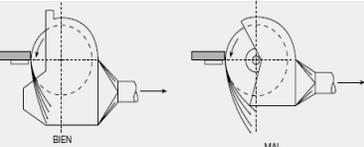
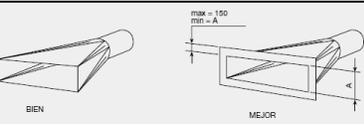
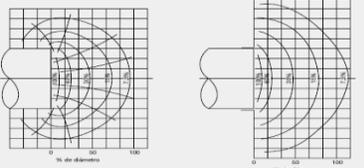
Generalmente las campanas de extracción se fabrican de acero inoxidable porque reúne características físicas, como ductilidad, elasticidad, dureza, resistencia al desgaste por roce, abrasión, golpes, resistencia al fuego (arriba de 800 °C), es fácil de limpiar y es 100% reutilizable ya que es un material verde.

2.6.2. Diseño propuesto

Para realizar una propuesta del diseño se utilizó el *manual práctico de ventilación de Soler & Palau* ⁷, donde explica los principios para el diseño de la captación. Para dicho análisis se efectuó el siguiente formato.

⁷ *Manual Práctico de Ventilación. Soler & Palau Ventilation Group.* Pág. 26-28. Disponible en: <http://www.solerpalau.mx/manual-de-ventilacion.php>. Consulta: 16 de marzo de 2016.

Tabla VI. **Análisis de principios para el diseño de captación**

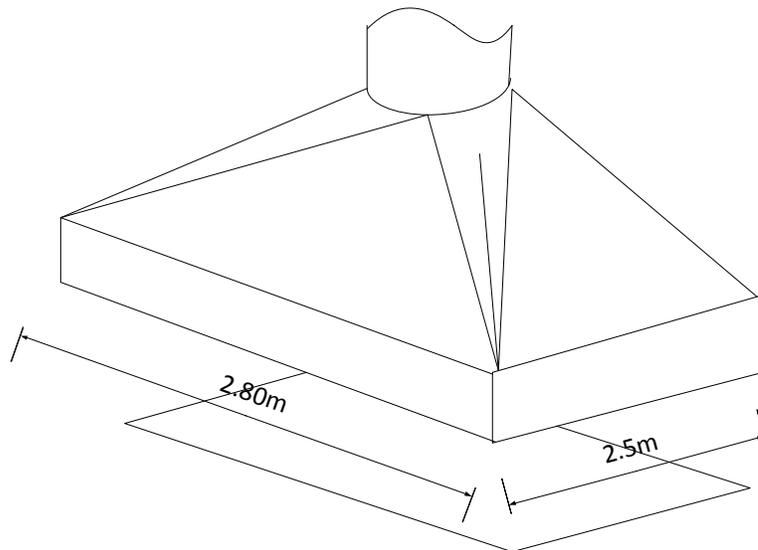
Principio	Imagen ⁸	Análisis
Colocar los dispositivos de captado lo más cerca posible de la zona de emisión de contaminantes.		La campana extractora debe estar situada a la menor distancia entre el foco y el borde más alejado que emita gases.
Encerrar la operación tanto que sea posible.		El foco debe estar lo más encerrado posible, es mejor si se decide apantallar la campana para utilizar una menor cantidad de aire a extraer.
Instalar el sistema de aspiración para que el operario no quede entre este y la fuente de contaminación.		En el cilindro mezclador se debe diseñar para que el trabajador no quede directamente en contacto con los gases al verter los químicos.
Situar los sistemas de captado utilizando los movimientos naturales de las partículas.		El extractor debe tener la capacidad de captar todos los gases emanados durante la jornada laboral.
Enmarcar las boquillas de extracción.		Si es posible, se debe enmarcar la campana para reducir el caudal de aire necesario.
Repartir uniformemente la aspiración a nivel de la zona de captado.		El caudal debe repartirse uniformemente para evitar fugas.

Fuente: elaboración propia.

⁸ *Manual Práctico de Ventilación. Soler & Palau Ventilation Group. Pág. 26-28. Disponible en: <http://www.solerpalau.mx/manual-de-ventilacion.php>. Consulta: 16 de marzo de 2016.*

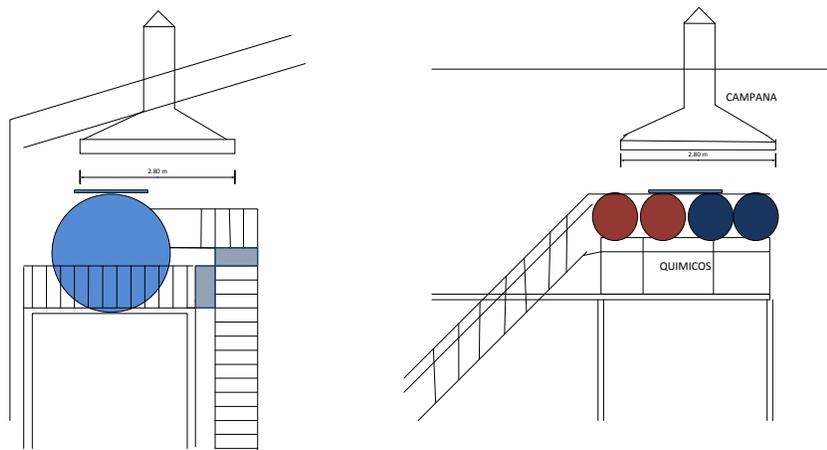
Para la propuesta de diseño se tomó en cuenta que el foco contaminante está directamente en el área del cilindro mezclador en el proceso de mezclado. La finalidad es encerrar todos los gases emanados y evitar que se dispersen en el ambiente de trabajo. Para realizar el diseño se tomaron las dimensiones del mezclador. Se realizaron planos con las dimensiones tomadas y se diseñó una campana que cubra la parte superior del mezclador, donde vierten los químicos y los gases son dispersados en el ambiente, tal como se explican en los principios. Actualmente, no están los químicos en el área del cilindro mezclador por lo que se propone utilizar un entrepiso en el área del cilindro mezclador y el silo instalado para poder encerrar dicha área. En la figura 22 se muestra el primer diseño y en la figura 23 se detalla el diseño propuesto.

Figura 22. **Diseño con dimensiones del sistema de extracción**



Fuente: elaboración propia.

Figura 23. **Diseño propuesto del sistema de extracción de gases del área de compactado de esponja**



Fuente: elaboración propia

2.6.3. Cotizaciones

Luego de presentar el diseño para instalar una campana nueva encima del cilindro mezclador para extraer los químicos emanados actualmente y evitar que se dispersen, se enlistaron los materiales necesarios para realizar la campana, la cotización para el nuevo diseño se muestra en la siguiente figura.

Figura 24. Cotización de campana

CANTIDAD		UNIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNIT	TOTAL
1	Unid.		DESMONTAR CAMPANA, DUCTO Y EXTRACTOR DE AIRE, E INSTALAR NUEVA CAMPANA DE 2.50 X 2.80MTS. CON SU DUCTO DE 16" X 1.50 Mts. CON SU SOMBRERO CHINO Y BOTAGUA, ANCLADO A COSTANERAS CON CARGADORES DE ANGULAR DE 1" ATORNILLADAS, ASI COMO ESQUADRIA DE LAMINA DE .85 X 1.10 +1.50		Q6,500.00
1	Unid.		SUMINISTRO E INSTALACION DE 8 MTS. DE CORTINA PLASTICA (ROMPE VIENTOS) X 2 MTS. DE ALTURA CON JUEGO DE HEMBRAS PARA SUJETARLA 2 X 1/8"		Q2,245.00
TOTAL					Q8,745.00

TOTAL Dicho mil setecientos cuarenticinco 08745.00 (Quetzales)

TIEMPO DE ENTREGA: 8 días hábiles

FORMA DE PAGO: 50 % anticipo y saldo al concluir

Fuente: Departamento de mantenimiento, Diveco, S.A.

2.6.4. Instalación de sistema mejorado

La instalación del nuevo sistema requirió que se programara la instalación. Ya que la campana estaría directamente arriba del mezclador, era necesario detener la producción de bloques de compactado de esponja durante dos sábados completos para instalar la campana con todos sus componentes. Posteriormente, se instaló la cortina rompe vientos alrededor del área del mezclador. La producción detenida fue compensada algunos días con doble jornada para cumplir con la meta de producción y no afectarla.

2.6.5. Propuesta para disminuir los contaminantes en el proceso de producción de semi elaborados

Para mejorar el sistema de extracción de gases es necesario enfocarse en el proceso de manejo de químicos con alto riesgo para la salud de los trabajadores. Por eso, se ha realizado una tabla de procedimiento para ingreso y egreso en el área de compactado de esponja.

Tabla VII. **Procedimiento de ingreso y egreso del área de compactado de esponja**

Procedimiento	Descripción	Imagen
1	Antes de ingresar al área de manejo de químicos colocarse la mascarilla <i>full face</i>	
2	Colocarse los guantes resistentes a productos químicos	
3	Colocarse el delantal impermeable	

Continuación de la tabla VII.

4	Verificar si el sistema de extracción está funcionando adecuadamente.	
5	Al medir los químicos verificar si los instrumentos por utilizar están limpios (cubetas, dispensadores de químicos y balanzas)	
6	Verificar que las cortinas rompe vientos estén cerradas	
7	Medir los químicos dentro del área de extracción	
8	Al salir del área verificar que estén cerradas las cortinas rompe vientos y los dispensadores de químicos	

Fuente: elaboración propia.

2.6.6. Mejoras a la propuesta

Como mejoras a la propuesta se espera que las cortinas rompe vientos y el sistema de extracción reciban un mantenimiento adecuado. También se debe brindar el equipo adecuado y cambiarlo cada seis meses por el daño a los filtros de la máscara *full face*, los guantes, el delantal impermeable y las botas industriales.

2.7. Propuesta de mejora en el diseño del área de moldes móviles para la producción de bloques de compactado de esponja

En el área de compactado de esponja se tiene un área de moldes móviles, donde se realizará un diseño nuevo del área y se realizarán pruebas para disminuir tiempos y aumentar el rendimiento del proceso. Para obtener los datos se observó la operación y se determinaron los elementos por analizar. De la misma manera, se realizaron diagramas porque en la empresa existe un diagrama de flujo del proceso del año 2002.

2.7.1. Propuesta de diseño del área de moldes móviles

En el área de compactado de esponja se observó que, en el área, carecían de tiempos estandarizados y diagramas actualizados, por lo que se desarrollaron los diagramas correspondientes y se realizó un estudio de tiempos para estandarizarlos y fueran almacenados en el sistema de la empresa. También se realizará una prueba para el diagrama de flujo del proceso y determinar si se pueden eliminar operaciones y reducir tiempos en algunas para así poder realizar mejoras en el rendimiento.

Se realizaron también los diagramas mejorados para determinar los indicadores mejorados y presentar las innovaciones que se harían al implementar el diseño.

2.7.2. Evaluación del diseño propuesto del área de moldes móviles para aumentar la capacidad de producción

Después de realizar el diagnóstico y seleccionar dicha la solución de la lluvia de ideas se evaluó el diseño propuesto por medio de un estudio de tiempos. Como la empresa carecía de tiempos en todas las operaciones, primero, se estandarizaron los tiempos actuales y luego se realizaron las mejoras en el rendimiento del área de compactado de esponja.

2.7.2.1. Estudio de tiempos

En el estudio de tiempos que se realizó al proceso de compactado de esponja se utilizó un cronometro y luego se siguieron los pasos para realizar dicho estudio y obtener los tiempos estándar de operación y proponer mejoras a realizar el proceso.

2.7.2.1.1. Selección del operario

Para seleccionar al operario se entrevistaron a los trabajadores del área de compactado de esponja para determinar quién es el más experimentado, con base en el tiempo de laborar en la empresa. De esta manera se cuenta con un operario con un desempeño promedio para obtener un estudio más satisfactorio.

Para el método de calificación se utilizó el sistema Westinghouse, este sistema utiliza cuatro factores para evaluar al operario: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

La habilidad es la destreza para seguir un método dado y seguidamente está relacionado con la experiencia. El esfuerzo es la demostración de la voluntad para trabajar de manera eficaz, se representa por la velocidad aplicada con la habilidad controlada del operario. Las condiciones en este procedimiento por calificar son las que afectan al operario y no a la operación. Por último, la consistencia del operario que se califica mientras se realiza el trabajo, siendo el criterio a evaluar los tiempos que se repiten de manera constante o variable.

2.7.2.1.2. Método para la toma de tiempo

Para el método de la toma de tiempo se utilizará el método de regreso a cero. Los valores del elemento transcurrido se leen directamente y no es necesario realizar restas sucesivas como en el método continuo. Este método se utilizó ya que se registran los elementos que el operario realiza en desorden.

2.7.2.1.3. Cálculo del número de observaciones

Para el cálculo del número de observaciones se utilizó la tabla de General Electric Company como guía para el número de ciclos que se deben observar. La tabla asigna un número de observaciones según la duración de cada elemento a analizar en el proceso en minutos. Si el elemento es demasiado corto, aumenta el número de observaciones, si es demasiado largo el proceso

disminuye. La figura 25 muestra el número recomendado de ciclos de observación.

Figura 25. **Número recomendado de ciclos de observación para el estudio de tiempos**

Tabla 10.2 Número recomendado de ciclos de observación

Tiempo de ciclo (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

Fuente: Información tomada de *Time Study Manual* de los Erie Works de General Electric Company, desarrollados bajo la guía de Albert E. Shaw, gerente de administración del salario.

Fuente: NIEBEL Y FREIVALDS, Benjamín y Andris. *Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo*. p. 340.

Utilizando la guía se determinaron los ciclos para cada elemento establecido en el proceso de compactado de esponja, los ciclos se detallan en la tabla VIII.

Tabla VIII. **Número de ciclos de cada elemento establecido en el área de compactado de esponja**

Elemento	Numero de ciclos
Molido de esponja	3
Medición de químicos	15
Medición de agua	15
Preparación de químicos en área de Cilindro mezclador	15

Continuación de la tabla VIII.

Vertido de químicos	30
Vertido de agua	100
Mezclado de químicos con esponja molida	10
Preparación cajones tamaño imperial	20
Preparación cajones tamaño matrimonial	15
Preparación cajones tamaño <i>queen</i>	15
Preparación cajones tamaño <i>king</i>	20
Llenado cajón Imperial	15
Llenado cajón Matrimonial	15
Llenado cajón <i>queen</i>	15
Llenado cajón <i>king</i>	15

Fuente: elaboración propia.

2.7.2.1.4. Cálculo de tiempo promedio

El cálculo de tiempo promedio de cada elemento del proceso que se llevó a cabo en el área de compactado de esponja se determinó de la siguiente manera:

$$T.C = \text{tiempo promedio}$$

$$T.C = \frac{\sum \text{tiempos cronometrados}}{\# \text{observaciones}}$$

$$T.C \text{ Molido de esponja} = \frac{43,3 + 44,60 + 43,45}{3}$$

$$T.C \text{ Molido de esponja} = 43,78 \text{ min}$$

El tiempo de todas las observaciones de cada elemento se encuentra en los apéndices 1 al 3.

Tabla IX. **Tiempo promedio en el área de compactado de esponja**

Elemento	T.C. (min)
Molido de esponja	43,78
Medición de químicos	3,45
Medición de agua	1,48
Preparación de químicos en área de cilindro mezclador	2,83
Vertido de químicos	0,93
Vertido de agua	0,18
Mezclado de químicos con esponja molida	5,34
Preparación cajones tamaño imperial	1,53
Preparación cajones tamaño matrimonial	2,17
Preparación cajones tamaño <i>queen</i>	2,08
Preparación cajones tamaño king	1,75
Llenado cajón imperial	3,14
Llenado cajón matrimonial	3,55
Llenado cajón <i>queen</i>	3,55
Llenado cajón <i>king</i>	3,11

Fuente: elaboración propia.

2.7.2.1.5. **Cálculo de tiempo estándar**

El cálculo de los tiempos estándar se realizará con los tiempos calculados en el inciso anterior. Primero, se realizará el cálculo del tiempo normal y luego el tiempo estándar de cada elemento por analizar. El método de calificación utilizado fue el método Westinghouse. Las tablas Westinghouse e dividen en 4 aspectos para calificar, se procedió de la siguiente manera:

Figura 26. **Sistema Westinghouse para calificar habilidades**

Tabla 11.2 Sistema Westinghouse para calificar habilidades

+0.15	A1	Superior
+0.13	A2	Superior
+0.11	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena
+0.03	C2	Buena
0.00	D	Promedio
-0.05	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable
-0.16	F1	Mala
-0.22	F2	Mala

Fuente: Lowry, Maynard y Stegemerten (1940), p. 233.

Tabla 11.3 Sistema Westinghouse para calificar el esfuerzo

+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

Fuente: Lowry, Maynard y Stegemerten (1940), p. 233.

Tabla 11.4 Sistema Westinghouse para calificar las condiciones

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

Fuente: Lowry, Maynard y Stegemerten (1940), p. 233.

Tabla 11.5 Sistema Westinghouse para calificar la consistencia

+0.04	A	Perfecta
+0.03	B	Excelente
+0.01	C	Buena
0.00	D	Promedio
-0.02	E	Aceptable
-0.04	F	Mala

Fuente: Lowry, Maynard y Stegemerten (1940), p. 233.

Fuente: NIEBEL Y FREIVALDS, Benjamín y Andris. *Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo*. p. 360-361

Los factores de calificación que se utilizaron se describen en la siguiente tabla:

Tabla X. **Factores de calificación para el área de compactado de esponja**

Habilidad	C2	+0,03
Esfuerzo	C1	+0,05
Condiciones	D	0,00
Consistencia	C	+0,01
Suma algebraica		+0,09
Factor de calificación		0,09

Fuente: elaboración propia.

Para calcular el tiempo normal se utilizó la siguiente fórmula:

$$TN = TO(1 + FC)$$

Dónde:

TN= tiempo normal de la operación

TO= Tiempo promedio de la operación

FC= factor de calificación

Sustituyendo los datos obtenemos lo siguiente:

$$TN = 43,78(1 + 0,09)$$

$$TN = 47,72 \text{ min}$$

El tiempo normal para el molido de esponja es de 47,72 minutos, para las siguientes operaciones se realizó el mismo procedimiento. En la siguiente tabla se detallan los tiempos normales de cada operación analizada.

Tabla XI. **Tiempos normales de la operación en el área de compactado de esponja**

Elemento	T.N. (min)
Molido de esponja	47,72
Medición de químicos	3,76
Medición de agua	1,61
Preparación de químicos en área de Cilindro mezclador	3,08
Vertido de químicos	1,01
Vertido de agua	0,20
Mezclado de químicos con esponja molida	5,82
Preparación cajones tamaño imperial	1,67
Preparación cajones tamaño matrimonial	2,37
Preparación cajones tamaño <i>queen</i>	2,27
Preparación cajones tamaño king	1,91
Llenado cajón imperial	3,42
Llenado cajón matrimonial	3,87
Llenado cajón <i>queen</i>	3,87
Llenado cajón <i>king</i>	3,39

Fuente: elaboración propia.

Para calcular el tiempo estándar se utilizaron factores de holgura que causaba por fatiga y el uso de fuerza al empujar, el porcentaje utilizado fue de detallado en la tabla XIII.

Para el cálculo del tiempo estándar la fórmula es la siguiente:

$$Ts = TN(1 + S)$$

Donde:

Ts= Tiempo estándar de la operación

TN= tiempo normal de la operación

S= Suma total de los suplementos

Sustituyendo los datos en la fórmula se obtiene lo siguiente:

$$T_s = 47,72(1 + 0,11)$$

$$T_s = 52,97 \text{ min}$$

Para las siguientes operaciones se realizó el mismo procedimiento. En la tabla XII se detallan los tiempos estándares de cada operación analizada.

Tabla XII. **Tiempos estándares de las operaciones del área de compactado de esponja**

Elemento	Ts (min)
Molido de esponja	52,97
Medición de químicos	4,29
Medición de agua	1,84
Preparación de químicos en área de Cilindro mezclador	3,39
Vertido de químicos	1,07
Vertido de agua	0,21
Mezclado de químicos con esponja molida	5,82
Preparación cajones tamaño imperial	1,89
Preparación cajones tamaño matrimonial	2,68
Preparación cajones tamaño <i>queen</i>	2,57
Preparación cajones tamaño king	2,16
Llenado cajón imperial	4,41
Llenado cajón matrimonial	4,99
Llenado cajón <i>queen</i>	4,99
Llenado cajón <i>king</i>	4,37

Fuente: elaboración propia.

2.7.2.1.6. Tolerancias y holguras

Las holguras se asignaron de acuerdo con la operación analizada en el proceso de producción tomando en cuenta diversos factores. Las holguras asignadas para cada operación fueron las siguientes:

Tabla XIII. **Holguras asignadas en cada operación del área de compactado de esponja**

Elemento	Porcentaje
Molido de esponja	11%
Medición de químicos y agua	14%
Preparación de químicos en área de Cilindro mezclador	10%
Vertido de químicos y agua	6%
Preparación cajones	13%
Llenado cajón	29%

Fuente: elaboración propia.

2.7.2.1.7. Análisis de operaciones

Después de analizar las operaciones se determinó eliminar las siguientes operaciones, el análisis está en el apéndice 11:

Tabla XIV. **Propuesta de elementos a eliminar en el proceso de compactado de esponja**

Elemento	Tiempo (min)
Traslado de químicos a Cilindro mezclador	0,39
Traslado de agua a Cilindro mezclador	1,84
Total tiempo eliminado	2,23

Fuente: elaboración propia.

También se ha propuesto reducir tiempos de algunos elementos del proceso de producción mediante el nuevo diseño del área de moldes móviles, se detallan en la siguiente tabla:

Tabla XV. Propuesta para reducir tiempos a algunos elementos en el proceso de compactado de esponja

Elemento	Tiempo (min)	Tiempo reducido (min)
Traslado de tapa de madera cajón 1 a Cilindro mezclador	0,22	0,12
Traslado de tapa de madera cajón 2 a Cilindro mezclador	0,22	0,12
Traslado de cajón 1 a cilindro mezclador	0,37	0,19
Traslado de cajón 2 a cilindro mezclador	0,37	0,19
Traslado cajón 1 a almacenaje	0,33	0,12
Traslado cajón 2 a almacenaje	0,33	0,12
Total tiempo	1,84	0,86
Total tiempo reducido en operaciones		0,98

Fuente: elaboración propia.

2.7.2.2. Diagramas estandarizados

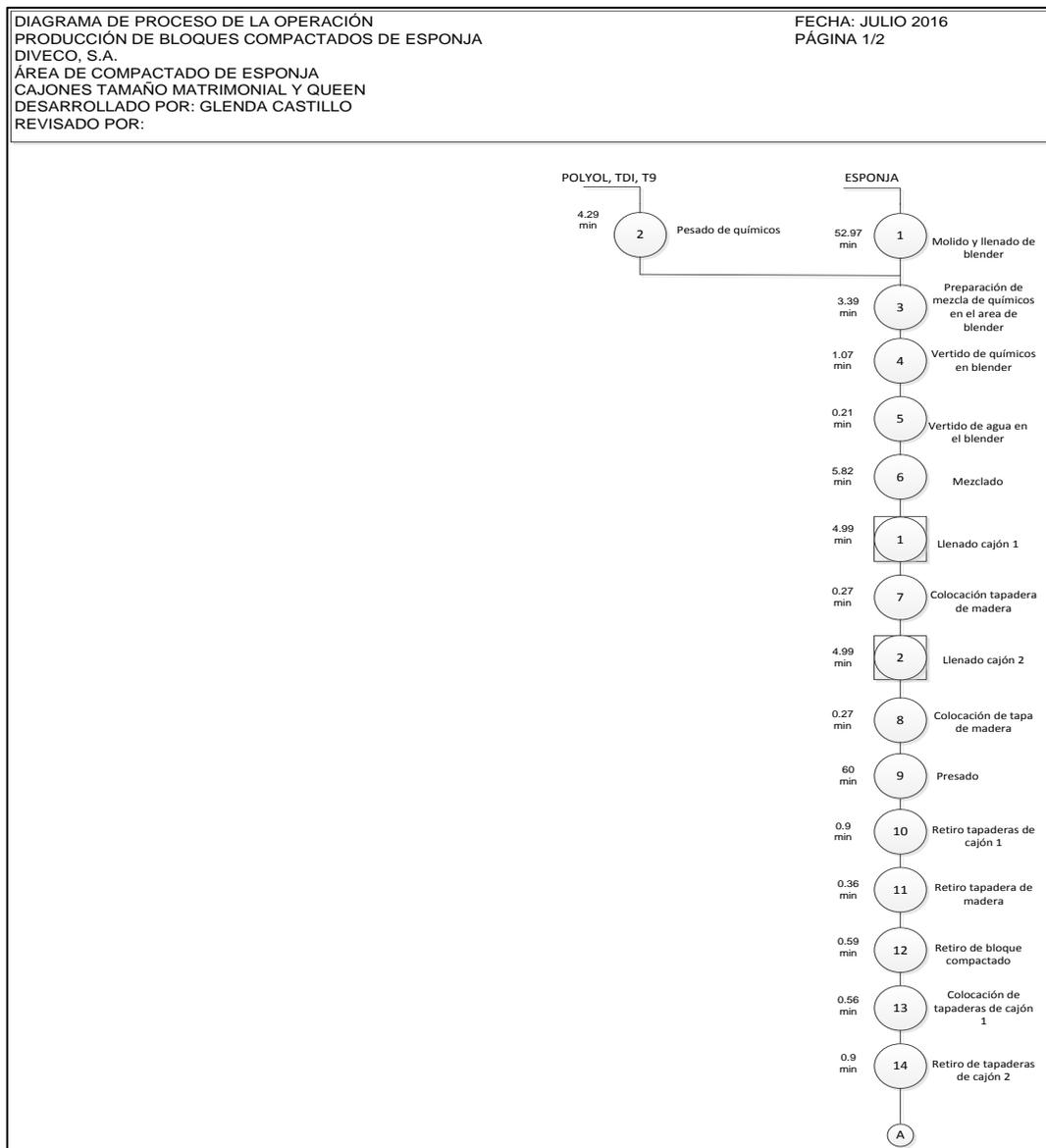
Como aporte en el programa de EPS, después de realizar el estudio de tiempos se han estandarizado los mismos y se ha detallado anteriormente y realizado los respectivos diagramas del proceso para representar gráficamente el proceso de compactado de esponja de los respectivos tamaños de colchones.

2.7.2.2.1. Diagrama de proceso de la operación estandarizado

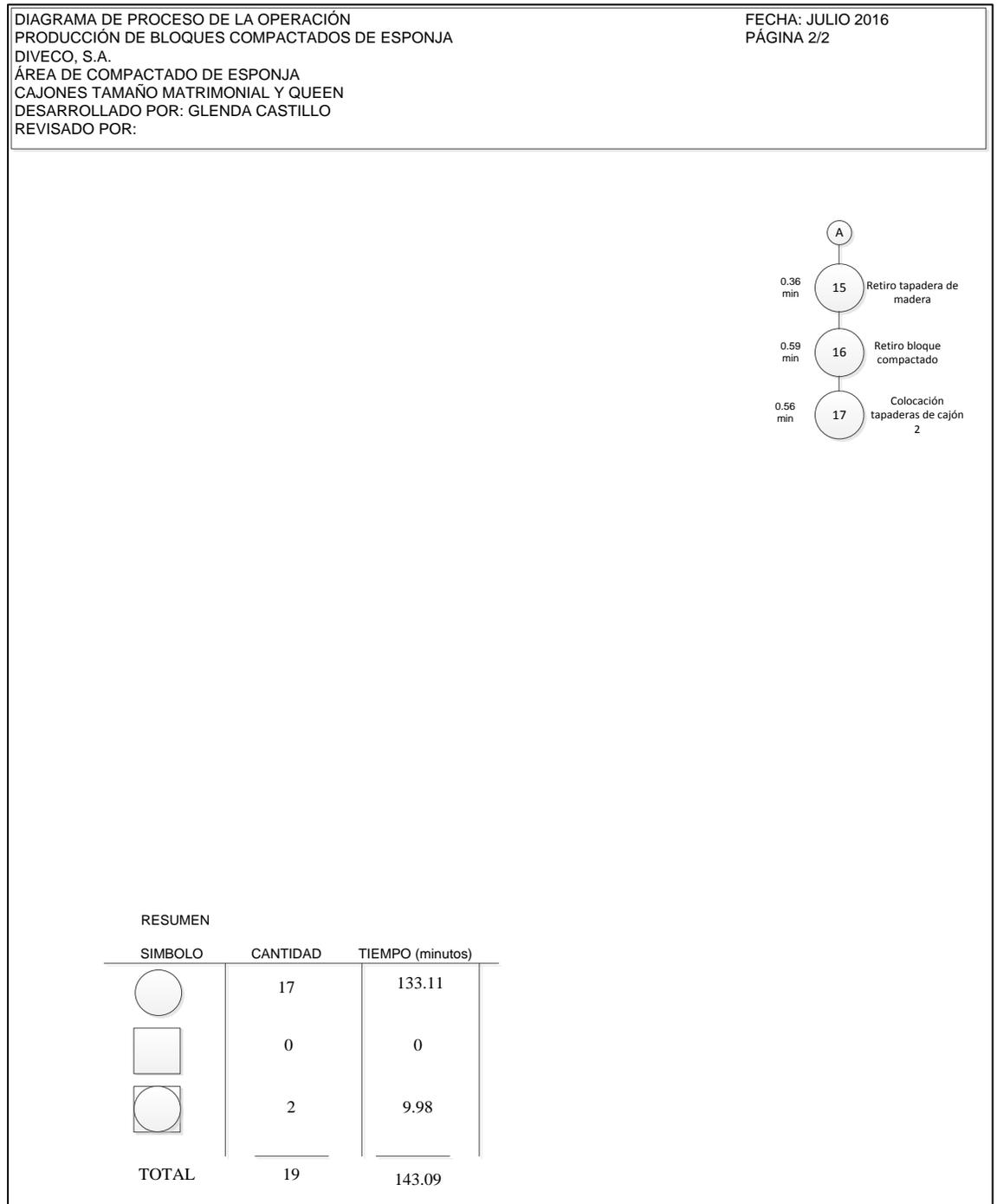
Mediante la observación se determinó que las operaciones del diagrama no coinciden con el método realizado actualmente. Por tanto, se realizó el

siguiente diagrama de operaciones detallando operaciones, inspecciones y operaciones combinadas del proceso de compactado de esponja.

Figura 27. **Diagrama de proceso de la operación estandarizado del área de compactado de esponja para el tamaño queen y matrimonial**

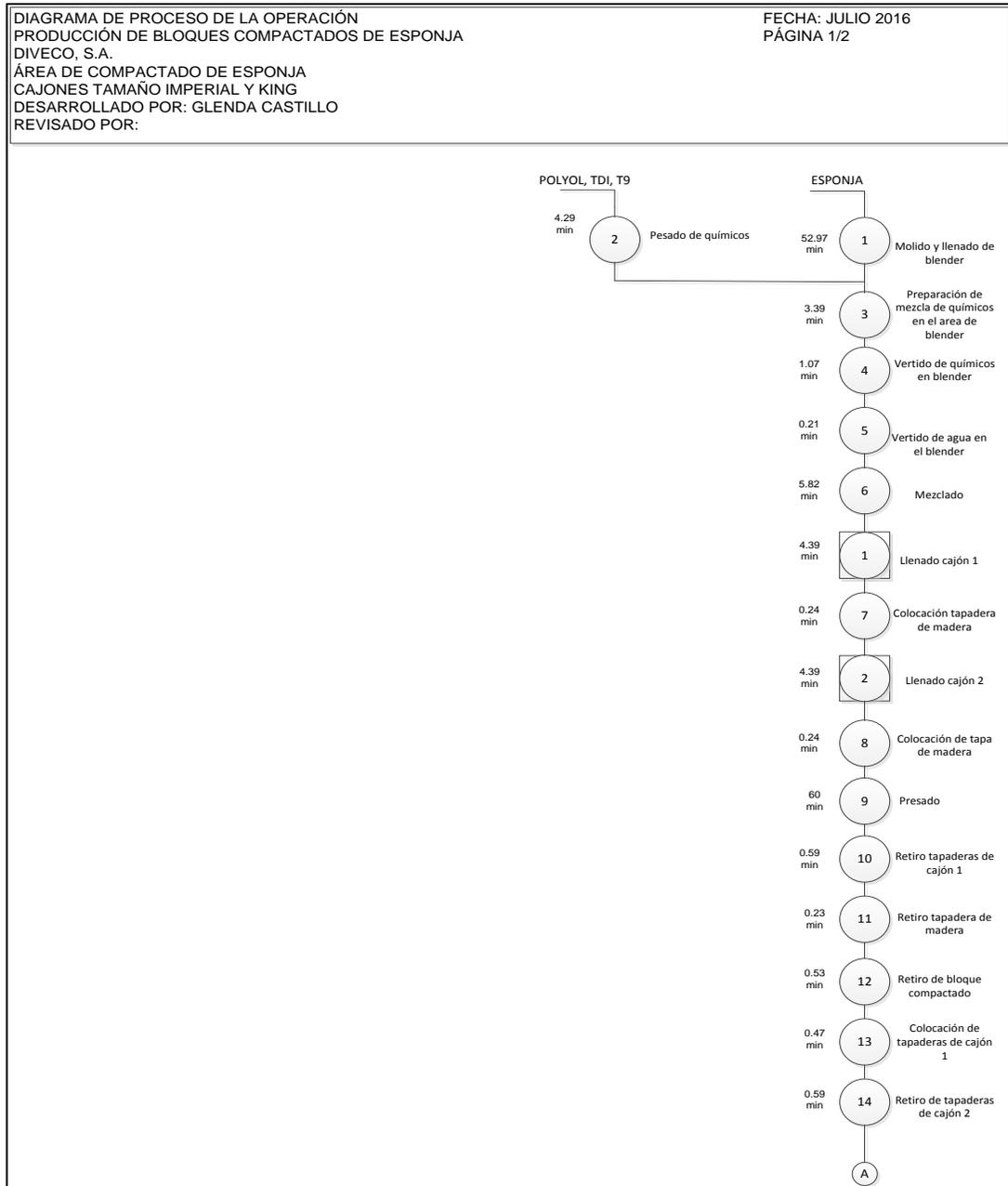


Continuación de la figura 27.

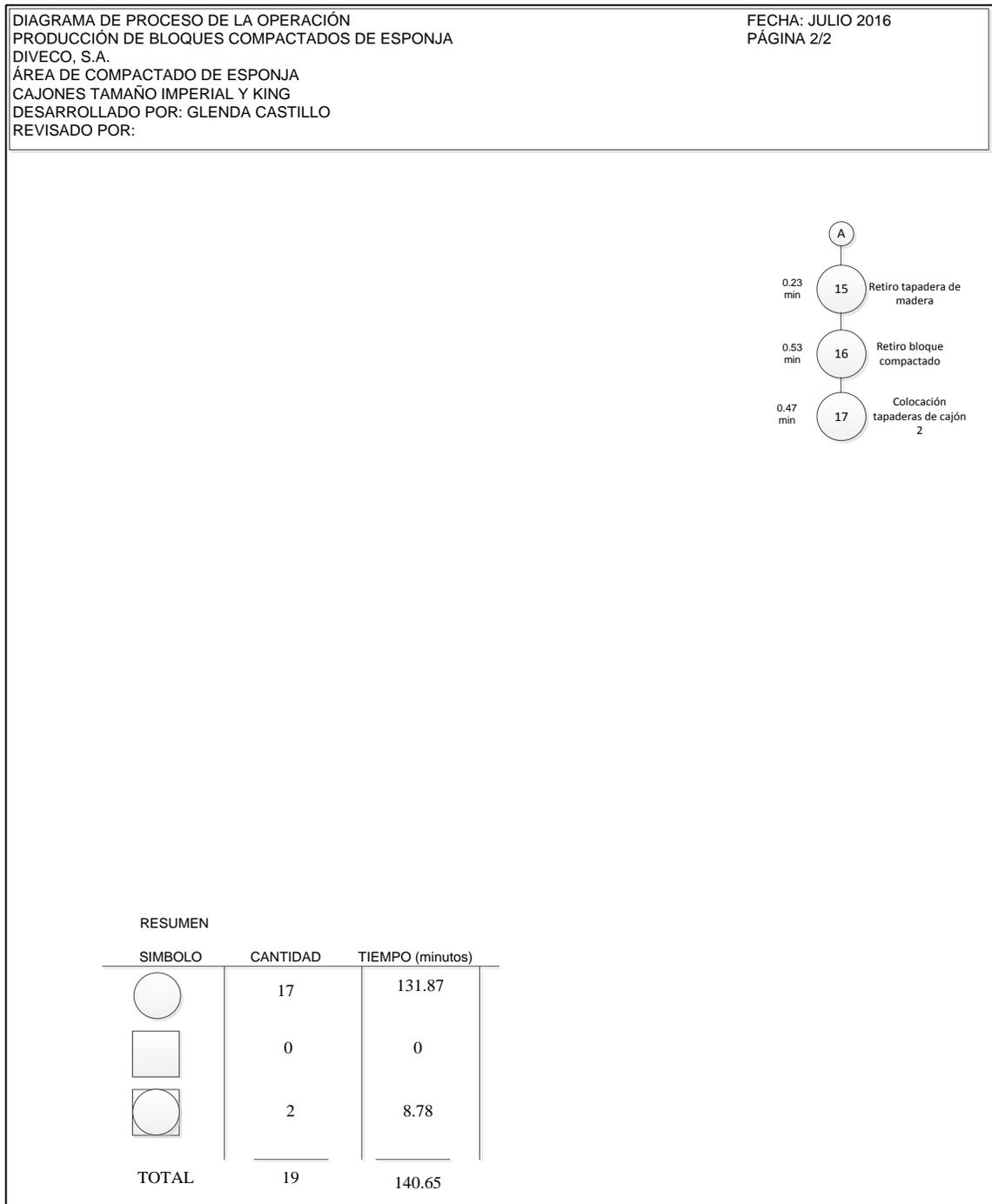


Fuente: elaboración propia, empleando el programa Microsoft Visio versión 2010.

Figura 28. Diagrama de proceso de la operación estandarizado del área de compactado de esponja para el tamaño imperial y king



Continuación de la figura 28.

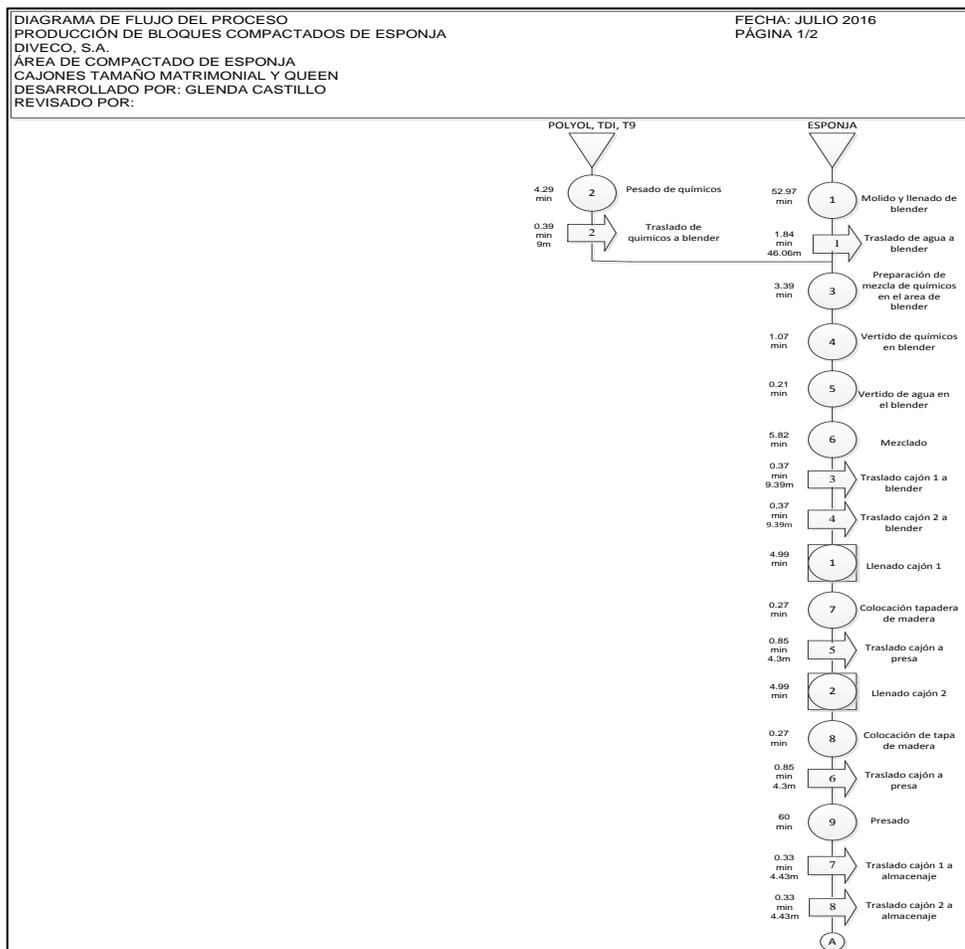


Fuente: elaboración propia, empleando el programa Microsoft Visio versión 2010.

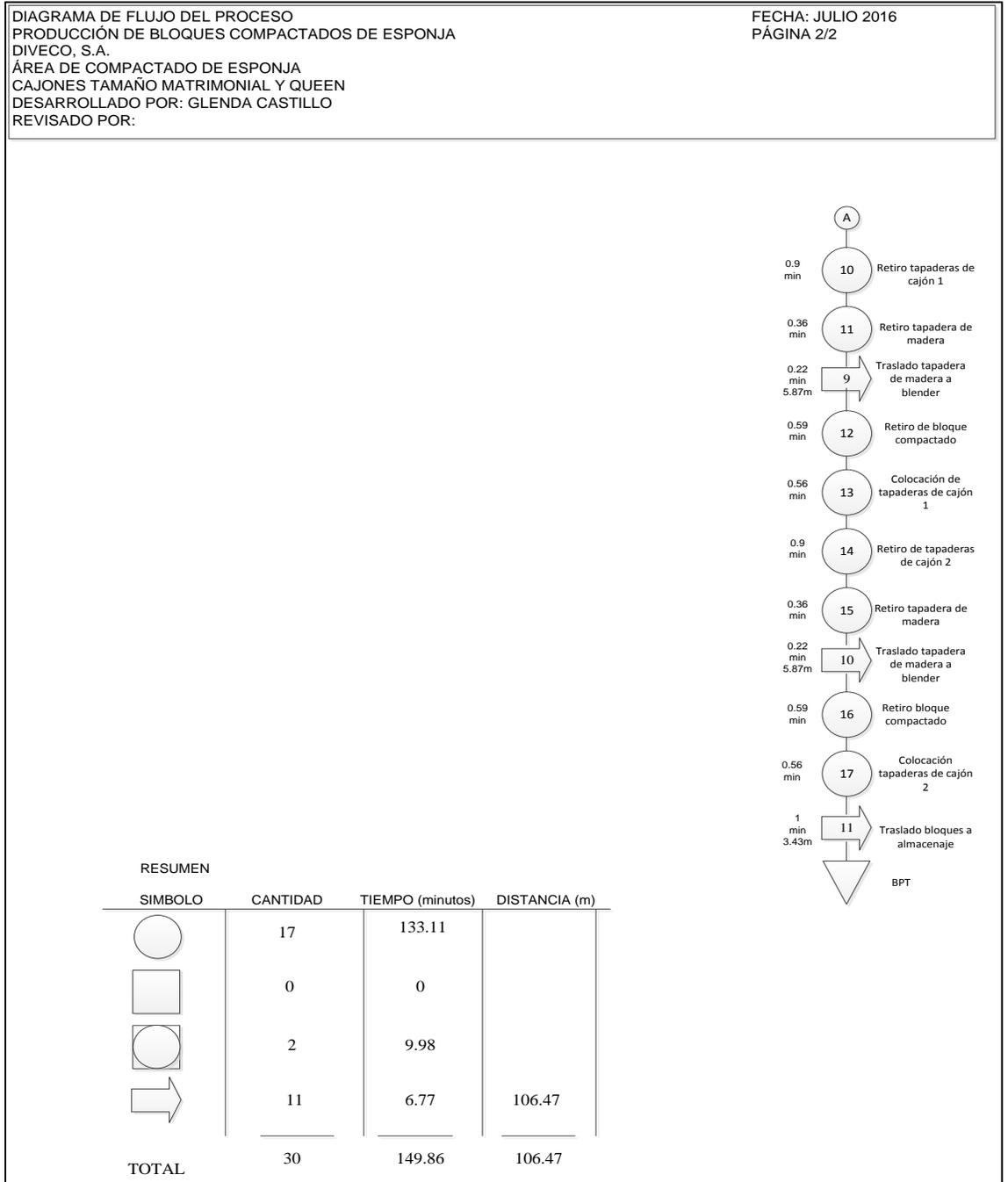
2.7.2.2.2. Diagrama de flujo del proceso estandarizado

Para el diagrama de flujo del proceso se detallan las operaciones inspecciones, operaciones combinadas, almacenamiento del proceso de compactado de esponja.

Figura 29. Diagrama de flujo del proceso estandarizado del área de compactado de esponja para el tamaño *queen* y matrimonial

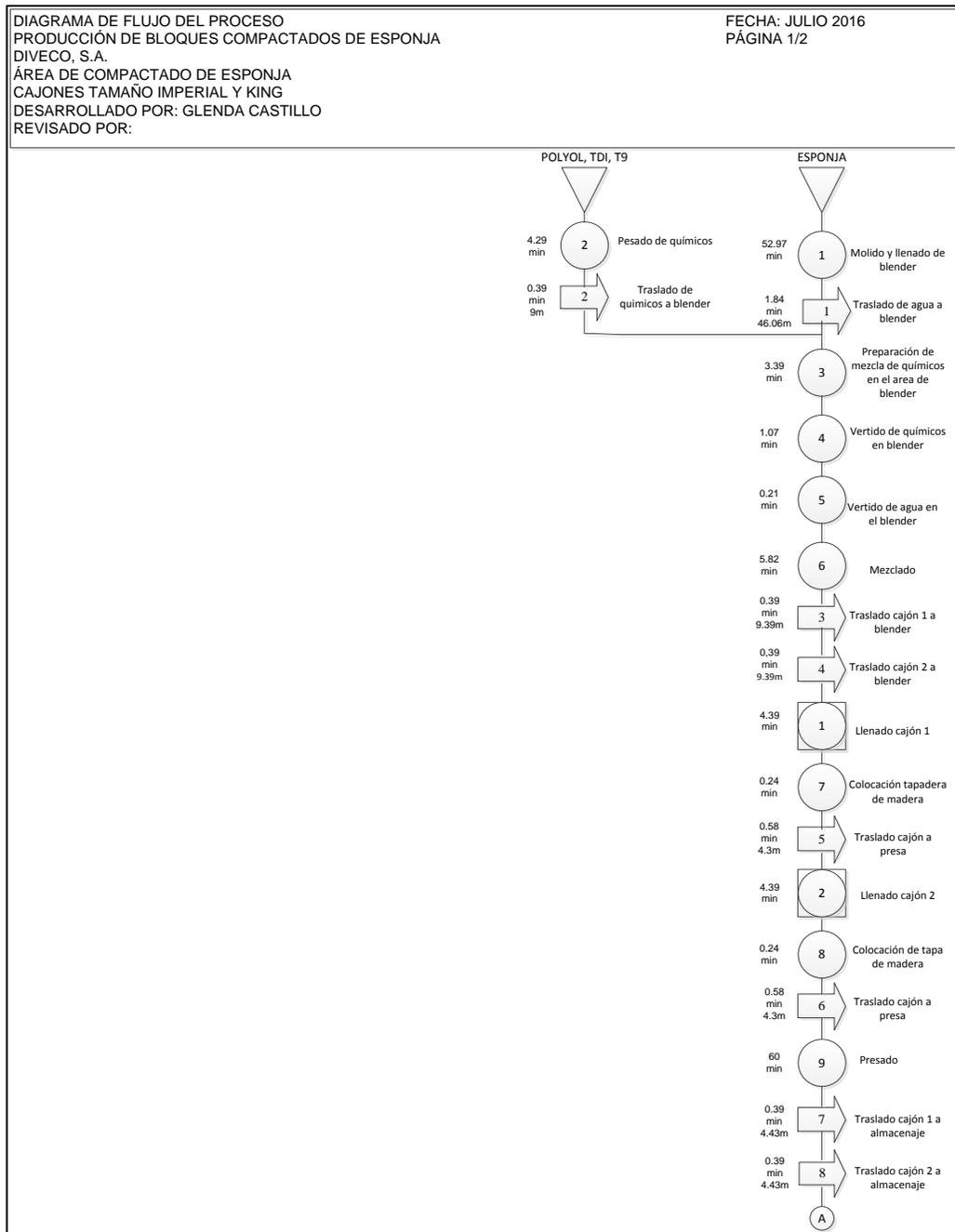


Continuación de la figura 29.

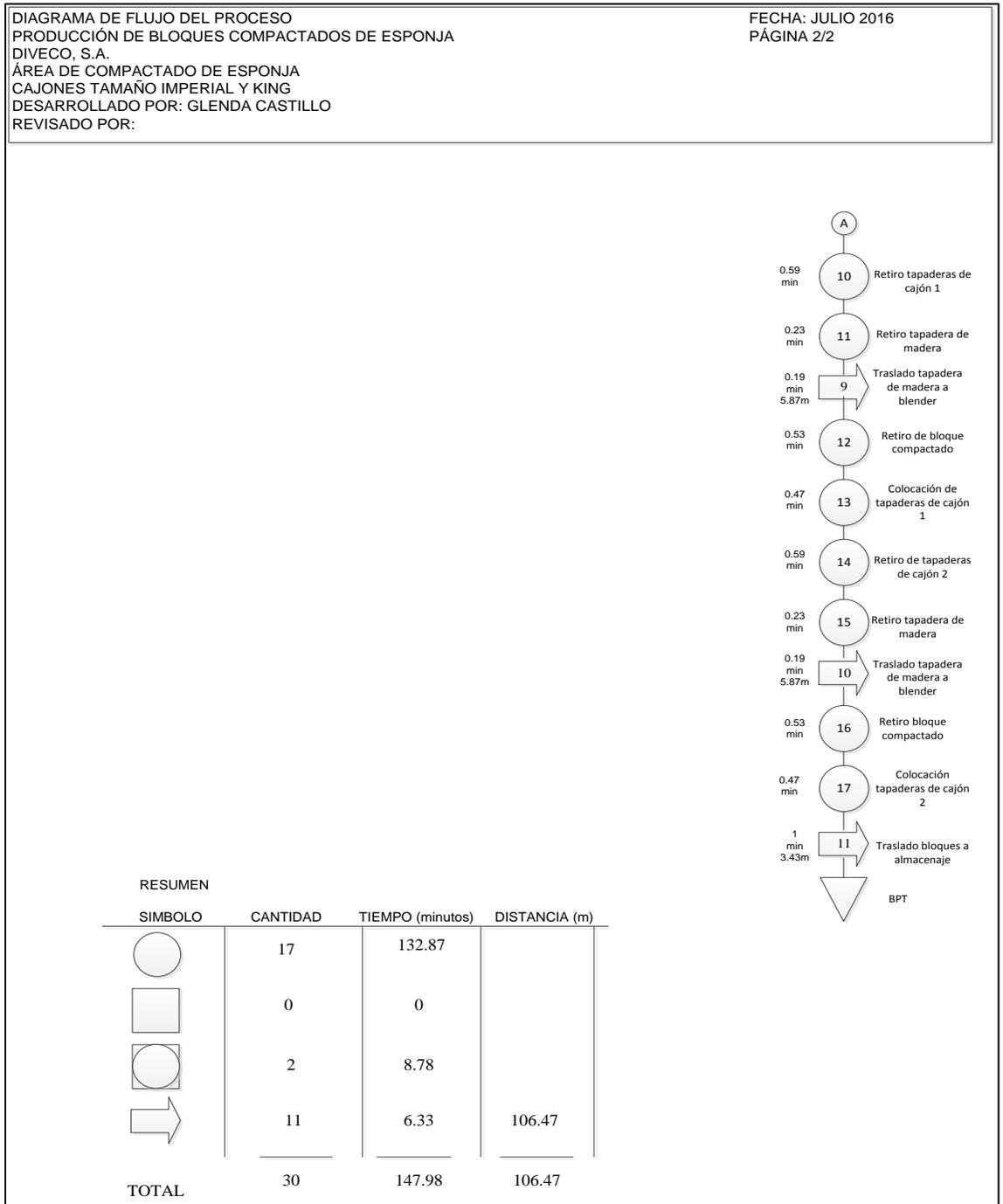


Fuente: elaboración propia, empleando el programa Microsoft Visio versión 2010.

Figura 30. Diagrama de flujo del proceso estandarizado del área de compactado de esponja para el tamaño imperial y king



Continuación de la figura 30.



Fuente: elaboración propia, empleando el programa Microsoft Visio versión 2010.

2.7.2.2.3. Diagrama de flujo o de recorrido estandarizado del área de compactado de esponja

Aunque el diagrama de flujo del proceso proporciona la mayor parte de la información con el proceso de producción, no muestra un plan detallado del flujo del trabajo. En ocasiones es importante esta información para desarrollar un nuevo método. Por lo que se ha realizado dicho diagrama en base al área de compactado de esponja, en la siguiente figura se puede visualizar el flujo del trabajo que realizan diariamente para producir bloques de compactado de esponja.

Figura 31. Diagrama de recorrido estandarizado del área de compactado de esponja



Fuente: elaboración propia, empleando el programa Microsoft Visio versión 2010.

2.7.2.3. Indicadores actuales

En el área de compactado de esponja se realizaron diversas actividades para proponer mejoras en dicha área. Como parte del aporte en el Ejercicio Profesional Supervisado se procedió a realizar la medición de dos indicadores: el índice de productividad y el índice de rendimiento del área.

2.7.2.3.1. Cálculo del rendimiento

El rendimiento corresponde a la medición del ritmo del trabajador, para ello, se divide la producción real entre la producción esperada que se haría en el tiempo productivo.

Para el cálculo del rendimiento, se solicitó información de la capacidad de producción por semana y mensual, estos son de diversos tamaños, pero se toman como el mismo número para fines de cálculos. La meta de producción semanal deben ser 70 bloques de esponja compactada. La producción real se obtuvo del diagrama de flujo de operaciones actualizado. En la tabla XVI se definen los datos diarios, semanales y mensuales.

Tabla XVI. **Datos de la producción diaria, semanal y mensual de bloques de compactado de esponja reales y meta del área**

Producción	Diaria	Semanal	Mensual
Producción real	10	50	220
Meta área	14	70	308

Fuente: elaboración propia.

Para calcular el rendimiento se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción esperada}} * 100$$

Sustituyendo los datos de la ecuación da lo siguiente:

$$\text{Rendimiento} = \frac{220 \text{ bloques}}{308 \text{ bloques}} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = 71,43\%$$

2.7.2.3.2. Productividad

La productividad es la relación entre la cantidad de productos obtenida y los recursos utilizados para obtenerlos. Lo que se quiere lograr es hacer más con menos o, por lo menos, con lo mismo. El recurso por analizar es la cantidad de tiempo invertido para obtener bloques de compactado, para lo cual se utilizará la siguiente ecuación:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Horas – hombre empleadas}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{10 \text{ bloques de compactado}}{8 \text{ horas}}$$

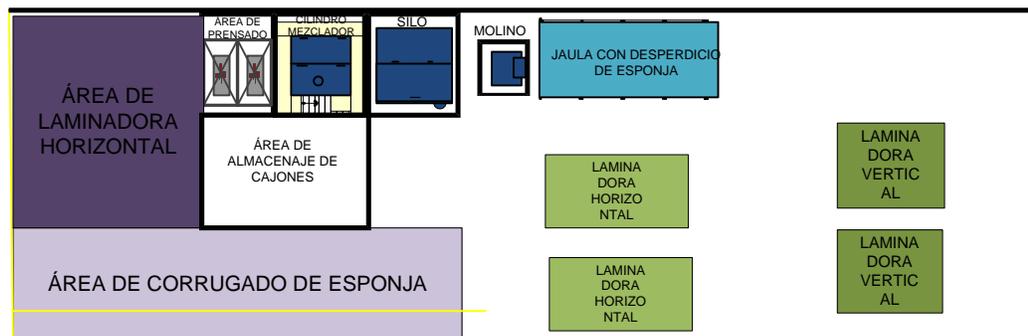
$$\text{Productividad} = 1,25 \text{ bloques de compactado/h}$$

Se puede decir, entonces, que durante la jornada laboral se realiza 1,25 bloques de compactado de esponja por hora.

2.7.2.4. Propuesta para la mejora en el rendimiento del área de moldes móviles de compactado de esponja

Después de instalar la campana se observó nuevamente el proceso de producción para ver la mejora de extracción de gases. Esto fue posible porque se instalaron cortinas rompe vientos en el área de cilindro mezclador. Se observó que, después de la instalación, los químicos necesarios para la mezcla de compactado están en toneles y será imposible trasladarlos al área de mezclador. Por ello, se realizará un diseño de reubicación para tratar de encerrar los gases emanados por los químicos. El diseño consistirá en tener un área de medición de químicos a la par del mezclador, para que no haya un tramo donde los químicos no estén debajo de un sistema de extracción de gases. El diseño propuesto es el siguiente:

Figura 32. Mejoras a la propuesta del diseño del área de compactado de esponja



Fuente: elaboración propia, empleando el programa Microsoft Visio versión 2010.

- Cotización de nuevo motor para el molino de esponja del área de compactado de esponja.

Analizando el proceso de producción se determinó que los 52,97 minutos del tiempo de molido se puede reducir. Para reducir este tiempo se incrementó la potencia del molino para aumentar los kilogramos molidos por hora. El molino actual es de 40HP y muele hasta 350 Kg/h. Si se incrementara la potencia del molino llegaría a moler entre 800 a 1000 Kg/h reduciendo el tiempo a 25 minutos. El motor es de 60 HP, se detallan las características del motor en la siguiente tabla:

Tabla XVII. Cotización de nuevo motor para el molino del área de compactado de esponja

Motor	SA-4AH60 CRUSHER
Potencia	45 kW
Tamaño de entrada en llenado	1000 x 450 mm
Diámetro de rotación	500 mm
Cortador fijo	8 pcs
Cortador rotativo	6 pcs
Ventilador	5,6 kW
Transportador de llenado	Longitud 5 m x Ancho 800 mm
Motor del transportador de llenado	1,5 kW
Capacidad total	800-1000 Kg / h
Precio	\$ 28 000,00

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de SUNKIST, CHEMICAL MACHINERY LTD.

<http://sunkistmachinery.en.taiwantrade.com/product/h-type-chipping-machine-54295.html>.

Consulta: 28 de septiembre de 2016.

Teniendo en cuenta que, aunque pueda consumir más energía, se utilizaría el molino una menor cantidad de tiempo, reduciendo el tiempo de molido actual de 52,97 minutos a 25 minutos, para detallar el consumo se realizó la siguiente tabla:

Tabla XVIII. **Comparación de consumo energético para la propuesta de nuevo motor de molino en el área de compactado de esponja**

Tipo de motor	Consumo (kw)	Horas funcionamiento diario	Consumo mensual (kw/h)	Costo energético
SA-4AH40	30	4,41	34 927,2	Q 39 467,74
SA-4AH60	45	2,71	32 194,8	Q 36 380,12

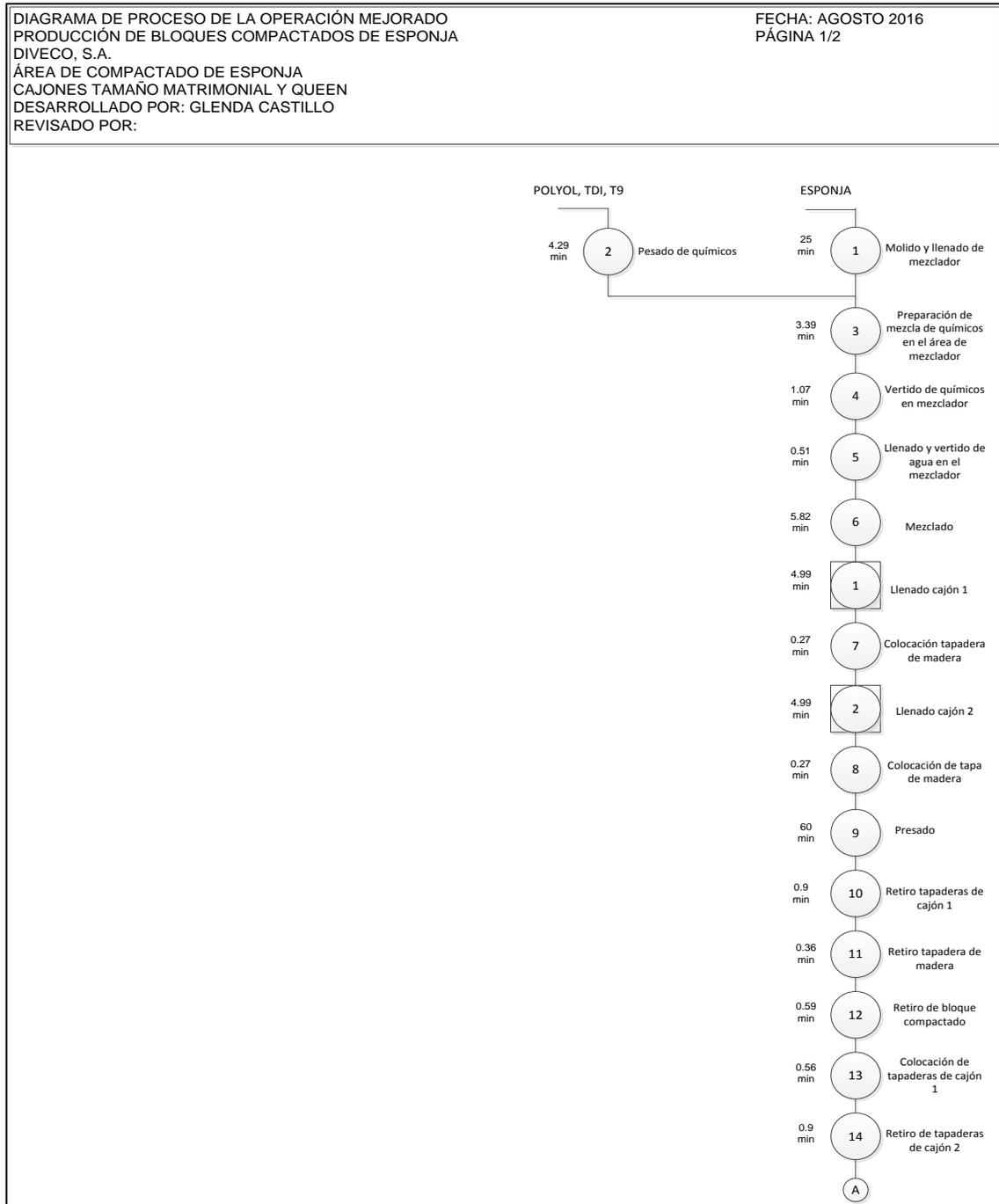
Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que hay una diferencia mensual en KW/h de 2 732,4 y en quetzales la diferencia mensual del costo energético es de Q 3 087,62.

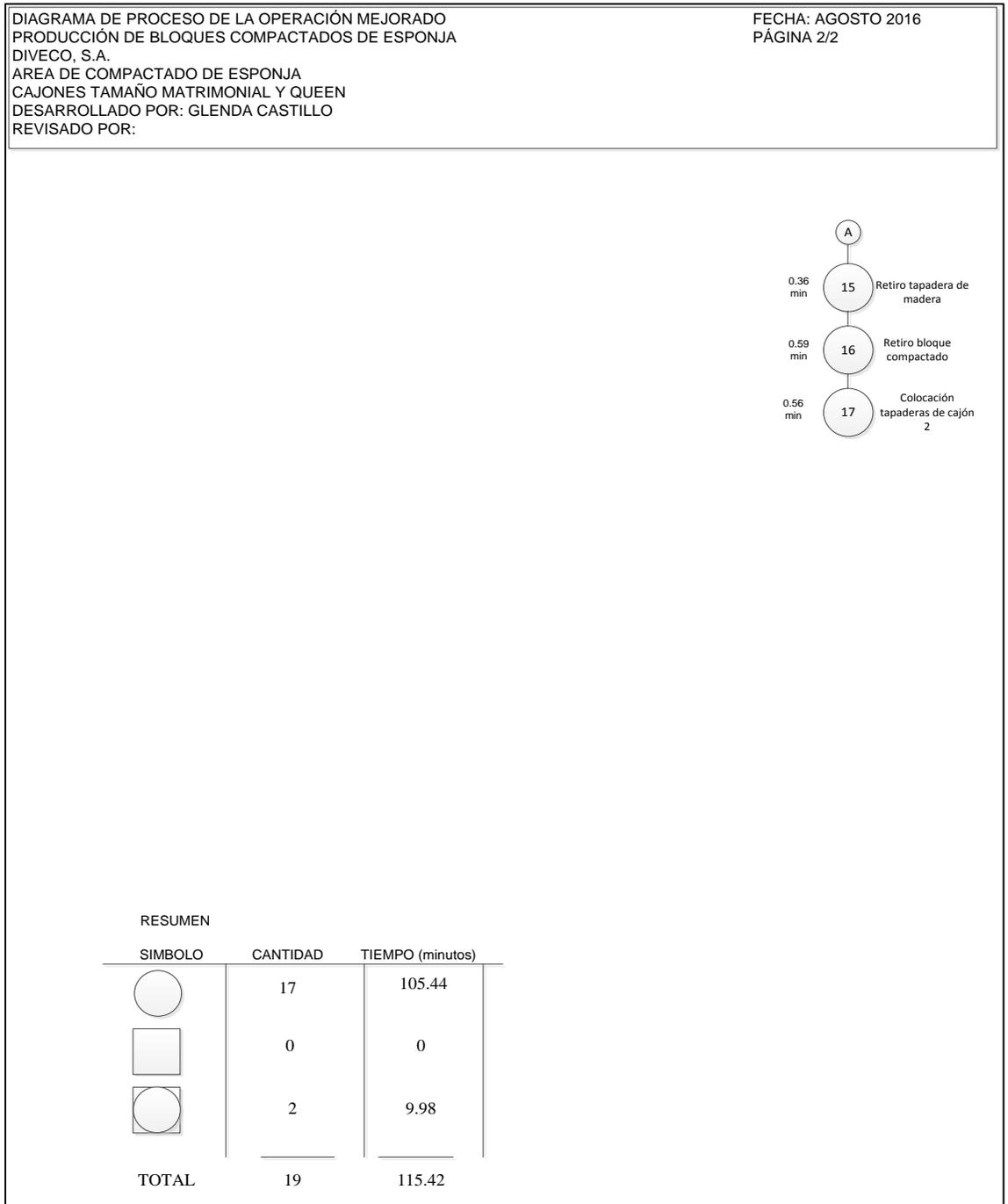
2.7.2.5. Diagramas mejorados

Luego de realizar el análisis de operaciones se determinó que se puede mejorar si se eliminan dichos elementos. También se realizaron pruebas para reducir la distancia y tiempo de algunos elementos en el proceso de producción de bloques de compactado de esponja. Los diagramas mejorados incluyen las mejoras a la propuesta que se realizaron, tanto el tiempo eliminado, reducido y la propuesta del nuevo motor para el molino de esponja.

Figura 33. Diagrama mejorado de operaciones del proceso de compactado de esponja para el tamaño Queen y Matrimonial

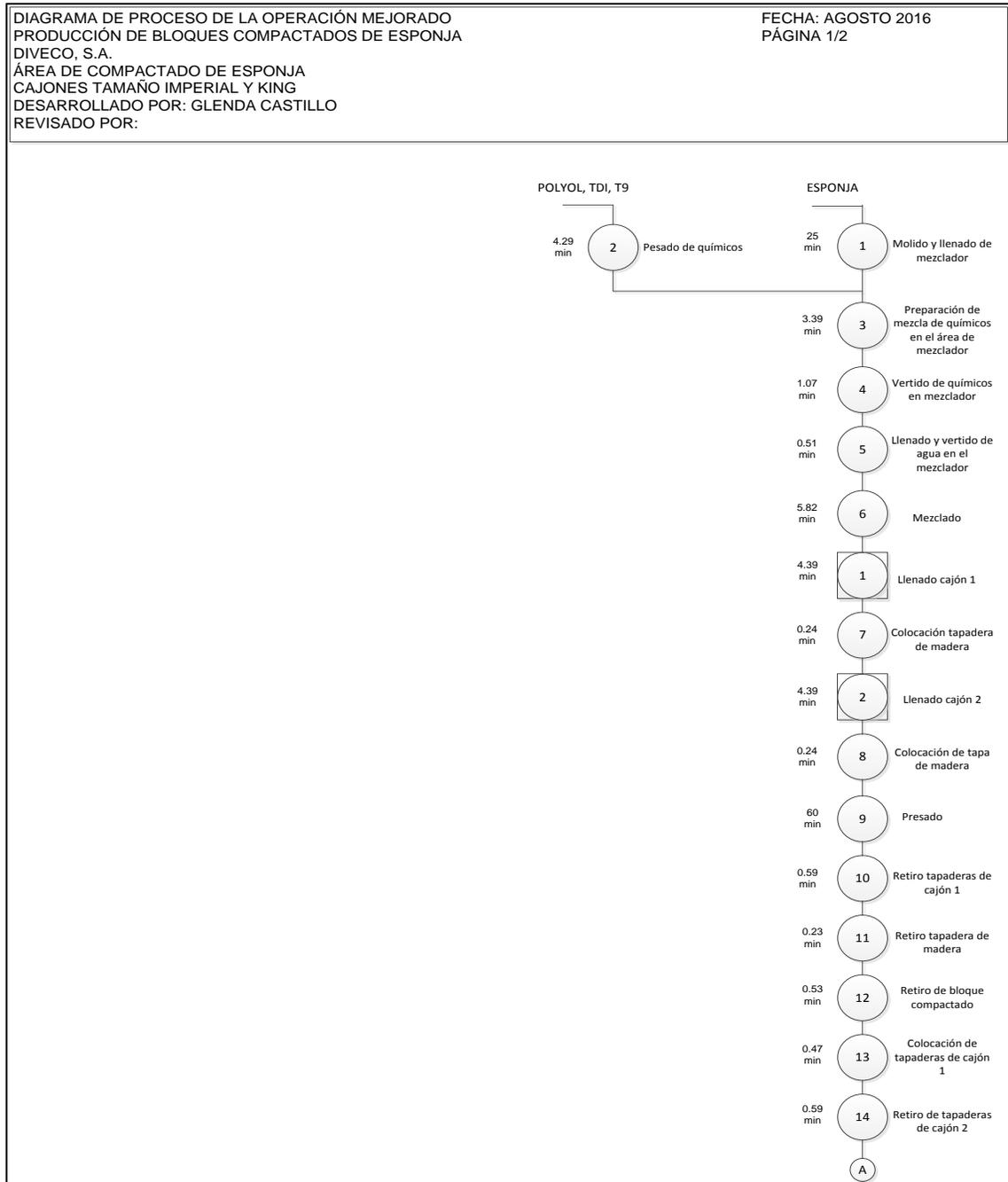


Continuación de la figura 33.

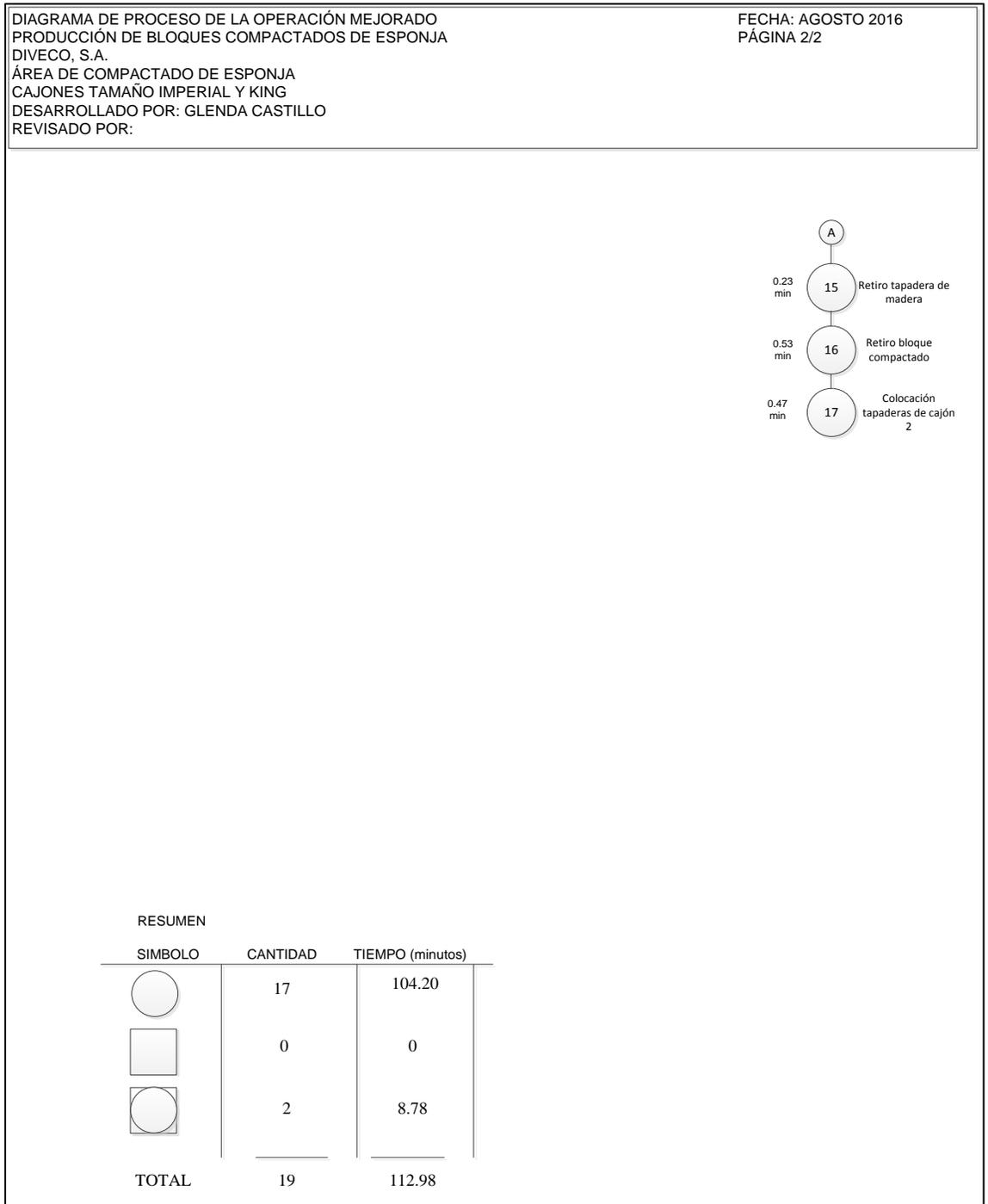


Fuente: elaboración propia, empleando el programa Microsoft Visio versión 2010.

Figura 34. Diagrama mejorado de operaciones del proceso de compactado de esponja para el tamaño imperial y King

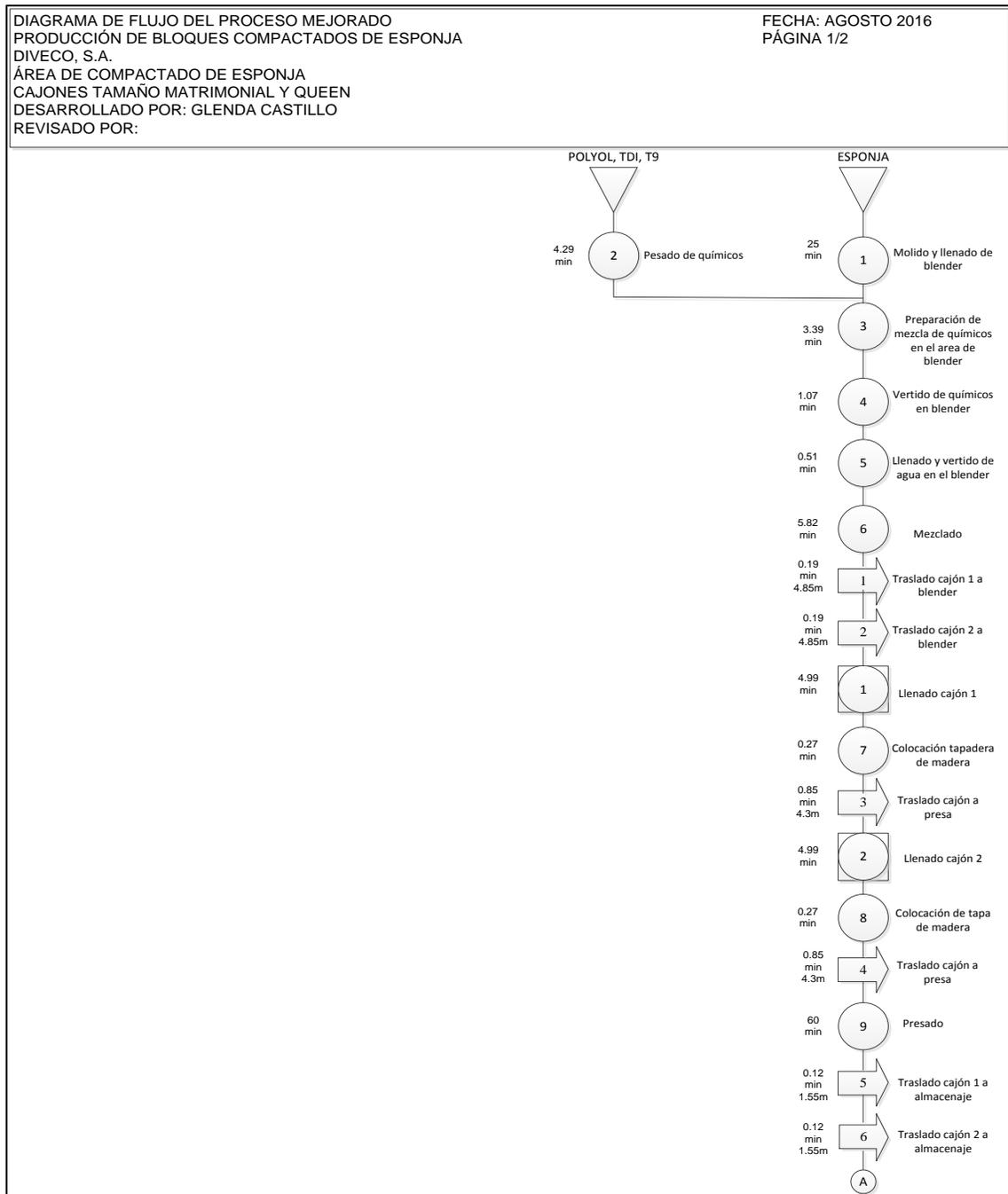


Continuación de la figura 34.

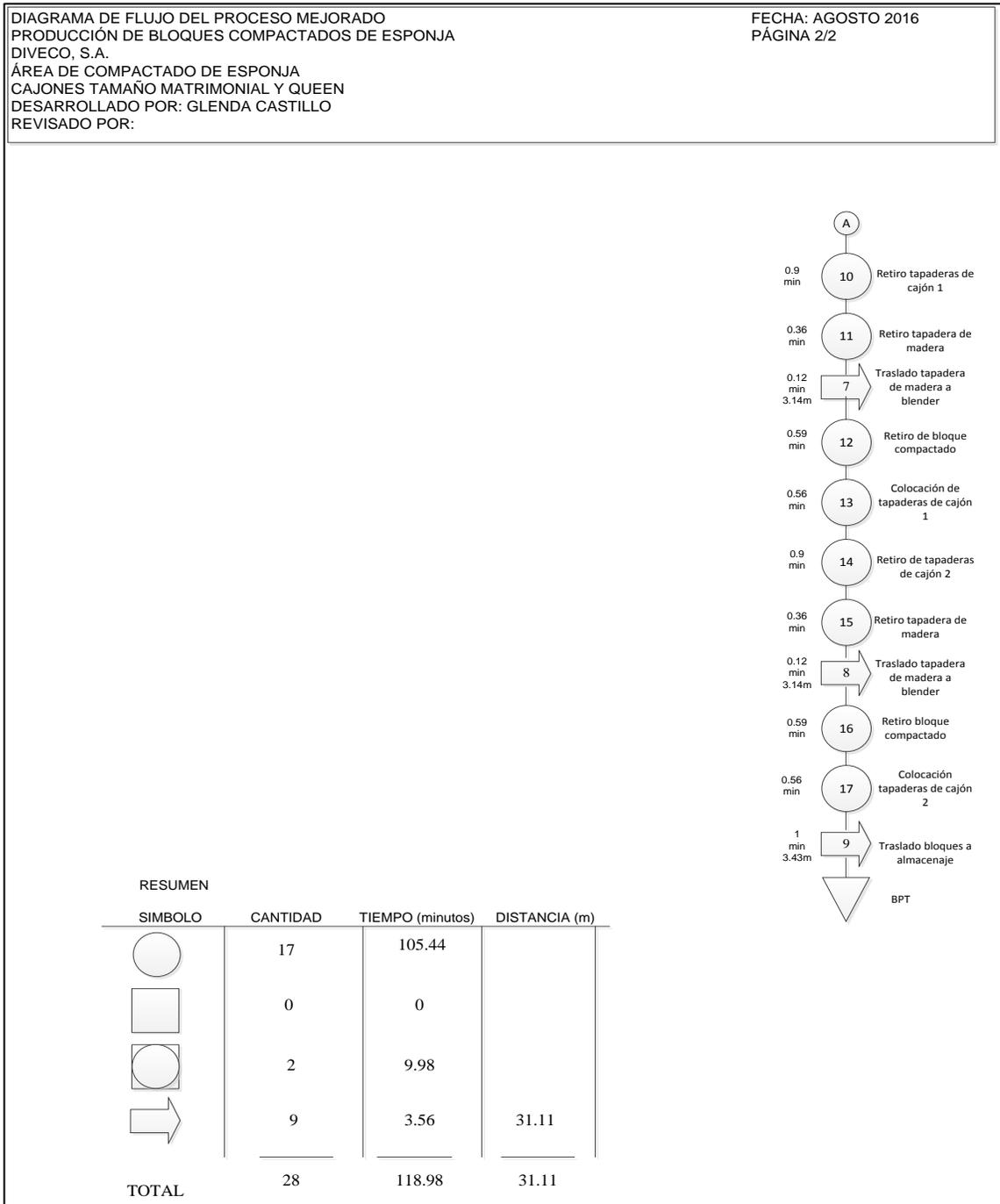


Fuente: elaboración propia, empleando el programa Microsoft Visio versión 2010.

Figura 35. Diagrama mejorado de flujo del proceso de compactado de esponja para el tamaño *queen* y matrimonial

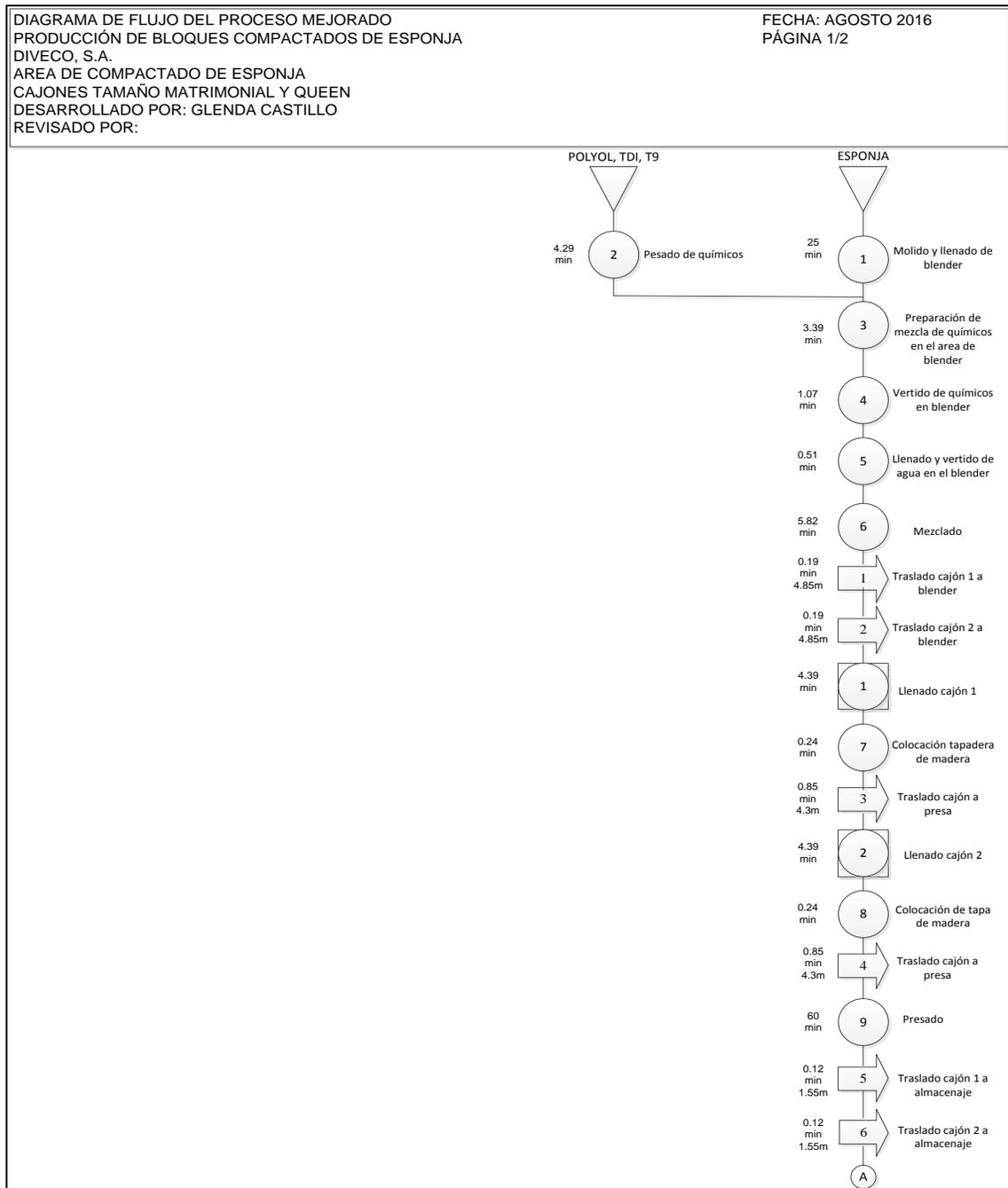


Continuación de la figura 35.

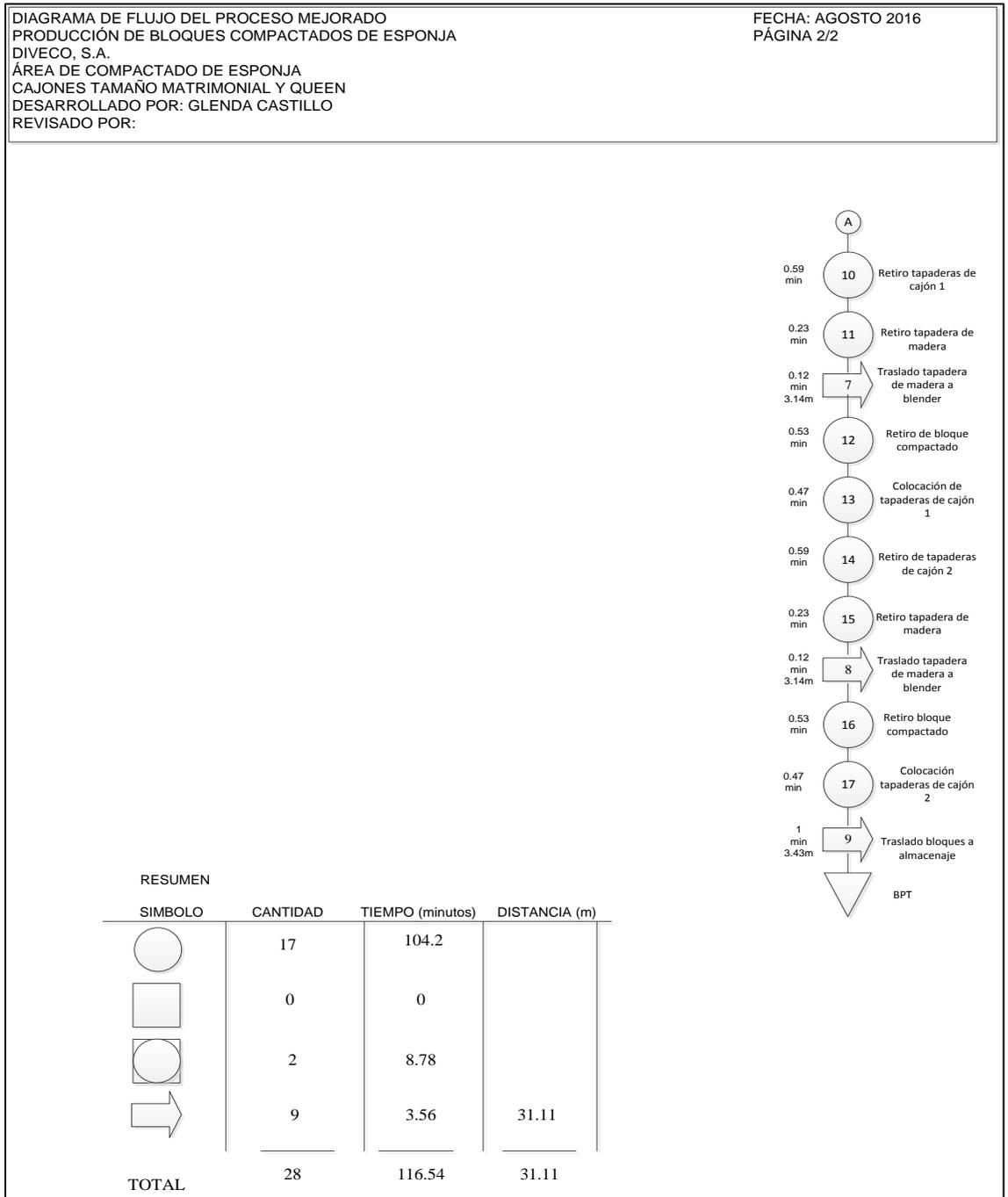


Fuente: elaboración propia, empleando el programa Microsoft Visio versión 2010.

Figura 36. Diagrama mejorado de flujo del proceso de compactado de esponja para el tamaño imperial y king



Continuación de la figura 36.



Fuente: elaboración propia, empleando el programa Microsoft Visio versión 2010.

Figura 37. Diagrama de recorrido mejorado del proceso de compactado de esponja



Fuente: elaboración propia empleando el programa Microsoft Visio versión 2010..

2.7.2.6. Cálculo de indicadores mejorados

Con base en los diagramas mejorados se han calculado los indicadores con las mejores propuestas. Esperando que se incrementen dichos indicadores, se analizó detalladamente el proceso de producción en el área de compactado de esponja y los tiempos tomados. Los cálculos de los indicadores mejorados son los siguientes:

2.7.2.6.1. Rendimiento

Para el cálculo del rendimiento mejorado del área, se utilizaron los tiempos del diagrama de flujo del proceso mejorado para la producción real mejorada. En la tabla XIX se definen los datos diarios, semanales y mensuales.

Tabla XIX. **Datos de producción diaria, semanal y mensual de bloques de compactado de esponja reales mejorados y meta del área**

Producción	Diaria	Semanal	Mensual
Producción real mejorada	13	65	286
Meta área	14	70	308

Fuente: elaboración propia.

Para calcular el rendimiento del se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción esperada}} * 100$$

Sustituyendo los datos de la ecuación da lo siguiente:

$$\text{Rendimiento} = \frac{286 \text{ bloques}}{308 \text{ bloques}} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = 92,86\%$$

El rendimiento del área, como se puede observar, se logró aumentar en un 21,43%, si se toma las propuestas de mejoras desarrolladas anteriormente. La diferencia radica, principalmente, al cambiar el motor del molino de esponja, ya

que se puede reducir la mitad del tiempo que se utiliza actualmente en la empresa.

2.7.2.6.2. Productividad

La productividad se encarga de optimizar el tiempo, calidad, mano de obra, materia prima, maquinaria y energía, lo cual se propuso mejoras con base en el estudio de tiempos. Para realizar el cálculo se utilizó el recurso del tiempo laboral que es la cantidad de tiempo invertido para obtener bloques de compactado, las unidades producidas se tomaron de los diagramas mejorados. Se utilizó la siguiente ecuación:

$$Productividad = \frac{Unidades\ producidas}{Horas - hombre\ empleadas}$$

$$Productividad = \frac{13\ bloques\ de\ compactado}{8\ horas}$$

$$Productividad = 1,63\ bloques\ de\ compactado/h$$

Con base en la productividad actual, se obtuvo un aumento de 0,38 bloque de compactado de esponja por hora, por lo que se cumplió el objetivo de producir más en menor tiempo, cumpliendo la meta de entrega mensual y al mismo tiempo reduciendo costos de horas extras al doblar la jornada.

2.7.2.7. Análisis de costo de diseño propuesto

Para realizar el análisis del costo para el diseño propuesto, se tomó en cuenta las mejoras a la propuesta del sistema de extracción de gases, ya que el foco de contaminación está ubicado no solo directamente en el mezclador sino

en el área de medición de químicos. En la siguiente tabla se encuentran los costos de cada mejora propuesta:

Tabla XX. **Costo de implementación de la propuesta para el área de compactado de esponja**

Descripción	Costo
Diseño propuesto para el área de moldes de compactado de esponja (montacargas y mano de obra)	Q 7 000
Chorro de agua en el área de mezclador de compactado de esponja	Q 1 127,00
Cambio de motor de 40HP a 60HP	Q 213 080,00

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de consumo de energía eléctrica del motor propuesto

$$CE = \frac{(P) * (h) * (d)}{1\ 000}$$

Donde:

CE = consumo de energía eléctrica mensual, en KW /h.

P = potencia eléctrica, expresada en *watts* (W).

h = número de horas al día de uso de energía eléctrica.

d = días al mes de uso de energía eléctrica.

Sustituyendo los datos en la fórmula queda lo siguiente:

$$CE = \frac{(45) * (8) * (22)}{1\ 000}$$

$$CE = 7,92 \text{ KW/h}$$

El consumo de energía eléctrica mensual es de 7,92 KW/h para el molino de esponja con el motor de 60HP propuesto.

- Beneficio económico de la propuesta.

$$BE = CA - CP$$

Dónde:

BE= beneficio económico de la propuesta

CA= costo actual del consumo de energía eléctrica en quetzales (Q).

CP = costo estimado que representa el consumo de energía eléctrica de la propuesta de ahorro de energía en quetzales (Q).

Sustituyendo los datos en la ecuación para la propuesta en el área de compactado de esponja, se obtiene:

$$BE = Q 473 612,88 - Q 436 561,44$$

$$BE = Q 37 051,44$$

- Cálculo del tiempo estimado de recuperación de la inversión económica de la propuesta:

Para determinar el tiempo estimado se utiliza la siguiente ecuación:

$$PRI = \frac{\text{Inversión económica de la propuesta}}{BE}$$

$$PRI = \frac{Q\ 221\ 207,00}{Q\ 37\ 051,44}$$

$$PRI = 5,97 \text{ años}$$

El tiempo estimado para recuperar la inversión es de 5 años con 11 meses. Si la empresa decidiera proporcionar parte de sus ingresos a dicho proyecto, el tiempo se reduciría considerablemente, ya que solo toma en cuenta el ahorro energético del consumo actual.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN. PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO EN EL ÁREA DE MOLINO DE ESPONJA

3.1. Situación actual de consumo energético en el área de compactado de esponja

Actualmente, en el área de compactado de esponja existe un sistema de extracción de gases el cual no abastece la extracción de todos los gases emanados cuando se miden u vierten los químicos para el compactado de bloques de esponja de los diferentes tamaños. Como consecuencia, los gases volatilizados de químicos, se perciban en el ambiente. Entre esos químicos que se inhalan durante toda la jornada laboral están polyol, tdi y t9. Estos afectan a los trabajadores que trabajan directamente con los químicos y a quienes laboran en el área de laminado.

El consumo de energía actual del sistema de extracción de gases y la cantidad de luminarias se determinó mediante el desarrollo de diversos pasos. Esto también contribuye a una producción más limpia en el área de compactado de esponja, los pasos serán:

- Identificar el tipo de extractor existente en el área de compactado de esponja.
- Determinar la cantidad total y el tipo de luminarias.
- Conocer la cantidad de horas al día de funcionamiento del sistema de extracción de gases y luminarias.

- Determinar el consumo de potencia eléctrica en watts para el sistema de extracción de gases y luminarias.
- Calcular el consumo actual de energía eléctrica del sistema de extracción de gases y las luminarias instaladas.

3.2. Formas de ahorrar energía eléctrica

La energía desempeña un papel fundamental en el desarrollo de todos los sectores productivos cuya utilización debería realizarse con alta eficiencia, bajo impacto medio ambiental y con el menor costo posible.

Se define como ahorro de energía a la disminución de la intensidad energética mediante un cambio en las actividades que requieren insumos de energía. Para ahorrar energía se pueden adoptar medidas técnicas, organizativas o modificando el comportamiento.

El ahorro de energía, el consumo de una manera responsable y el uso eficiente de las fuentes de energía se logran mediante las medidas de ahorro. Entre los factores para obtener una eficiencia energética se encuentran:

- Reducción de la demanda energética
- Diversidad energética
- Máximo aprovechamiento de energías renovables
- Innovación tecnológica
- Modificación de los hábitos de consumo

Reducción de la demanda energética: La reducción de la demanda de la energía permite lograr los objetivos de reducción del costo de la energía, logrando una minimización del impacto ambiental.

Diversidad energética: Al tener diferentes fuentes de generación de energía permite tener un sistema eléctrico sólido y confiable. Los avances de la tecnología permiten realizar sistemas capaces de originar electricidad a partir de energías renovables.

Máximo aprovechamiento de energías renovables: Las energías renovables son recursos limpios y casi inagotables que son proporcionados por la naturaleza, permitiendo disminuir la dependencia de suministros externos.

Innovación tecnológica: Se relaciona con la eficiencia energética para mejorar los procesos industriales y requerir menos energía para generar bienes y servicios.

Modificación de los hábitos de consumo: Los hábitos son consecuencia de una conducta rutinaria, por lo que una de las claves de la eficiencia energética es administrar los recursos energéticos de un modo hábil y eficaz cambiando el comportamiento en el uso de la energía. La implicación del personal es fundamental para ahorrar energía eléctrica.

Algunos beneficios de ahorrar energía son:

- Ahorro de costos
- Reducción de la dependencia energética
- Disminución de las emisiones de CO₂
- Mejora de la competitividad
- Potencia la incorporación de la innovación tecnológica
- Mejora en el rendimiento de los equipos
- Fomento de la sostenibilidad económica, empresarial y ambiental
- Cultura de ahorro en la empresa

3.3. Análisis de cantidad de luminarias necesarias mediante el método de cavidad zonal en el área de compactado de esponja

La iluminación en el área de compactado de esponja está entre 300 lux. Existen 20 lámparas de campana reflectora de mercurio halogenado de 400W. Para realizar dicho método se calcularon una serie de pasos de la siguiente manera, los datos tomados son los siguientes:

Figura 38. Área de compactado de esponja



Fuente: planta de producción, área de compactado de esponja, Mixco, Guatemala.

Tabla XXI. Datos tomados de nave del área de compactado de esponja

Largo: 91m	Ancho: 18	Altura: 7,76m
Altura cielo-lámpara (Hcc): 0,8m	Altura mesa-lámpara (Hca): 3,54m	Altura piso-mesa (Hcp): 1,48m
Montaje: Simple	Color techo (Pc): Gris	Color suelo (Pf): Gris
Color pared (PP): Celeste	Factor mantenimiento: Bueno	

Fuente: elaboración propia.

- **Coeficiente de reflexión**

Para establecer el coeficiente de reflexión se utilizaron las tablas del método de cavidad zonal. El dato solicitado es el color del ambiente. El color de la pared del área de laminado y compactado es celeste. Como no aparece en las tablas se utilizó el color verde claro, muy parecido al que tiene el espacio en mención. Para el techo y el piso se utilizó el color gris. Para cada cavidad, según los datos de las tablas, se realizó un promedio entre los rangos del coeficiente de reflexión. En la siguiente tabla se puede observar el color y coeficiente de reflexión en porcentaje para las tres cavidades.

Tabla XXII. Coeficiente de reflexión

Cavidad	Color	Coef de Reflexión (%)	Semi-claros
PP	Verde Claro	45	
PC	Gris	40	
PF	Gris	40	

Fuente: elaboración propia.

- **Rangos de Iluminancia**

Para establecer los rangos de iluminancia en lux se clasificó los trabajos de acuerdo con las normas IES. Con base en las tablas, se determinó que los trabajadores realizan trabajos moderadamente difíciles de montaje. En la siguiente tabla se observa el resultado elegido en base a las tablas:

Tabla XXIII. Rangos de iluminancia en Lux

D	200-300-500	Trabajo de gran contraste o tamaño. Lectura de originales y fotocopias buenas. Trabajo sencillo de inspección o de banco
---	-------------	---

Fuente: elaboración propia.

- Coeficiente de mantenimiento

Para el coeficiente de mantenimiento se toma en cuenta la disminución de la luz a causa del envejecimiento y ensuciamiento. En la empresa se determinó que el mantenimiento es bueno. En la siguiente tabla se observa los valores obtenidos de las tablas del método de cavidad zonal.

Tabla XXIV. Coeficiente de mantenimiento

Coeficiente de mantenimiento (K)	Bueno	0,8
----------------------------------	-------	-----

Fuente: elaboración propia.

- Relaciones de cavidad de ambiente, cielo y de piso

Para determinar las relaciones de cavidad de ambiente, cielo y piso se realizaron los siguientes cálculos mediante las siguientes formulas:

- Cavidad de ambiente

$$RCA = \frac{(5hca)(L + W)}{LW}$$

Donde:

hca= altura de ambiente

L= Largo

W= Ancho

Sustituyendo los datos, da como resultado:

$$RCA = \frac{(5 * 4.69)(91 + 18)}{91 * 18}$$

$$RCA = 1,56$$

- Cavidad de techo

$$RCC = \frac{(5hcc)(L + W)}{LW}$$

Donde:

hcc= Altura de techo

L= Largo

W= Ancho

Sustituyendo los datos, da como resultado:

$$RCC = \frac{(5 * 1,9)(91 + 18)}{91 * 18}$$

$$RCC = 0,63$$

- Cavidad de piso

$$RCP = \frac{(5hcp)(L + W)}{LW}$$

Donde:

hcp= altura de piso

L= Largo

W= Ancho

Sustituyendo los datos, da como resultado:

$$RCP = \frac{(5 * 1,48)(91 + 18)}{91 * 18}$$

$$RCP = 0,49$$

En la siguiente tabla se resumen las relaciones calculadas.

Tabla XXV. **Resumen de las relaciones de cavidades calculadas**

Cavidades
RCA= 1,56
RCC= 0,63
RCP= 0,49

Fuente: elaboración propia.

- Reflectancia efectiva de cavidad de cielo

Para obtener el dato de la reflectancia efectiva de la cavidad del cielo (Pcc) se necesita el porcentaje de reflectancia del techo (Pc),

porcentaje de reflectancia de la pared (P_p) obtenidos en el paso 1 y la relación de la cavidad del techo (R_{cc}).

Tabla XXVI. **Reflectancia efectiva de cavidad de cielo**

P_{cc}	44,7 %
----------	--------

Fuente: elaboración propia.

- **Coeficientes de utilización (K)**

Para determinar el coeficiente de utilización (K) según las tablas se necesitaron los datos de la reflectancia efectiva de la cavidad de cielo (P_{cc}), Reflectancia en porcentaje de la pared (P_p) y la relación de la cavidad del ambiente (RCA) obtenidos en los pasos 1 y 4. La siguiente tabla muestra el resultado.

Tabla XXVII. **Coeficiente de utilización obtenido**

Distribución Típica	P_{cc}	50
	P_p	50
	RCA	1,56
C Mercurio	K	0,9032

Fuente: elaboración propia.

- **Reflectancia efectiva de cavidad de piso (P_{cp})**

Para calcular la reflectancia efectiva de cavidad de piso se utilizaron los datos de porcentaje de reflectancia del piso (P_f), porcentaje de reflectancia de la pared (P_p) y la relación de la cavidad del piso (RCP). Los datos fueron tomados de los pasos 1 y 4.

Tabla XXVIII. **Reflectancia efectiva de cavidad de piso**

Pcp	46%
-----	-----

Fuente: elaboración propia.

- Factor de corrección (K^*)

Para obtener el factor de corrección se utilizó la tabla de los factores de multiplicación, los datos necesarios para obtenerlo son: porcentaje de reflectancia efectiva de la cavidad de cielo (P_{cc}), porcentaje de reflectancia de paredes (P_p) y la relación de cavidad de ambiente (RCA).

$$X = 1,0444$$

Obteniendo el valor de X se utiliza la siguiente fórmula para hallar el factor de corrección (K^*):

$$K^* = K * x$$

Donde:

K= factor de utilización

X= factor de multiplicación

Sustituyendo los datos obtenidos en el paso 6 y el factor de x obtenido se tiene:

$$K^* = 0,9032 * 1,0444$$

$$K^* = 0,9433$$

- Flujo lumínico total

Para el flujo lumínico total que hay que proporcionar se necesitan los datos de E que es la iluminancia en luz, S la superficie en metros

cuadrados, K el coeficiente de utilización y K' el factor de mantenimiento, los datos se tomaron de los pasos 2, 3 y 6. Se utiliza la siguiente formula.

$$QT(\Phi) = \frac{E * S}{K * K'}$$

Sustituyendo los datos se obtiene lo siguiente:

$$QT(\Phi) = \frac{300 * (91 * 18)}{0,9433 * 0,8}$$

$$QT(\Phi) = 651,171 \text{ lumenes}$$

- Espaciamiento máximo

Para calcular el espaciamiento máximo de lámparas, de acuerdo con el principio de uniformidad para determinar el número de lámparas requeridas.

$$EM = 1,25(Hca)$$

$$EM = 1,25(4,69 \text{ m})$$

$$EM = 5,863 \text{ m}$$

- Número total de luminarias

Calculado el espaciamiento máximo de lámparas, se debe determinar el número total de luminarias para el área de laminado y esponja compactada.

$$Largo = \frac{L}{EM}$$

$$Largo = \frac{91}{5,86}$$

$$Largo = 15,53$$

$$Ancho = \frac{W}{EM}$$

$$Ancho = \frac{18}{5,86}$$

$$Ancho = 3,07$$

$$TL = Largo * Ancho$$

$$TL = 48 \text{ luminarias}$$

- Flujo luminoso total por luminaria
Para determinar el flujo por lámpara se divide el flujo total entre el número de lámparas y se escogerán las bombillas o tubos adecuados para proporcionar ese flujo.

$$\frac{QT}{L} = \frac{QT}{TL}$$

$$\frac{QT}{L} = \frac{651,171}{48}$$

$$\frac{QT}{L} = 13566,06 \text{ lumenes/luminaria}$$

- Lámpara optima

Ya que en la tabla no existe una luminaria con los lúmenes adecuados se investigaron los tipos de luminaria, en la siguiente figura se muestra los tipos de luminarias investigadas.

Figura 39. Tipos de luminarias

Tipo de fuente	Potencia W	Flujo Luminoso lm	Eficacia luminosa lm/W
Vela de cera		10	
Lámpara incandescente	40	430	10,75
	100	1.300	13,80
	300	5.000	16,67
Lámpara Fluorecente compacta	7	400	57,10
	9	600	66,70
Lámpara Fluorecente tubular	20	1.030	51,50
	40	2.600	65,00
	65	4.100	63,00
Lámpara vapor de Mercurio	250	13.500	54,00
	400	23.000	57,50
	700	42.000	60,00
Lámpara Mercurio Halogenado	250	18.000	72,00
	400	24.000	67,00
	100	80.000	80,00
Lámpara vapor de Sodio alta presión	250	25.000	100,00
	400	47.000	118,00
	1.000	120.000	120,00
Lámpara vapor de Sodio baja presión	55	8.000	145,00
	135	22.500	167,00
	180	33.000	180,00

Fuente: *Luminotecnia*. Google http://www.lanin.com/Info_tecnica/pres_3.htm. Consulta: 28 de agosto de 2016.

Como se puede observar según la demanda de lúmenes por luminaria se determinaron 2 tipos de luminarias:

- Lámpara de vapor de mercurio de 250 W
- Lámpara de mercurio halogenado de 250W

Con base en la tabla, se determinó que la mejor opción sería la lámpara de mercurio halogenado porque consume más lúmenes por *watt*, la lámpara de

mercurio halogenado consume 72 lúmenes por *watt*, en cambio la lámpara de vapor de mercurio consume solamente 54 lúmenes por *watt*. Actualmente, en la empresa hay instaladas 20 lámparas de mercurio halogenado (10 a lo largo y 2 filas de ancho), como se puede observar es la mitad de las luminarias que deberían estar instaladas pero la bombilla es de 400 *Watts*, duplicando los *watts* necesarios por cada lámpara cubriendo la demanda de lúmenes determinada para el área. Los lúmenes necesarios mediante el análisis de cavidad zonal y la lámpara adecuada son los que están instalados.

3.4. Plan de ahorro propuesto

Con base en los lúmenes calculados y la lámpara instalada actualmente se investigará una mejor propuesta para reducir el consumo de energía eléctrica mensual, para esto se realiza un plan de ahorro realizando lo siguiente:

- Análisis del consumo de energía eléctrica del sistema de extracción en el área de compactado de esponja:

Para determinar el plan de ahorro propuesto se procedió a investigar los datos técnicos del sistema actual de extracción en el área de esponja, los datos técnicos del sistema se detallan en la siguiente tabla:

Tabla XXIX. **Datos técnicos del sistema de extracción actual en el área de compactado de esponja**

Características	DESCRIPCIÓN
Tipo de extractor	Axial
Cantidad	1
Potencia (Kw)	0,5
Corriente Eléctrica (A)	2,0
Revoluciones por minuto (Rpm)	1730
Caudal de descarga libre (C.F.M)	240
	408 M3/H
Nivel sonoro Db(A)*	65
Peso aproximado (Kg)	15/22
Horas promedio consumo de energía eléctrica al día	8 horas

Fuente: elaboración propia, SUNKIST, CHEMICAL MACHINERY LTD.

Para el cálculo del consumo de energía eléctrica mensual del sistema de extracción del área de compactado de esponja se utilizó la siguiente ecuación de consumo energético.

$$CE = \frac{CC * P * h * d}{1000}$$

Donde:

CE= consumo de energía eléctrica mensual (KW*h)

CC= cantidad de consumidores de energía eléctrica instalados

P= potencia eléctrica (W)

h= número de horas al mes de uso de energía eléctrica

1000= conversión de W a KW

Para el cálculo del consumo de energía eléctrica del sistema de extracción se utiliza el promedio de 45 horas semanales, siendo 22 días hábiles. Sustituyendo los datos la ecuación EEE queda de la siguiente manera.

$$CE = \frac{1 * 500W * 180 h/mes}{1000}$$

$$CE = 90 KW/h$$

El resultado calculado muestra la cantidad de kilowatts por hora consumidos en un mes, el consumo de energía eléctrica es de 90 KW*h.

- Análisis de consumo de energía eléctrica en el área de laminado y compactado de esponja:

Para el análisis del consumo de energía eléctrica para el área de laminado y compactado de esponja se realizó el siguiente procedimiento:

Tabla XXX. **Luminarias instaladas en el área de laminado y compactado de esponja**

Tipo de luminaria	Potencia eléctrica por luminaria (w)	Cantidad	Horas de consumo al día
Halógena de mercurio	400	20	8

Fuente: elaboración propia.

El consumo de energía eléctrica mensual actual de las luminarias en el área de laminado y compactado de esponja, se calculó con la misma ecuación

utilizada para el sistema de extracción. Utilizando los datos para las lámparas halógenas de mercurio da como resultado 1 440 KW/h.

- Propuesta de ahorro de energía en el área de laminado y compactado de esponja:

Para realizar la propuesta de ahorro de energía fueron necesarios realizar los cálculos anteriores e investigar una mejor opción de sistema de extracción de gases y cambiar el tipo de luminarias para reducir los kilowatt hora consumidos al mes. Como propuesta se estableció la instalación de un extractor centrífugo, dado que actualmente existe un extractor axial que no abastece la succión de los gases emanados. Las características técnicas se presentan en la tabla XXXIV.

Los extractores centrífugos son máquinas rotativas, robustas y versátiles que mueven el aire de diversos gases en varias aplicaciones industriales, estos son instalados, generalmente, en el techo y son recomendadas para campanas industriales. Los extractores centrífugos se fabrican de diversas posiciones del lado conveniente por expulsar. Es necesario que los extractores contengan equipo con motor antiexplosivo y la turbina sea de aluminio ya que la turbina, si no es de aluminio, puede rozar el caracol, producir una chispa y generar una explosión. Si el motor es antiexplosivo el motor no tiene contacto con lo que se está extrayendo, pero la turbina sí.

Tabla XXXI. **Datos técnicos del sistema de extractor propuesto para el área de laminado y compactado de esponja**

Tipo de extractor	Centrifugo	Cantidad	1
Voltaje	220 V	Corriente eléctrica	1,8 A
Caudal de descarga libre (C.F.M y m3/h)	890 1,512	Peso aproximado (Kg)	16
Nivel sonoro db(A)*	65	Horas promedio de consumo de energía eléctrica al día	8

Fuente: elaboración propia.

Para determinar la potencia eléctrica del sistema de extracción de gases propuesto se utilizó la siguiente ecuación:

$$P = V * I$$

Donde:

P= potencia eléctrica (W)

V= Voltaje de funcionamiento (V)

I= Corriente eléctrica (A)

$$P = (220 V) * (1,8 A)$$

$$P = 396 W.$$

- Cálculo del consumo de energía eléctrica del sistema de extracción propuesto

Se utiliza la ecuación anterior para obtener el consumo de energía eléctrica mensual y se obtuvo 71.28 KW*h. El resultado obtenido muestra que con un mes de utilización del sistema de extracción propuesto en el área de

compactado de esponja el consumo eléctrico es de 71,28 KW*h. En la tabla XXXII se describe el costo de adquirir un extractor centrífugo en el techo del área de compactado de esponja.

Tabla XXXII. Costo de adquisición para un extractor centrífugo

No.	Descripción del equipo	Precio (Q)
1	Aero extractor centrifugo CBI modelo CBI-064/XP de 0.25 HP. Trifásico. 60 Hz	11 787,60
1	Servicio de instalación del equipo cotizado	4 895,5
Costo total de la cotización		16 683,10

Fuente: elaboración propia.

Como parte de la propuesta de ahorro de energía se plantea el cambio de las luminarias de mercurio halogenado instalada actualmente de 400 W en el área de compactado de esponja por bombillas LED de 54W.

Tabla XXXIII. Propuesta de luminarias a instalar en el área de compactado de esponja

Tipo de luminaria	Cantidad	Potencia eléctrica por cada luminaria (W)	Horas promedio de consumo de energía eléctrica al día
Bombilla LED	20	54	8

Fuente: elaboración propia.

El tipo de luminaria escogido fue la bombilla led porque se consigue un mayor ahorro energético consumible en *Watts*, es un recurso más ecológico ya que no contiene mercurio que es toxico para el planeta y su proceso de reciclado es más sencillo, reduce las emisiones de CO2, no emiten radiaciones nocivas. Las bombillas tienen un encendido inmediato, en cambio, las bombillas de mercurio halogenado tardan aproximadamente 10 minutos y, generalmente,

las bombillas led tienen una vida útil de 50 000 horas ahorrando en gasto de comprar bombillas constantemente.

Tabla XXXIV. Costo de adquisición para lámparas led en el área de compactado de esponja

No.	Descripción de luminaria	Precio unitario (Q)	Precio total (Q)
20	Bombillas LED 54W	827	16,540
Costo total de la cotización			16,540

Fuente: elaboración propia.

El consumo mensual de energía eléctrica de la propuesta para el ahorro de energía del área de compactado de esponja se calcula con la misma ecuación utilizada en el sistema de extracción y las luminarias de mercurio halogenado. Tomando en cuenta los datos de la tabla XXXI para las bombillas LED y la tabla XXXIII para el extractor a instalar.

El consumo de energía de la propuesta es 71,28 KW*h para el sistema de extracción y 194,4 KW*h para las bombillas led.

- Beneficios económicos de la propuesta de ahorro de energía en el área de compactado de esponja.

El beneficio de la propuesta es la disminución del consumo de energía eléctrica en el área de compactado de esponja, esto se logra instalando un extractor de aire centrífugo en el techo para la extracción de gases y el cambio del tipo de luminaria de mercurio halogenado de 400W a bombillas led de 54W.

Tabla XXXV. **Consumo actual de energía eléctrica para el área de compactado de esponja**

Descripción	Consumo de energía eléctrica (KW/h)	
	Mensual	Anual
Luminarias de Mercurio Halogenado	1 440	17 280
Extractor axial	90	1 080
Total	1 530	18 360

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. **Consumo de energía eléctrica al implementar la propuesta.**

Descripción	Consumo de energía eléctrica (KW/h)	
	Mensual	Anual
Bombillas tipo led	194,4	2 332,8
Extractor centrífugo	71,28	855,36
Total	265,68	3 188,16

Fuente: elaboración propia.

El beneficio energético de la propuesta en el área de compactado de esponja se reduce el consumo de energía eléctrica en 3188.16 KW/h siendo un 17.37% de lo que se consume actualmente.

El precio de servicio de energía eléctrica es de Q1,13 por KW/h de consumo. Para obtener costos del consumo actual contra el propuesto se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$BE = CA - CP$$

Donde:

BE= Beneficio económico de la propuesta de ahorro de energía (Q)

CA= Costo actual del consumo de energía eléctrica (Q)

CP= Costo estimado del consumo de energía propuesta (Q)

$$BE = Q 20\,746,8 - Q 3\,602,62$$

$$BE = Q 17\,144,18$$

- Inversión económica de la propuesta de ahorro en el área de compactado de esponja

La inversión total para la propuesta de ahorro es la suma de las cotizaciones realizadas, Entonces:

$$\text{Inversión económica propuesta} = Q 16\,683,10 + Q 16\,540$$

$$\text{Inversión económica propuesta} = Q 33\,223,10$$

- Tiempo estimado de recuperación de la inversión económica de la propuesta de ahorro de energía

$$PRI = \frac{\text{Inversión económica de la propuesta}}{BE}$$

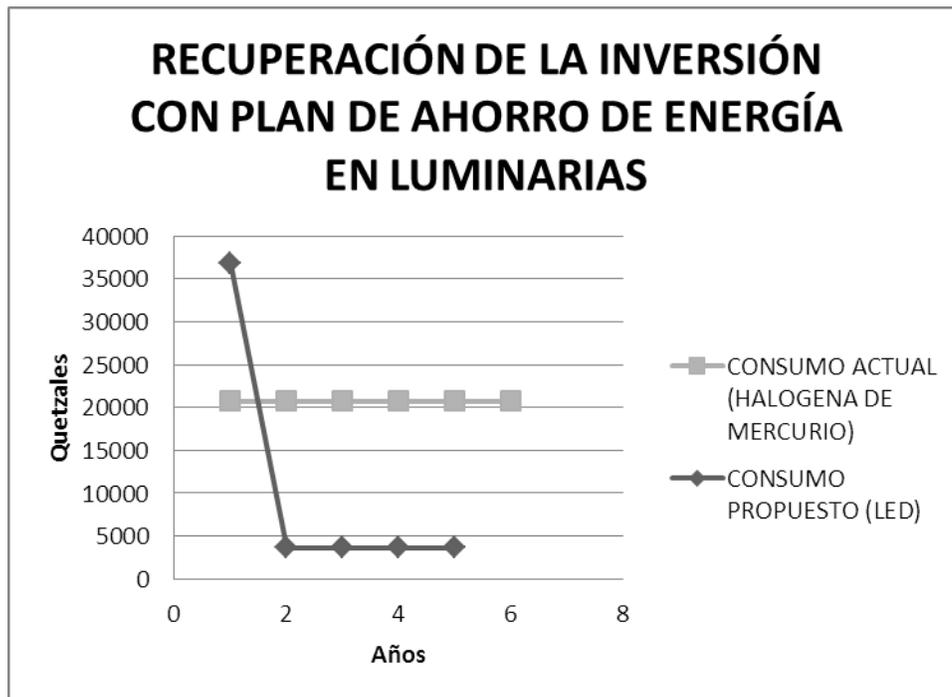
$$PRI = \frac{Q 33\,223,10}{Q 17\,144,18}$$

$$PRI = 1,94 \text{ años}$$

El tiempo estimado para recuperar la inversión es de un año con 11 meses, tomando solamente en cuenta el beneficio que se obtiene al ahorrar el consumo

actual de energía eléctrica. Para demostrar gráficamente el periodo de recuperación de la inversión se realiza la siguiente gráfica.

Figura 40. **Gráfica de tiempo estimado de recuperación de la inversión económica de la propuesta de ahorro de energía**



Fuente: elaboración propia.

En la siguiente figura se muestra una gráfica donde se proyecta el consumo actual de energía anual en quetzales (color gris claro). Así mismo, se muestra la inversión propuesta más el consumo que se tendría anualmente en quetzales (color gris oscuro), el punto de intersección entre los dos consumos de energía indica el tiempo en que se recuperará la inversión económica, esta se logra en un año con once meses.

4. FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN

4.1. Diagnóstico de necesidades de capacitación

Para obtener un diagnóstico del área de compactado de esponja y determinar si es necesaria una capacitación y el tema por impartir, se realizó el siguiente formato de entrevista detallada en la siguiente figura.

Figura 41. **Entrevista oral realizada**

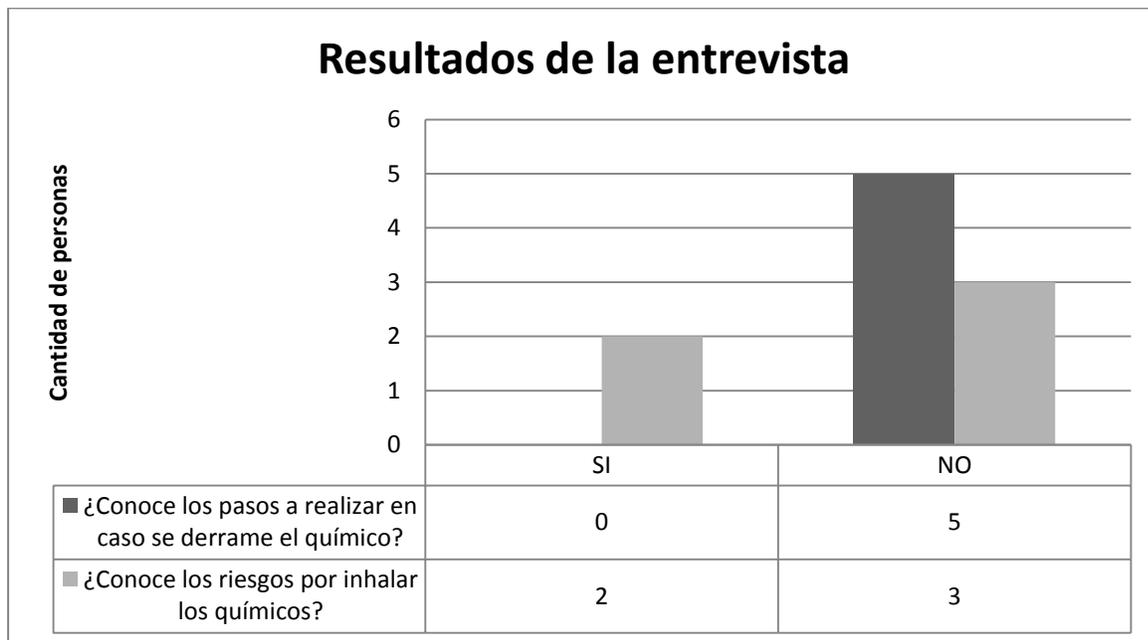
PREGUNTAS ORALES REALIZADAS	
1. ¿Conoce los pasos a realizar en caso se derrame el químico?	
✓	Si
✓	No
2. ¿Cuáles son las áreas en compactado que tienen problema?	
3. ¿Por qué no utiliza el equipo en todo momento?	
4. ¿Qué cree que podría mejorarse en el área?	
5. ¿Cuál es la frecuencia de mantenimiento?	
6. ¿Conoce los riesgos por inhalar los químicos?	
✓	Si
✓	No
7. ¿Qué medicamentos o vitaminas consume para no enfermarse?	

Fuente: elaboración propia.

Con las respuestas cerradas se obtuvo que de los 5 trabajadores entrevistados no sabían acerca de los pasos por realizar en caso de derrame y de los 5 trabajadores entrevistados 2 personas sabían los riesgos por inhalar los químicos. Por ello, se realizó una gráfica representando los resultados y

realizar un plan de capacitación con una propuesta de tema. La siguiente figura representa los resultados de la entrevista.

Figura 42. **Gráfica de resultados de la entrevista**



Fuente: elaboración propia.

Se puede observar en la gráfica que la mayoría desconoce el procedimiento en caso de derramar los químicos. También desconocen los riesgos que causan la inhalación de los químicos. Por esta razón, se realizará un plan de capacitación donde se aborde la Seguridad en el manejo de los químicos y la importancia de utilizar el equipo de protección personal. Por medio de las preguntas se identificó la necesidad de brindar capacitaciones dado que en la empresa se trabaja con químicos altamente tóxicos y nocivos para la fabricación de la esponja y esponja compactada en el proceso de producción de colchones. Es necesario que los trabajadores conozcan los riesgos y daños que pueden ocasionar en su salud si no portan su equipo

cuando trabajen con los químicos. Si se conocen los riesgos al entrar en contacto o inhalar los químicos, se esperaría la colaboración de los trabajadores cumpliendo con las normas de seguridad y utilizando el equipo de protección personal.

Las capacitaciones tienen como finalidad dar a conocer la importancia del manejo cuidadoso de químicos para evitar daños a la salud de los trabajadores. Además, se enfatizará en el uso de equipo de protección personal adecuado para aumentar el rendimiento en el trabajo. Las capacitaciones se realizaron a partir de una planificación que incluyó la temática seleccionada.

4.2. Plan de capacitación

En el plan de capacitación se detallaron las actividades de instrucción y aprendizaje para cumplir los objetivos establecidos en beneficio de los trabajadores de espumado y esponja compactada, también se desarrollaron los elementos necesarios para cumplir el mismo.

La capacitación se programó para facilitar conocimientos acerca de la seguridad en el manejo de químicos y la importancia de utilizar el equipo de protección personal adecuado. La capacitación beneficia a la empresa y a los trabajadores que laboran en el área de espumado y compactado de esponja.

La capacitación consistió en una presentación teórica-demostrativa sobre la seguridad que se debe aplicar en el manejo de químicos y el equipo de protección personal que se debe utilizar. Esta actividad se programó para el día viernes 05 de agosto de 2016 en horario de 8:00 a 11:00. Para realizar dicha capacitación se realizó el siguiente formato.

Tabla XXXVII. **Formato de plan de capacitación**

Nombre del programa: Capacitación al personal	Duración: 3 horas.
Objetivo General	Brindar a los trabajadores del área de espumado y compactado los conocimientos necesarios en la seguridad del manejo de los químicos e importancia del uso de equipo de protección personal.
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none"> • Concientizar al trabajador de los riesgos en la salud que pueden ocasionar el contacto directo con los químicos manejados en la empresa. • Describir cuáles son los riesgos que se pueden presentar al realizar un mal manejo de químicos para los trabajadores. • Aplicar los conocimientos brindados sobre la importancia del uso de equipo de protección personal con los trabajadores.
Contenido temático	<ul style="list-style-type: none"> • Seguridad en el manejo de químicos (Polyol, T.D.I. y T9) <ul style="list-style-type: none"> ○ Riesgos ○ Procedimiento al tener contacto ○ Medios de extinción • Importancia de utilizar el equipo de protección personal adecuado
Dirigido a:	Personal de espumado, mecánicos del área de esponja y personal de compactado de esponja
Actividades de instrucción:	Interrogativa, expositiva y demostrativa.
Recursos:	Humano y materiales
Evaluación:	Formativa
Bibliografía:	<ul style="list-style-type: none"> • Ficha de datos de seguridad, Covestro, ARCOL POLYOL F-3040. • Fichas Internacionales de Seguridad Química 2,6-DIISOCIANATO DE TOLUENO ICSC:1301, noviembre de 1998. • APEX, <i>Material Safety Data Sheet</i>, APSURF-T9, TRIDECYL ALCOHOL POE9.

Fuente: elaboración propia.

4.2.1. Recursos para la capacitación

Para realizar la capacitación se enlistaron los recursos necesarios, tanto recurso humano como materiales necesarios para la misma y se detalla en la siguiente tabla:

Tabla XXXVIII. Recursos a utilizar para la capacitación

Recurso			
Humano	Area	Puesto	Cantidad
	Espumado	Operario	1
		Operario	1
		Operario	1
	Compactado	Operario	2
	Mantenimiento	Mecánicos Del Área De Esponja	2
	Total		
Materiales	Descripción		Cantidad
	Salón para capacitaciones		1
	Computadora		1
	Cañonera		1
	Sillas		10
	Mesas		1
	Pizarrón		1
	Marcadores para pizarrón		2
	Hoja de asistencia		1
	Hojas de evaluación		10
	Lapiceros		10
	Chalecos de seguridad		2
	Guantes para químicos		1
	Cascos de seguridad		2
	Mascara <i>full face</i>		1
	Respirador para vapores orgánicos		1
	Cinturón lumbar		1

Fuente: elaboración propia.

4.2.2. Contenido de las capacitaciones

Para el contenido de las capacitaciones se investigaron los riesgos, qué se debe hacer en caso de tener contacto con el químico, los medios de extinción, el equipo de protección personal a utilizar y las indicaciones en caso de derrame.

Los tres químicos principales que se utilizan para la fabricación de colchones son: Polyol, TDI y T9. El contenido es el siguiente:

- **POLYOL⁹:**

Riesgos

Puede causar irritación en ojos, piel y tracto respiratorio.

Procedimiento en caso de tener contacto con polyol

Si se derrama sobre usted, por accidente, debe quitarse la ropa contaminada. Es importante lavar la ropa antes de reutilizarla. Si lo inhala debe respirar aire fresco y colocarse en reposo. Si se dificulta la respiración suministrar oxígeno. Si se tiene contacto en la piel debe lavar abundantemente con agua y jabón. Si se tiene contacto con los ojos se debe lavar los ojos con los párpados abiertos con agua tibia abundantemente durante 15 minutos y si se ingiere, se debe lavar la boca y beber abundante agua, no se debe provocar el vómito.

⁹ Hoja de seguridad (Anexo 8, 9 y 10)

Medios de extinción

Se puede extinguir en caso de incendio con agua pulverizada, extintor de producto químico en polvo, dióxido de carbono o espuma y rocío de agua para incendios grandes.

En caso de fuego el equipo de protección adecuado debe ser un traje completo de bombero y equipo de respiración de auto contenido.

Equipo de protección personal

Para las vías respiratorias se debe utilizar un respirador para vapores orgánicos y partículas. Para los ojos y rostro es mejor utilizar una pantalla facial o lentes de protección (goggles) herméticos. Para proteger las manos se debe usar guantes de protección resistentes a productos químicos (guantes resistentes a la permeación, de caucho de butilo, caucho de nitrilo, neopreno).

Si se derrama el químico en el equipo se debe lavar inmediatamente. Lavarse manos y cara antes de comer, beber o utilizar productos de tabaco.

Indicaciones en caso de derrame

Se debe evitar caminar sobre el área ya que hay peligro extremo de resbalones, se debe utilizar el equipo de protección personal adecuado, reunir todos los residuos en contenedores adecuados para su posterior eliminación.

- **T9¹⁰:**

Riesgos

Los riesgos más comunes son irritación de ojos. Se debe evitar el contacto con la piel, ojos y ropa y también puede causar una enfermedad hepática y renal. En la piel puede causar enrojecimiento, irritación y descamación de la piel (dermatitis), en los ojos causa inflamación de la córnea y si se inhala irrita las vías respiratorias y provoca dolor de cabeza. Si se ingiere puede causar irritación gastrointestinal, náuseas, vómitos y diarrea.

Procedimiento en caso de tener contacto con t9

Si la persona lo inhala se le debe llevar al aire libre, si la respiración es irregular o se dificulta llevar inmediatamente al médico. En caso de tener contacto con la piel se debe quitar la ropa y lavarse con abundante agua y jabón. Si se tiene contacto en los ojos enjuagar con abundante agua y consultar a un médico. En caso de ingerir se debe llamar a un médico inmediatamente, no se debe provocar el vómito solamente si lo indica un médico.

Medios de extinción

Para la extinción del T9 se debe utilizar espuma, polvo seco, agua pulverizada y dióxido de carbono (CO₂).

Para extinguir se debe portar un aparato de respiración autónomo y traje de protección. Se deben mantener los envases y los alrededores fríos con el

¹⁰ Hoja de seguridad (Anexo 8, 9 y 10)

pulverizador de agua. No se debe utilizar una corriente de agua porque puede extender el incendio.

Equipo de protección personal:

El equipo de protección personal para las vías respiratorias debe ser un respirador de vapor orgánico purificador de aire, equipo de respiración autónoma o de suministro de aire. Para los ojos debe usar careta facial o gafas para productos químicos. En la piel y cuerpo debe utilizarse traje completo de protección, botas para químicos y guantes para químicos.

Indicaciones en caso de derrame:

- Evitar respirar los vapores, ventile el área.
 - Limpiar el área con material absorbente y colocar en un recipiente cerrado para su eliminación.
- Diisocianato de tolueno (t.d.i):

Riesgos

Este es un químico carcinógeno y puede causar toxicidad por inhalación y a los órganos, también causa irritación de la piel, alergias, sensibilización de vías respiratorias provocando alergia, asma o dificultades respiratorias.

Procedimiento en caso de tener contacto con T.D.I

Si se tiene contacto en la piel deberá quitarse la ropa y eliminarlas, lavar con un limpiador a base de glicol de polietileno o abundante agua tibia y jabón.

Si se inhala se debe llevar al exterior y mantener a la persona en reposo en una posición confortable para respirar. Si se dificulta se debe llevar a un médico y suministrar oxígeno. Si se tiene contacto en los ojos enjuagar con agua tibia al menos 10 minutos y consultar un oftalmólogo. En caso de ingerir no se debe provocar el vómito y se debe llevar a un médico.

Medios de extinción

Para la extinción del T.D.I. se debe eliminar con dióxido de carbono (CO₂), espuma, polvo de extinción. Si es un incendio grande se debe utilizar un pulverizador de agua. No se debe utilizar un chorro de agua de gran volumen.

Para extinguir el fuego debe enfriarse con agua los recipientes y retirar de la zona de peligro. Se debe llevar traje de protección hermético y un equipo respiratorio con suministro de aire independiente

Equipo de protección personal

El equipo de protección para las vías respiratorias debe ser máscara con suministro de aire o máscara con filtro de carbón y partículas. Para los ojos se debe utilizar máscara facial o lentes para químicos. En las manos se debe usar guantes de protección (caucho de butilo, caucho fluorado). Los guantes contaminados deben eliminarse.

Indicaciones en caso de derrame

Se debe retirar el químico y cubrir el resto con material húmedo, absorbente (aserrín, productos a base de hidrato de silicato de calcio, arena).

También se debe mantener la humedad en un área ventilada segura para varios días.

4.2.3. Planificación de actividades

La siguiente figura presenta las actividades en el tiempo que se autorizó para desarrollarse la capacitación en la empresa Diveco, S.A.

Figura 43. **Cronograma de actividades para capacitación en Diveco, S.A.**

Nombre de tarea	Duración	Inicio	08:00 a.m.	09:00 a.m.	10:00 a.m.	11:00 a.m.
1 Fase interrogativa acerca del tema de capacitación	15 mins	05/08/2016	■			
2 Presentación teórica importancia en el manejo de los químicos	45 mins	05/08/2016	■	■		
3 Aclaración de dudas de presentación	15 mins	05/08/2016		■		
4 Presentación teórica uso de equipo de protección personal adecuado	45 mins	05/08/2016		■	■	
5 Aclaración de dudas de presentación	15 mins	05/08/2016			■	
6 Evaluación	25 mins	05/08/2016			■	■
7 Refacción	20 mins	05/08/2016				■

Fuente: elaboración propia, empleando programa de Microsoft Excel versión 2010.

4.2.4. Metodología

Las metodologías para las capacitaciones que se utilizaron son las siguientes:

- Técnica interrogativa: En la capacitación se formularon preguntas antes de la actividad y después de ella, para adquirir información y opiniones de lo que conocen y lo que se aprendió después de brindar la capacitación.

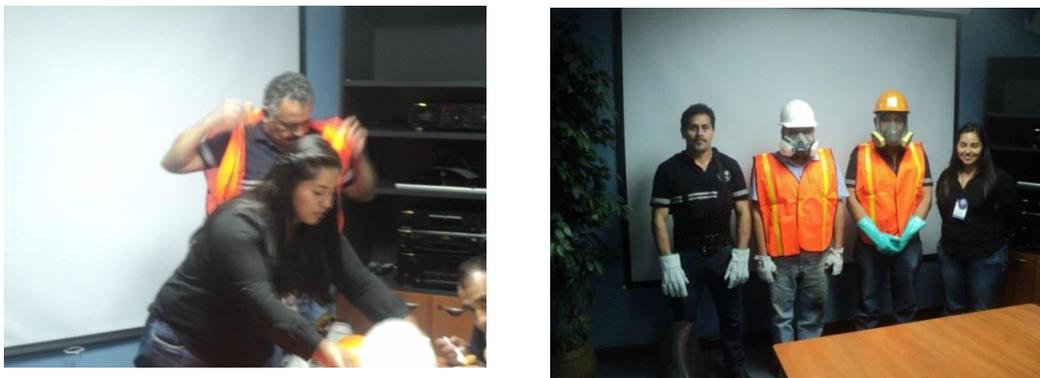
- Técnica expositiva: Se aplicó al brindar información acerca de la seguridad en el manejo de químicos utilizados en la empresa para la fabricación de esponja y esponja compactada, así como también la importancia de utilizar el equipo de protección personal.
- Técnica demostrativa: Se les enseñó el correcto uso del equipo de protección personal y se realizó una evaluación a los trabajadores capacitados para determinar los conocimientos adquiridos a través de la capacitación y demostración.

4.2.5. Formato de evaluación

El formato de evaluación utilizado se encuentra en el Apéndice 13, donde se redactaron 5 preguntas con respuestas múltiples para responder después de la capacitación.

4.3. Resultados de la capacitación

Figura 44. **Demostración de utilización correcta de equipo de protección personal**



Fuente: Sala de capacitación, planta de producción, Diveco, S.A.

Los resultados de la capacitación se interpretaron por medio de la evaluación que se dio al terminar la misma. En ella, se detallaron cinco preguntas de las cuales se observan en el apéndice 13. Para medir los resultados de la capacitación y determinar si se cumplieron los objetivos se tabularon los resultados de las preguntas y se observa en la siguiente tabla:

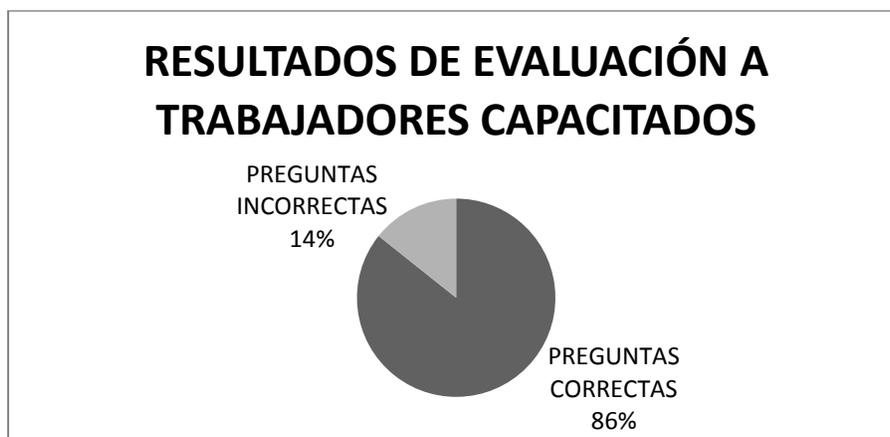
Tabla XXXIX. **Resultados tabulados de las respuestas de la evaluación**

Pregunta	Respuesta correcta	A	B	C	D
Pregunta 1	D	1	0	0	6
Pregunta 2	B	1	6	0	0
Pregunta 3	C	0	1	6	0
Pregunta 4	B	1	6	0	0
Pregunta 5	A	6	0	0	1

Fuente: elaboración propia.

Según los resultados tabulados se obtuvo la siguiente gráfica:

Figura 45. **Gráfica de resultados de evaluación**



Fuente: elaboración propia.

Según la figura 45, se puede observar que el porcentaje de comprensión de la capacitación impartida fue del 86%, por lo que se concientizó al trabajador en los riesgos que puede haber en la salud al trabajar en el manejo de químicos utilizados en la empresa. También se enlistaron los pasos que deben seguir si entran en contacto directo con los químicos. Finalmente, se aplicaron los conocimientos brindados sobre el equipo de protección personal para los trabajadores por medio de la demostración.

4.4. Costos de la propuesta

El costo incluye la cantidad de dinero que se invierte en cada aspecto, para la propuesta, después de realizar el plan de capacitación. El monto de inversión fue financiado por el estudiante del programa de EPS.

4.4.1. Presupuesto

Para determinar el presupuesto se estimaron los siguientes recursos humanos y materiales y se detalla en la siguiente tabla:

Tabla XL. **Presupuesto estimado para la capacitación.**

Descripción	Costo
Capacitador	Q 750,00
Hojas de asistencia/ evaluación	Q 5,00
Lapiceros	Q 25,00
Marcadores de pizarrón	Q 25,00
Refacción	Q 150,00
Total	Q 955,00

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Con base en el diagnóstico se encontró que el sistema de extracción de gases actual no es suficiente para eliminar los gases emanados cuando se miden, pesan, trasladan y vierten los químicos necesarios, por lo que se diseñó un sistema mejorado del extractor para extraer la mayor cantidad de gases generados al día y evitar que se dispersen en el área y afecte la salud de los trabajadores.
2. Para identificar los problemas se observó el proceso de producción e identificó un problema en la falta de un chorro para el agua necesaria en el proceso. Fue necesario rediseñar el área de moldes móviles para reducir tiempos y, por último, se investigó un nuevo motor para el molino de esponja para incrementar la potencia y el tiempo de molido se reduzca de 52,97 minutos a 25 minutos, esto permite que el rendimiento y la productividad aumente.
3. Para disminuir los contaminantes se tomaron varios factores en cuenta. Como los químicos se encontraban a 9 metros a la izquierda del cilindro mezclador, se propuso movilizar los químicos al área del mezclador para evitar que se dispersen en el ambiente. Al estar en el área del mezclador, el sistema de extracción de gases propuesto elimina los gases al pesar, mezclar y verter los químicos.
4. La propuesta para aumentar el rendimiento del área de compactado de esponja surgió del análisis al proceso. Para ello, se realizaron diagramas del proceso de producción, ya que la empresa no contaba con ellos y se

determinó que, para aumentar el rendimiento del proceso se debe aumentar la potencia del motor del molino de esponja. Actualmente, el rendimiento es de 71,43%. Al poner en práctica la propuesta de mejoras, se logra incrementar a 92,83%, de tal manera que la diferencia de ambos cálculos es de 21,43%.

5. Para la productividad se tomó en cuenta la cantidad de bloques producidos por día y la cantidad de horas trabajadas. La productividad actual es de 1,25 bloques de compactado/ hora, mientras que si ejecutan las mejoras se estimó que son 1,63 bloques de compactado/ hora, por lo que se logra mejorar el cumplimiento de la meta por área.
6. Se determinó que si se implementan las mejoras propuestas se estima un tiempo de recuperación de la inversión económica de la propuesta de 5,97 años, sin tomar en cuenta los ingresos obtenidos destinados al área. Puede reducirse el tiempo si se asignan parte de dichos ingresos.
7. Se logró implementar un plan de capacitación que incluye el diagnóstico de las necesidades de capacitación. El resultado, al finalizar la capacitación fue que el 86% comprendió la temática expuesta.

RECOMENDACIONES

1. Encerrar la estación de compactado de esponja, ya que los demás trabajadores están expuestos a los riesgos de tener contacto con los químicos utilizados en el proceso de compactado de esponja y, como ya se ha dado a conocer, es necesario utilizar permanentemente el equipo de protección adecuado.
2. Implementar el nuevo diseño del área de moldes móviles, es necesario que el trabajador que no esté moliendo, realice todo el proceso de preparación de moldes con la ayuda de los trabajadores que llegan a dejar el material de desperdicio a la jaula de material para evitar perder tiempo en lo que finaliza el trabajador encargado del molido.
3. Implementar el molino con la potencia de 60 HP ya que el tiempo de molino se reduciría en un 52,80%, aunque el tiempo de recuperación de la inversión sea largo, se puede acordar para que, parte de los ingresos generados sean destinados al proyecto y recuperar dicha inversión.
4. Dar mantenimiento continuo a los moldes móviles, ya que la esponja obstruye las ruedas y cuesta movilizarlas, aumentando así el tiempo de traslado de cada cajón.

BIBLIOGRAFÍA

1. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2ª ed. México: McGraw-Hill, 2005. 459 p.
2. GARCÍA FLORES, María Esther. *Diseño de circuito neumático y mejora a través de estandarización de tiempos y movimientos del proceso de producción en nueva planta de amueblados de salas DIVECO, S.A.* Trabajo de graduación de Ingeniería Mecánica Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2016. 219 p.
3. MORÁN MARROQUÍN, Miriam Adela. *Estudio de tiempos y movimientos para la reducción de costos e incremento de la eficiencia en una industria de camas*. Trabajo de graduación de Ingeniería Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 114 p.
4. NIEBEL & FREIVALDS, Benjamín & Andris. *Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo*. 12 ed. México: McGraw-Hill, 2005. 615 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Toma de tiempos de proceso de producción de compactado de esponja

HOJA DE TIEMPOS CRONOMETRADOS DE COMPACTADO DE ESPONJA 2016															
ÁREA: Compactado de esponja										FECHA: Junio-Septiembre					
ACTIVIDAD: Producción de bloques de compactado de esponja										DURACIÓN DE LA TOMA: 7:00-12:00					
OPERACIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PREPARACION DE QUIMICOS EN EL ÁREA DE MEZCLADOR	3.03	2.06	3.02	2.54	2.5	3.04	2.55	2.31	2.21	2.49	2.51	2.3	2.44	3.04	2.56
PREP. CAJONES MATRIMONIAL	2.195	2.2605	2.3252	2.153	2.289	2.3672	2.153	2.146	2.167	2.061	2.1222	2.19	2.175	2.182	2.198
PREP. CAJONES QUEEN	2.461	1.955	2.125	1.986	2.14	2.121	2.293	2.206	2.133	2.111	2.0372	2.087	2.093	2.137	2.2933
LLENADO IMPERIAL	3.02	3.38	2.90	3.14	3.25	2.97	3.07	3.24	3.20	3.30	3.26	3.02	3.15	3.31	3.24
LLENADO MÁTRI	3.26	3.60	3.86	3.64	3.44	3.44	3.51	3.66	3.63	3.61	3.48	3.59	3.51	3.71	3.45
LLENADO QUEEN	3.42	3.04	3.79	4.44	3.89	3.53	3.60	3.72	3.60	3.27	3.60	3.71	3.59	3.63	3.65
LLENADO KING	3.49	2.85	2.14	3.04	3.61	2.66	2.31	2.24	3.20	3.38	3.27	3.12	3.01	3.09	3.34

Fuente: elaboración propia, datos obtenidos en el área de compactado de esponja, empleando el programa Microsoft Excel versión 2010.

Apéndice 2. Toma de tiempos de proceso de producción de compactado de esponja (continuación)

HOJA DE TIEMPOS CRONOMETRADOS DE COMPACTADO DE ESPONJA 2016															
ÁREA: Compactado de esponja										FECHA: Junio-Septiembre					
ACTIVIDAD: Producción de bloques de compactado de esponja										DURACIÓN DE LA TOMA: 7:00-12:00					
OPERACIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
MEZCLADO DE QUIMICOS CON ESPONJA MOLIDA	3.97	5.43	6.45	5.99	6.36	4.42	3.05	5.90	5.50	6.36					
PREP. CAJONES IMPERIAL	1.48	1.44	1.66	1.54	1.48	1.56	1.56	1.66	1.55	1.55	1.50	1.53	1.54	1.55	1.54
PREP. CAJONES IMPERIAL	1.54	1.55	1.58	1.48	1.54										
PREP. CAJONES KING	1.83	1.78	1.75	1.71	1.72	1.80	1.79	1.94	1.78	1.74	1.72	1.78	1.74	1.76	1.67
PREP. CAJONES KING	1.75	1.78	1.96	1.70	1.76										
VERTIDO DE QUÍMICOS	1.19	57.46	54.80	1.07	59.23	59.56	1.02	55.18	1.10	50.33	43.29	1.05	49.50	57.11	58.10
VERTIDO DE QUÍMICOS	0.58.59	0.25.30	0.52.48	1.06	0.45.18	0.23.51	1.04	0.47.94	0.55.58	0.23.06	48.66	55.90	43.50	52.34	58.11

Fuente: elaboración propia, datos obtenidos en el área de compactado de esponja, empleando el programa Microsoft Excel versión 2010.

Apéndice 3. Toma de tiempos de proceso de producción de compactado de esponja (continuación)

HOJA DE TIEMPOS CRONOMETRADOS DE COMPACTADO DE ESPONJA 2016															
ÁREA: Compactado de esponja										FECHA: Junio-Septiembre					
ACTIVIDAD: Producción de bloques de compactado de esponja										DURACIÓN DE LA TOMA: 7:00-12:00					
OPERACIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
VERTIDO DE AGUA	9.91	7.24	12.97	11.03	11.72	11.34	11.4	9.75	11.28	8.28	9.12	8.2	13.33	11.4	13.45
VERTIDO DE AGUA	12.4	13.32	10.45	11.87	12.23	10.91	8.44	12.77	11.87	12.1	11.5	11.35	10.75	13.44	9.7
VERTIDO DE AGUA	10.33	9.26	12.56	11.27	10.24	11.1	11.03	10.7	11.2	9.4	8.91	8.3	10.29	11.21	11.66
VERTIDO DE AGUA	11.36	11.46	10.75	11.3	9.66	9.47	8.26	12.39	11.2	11.45	11.3	11.67	10.35	11.4	9.28
VERTIDO DE AGUA	10.23	8.4	11.57	11.3	11.62	11.2	10.35	10.65	11.1	9.4	10.23	9.25	11.35	10.45	8.45
VERTIDO DE AGUA	10.24	10.34	9.14	10.32	9.17	10.21	9.18	11.43	10.22	10.65	10.29	11.34	10.08	11.05	9.4
VERTIDO DE AGUA	10.1	8.33	11.45	10.55	10.43	10.24	10.44	9.88	10.28	9.33					

Fuente: elaboración propia, datos obtenidos en el área de compactado de esponja, empleando el programa Microsoft Excel versión 2010.

Apéndice 4. **Cálculo de tiempo promedio de los elementos establecidos en el área de compactado de esponja**

ELEMENTO	TIEMPO EN MIN, SEG	TIEMPO EN MIN
Preparación de químicos		
	3.18	3.3
	3.45	3.75
	3.05	3.08
	3.47	3.78
	3.09	3.15
	2.37	2.62
	3.23	3.38
	3.48	3.8
	3.4	3.67
	3.49	3.82
3.38	3.63	
T.C.	3.4527	
Medición de agua		
	1.26	1.43
	1.12	1.2
	1.14	1.23
	1.2	1.33
	1.24	1.4
	1.33	1.55
	1.39	1.65
	1.43	1.72
	1.35	1.58
	1.32	1.53
1.44	1.73	
1.26	1.43	
T.C.	1.4817	
Preparación de químicos en el área de blender		
	3.03	3.05
	3.02	3.03
	2.54	2.9
	2.5	2.83
	3.04	3.07
	2.55	2.92
	2.31	2.52
	2.21	2.35
	2.49	2.82
	2.51	2.85
	2.3	2.5
	2.44	2.73
3.04	3.07	
2.56	2.93	
T.C.	2.8264	

Continuación de apéndice 4.

Vertido de químicos	TIEMPO EN MIN, SEG	TIEMPO EN MIN
	58.59	0.9765
	52.48	0.8747
	1.06	1.06
	45.18	0.753
	1.04	1.04
	47.94	0.799
	55.58	0.9263
	48.66	0.811
	55.9	0.9317
	43.5	0.725
	52.34	0.8723
	58.11	0.9685
	57.46	0.9577
	54.8	0.9133
	1.07	1.07
	59.23	0.9872
	59.56	0.9927
	1.02	1.02
	55.18	0.9197
	1.1	1.1
	50.33	0.8388
	43.29	0.7215
1.05	1.05	
49.5	0.825	
57.11	0.9518	
58.1	0.9683	
T.C.	0.9252	
Mezclado de químicos con esponja molida	TIEMPO EN MIN, SEG	TIEMPO EN MIN
	3.58	3.9667
	5.26	5.4333
	6.27	6.4538
	5.6	5.99
	6.22	6.3578
	4.25	4.4178
	3.03	3.0463
	5.54	5.9047
	5.3	5.4965
	6.22	6.3605
	T.C.	5.3427

Continuación de apéndice 4.

Preparación de cajones	IMPERIAL	TIEMPO EN MIN		
		1.4843		
		1.4415		
		1.5382		
		1.4818		
		1.5625		
		1.5482		
		1.5313		
		1.5468		
		1.5403		
		1.536		
		1.5515		
		1.5842		
		1.4752		
		1.5445		
		T.C.	1.5262	
	MATRIMONIAL	TIEMPO EN MIN		
		2.1948		
		2.1533		
		2.2890		
		2.1532		
		2.1455		
		2.1673		
		2.0607		
		2.1222		
		2.1895		
		2.1745		
		2.1817		
		2.1980		
		2.1691		
		T.C.	2.1691	
		QUEEN	TIEMPO EN MIN	
			1.955	
	2.125			
	1.9862			
	2.1397			
	2.1207			
	2.1333			
	2.111			
	2.0372			
	2.0872			
	2.093			
	2.1367			
	T.C.		2.0841	
	KING		TIEMPO EN MIN	
			1.83	
			1.71	
		1.72		
		1.79		
		1.78		
		1.74		
		1.72		
		1.7848		
		1.739		
		1.7613		
		1.6655		
		1.747		
		1.7815		
		1.7038		
		1.755		
	T.C.	1.7485		

Continuación de apéndice 4.

	TIEMPO EN MIN, SEG	TIEMPO EN MIN
	0.9.91	0.1652
	0.12.97	0.2162
	0.11.03	0.1838
	0.11.72	0.1953
	0.11.34	0.1890
	0.11.40	0.1900
	0.09.75	0.1625
	0.11.28	0.1880
	9.12	0.1520
	13.33	0.2222
	11.4	0.1900
	13.45	0.2242
	12.4	0.2067
	13.32	0.2220
	10.45	0.1742
	11.87	0.1978
	12.23	0.2038
	10.91	0.1818
	8.44	0.1407
	12.77	0.2128
	11.87	0.1978
Vertido de agua	12.1	0.2017
	11.5	0.1917
	11.35	0.1892
	10.75	0.1792
	13.44	0.2240
	9.7	0.1617
	10.33	0.1722
	9.26	0.1543
	12.56	0.2093
	11.27	0.1878
	10.24	0.1707
	11.1	0.1850
	11.03	0.1838
	10.7	0.1783
	11.2	0.1867
	9.4	0.1567
	8.91	0.1485
	10.29	0.1715
	11.21	0.1868
	11.66	0.1943
	11.36	0.1893
	11.46	0.1910
	10.75	0.1792
	11.3	0.1883
	9.66	0.1610

Continuación de apéndice 4.

	9.47	0.1578
	12.39	0.2065
	11.2	0.1867
	11.45	0.1908
	11.3	0.1883
	11.67	0.1945
	10.35	0.1725
	11.4	0.1900
	9.28	0.1547
	10.23	0.1705
	11.57	0.1928
	11.3	0.1883
	11.62	0.1937
	11.2	0.1867
	10.35	0.1725
	10.65	0.1775
	11.1	0.1850
	9.4	0.1567
	10.23	0.1705
	9.25	0.1542
	11.35	0.1892
	10.45	0.1742
Vertido de agua	10.24	0.1707
	10.34	0.1723
	9.14	0.1523
	10.32	0.1720
	9.17	0.1528
	10.21	0.1702
	9.18	0.1530
	11.43	0.1905
	10.22	0.1703
	10.65	0.1775
	10.29	0.1715
	11.34	0.1890
	10.08	0.1680
	11.05	0.1842
	9.4	0.1567
	10.1	0.1683
	8.33	0.1388
	11.45	0.1908
	10.55	0.1758
	10.43	0.1738
	10.24	0.1707
	10.44	0.1740
	9.88	0.1647
	10.28	0.1713
	9.33	0.1555
	T.C.	0.1801

Continuación de apéndice 4.

LLENADO IMPERIAL	TIEMPO EN MIN	
	3.0223	
	2.9038	
	3.1448	
	3.248	
	2.9688	
	3.0722	
	3.2387	
	3.1972	
	3.2648	
	3.018	
	3.1472	
	3.3107	
	3.2387	
	T.C.	3.1366
LLENADO MATRIMONIAL	TIEMPO EN MIN	
	3.2637	
	3.5983	
	3.6445	
	3.443	
	3.5123	
	3.6643	
	3.6275	
	3.611	
	3.4828	
	3.5897	
	3.5147	
	3.7058	
	3.4503	
	T.C.	3.5468

Continuación de apéndice 4

LLENADO QUEEN	TIEMPO EN MIN	
	3.4177	
	3.0413	
	3.7903	
	3.526	
	3.6	
	3.7202	
	3.5967	
	3.273	
	3.5965	
	3.7095	
	3.585	
	3.6332	
	3.6547	
T.C.	3.5495	
LLENADO KING	TIEMPO EN MIN	
	3.4917	
	2.8515	
	3.0388	
	3.6117	
	2.6625	
	2.3057	
	3.1987	
	3.3828	
	3.2685	
	3.1168	
	3.0065	
	3.0873	
3.3443		
T.C.	3.1051	

Fuente: elaboración propia, datos obtenidos en el área de compactado de esponja, empleando el programa Microsoft Excel versión 2010.

Apéndice 5. Análisis de operaciones para el proceso de producción de bloque compactado de esponja en el área de compactado de esponja

Operación	¿Por qué es necesaria esta operación?	¿Por qué se realiza de esta manera?	¿Cómo puede mejorarse esta operación?	¿Quién puede realizar mejor esta operación?	¿Cuándo debe hacerse esta operación para minimizar el manejo de materiales?
TRASLADO DE QUIMICOS A CILINDRO MEZCLADOR	Es necesaria para verter la fórmula en el mezclador y poder compactar la esponja	Debido a que la campana se sitúa a 9 metros del mezclador y es necesario realizar el traslado.	Realizando un estudio e identificar si es factible realizar un nuevo diseño del área	Se puede realizar mejor si el coordinador de mantenimiento aprueba el diseño propuesto	Evitando transportes innecesarios y situar los químicos directamente en el mezclador
TRASLADO DE AGUA A CILINDRO MEZCLADOR	Se debe utilizar el agua para complementar la formula y compactar la esponja molida	Se realiza de esta manera ya que no se cuenta con un chorro de agua cercano	Cotizar la tubería necesaria para instalar un tubo directamente en el área del mezclador	Después de instalar la propuesta de tubería, los trabajadores pueden realizar el proceso de una manera efectiva	Se debe realizar en el momento del pesado de los químicos para verterlos juntos directamente al mezclador
TRASLADO DE TAPA DE MADERA DE CAJON 1 Y 2 A CILINDRO MEZCLADOR	La tapa de madera se utiliza para compactar uniformemente la esponja que ha sido vertida en el cajón	Para poder compactar uniformemente en el cajón y tome la forma del bloque de compactado	Reduciendo el tiempo de traslado con un nuevo diseño del área	Los trabajadores aplicando la propuesta pueden hacerlo de manera efectiva	En el momento de preparar el cajón para retirar el bloque compactado
TRASLADO DE CAJON 1 Y 2 A CILINDRO MEZCLADOR	Es necesario para poder llenar los cajones con la esponja molida	Para poder producir un nuevo bloque de compactado de esponja	Reduciendo el tiempo de traslado con un nuevo diseño del área	Los trabajadores aplicando la propuesta pueden hacerlo de manera efectiva	Después de retirar el bloque compactado
TRASLADO DE CAJON 1 Y 2 A ALMACENAJE	Para poder retirar el bloque de compactado de esponja producido anteriormente	Debido a que se debe esperar una hora en el proceso de presado y poder retirar el bloque despues	Reduciendo el tiempo de traslado con un nuevo diseño del área	Los trabajadores aplicando la propuesta pueden hacerlo de manera efectiva	Después del tiempo del proceso de presado

Fuente: elaboración propia, datos obtenidos en el área de compactado de esponja, empleando el programa Microsoft Word versión 2010.

Apéndice 6. Formato de evaluación efectuada a los colaboradores

	EVALUACIÓN DE CAPACITACIÓN IMPARTIDA AL PERSONAL ESPUMADO Y COMPACTADO DEL AREA DE ESPONJA.
	EPS ING INDUSTRIAL, AGOSTO 2016.

Nombre de capacitación		Firma	
Impartida por			

Instrucciones De los siguientes enunciados, subraye la opción que usted considere correcta, según los temas impartidos en la capacitación.
--

1. En caso de derramarse los químicos en la ropa ¿Qué se debe hacer?
 - a) Llamar al facilitador
 - b) Limpiarse con material absorbente
 - c) Ir a la ducha de emergencia
 - d) Quitarse la ropa contaminada
2. ¿Cuánto tiempo se debe de emplear al menos en enjuagarse los ojos en caso tenga contacto con químicos?
 - a) 2 minutos
 - b) 15 minutos
 - c) 25 minutos
 - d) 5 minutos
3. ¿Qué debe hacer en caso de ingerir el químico con que se esté trabajando?
 - a) Inducir el vomito
 - b) Llamar al facilitador
 - c) Lavarse la boca y beber abundante agua
 - d) No hacer nada
4. ¿Qué equipo de protección se debe utilizar para combatir un incendio?
 - e) Guantes, traje, lentes
 - f) Traje de protección y equipo respiratorio de suministro independiente
 - g) No utilizar ningún equipo
 - h) Llamar al facilitador
5. ¿Qué equipo de protección debe utilizarse en el área de manejos de químicos de esponja?
 - e) Vías respiratorias, ojos, manos
 - f) Ojos, vías respiratorias
 - g) Manos, ojos
 - h) Vías respiratorias y piel

Fuente: elaboración propia, empleando el programa Microsoft Word versión 2010.

ANEXOS

Anexo 1. **Definición del método de cavidad zonal**

El método de cavidad zonal consiste en encontrar un coeficiente de utilización, se considera el ambiente dividido en tres cavidades o espacios zonales: del cielo, del ambiente y del piso. Obteniendo las dimensiones del ambiente y las alturas de las cavidades zonales se determina las relaciones para encontrar las reflectancias efectivas.

Cada cavidad se trata en conjunto ya que tiene un efecto en cada una de las otras actividades para producir una iluminación uniforme. Las tres cavidades están definidas como:

Cavidad de techo (Hcc). Es la distancia medida desde el plano de las luminarias al techo, generalmente se utilizan en luminarias colgantes. Cuando las luminarias se colocan directamente en el techo o empotradas, esta distancia no se debe tomar en cuenta.

Cavidad de ambiente (Hca). Es la distancia entre el plano de trabajo donde se realiza la tarea y la parte inferior de la luminaria. El plano de trabajo se encuentra arriba del nivel del piso, siendo la distancia desde la luminaria al piso.

Cavidad de piso (Hcp). Es la distancia del piso a la parte superior del plano de trabajo o donde se realiza el trabajo. Si el trabajo se realiza directamente en el piso, no existe cavidad de piso.

La teoría de este método de cálculo de iluminación es que la luz producida por una lámpara sea reflejada en todas las superficies del área. Las reflexiones múltiples de la luz desde la luminaria y desde las superficies del local actúan para producir la luz en el plano de trabajo.

Fuente: Datos obtenidos del folleto de análisis de cavidad zonal, curso de Ingeniería de Plantas.

Anexo 2. Tabla de rangos de iluminación y selección de tipo de trabajo

Los trabajos se clasifican (de acuerdo a las normas IES) en:

DESCRIPCIÓN	RANGO
Montaje:	
Simple	D
Moderadamente difícil	E
Difícil	F
Muy difícil	G
Extra difícil	H

DESCRIPCIÓN	RANGO
Sala de Dibujo:	
Dibujo detallado	F
Esbozos	E

DESCRIPCIÓN	RANGO
Oficinas:	
Lecturas de reproducciones pobres	F
Lecturas y escrituras a tinta	D
Lectura impresiones de mucho contraste	D

DESCRIPCIÓN	RANGO
Talleres:	
Trabajo grueso	D
Trabajo medio	E
Trabajo fino	H

DESCRIPCIÓN	RANGO
Áreas de servicios:	
Escaleras, Corredores, Entradas, baños	C

Los rangos de Iluminancia en Lux se aplicaran en la forma siguiente:

A	20 - 30 - 50	Áreas públicas, y alrededores oscuros
B	50 - 75 - 100	Área de orientación, corta permanencia.
C	100 - 150 - 200	Área de orientación, corta permanencia.
D	200 - 300 - 500	Trabajo de gran contraste o tamaño.
		Lectura de originales y fotocopias buenas.
E	500 - 750 - 1000	Trabajo sencillo de inspección o de banco
		Trabajo de contraste medio o tamaño pequeño.
F	1000 - 1500 - 2000	Lecturas a lápiz, fotocopias pobres, trabajos moderadamente difíciles de montaje o banco.
		Trabajos de poco contraste o muy pequeños de tamaño, ensamble difícil, etc.
G	2000 - 3000 - 5000	Lo mismo durante periodos prolongados. Trabajos muy difíciles de ensamble, inspección o de banco.
H	5000 - 7500 - 10000	Trabajos muy exigentes y prolongados.
I	10000 - 15000 - 20000	Trabajos muy especiales, salas de cirugía.

Fuente: Datos obtenidos del folleto de análisis de cavidad zonal, curso de Ingeniería de Plantas.

Anexo 3. Tabla de reflectancia efectiva de cavidad de cielo PCC y de piso PCP

Reflectancia Piso o cielo	90				80				70			50			30				10		
	90	70	50	30	80	70	50	30	70	50	30	70	50	30	65	50	30	10	50	30	10
0	90	90	90	90	80	80	80	80	70	70	70	50	50	50	30	30	30	30	10	10	10
0.1	90	89	88	87	79	79	78	78	69	69	68	59	49	48	30	30	29	29	10	10	10
0.2	89	88	86	85	79	78	77	76	68	67	66	49	48	47	30	29	29	28	10	10	9
0.3	89	87	85	83	78	77	75	74	68	66	64	49	47	46	30	29	28	27	10	10	9
0.4	88	86	83	81	78	76	74	72	67	65	63	48	46	45	30	29	27	26	11	10	9
0.5	88	85	81	78	77	75	73	70	66	64	61	48	46	44	29	28	27	25	11	10	9
0.6	88	84	80	76	77	75	71	68	65	62	59	47	45	43	29	28	26	25	11	10	9
0.7	88	83	78	74	76	74	70	66	65	61	58	47	44	42	29	28	26	24	11	10	8
0.8	87	82	77	73	75	73	69	65	64	60	56	47	43	41	29	27	25	23	11	10	8
0.9	87	81	76	71	75	72	68	63	63	59	55	46	43	40	29	27	25	22	11	9	8
1.0	86	80	74	69	74	71	66	61	63	58	53	46	42	39	29	27	24	22	11	9	8
1.1	86	79	73	67	74	71	65	60	62	57	52	46	41	38	29	26	24	21	11	9	8
1.2	86	78	72	65	73	70	64	58	61	56	50	45	41	37	29	26	23	20	12	9	7
1.3	85	78	70	64	73	69	63	57	61	55	49	45	40	36	29	26	23	20	12	9	7
1.4	85	77	69	62	72	68	62	55	60	54	48	45	40	35	28	26	22	19	12	9	7
1.5	85	76	68	61	72	68	61	54	59	53	47	44	39	34	28	25	22	18	12	9	7
1.6	85	75	66	59	71	67	60	53	59	53	45	44	39	33	28	25	21	18	12	9	7
1.7	84	74	65	58	71	66	59	52	58	51	44	44	38	32	28	25	21	17	12	9	7
1.8	84	73	64	56	70	65	58	50	57	50	43	43	37	32	28	25	21	17	12	9	6
1.9	84	73	63	55	70	65	57	49	57	49	42	43	37	31	28	25	20	16	12	9	6
2.0	83	72	62	53	69	64	56	48	56	48	41	43	37	30	28	24	20	16	12	9	6
2.1	83	71	61	52	69	63	55	47	56	47	40	43	36	29	28	24	20	16	13	9	6
2.2	83	70	60	51	68	63	54	45	55	46	39	42	36	29	28	24	19	15	13	9	6
2.3	83	69	56	50	68	62	53	44	54	46	38	42	35	28	28	24	19	15	13	9	6
2.4	82	68	58	48	67	61	52	43	54	45	37	42	35	27	28	24	19	14	13	9	6
2.5	82	68	57	47	67	61	51	42	53	44	36	41	34	27	27	23	18	14	13	9	6
2.6	82	67	56	46	66	60	50	41	53	43	35	41	34	26	27	23	18	13	13	9	5
2.7	82	66	55	45	66	60	49	40	52	43	34	41	33	26	27	23	18	13	13	9	5
2.8	81	66	54	44	66	59	48	39	52	42	33	41	33	25	27	23	18	13	13	9	5
2.9	81	65	53	43	65	58	48	38	51	41	33	40	33	25	27	23	17	12	13	9	5
3.0	81	64	52	42	65	58	47	38	51	40	32	40	32	24	27	22	17	12	13	8	5
3.1	80	64	51	41	64	57	46	37	50	40	31	40	32	24	27	22	17	12	13	8	5
3.2	80	63	50	40	64	57	45	36	50	39	30	40	31	23	27	22	16	11	13	8	5
3.3	80	62	49	39	64	56	44	35	49	39	30	39	31	23	27	22	16	11	13	8	5
3.4	80	62	48	38	63	56	44	34	49	38	29	39	31	22	27	22	16	11	13	8	5
3.5	79	61	48	37	63	55	43	33	48	38	29	39	30	22	26	22	16	11	13	8	5
3.6	79	60	47	36	62	54	42	33	48	37	28	39	30	21	26	21	15	10	13	8	5
3.7	79	60	46	35	62	54	42	32	48	37	27	38	30	21	26	21	15	10	13	8	4
3.8	79	59	45	35	62	53	41	31	47	36	27	38	29	21	26	21	15	10	13	8	4
3.9	78	59	45	34	61	53	40	30	47	36	26	38	29	20	26	21	15	10	13	8	4
4.0	78	58	4	33	61	52	40	30	46	35	26	38	29	20	26	21	15	9	13	8	4
4.1	78	57	43	32	60	52	39	29	46	35	25	37	28	20	26	21	14	9	13	8	4
4.2	78	57	43	32	60	51	39	29	46	34	25	37	28	19	26	20	14	9	13	8	4
4.3	78	56	42	31	60	51	38	28	45	34	25	37	28	19	26	20	14	9	13	8	4
4.4	77	56	41	30	59	51	38	28	45	34	24	37	27	19	26	20	14	8	13	8	4
4.5	77	55	41	30	59	50	37	27	45	33	24	37	27	19	25	20	14	8	14	8	4
4.6	77	55	40	29	59	50	37	26	44	33	24	36	27	18	25	20	14	8	14	8	4
4.7	77	54	40	29	58	49	36	26	44	33	23	36	26	18	25	20	13	8	14	8	4
4.8	76	54	39	28	58	49	36	25	44	32	23	36	26	18	25	19	13	8	14	8	4
4.9	76	53	38	28	58	49	35	25	44	32	23	36	26	18	25	19	13	7	14	8	4
5.0	76	53	38	27	57	48	35	25	43	32	22	36	26	17	25	19	13	7	14	8	4

Fuente: Datos obtenidos del folleto de análisis de cavidad zonal, curso de Ingeniería de Plantas.

Anexo 4. Tabla de coeficientes de utilización de algunas luminarias típicas

68

COEFICIENTES DE UTILIZACION PARA ALGUNAS LUMINARIAS TIPICAS

Distribución típica	Pcc	80			70			50			30			10				
		Pp	70	50	30	10	70	50	30	10	70	50	30	10	70	50	30	10
		RCA	Coeficientes de Utilización, método cavidad zonal, Pcp=20															
Incandescente	1	.86	.84	.82	.79	.84	.81	.79	.77	.77	.75	.74	.73	.72	.71	.70	.69	.68
	2	.81	.77	.73	.70	.79	.75	.71	.69	.71	.69	.66	.68	.66	.64	.65	.63	.62
	3	.76	.70	.66	.62	.74	.69	.65	.61	.66	.63	.60	.63	.61	.58	.61	.59	.57
	4	.71	.64	.59	.56	.69	.63	.59	.55	.61	.57	.54	.58	.55	.52	.56	.54	.51
	5	.67	.59	.54	.50	.65	.58	.53	.49	.56	.52	.49	.54	.50	.48	.52	.49	.47
	6	.63	.55	.49	.45	.61	.54	.49	.45	.52	.47	.44	.50	.46	.44	.49	.45	.43
	7	.59	.50	.45	.41	.57	.49	.44	.41	.48	.43	.40	.46	.42	.39	.45	.41	.39
	8	.55	.46	.41	.37	.54	.45	.40	.37	.44	.40	.36	.43	.39	.36	.41	.38	.35
	9	.51	.43	.37	.34	.50	.42	.37	.33	.41	.36	.33	.40	.35	.33	.38	.35	.32
	10	.47	.38	.32	.29	.46	.37	.32	.29	.36	.31	.28	.35	.31	.28	.34	.30	.27
Neon	1	.73	.70	.68	.66	.71	.68	.67	.65	.66	.64	.63	.63	.62	.61	.61	.60	.59
	2	.67	.63	.59	.56	.66	.62	.58	.56	.59	.57	.54	.57	.55	.53	.55	.54	.52
	3	.62	.57	.52	.49	.61	.56	.52	.48	.54	.50	.47	.52	.49	.47	.51	.48	.46
	4	.58	.51	.46	.43	.57	.50	.46	.42	.49	.45	.42	.47	.44	.41	.46	.44	.41
	5	.53	.46	.41	.37	.52	.45	.40	.37	.44	.40	.36	.43	.39	.36	.41	.38	.36
	6	.50	.42	.36	.33	.48	.41	.36	.32	.40	.35	.32	.39	.35	.32	.38	.34	.32
	7	.46	.38	.32	.29	.45	.37	.32	.29	.36	.32	.28	.35	.31	.28	.34	.31	.28
	8	.42	.34	.29	.25	.41	.33	.28	.25	.32	.28	.25	.32	.28	.25	.31	.27	.24
	9	.39	.31	.25	.22	.38	.30	.25	.22	.29	.25	.22	.29	.24	.21	.28	.24	.21
	10	.36	.28	.23	.19	.36	.27	.23	.19	.27	.22	.19	.26	.22	.19	.25	.22	.19
Mercurio	1		.98	.96	.95				.92	.91	.90				.87	.86	.85	
	2		.94	.91	.89				.89	.87	.86				.85	.84	.83	
	3		.90	.87	.85				.87	.85	.83				.83	.82	.80	
	4		.87	.83	.81				.84	.81	.80				.81	.79	.78	
	5		.83	.80	.77				.81	.78	.76				.79	.77	.75	
	6		.81	.77	.75				.79	.76	.74				.77	.75	.73	
	7		.78	.74	.72				.76	.73	.71				.74	.72	.70	
	8		.75	.72	.69				.74	.71	.69				.72	.70	.68	
	9		.73	.69	.67				.72	.68	.66				.70	.68	.66	
	10		.70	.67	.64				.69	.66	.64				.68	.66	.64	

Fuente: Datos obtenidos del folleto de análisis de cavidad zonal, curso de Ingeniería de Plantas.

Anexo 5. **Tabla de factores de multiplicación para reflectancias de cavidad de piso**

TABLA DE FACTORES DE MULTIPLICACION PARA REFLECTANCIAS DE CAVIDAD DE PISO DEL 10%

Pcc	Pp	80				70				50			30			10		
		70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
RCA	1	.92	.93	.93	.94	.93	.94	.94	.95	.96	.96	.96	.97	.98	.98	.99	.99	.99
	2	.93	.94	.95	.96	.94	.95	.96	.96	.96	.97	.97	.98	.98	.98	.99	.99	.99
	3	.94	.95	.96	.97	.94	.96	.97	.97	.97	.97	.98	.98	.99	.99	.99	.99	.99
	4	.94	.96	.97	.98	.95	.96	.97	.98	.97	.98	.99	.98	.99	.99	.99	.99	.99
	5	.95	.96	.98	.98	.95	.97	.98	.98	.97	.98	.99	.98	.99	.99	.99	.99	1.0
	6	.95	.97	.98	.99	.96	.97	.98	.99	.98	.99	.98	.99	.99	.99	.99	.99	.99
	7	.96	.97	.98	.99	.96	.97	.98	.99	.98	.99	.99	.98	.99	1.0	.99	.99	1.0
	8	.96	.98	.99	.99	.96	.98	.99	.99	.98	.99	.99	.98	.99	1.0	.99	.99	1.0
	9	.96	.98	.99	.99	.96	.98	.99	.99	.98	.99	1.0	.98	.99	1.0	.99	.99	1.0
	10	.96	.98	.99	.99	.97	.98	.99	.99	.98	.99	1.0	.99	.99	1.0	.99	.99	1.0

TABLA DE FACTORES DE MULTIPLICACION PARA REFLECTANCIAS DE CAVIDAD DE PISO DEL 30%

Pcc	Pp	80				70				50			30			10		
		70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
RCA	1	1.09	1.08	1.07	1.01	1.08	1.07	1.06	1.06	1.05	1.04	1.04	1.03	1.03	1.02	1.01	1.01	1.01
	2	1.08	1.07	1.05	1.05	1.07	1.06	1.05	1.04	1.04	1.03	1.03	1.03	1.03	1.02	1.02	1.01	1.01
	3	1.07	1.05	1.04	1.03	1.06	1.05	1.04	1.03	1.03	1.03	1.02	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00
	4	1.06	1.04	1.03	1.02	1.05	1.04	1.03	1.02	1.03	1.02	1.01	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00
	5	1.06	1.04	1.03	1.02	1.05	1.03	1.02	1.01	1.03	1.02	1.01	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00
	6	1.05	1.03	1.02	1.01	1.05	1.03	1.02	1.01	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00
	7	1.05	1.03	1.02	1.01	1.04	1.03	1.02	1.01	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00
	8	1.04	1.03	1.01	1.01	1.04	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.00	1.01	1.01	1.00
	9	1.04	1.02	1.01	1.01	1.04	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.00	1.02	1.01	1.00	1.01	1.01	1.00
	10	1.04	1.02	1.01	1.01	1.03	1.02	1.01	1.00	1.02	1.01	1.00	1.01	1.01	1.00	1.01	1.01	1.00

Fuente: Datos obtenidos del folleto de análisis de cavidad zonal, curso de Ingeniería de Plantas.

Anexo 6. Holguras recomendadas

11.8 Holguras por fatiga variable

369

Tabla 11.9 Holguras recomendadas por ILO

A. Holguras constantes:	
1. Holgura personal.....	5
2. Holgura por fatiga básica.....	4
B. Holguras variables:	
1. Holgura por estar parado.....	2
2. Holgura por posición anormal:	
a) Un poco incómoda.....	0
b) Incómoda (flexionado).....	2
c) Muy incómoda (acostado, estirado).....	7
3. Uso de fuerza o energía muscular (levantar, arrastrar o empujar):	
Peso levantado, lb:	
5.....	0
10.....	1
15.....	2
20.....	3
25.....	4
30.....	5
35.....	7
40.....	9
45.....	11
50.....	13
60.....	17
70.....	22
4. Mala iluminación:	
a) Un poco abajo de lo recomendado.....	0
b) Bastante abajo de lo recomendado.....	2
c) Muy inadecuada.....	5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad): variable.....	0-100
6. Atención cercana:	
a) Trabajo bastante fino.....	0
b) Trabajo fino o exacto.....	2
c) Trabajo muy fino o muy exacto.....	5
7. Nivel de ruido:	
a) Continuo.....	0
b) Intermitente: fuerte.....	2
c) Intermitente: muy fuerte.....	5
d) De tono alto: fuerte.....	5
8. Esfuerzo mental:	
a) Proceso bastante complejo.....	1
b) Espacio de atención compleja o amplia.....	4
c) Muy complejo.....	8
9. Monotonía:	
a) Baja.....	0
b) Media.....	1
c) Alta.....	4
10. Tedio:	
a) Algo tedioso.....	0
b) Tedioso.....	2
c) Muy tedioso.....	5

Fuente: NIEBEL Y REIVALDS, Benjamín y Andris. *Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo*. p.369.

Anexo 7. Capacitación sobre seguridad en el manejo de químicos e importancia del equipo de protección personal



Fuente: Sala de capacitación, planta de producción, Diveco, S.A.

Anexo 8. Ficha de datos de seguridad de Polyol

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD	
	
1. Identificación	
Covestro LLC formerly Bayer MaterialScience LLC 1 Covestro Circle Pittsburgh, PA 15205 USA	EMERGENCIA EN TRANSPORTACIÓN LLAMAR A CHEMTREC: (800) 424-9300 INTERNACIONAL: (703) 527-3887
	NO TRANSPORTE Número de Teléfono de Emergencia: Call Chemtrec Tel. Información: (844) 646-0545
Nombre del producto:	ARCOL POLYOL F-3040
Número de Material:	5493978
Familia Química:	Poliol
Uso:	Componente poliol para la producción de poliuretanos
2. Identificación de los peligros	
Este producto no está clasificado como peligroso de acuerdo a HazCom 2012 de la OSHA (29 CFR 1910.1200).	
3. Composición/Información sobre los componentes	
Componentes peligrosos	
No hay componentes peligrosos arriba de los límites de concentración relevantes de acuerdo a HazCom 2012 de la OSHA.	
4. Primeros auxilios	
Principales síntoma(s) y efecto(s)	
Agudo: No se espera que cause efectos adversos agudos a la salud.	
Contacto con los ojos	
En caso de contacto, lave los ojos con abundante agua tibia. Busque atención médica si se desarrolla una irritación.	
Nombre del Material: ARCOL POLYOL F-3040	Número de Material: 5493978
Page: 1 of 7 Versión de la HDS: 1.1	

Continuación de anexo 8.

Contacto con la piel

En caso de contacto con la piel, lave las zonas afectadas con agua y jabón. Limpiar a fondo los zapatos antes de reutilizarlos. Lavar la ropa antes de reutilizarla. Consultar un médico si aparece y persiste una irritación.

Inhalación

Si se inhala, retírese al aire fresco. Si la respiración es difícil, suministre oxígeno. Busque atención médica si se desarrolla una irritación.

Ingestión

Si se ingirió, no induzca el vómito a menos que se lo indique personal médico. Busque atención médica.

5. Medidas contra incendio

Medios de extinción apropiados: Dióxido de carbono (CO₂), Producto químico en polvo, Espuma, rocío de agua para incendios grandes

Agentes de extinción inadecuados No hay datos disponibles

Procedimientos de combate contra incendio

Los bomberos deben estar equipados con aparatos de respiración auto-contenidos como protección contra humos potencialmente tóxicos e irritantes. Pueden desprenderse gases/humos tóxicos o irritantes durante la combustión o la descomposición térmica. Use rocío de agua fría para enfriar contenedores expuestos al fuego para minimizar el riesgo de ruptura.

Productos de descomposición peligrosos

Por Fuego y Descomposición Térmica: Dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), humo denso negro., Otros compuestos no determinados

6. Medidas en caso de vertido accidental

Derrames y fugas

Haga un dique alrededor del material derramado y controle cualquier derrame posterior, si es posible. Cubra el derrame con material inerte (p. ej. arena o tierra seca) y recolecte para su disposición apropiada. Recolecte y ponga en contenedores sellables apropiadamente marcados para su disposición. Lave el área del derrame con agua y jabón.

7. Manipulación y almacenamiento

Precauciones para el Manejo/Almacenamiento

Maneje de acuerdo a las buenas prácticas de higiene y seguridad industrial. Lavarse muy bien después de manejar el material. Mantener el contenedor cerrado cuando no se emplea. El material es higroscópico y puede absorber pequeñas cantidades de humedad atmosférica. Si se sospecha contaminación con isocianatos, no selle otra vez los contenedores. Evitar la inhalación de vapor o neblina.

Tiempo de almacenamiento:

36 Meses

Temperatura de almacenamiento

Mínimo: 20 °C (68 °F)

Máximo: 60 °C (140 °F)

Nombre del Material: ARCOL POLYOL F-3040

Número de Material: 5493978

Continuación de anexo 8.

Condiciones de almacenamiento

Almacene separado de los productos alimenticios.

La educación y capacitación del personal en el uso y manejo seguro de este producto es un requerimiento bajo el Estándar de Comunicación de Riesgos de la OSHA 29 CFR 1910.1200

Sustancias a evitar

Oxidantes, Isocianatos

8. Controles de exposición/ Protección personal

No se han establecido límites de exposición específicos por país, o no son aplicables.

Cualquier componente que está listado en la sección 3 y no está listado en esta sección no cuenta con un TLV de la ACGIH, PEL de la OSHA, o límite de exposición ocupacional recomendado por el proveedor.

Medidas de higiene

Use ventilación por extracción local y general para controlar los niveles de exposición.

Protección respiratoria

No se requiere ninguna bajo las condiciones normales de uso., Respirador con suministro de aire, aprobado por NIOSH, durante limpieza de moldes, proceso a alta temperatura o cuando se sospecha descomposición térmica.

Protección de las manos

Guantes resistentes a la permeación., Guantes de caucho de butilo., Guantes de caucho de nitrilo, Guantes de Neopreno

Protección de los ojos

Gafas protectoras con cubiertas laterales

Protección de la piel

No hay requerimientos especiales de protección a la piel durante el manejo y uso normal.

Medidas de Protección Adicionales

Los empleados deben lavarse las manos y cara antes de comer, beber o usar productos de tabaco. Eduque y capacite al personal en el uso y manejo seguro de este producto.

9. Propiedades físicas y químicas

Estado de la materia:	líquido
Aspecto:	viscoso
Color:	Clara, incoloro
Olor:	suave
Olor umbral:	No hay datos disponibles
pH:	aprox. 6.5
Punto de inflamación:	aprox. 235 °C (455 °F)
Tasa de evaporación:	No hay datos disponibles
Límite de explosión, inferior:	No hay datos disponibles
Límite de explosión, superior:	No hay datos disponibles
presión de vapor:	No hay datos disponibles
densidad de vapor:	No hay datos disponibles

Nombre del Material: ARCOL POLYOL F-3040

Número de Material: 5493978

Page: 3 of 7 Versión de la HDS: 1.1

Fuente: Covestro, Ficha de datos de seguridad, ARCOL POLYOL F-3040, Número de material 5493978

Anexo 9. Ficha de datos de seguridad de T.D.I

Safety Data Sheet according to Regulation (EU) No. 1907/2006



DESMODUR T80

112000013600

Version 5.8

Revision Date 24.09.2015

Print Date 20.01.2016

SECTION 1: Identification of the substance/mixture and of the company/undertaking

1.1 Product identifier

DESMODUR T80

Chemical Name: 2,4-/2,6-toluene di-isocyanate

CAS-No.: 26471-62-5

REACH Registration Number: 01-2119454791-34-0001, 01-2119454791-34-0006, 01-2119454791-34-0007

1.2 Relevant identified uses of the substance or mixture and uses advised against

Use:

Di-/polyisocyanate components for the production of polyurethanes

For details of the identified uses according to REACH-Regulation (EU) No. 1907/2006 refer to the annex of this safety data sheet.

Uses advised against:

Consumer use

1.3 Details of the supplier of the safety data sheet

Covestro Deutschland AG
Covestro-IO-S&A-PSRA-PSI
51365 Leverkusen

Tel.: +49 214 6009 4068
Email: productsafety@covestro.com

1.4 Emergency telephone number

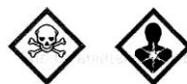
+49 214 30 99300 (Sicherheitszentrale Bayer)

SECTION 2: Hazards identification

2.1 Classification of the substance or mixture

Carcinogenicity, Category 2 (H351)
Acute toxicity, Inhalative, Category 1 (H330)
Skin irritation, Category 2 (H315)
Eye irritation, Category 2 (H319)
Specific target organ toxicity (single exposure), Category 3 (H335)
Sensitization of the respiratory airways, Category 1 (H334)
Sensitization of the skin, Category 1 (H317)
Chronically hazardous to the aquatic environment, Category 3 (H412)

2.2 Label elements



Danger

Hazardous components which must be listed on the label

Continuación de anexo 9.

Safety Data Sheet according to Regulation (EU) No. 1907/2006

DESMODUR T80

112000013600

Version 5.8

Revision Date 24.09.2015

Print Date 20.01.2016

Di-isocyanatotoluene (mixture of isomers)

Index-No.: 615-006-00-4

Hazard statements:

H315 Causes skin irritation.

H317 May cause an allergic skin reaction.

H319 Causes serious eye irritation.

H330 Fatal if inhaled.

H334 May cause allergy or asthma symptoms or breathing difficulties if inhaled.

H335 May cause respiratory irritation.

H351 Suspected of causing cancer.

H412 Harmful to aquatic life with long lasting effects.

Precautionary statements:

P260 Do not breathe dust/ fume/ gas/ mist/ vapours/ spray.

P273 Avoid release to the environment.

P280 Wear protective gloves/ eye protection/ face protection.

P302 + P352 IF ON SKIN: Wash with plenty of soap and water.

P304 + P340 IF INHALED: Remove victim to fresh air and keep at rest in a position comfortable for breathing.

P305 + P351 + P338 IF IN EYES: Rinse cautiously with water for several minutes. Remove contact lenses, if present and easy to do. Continue rinsing.

2.3 Other hazards

Persons who suffer from hypersensitivity of the respiratory tract (e.g. asthmatics and chronic bronchitis sufferers) should avoid handling this product.

Symptoms affecting the respiratory tract can also occur several hours after overexposure.

Vapors and aerosols are the primary risk to the respiratory tract.

SECTION 3: Composition/information on ingredients

Type of product: Substance

3.1 Substances

di-isocyanatotoluene (mixture of isomers)

Hazardous components

Di-isocyanatotoluene (mixture of isomers)

Concentration [wt.-%]: ca. 100

Index-No.: 615-006-00-4

EC-No.: 247-722-4

REACH Registration Number: 01-2119454791-34-0001, 01-2119454791-34-0006, 01-2119454791-34-0007

CAS-No.: 26471-62-5

Classification (1272/2008/CE): Carc. 2 H351 Acute Tox. 1 Inhalative H330 Skin Irrit. 2 H315 Eye Irrit. 2

H319 STOT SE 3 H335 Resp. Sens. 1 H334 Skin Sens. 1 H317 Aquatic Chronic 3 H412

Specific threshold concentration (GHS):

Resp. Sens. 1 H334 >= 0,1 %

Candidate List of Substances of Very High Concern for Authorisation

This product does not contain substances of very high concern (Regulation (EC) No 1907/2006 (REACH), Article 57).

SECTION 4: First aid measures

4.1 Description of first aid measures

General advice: Soiled, soaked clothing and shoes must be immediately removed, decontaminated and disposed of.

Continuación de anexo 9.

Safety Data Sheet according to Regulation (EU) No. 1907/2006
DESMODUR T80 112000013600
Version 5.8 Revision Date 24.09.2015 Print Date 20.01.2016

If inhaled: Take the person into the fresh air and keep him warm, let him rest; if there is difficulty in breathing, medical advice is required.

In case of skin contact: In the event of contact with the skin, preferably wash with a cleanser based on polyethylene glycol or with plenty of warm water and soap. Consult a doctor in the event of a skin reaction.

In case of eye contact: Hold the eyes open and rinse with preferably lukewarm water for a sufficiently long period of time (at least 10 minutes). Contact an ophthalmologist.

If swallowed: DO NOT induce the patient to vomit, medical advice is required.

4.2 Most important symptoms and effects, both acute and delayed

Notes to physician: The product irritates the respiratory tract and may trigger sensitisation of the skin and respiratory tract. Treatment of acute irritation or bronchial constriction is primarily symptomatic. Extended medical treatment may be required depending on the degree of exposure and the severity of the symptoms.

4.3 Indication of any immediate medical attention and special treatment needed

Therapeutic measures: No information available.

SECTION 5: Firefighting measures

5.1 Extinguishing media

Suitable extinguishing media: Carbon dioxide (CO₂), Foam, extinguishing powder, in cases of larger fires, water spray should be used.

Unsuitable extinguishing media: High volume water jet

5.2 Special hazards arising from the substance or mixture

Burning releases carbon monoxide, carbon dioxide, oxides of nitrogen, isocyanate vapors and traces of hydrogen cyanide. In the event of fire and/or explosion do not breathe fumes.

Fire in vicinity poses risk of pressure build-up and rupture. Containers at risk from fire should be cooled with water and, if possible, removed from the danger area.

5.3 Advice for fire-fighters

During fire-fighting respirator with independent air-supply and airtight garment is required.

Do not allow contaminated extinguishing water to enter the soil, ground-water or surface waters.

SECTION 6: Accidental release measures

6.1 Personal precautions, protective equipment and emergency procedures

Put on protective equipment (see section 8). Ensure adequate ventilation/exhaust extraction. Keep unauthorized persons away.

6.2 Environment related measures

Do not flush into surface water or sanitary sewer system.

6.3 Methods and material for containment and cleaning up

Remove mechanically; cover the remainder with wet, absorbent material (e.g. sawdust, chemical binder based on calcium silicate hydrate, sand). After approx. one hour transfer to waste container and do not seal

Continuación de anexo 9.

Safety Data Sheet according to Regulation (EU) No. 1907/2006
DESMODUR T80 UST 112000013600
 Version 5.8 Revision Date 24.09.2015 Print Date 20.01.2016

(evolution of CO₂!). Keep damp in a safe ventilated area for several days.

Spill area can be decontaminated with the following recommended decontamination solution:

Decontamination solution 1: 8-10% sodium carbonate and 2% of liquid soap in water

Decontamination solution 2: Liquid/yellow soap (potassium soap with ~15% anionic tenside): 20ml;
 Water:700ml; Polyethyenglycol (PEG 400): 350ml

6.4 Reference to other sections

For further disposal measures see section 13.

SECTION 7: Handling and storage

7.1 Precautions for safe handling

If an annex according to REACH-Regulation (EU) No. 1907/2006 is attached to this MSDS, the general conditions of use are further specified in the corresponding exposure scenarios.

Provide sufficient air exchange and/or exhaust in work rooms. Exhaust ventilation necessary if product is sprayed. The threshold limit values noted in section 8 must be monitored.

At all workplaces and areas of a plant where high concentrations of isocyanate vapors or aerosols and/or dust may be generated (e.g. through pressure relief, mold venting or when cleaning mixing heads with an airblast), appropriately located exhaust ventilation must be provided in such a way that the WEL is not exceeded. The air should be drawn away from the personnel handling the product. The efficiency of the exhaust equipment should be periodically checked.

The personal protective measures described in section 8 must be observed. Contact with skin and eyes and inhalation of vapors must be avoided under all circumstances.

When handling TDI, particularly careful hygiene precautions should be adhered to. Keep away from foodstuffs, drinks and tobacco. Wash hands before breaks and at end of work and use skin-protecting ointment. Keep working clothes separately. Take off all contaminated clothing immediately. Decontaminate, destroy and dispose of soiled protective clothing (see Section 13)

7.2 Conditions for safe storage, including any incompatibilities

Keep container tightly closed and dry. Further information on the storage conditions which must be observed to preserve quality can be found in our product information sheet.

Storage class (TRGS 510) : 6.1A: Combustible, acute materials very toxic hazardous materials

7.3 Specific end use(s)

No information available.

SECTION 8: Exposure controls/personal protection

If an annex according to Regulation (EU) No. 1907/2006 is attached to this MSDS, the general RMMs are further specified in the corresponding exposure scenarios.

8.1 Control parameters

Components with workplace control parameters

Substance	CAS-No.	Basis	Type	Value	Ceiling Limit Value	Remarks

Anexo 10. Ficha de datos de seguridad de T9



APSURF-T9
TRIDECYL ALCOHOL POE 9

MSDS
MATERIAL SAFETY
DATA SHEET

1. CHEMICAL PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION

Product information

APSURF-T9

Company Identification

APEX Resources
549 Stonegate Drive
Katy, TX 77494 USA
Telephone. +18327867492, Telefax. +18327867497

Use of the Substance/Mixture

Dispersing agent for industrial application

Emergency telephone number

1-800-424-9300 / 1-703-527-3887 (CHEMTREC),
1-613-996-6666 (CANUTEC),
For Product Information 1-800-347-1542

2. HAZARDS IDENTIFICATION

Emergency Overview: WARNING! CAUSES EYE IRRITATION. Avoid contact with skin, eyes and clothing.

Wash thoroughly after handling.

Skin: Repeated or prolonged contact can cause redness, irritation and scaling of the skin (dermatitis). Normal care and personal hygiene should prevent skin effects..

Eyes: Irritating to eyes. May cause corneal inflammation.

Inhalation: Irritating to respiratory system.

Ingestion: Ingestion may cause gastrointestinal irritation, nausea, vomiting and diarrhea.

Additional advice: This product contains residual levels of alcohols which, even under normal handling conditions, may smell and irritate the eyes, nose, and throats of some individuals.

3. COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS

Hazardous or Regulated Components

Poly(oxy-1,2-ethanediyl), a-isotridecyl-w-hydroxy- (100%) CAS-No. 9043-30-5

Further information

This material is not hazardous under the criteria of the Federal OSHA Hazard Communication Standard 29CFR 1910.1200.

4. FIRST AID MEASURES

Inhalation

Remove to fresh air. If breathing is irregular or stopped, administer artificial respiration.
Call a physician immediately.

Skin contact

Wash off immediately with soap and plenty of water while removing all contaminated clothes and shoes. When symptoms persist or in all cases of doubt seek medical advice. Wash contaminated clothing before re-use.

1/7
Rev. 1/26/2015
REG_NA/EN

Disclaimer: This information is furnished without warranty, expressed or implied, as to accuracy and/or completeness. This information is obtained from various sources including manufacturers and other third party sources, and may not be valid under certain conditions or if this material is used in combination with other materials or in any process. Any final determination of suitability of this material is the sole responsibility of the user.

549 Stonegate Drive
Katy, TX 77494
Office: 832-786-7492
Fax: 832-786-7496

WWW.APEXR.COM

Continuación de anexo 10.



APSURF-T9
TRIDECYL ALCOHOL POE 9

MSDS
MATERIAL SAFETY
DATA SHEET

4. FIRST AID MEASURES /CONTINUED

Eye contact

Rinse thoroughly with plenty of water for at least 15 minutes and consult a physician.

Ingestion

If swallowed, call a physician or poison control center immediately. Do not induce vomiting without medical advice. Never give anything by mouth to an unconscious person.

5. FIREFIGHTING MEASURES

Suitable extinguishing media

Foam, Dry powder, Water spray, Carbon dioxide (CO2)

Specific hazards during firefighting

This material will not burn until water has evaporated. Thermal decomposition can lead to release of irritating gases and vapours. Carbon oxides (COx), Hydrocarbons, Fumes, Smoke

Special protective equipment for firefighters

Wear self-contained breathing apparatus and protective suit. Use NIOSH/MSHA approved respiratory protection.

Specific methods

Keep containers and surroundings cool with water spray. Do not use a solid water stream as it may scatter and spread fire. Collect contaminated fire extinguishing water

Fire and explosion

NFPA Class 1118 combustible liquid.

6. ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

Personal precautions

Evacuate personnel to safe areas. Remove all sources of ignition.

Environmental precautions

Do not flush into surface water or sanitary sewer system.

Methods for cleaning up

Contain and collect spillage with non-combustible absorbent material, (e.g. sand, earth, diatomaceous earth, vermiculite) and place in container for disposal according to local national regulations (see section 13).

2/7
Rev. 1/5/2015
REG_NA/EN

Disclaimer: This information is furnished without warranty, expressed or implied, as to accuracy and/or completeness. This information is obtained from various sources including manufacturers and other third party sources, and may not be valid under certain conditions or if this material is used in combination with other materials or in any process. Any final determination of suitability of this material is the sole responsibility of the user.

549 Stonegate Drive
Katy, TX 77494
Office: 832-786-7492
Fax: 832-786-7496

WWW.APEXR.COM

Continuación de anexo 10.



APSURF-T9
TRIDECYL ALCOHOL POE 9

MSDS
MATERIAL SAFETY
DATA SHEET

7. HANDLING AND STORAGE

Handling

Take precautionary measures against static discharges.

Storage

Suitable: Carbon steel coated with baked phenolic. Any moisture may cause rusting of carbon steel. If product is moisture free, uncoated carbon steel tanks. When stored in the liquid form, ethoxylates should be padded with a dry inert gas, such as nitrogen. Materials to avoid: Strong oxidizing agents as nitrogen, to prevent oxygen or air from entering the tank. Prolonged storage in the presence of air or oxygen may cause product degradation. Oxidation is not expected when stored under a nitrogen atmosphere. Inert gas blanket and breathing system needed to maintain color stability. Use dry inert gas having at least -40 F dew point.

Recommended storage temperature: Ambient

Load/unload temperature: 21 - 65 °C / 70 - 150 °F

8. EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION

Exposure Limit Values

Mechanical ventilation may be necessary if working with this product in enclosed areas and/or at elevated temperatures. Trace amounts of ethylene oxide may be present in the product and could accumulate in vapor spaces of storage or transport vessels.

Exposure controls

Respiratory protection

NIOSH-approved organic vapor air-purifying respirator, self-contained breathing apparatus, or air-supplied respirators where there may be potential for overexposure.

Eye protection

When contact with liquid is possible, use a face shield and/or chemical splash goggles. Otherwise use safety glasses with side shields or goggles.

Skin and body protection

Full protective clothing, chemical boots, and chemical gloves when contact with liquid is possible.

Exposure Guidelines

Exposure limits for Ethylene Oxide:

OSHA PEL 1ppm(1.8 mg/m³) / OSHA EL 5 ppm(9 mg/m³) / ACGIH TLV (8-hour) 1 ppm(1.8 mg/m³)

There are no exposure limits established for this product. However, trace amounts of ethylene oxide may be present in this product. The ethylene oxide in this product is not expected to result in significant exposures or present a health hazard.

3/7
Rev. 1/5/2015
REG_NA/EN

Disclaimer: This information is furnished without warranty, expressed or implied, as to accuracy and/or completeness. This information is obtained from various sources including manufacturers and other third party sources, and may not be valid under certain conditions or if this material is used in combination with other materials or in any process. Any final determination of suitability of this material is the sole responsibility of the user.

549 Stonegate Drive
Katy, TX 77494
Office: 832-786-7492
Fax: 832-786-7496

WWW.APEXR.COM

Fuente: APEX, MSDS, Material Safety Data Sheet, APSURF-T9, TRIDECYL ALCOHOL POE 9.

