

Universidad del Valle de Guatemala
Facultad de Ciencias y Humanidades



**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO
EN LA PLANTA TORCASA, S.A.**

PLANTA TORCASA
CALLE 10-10-1000

Tácito Guillermo E. Orozco Coto
Ingeniería Industrial

Guatemala
2003



Optimización del proceso productivo en la planta Torcasa, S.A.

Universidad del Valle de Guatemala
Facultad de Ciencias y Humanidades



**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO
EN LA PLANTA TORCASA, S.A.**

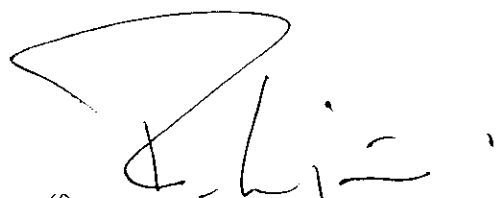
**BIBLIOTECA
DE LA
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA**

Trabajo de investigación presentado por
Tácito Guillermo E. Orozco Coto
para optar al grado de Licenciado en Ingeniería Industrial

Guatemala

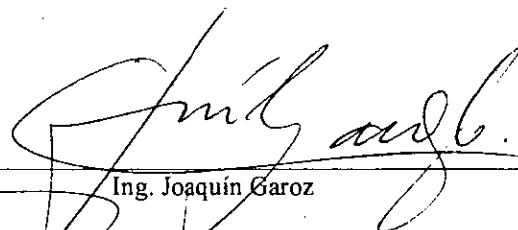
2003

Vo.Bo.:

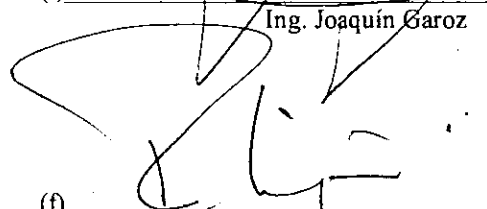
(f) 

Ing. Rodrigo Luján

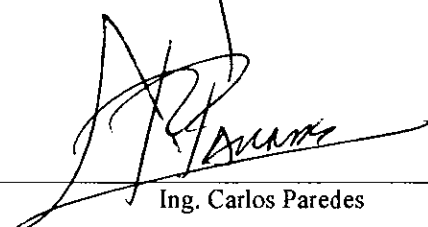
Tribunal:

(f) 

Ing. Joaquín Garoz

(f) 

Ing. Rodrigo Lujan

(f) 

Ing. Carlos Paredes

Fecha de aprobación: 27 de mayo de 2003

Resumen

Torcasa, S.A. Es una empresa dedicada a la comercialización y producción de tornillos. Es una empresa familiar con más de 20 años de existencia y forma parte de un grupo de empresas de los mismos dueños. El objetivo de este estudio fue el encontrar las áreas de oportunidad en el proceso productivo de la planta de tornillos, que recibe el mismo nombre que la empresa. La metodología utilizada en el estudio fue iniciada por un estudio de campo, donde se observó y documentó los procesos y las características de la planta. Posteriormente se hizo un análisis de cada factor que afecta los procesos de producción y se realizaron las propuestas de mejora para cubrir las áreas de oportunidad.

Se encontró que Torcasa no tiene una cultura organizacional ni un plan estratégico definido. También se observó que la organización de los procesos se encuentra ubicada en la planta de forma desorganizada, se desperdicia espacio aéreo de la bodega, la capacidad instalada en el área de hexagondo es la mitad de la capacidad del resto de la planta, haciendo un cuello de botella, y que realizan actividades que no enriquecen el proceso productivo como trabajos de torno y herrería para otras empresas de los dueños.

Después del análisis de los procesos, se recomendó lo siguiente:

- Desarrollo de la cultura organizacional y plan estratégico
- Reorganización de la maquinaria. Se hicieron dos propuestas:
 - Utilizando bandas transportadoras
 - No utilizando bandas transportadoras
- Uso de anaqueles y tarimas para bodega, utilizar espacio aéreo
- Subcontratación de tornos y herrería, formando otra empresa dentro del grupo.

Índice de contenido

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ORGANIZACIÓN.....	2
A. Breve descripción de la empresa	2
B. Misión	2
C. Visión.....	2
D. Organigrama de la Empresa.....	3
E. Tipo de organización de la planta	4
III. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PLANTA	5
A. Información general del producto.....	5
B. Procedimiento de fabricación	8
C. Ubicación de la planta.....	9
D. Distribución actual de la planta Torcasa	10
E. Proceso de fabricación actual de tornillos	17
F. Seguridad industrial	25
G. Mantenimiento de la planta.....	28
IV. ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES	30
A. Estrategia y cultura organizacional.....	30
B. Análisis de la ubicación de la planta	32
C. Propuestas de mejoras al proceso de fabricación en Torcasa	36
D. Recomendaciones de seguridad industrial.....	55
E. Mantenimiento de la planta	56
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES.....	58

Índice de tablas

Tabla 1 Nivel Jerárquico de Operarios por Área	3
Tabla 2 Dimensión de Tornillos	6
Tabla 3 Dimensiones de las partes del tornillo según el diámetro nominal.....	6
Tabla 4 Lista de materiales	7
Tabla 5 Características del Acero SAE 1010	7
Tabla 6 Diagrama de Flujo del Proceso Actual.....	17
Tabla 7 Diagrama de Flujo del Proceso Actual Por Área	18
Tabla 8 Distancias de Recorrido del Proceso Actual	20
Tabla 9 Características de las Máquinas de Torcasa.....	20
Tabla 10 Toxicidades de químicos utilizados en el galvanizado	26
Tabla 11 Análisis de Ubicación de Torcasa	35
Tabla 12 Balance de Equipos para Producción en Línea	38
Tabla 13 Distancias de Recorrido usando Bandas Transportadoras	45
Tabla 14 Distancias de Recorrido sin Bandas Transportadoras.....	52

Índice de figuras

Figura 1 Organigrama.....	3
Figura 2 Plano de Componentes.....	5
Figura 3 Plano Actual de Torcasa vista de planta.....	10
Figura 4 Plano Actual de Torcasa vista Isométrica	11
Figura 5 Plano Actual de Distribución de las Áreas Vista Planta.....	12
Figura 6 Plano Actual de Distribución de las Maquinaria Vista Planta.....	13
Figura 7 Plano Actual de Distribución de las Maquinaria Vista Isométrica.....	14
Figura 8 Plano Actual de Maquinaria en Área de Producción Vista Isométrica.....	15
Figura 9 Plano Actual de Distribución Torcasa Vista Isométrica.....	16
Figura 10 Diagrama de Recorrido del Proceso Actual.....	19
Figura 11 Diagrama del Proceso Por Máquina.....	21
Figura 12 Plano de Distribución Propuesto de las Áreas con Bandas Transportadoras Vista Planta.....	39
Figura 13 Plano de Distribución Propuesto de las Maquinaria con Bandas Transportadoras Vista Planta..	40
Figura 14 Plano de Distribución Propuesta de las Maquinaria con Bandas Transportadoras Vista Isométrica	41
Figura 15 Plano de Distribución Propuesta de las Maquinaria en Área de Producción con Bandas Transportadoras Vista Isométrica.....	42
Figura 16 Plano de Distribución Propuesta de Torcasa con Bandas Transportadoras Vista Isométrica	43
Figura 17 Diagrama de Recorrido con Bandas Transportadoras	44
Figura 18 Plano de Distribución Propuesto de las Áreas sin Bandas Transportadoras Vista Planta.....	46
Figura 19 Plano de Distribución Propuesto de las Maquinaria sin Bandas Transportadoras Vista Planta...	47
Figura 20 Plano de Distribución Propuesta de las Maquinaria sin Bandas Transportadoras Vista Isométrica	48
Figura 21 Plano Propuesto de Maquinaria en Área de Producción Sin Bandas Transportadoras Vista Isométrica	49
Figura 22 Plano de Distribución Propuesta de Torcasa sin Bandas Transportadoras Vista Isométrica	50
Figura 23 Diagrama de Recorrido sin Bandas Transportadoras	51

I. INTRODUCCIÓN

En Guatemala actualmente se vive en todas las industrias un ambiente altamente competitivo. Las tendencias de la globalización y la lucha continua por la satisfacción de los clientes han provocado que la competencia entre empresas sea cada vez más dura. Las empresas que sobreviven en este ambiente son aquellas empresas que optimizan sus recursos y brindan en su nicho de mercado el servicio requerido por el mismo.

Torcasa, S.A., siendo una empresa mediana guatemalteca, también se encuentra inmersa en este ambiente competitivo. Esta empresa se dedica a la fabricación y comercialización de tornillos. Para poder crecer en un futuro y sobrevivir en el presente, es necesario optimizar el uso de los recursos y los procesos de fabricación y comercializaron de la empresa. El presente estudio se enfoca en los procesos de fabricación de la planta de tornillos que tiene el mismo nombre que la empresa: Torcasa.

En el siguiente trabajo se presenta la situación actual de la empresa y de su proceso productivo, seguido por el análisis y recomendaciones de cada punto tocado en la situación actual de la organización y los procesos.

II. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ORGANIZACIÓN

A. Breve descripción de la empresa

Torcasa es una empresa dedicada a la venta de tornillos. El 60% de los tornillos que vende esta empresa son tornillos de importación. El otro 40% son fabricados en la planta de tornillos que recibe el mismo nombre.

La empresa Torcasa está dividida en dos partes. La primera las oficinas generales, en donde se encuentran las áreas administrativas. Aquí encontramos a la gerencia general, el departamento de ventas, el departamento de compras y el departamento de contabilidad y finanzas. La segunda parte de es la planta de tornillos, en donde se enfoca este estudio.

La planta de tornillos Torcasa, se dedica a la fabricación de tornillos hexagonales y carroceros. La planta está ubicada en el kilómetro 16.5 carretera a Villa Canales.

El personal de Torcasa consta de 19 operarios en planta y el personal administrativo, quienes son el gerente general, el gerente de producción, analista de laboratorio y secretaria.

Esta empresa trabaja una jornada de lunes a viernes de nueve horas diarias, con media hora de almuerzo, empezando labores a las 7:00 y terminando a las 16:30 horas. Para cubrir la demanda actual es suficiente un solo turno diurno.

B. Misión

La misión de la empresa es: «Somos una empresa 100% guatemalteca, que fabrica tornillos de alta calidad, contribuyendo así a un mejor desarrollo a nivel industrial dentro del país. Satisfacemos las necesidades de nuestros clientes permitiéndoles un producto de alta calidad.»

C. Visión

La visión de Torcasa para los próximos diez años es: «Lograr mantenernos como una empresa líder en Centroamérica, y así crear cada día más un crecimiento laboral y técnico.»

D. Organigrama de la Empresa

Figura 1. Organigrama

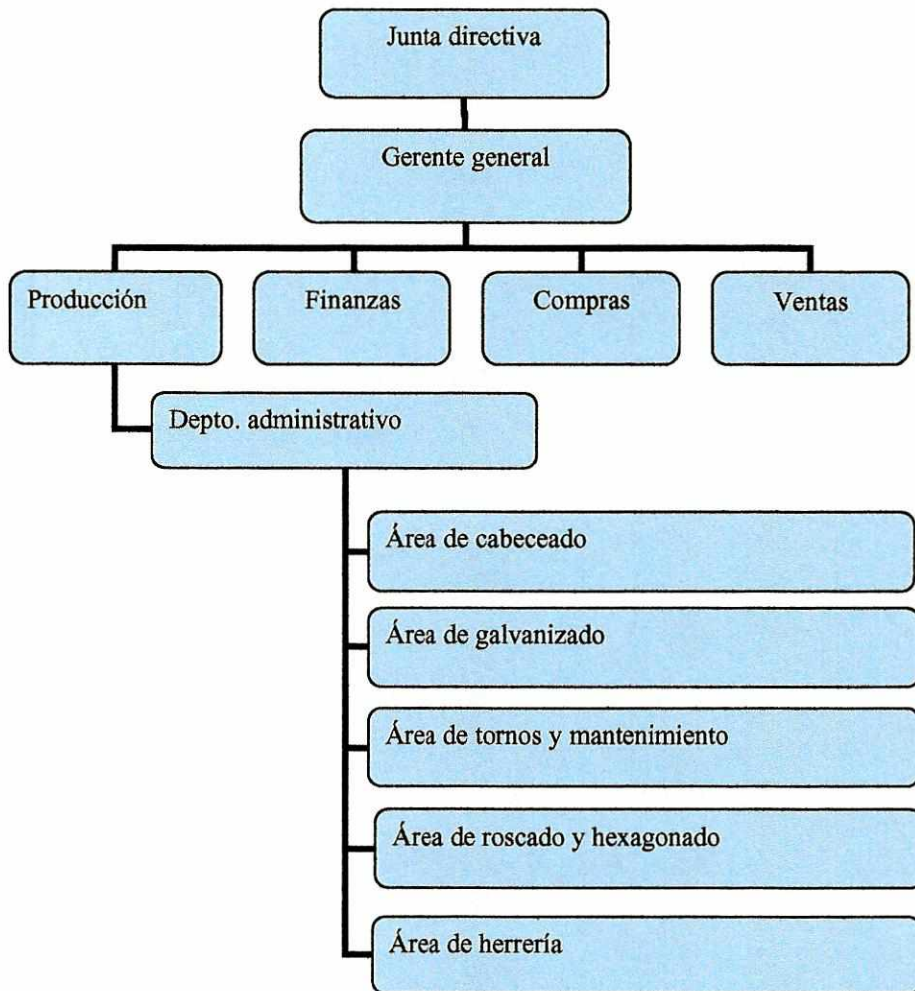


Tabla 1. Nivel jerárquico de operarios por área

Área	Nivel jerárquico		Total operarios por área
	Jefes	Ayudantes	
Cabeceado	2	4	6
Hexagonado	1	2	3
Roscado	2	3	5
Herrería	1	1	2
Galvanizado	1		1
Tornos y mantenimiento	2		2
Total	9	10	19

E. Tipo de organización de la planta

La organización de la planta es bastante horizontal, sólo hay tres niveles en la organización. En el más alto se encuentra el gerente de la planta con su secretaria, en el segundo están los líderes o jefes de área y en el tercero los ayudantes. Se cuenta con 19 operarios (jefes y ayudantes), distribuidos en las distintas áreas de la planta. En cada área hay uno o dos jefes, con dos o tres ayudantes. Los ayudantes sólo pueden ascender o cambiar de puesto a uno de jerarquía superior, cuando se vuelven jefes de área. Los jefes de área no tienen oportunidad de llegar a un puesto dentro de la organización con una jerarquía mayor.

Por ser una organización pequeña, el gerente de la planta es multifuncional. Él se encarga de la planificación, del mantenimiento, la reclutación y el proceso de producción. Él es el encargado de dirigir la planta en su totalidad.

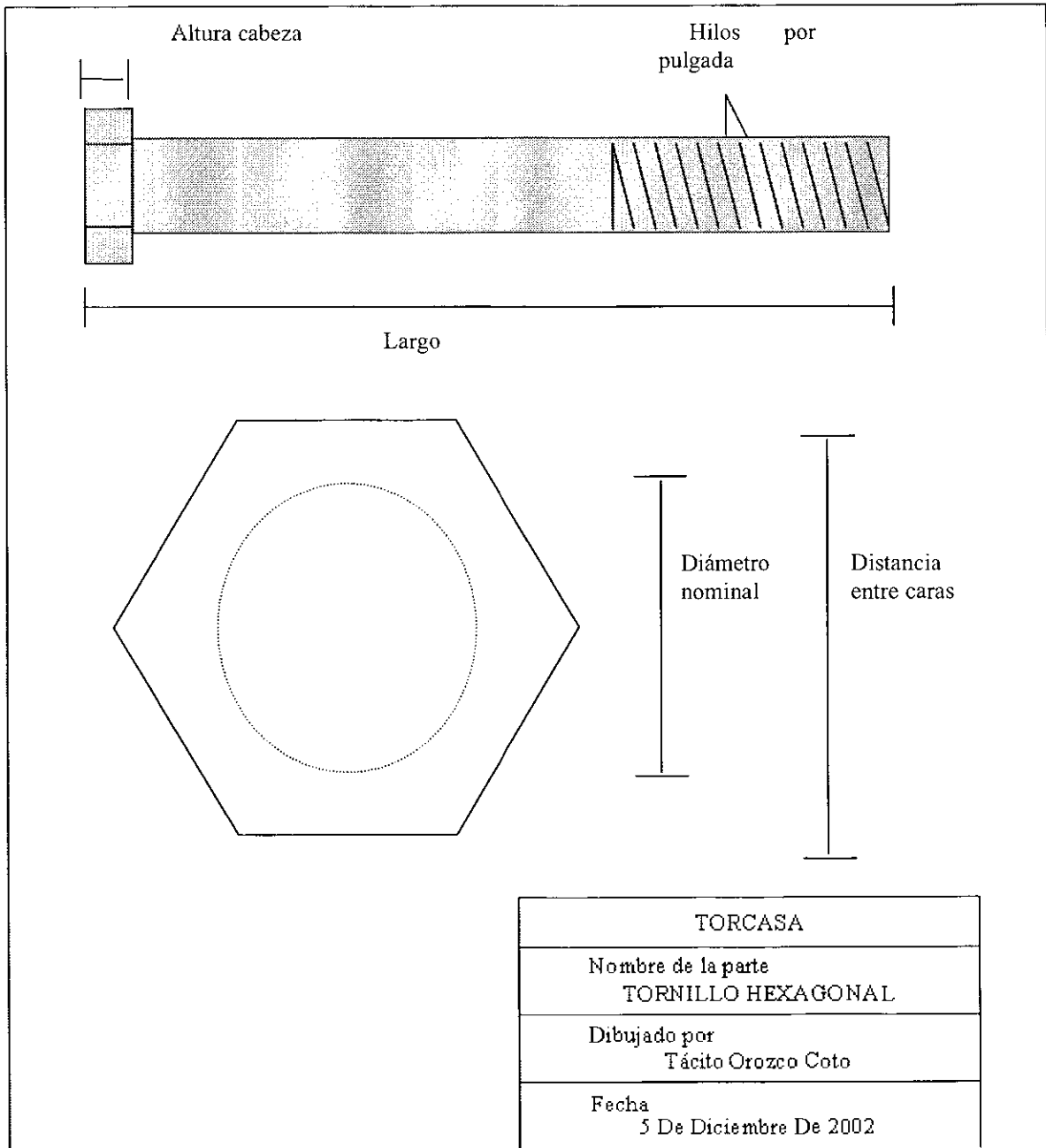
Un factor muy interesante es que no existe una cultura organizacional. En la planta no tienen el conocimiento de la misión y visión de la empresa. Esto hace que la planta se mueva según lo que el gerente considera que es lo mejor para ella, volviéndose un ente aislado de la compañía. La identificación del personal con la empresa es mínima.

Los operarios no necesitan en su mayoría un gran conocimiento para el desarrollo de sus funciones. Únicamente los jefes de área, tiene un grado técnico y requieren seis meses de adiestramiento en las máquinas del área.

III. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PLANTA

A. Información general del producto

Figura 2. Plano de componentes



Los productos fabricados en Torcasa son tornillos de cabeza hexagonal de calidad SAE Grado 2, con resistencia de 74,000 lb/pg² (52 kg/mm²). Los tornillos pueden ser de rosca ordinaria o fina. Las dimensiones de los tornillos producidos en esta planta son:

Tabla 2. Dimensiones de Tornillos

Diametro nominal	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2
Largos					
1/2	x	x			
3/4	x	x	x	x	
1	x	x	x	x	x
1 1/4	x	x	x	x	x
1 1/2	x	x	x	x	x
1 3/4	x	x	x	x	x
2	x	x	x	x	x
2 1/2	x	x	x	x	x
3	x	x	x	x	x
3 1/2	x	x	x	x	x
4	x	x	x	x	x
4 1/2	x	x	x	x	x
5	x	x	x	x	x
5 1/2	x	x	x	x	x
6	x	x	x	x	x

La distancia entre caras, altura de cabeza e hilos por pulgada varia dependiendo del diámetro nominal de los tornillos. Las dimensiones de las partes de los tornillos fabricados por Torcasa son:

Tabla 3. Dimensiones de las partes del tornillo según el diámetro nominal.

Diametro Nominal	Hilos por pulgada		Altura cabeza	Distancia entre
	RO	RF		
1/4	20	28	5/32	7/16
5/16	18	24	13/64	1/2
3/8	16	24	15/64	9/16
7/16	14	20	9/32	5/8
1/2	13	20	5/16	3/4

- RO igual a rosca ordinaria
- RF igual a rosca fina

1. Lista de materiales

Tabla 1. Lista de materiales

Nombre del artículo	Producido por Torcasa	Nombre del proveedor
Alambrón	No	México
Aceite	No	Petrolera
Costal	No	Sacotex
Cianuro de sodio	No	Varios
Soda caustica	No	Varios
Oxido de Zinc	No	Varios
Acido nítrico	No	Varios

Tabla 2. Características del acero SAE 1010

Tipo	Carbono		Clasificación	Serie 10XX
Grado	2		Norma	AISI 1010
Aceros Equivalentes	UNS G10100; AMS 5040; AMS 5042; AMS 5044; AMS 5047; AMS 5053; ASTM A108; ASTM A510; ASTM A519; ASTM A545; ASTM A549; ASTM A575; ASTM A576; MIL SPECMILS11310; SAE J403; SAE J412; SAE			
Composición Química			Max	Min
		C	0.08	0.13
		Mn	0.3	0.6
		P	0.04	
		S	0.05	
		Fe	Balance	
Características	Pertenece al grupo de aceros de más bajo contenido de carbono. Este puede ser calmado, semicalmado y efervescente. Tiene relativamente baja resistencia. Es susceptible al crecimiento de grano, causando fragilidad y rugosidad en la superficie durante el conformado en frío seguido de un calentamiento a elevadas temperaturas. Extremadamente dúctil en condiciones de normalizado o recocido y frecuentemente está sujeto a una gran reducción en frío. Tiene excelente formabilidad en frío y soldabilidad.			
Dureza Teórica	90-130 HB	Dureza Real	120+/-1 HB	

B. Procedimiento de fabricación

1. Grado de intervención del agente humano

a. Semiautomático. La maquinaria utilizada para la fabricación de tornillos es semiautomática. En estos equipos la intervención Humana es limitada a la carga y descarga cuando ésta está en pleno funcionamiento. El operario además realiza un mantenimiento continuo a las máquinas, el cual es principalmente limpieza. Además se encargan de trasladar el producto o subproducto que descarga la máquina a la siguiente área de trabajo.

La revisión de calidad es realizada también por los operarios. Esta consiste en:

- Revisión visual del producto o subproducto
- Revisión de tamaño y dimensiones, se mide el grosor, largo y diámetro
- Revisión visual del centrado, se revisa que la cabeza del tornillo este centrada
- Supervisión del trabajo de la máquina

Los jefes de área son los encargados de hacer los ajustes de cambio de formato y de controlar el trabajo de su gente. Ellos se especializan en las máquinas de sus áreas. Ellos tienen bajo su responsabilidad el correcto funcionamiento de sus equipos.

El procedimiento de carga de la cabeceadora consiste en la colocación del alambón en la alimentadora e introducción de un extremo del rollo del alambón en la cabeceadora. Para la descarga de esta máquina sólo se retira el subproducto I en una caja recolectora y se transporta en carretillas a la hexagonadora y luego a la roscadora. La carga de la hexagonadora y la roscadora consiste en colocar el subproducto de la caja recolectora de la estación anterior y colocarlo dentro de un dispensador, el cual es una de caja de alimentación para el equipo. La descarga se realiza mediante la extracción de la caja recolectora de cada una de las máquinas, para luego ser transportadas a la siguiente estación de trabajo, la cual puede ser la roscadora o el área de producto terminado.

2. Continuidad del Proceso

a. Repetitivo. Los tornillos producidos se dividen en dos clases, hexagonales y carroceros. Ambas clases tiene distinto proceso productivo, aunque es muy similar. En cada clase de tornillo existe una amplia gama de dimensiones, las cuales tienen el mismo proceso, sólo con pequeños ajustes a las máquinas. Debido a esto la fabricación de tornillos se realiza por lotes.

Cada lote de tornillos, pasa por las distintas áreas hasta que se une con tornillos de la misma clase y especificaciones en el área de producto terminado. El tamaño de lote se define por peso (toneladas), no por unidades. La cantidad de lotes que se manda a producir y las características de ellos depende exclusivamente de la demanda.

Los cambios que se hacen en las máquinas, cuando hay lote nuevo, son cambios de dados. Debido a que no todas las máquinas tienen los mismos dados, no todos los lotes de tornillos pueden hacerse en las mismas máquinas.

3. Naturaleza del procedimiento

a. Industrial. La naturaleza del proceso es de modificación siendo éste un proceso industrial. Las operaciones consisten en la transformación de la materia prima para la realización del producto. Estas transformaciones son, en su mayoría, por deformación del material al ser éste expuesto a esfuerzos grandes que modifican su forma. Siendo realizados todos estos procesos a temperatura ambiente. Se utiliza aceite para reducir el aumento de temperatura por la deformación abrupta del material.

C. Ubicación de la planta

La planta está ubicada en el kilómetro 16.5 carretera a Villa Canales. Actualmente cuenta con una buena disponibilidad de mano de obra. Su accesibilidad es buena. Se puede llegar a ella desde la capital por la avenida Petapa o por la avenida Hincapié. También se puede llegar a ella por la carretera desde Amatitlan o Escuintla. Hay buenas instalaciones de drenajes y un buen suministro de energía eléctrica. Está separada de zonas residenciales y a su alrededor tiene fábricas y beneficios de café. Las construcciones aledañas son de la misma empresa, atrás de la planta se encuentra desocupado, lo que le da facilidad de expansión si se requiriera. Las instalaciones son adecuadas para el proceso, se cuenta con iluminación aceptable y fuera de la planta no hay contaminación por ruido.

D. Distribución actual de la planta Torcasa

1. Planos de Torcasa y distribución de áreas y equipos

Figura 3. Plano actual de Torcasa, vista de planta

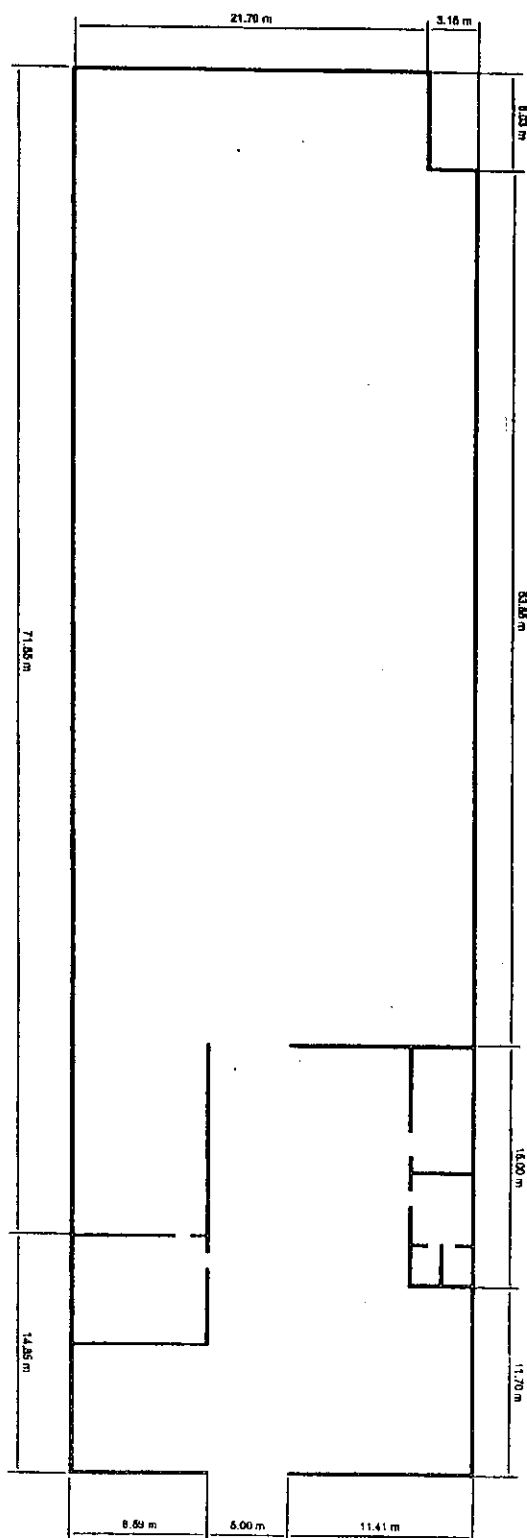


Figura 5. Plano actual de distribución de las áreas, vista planta

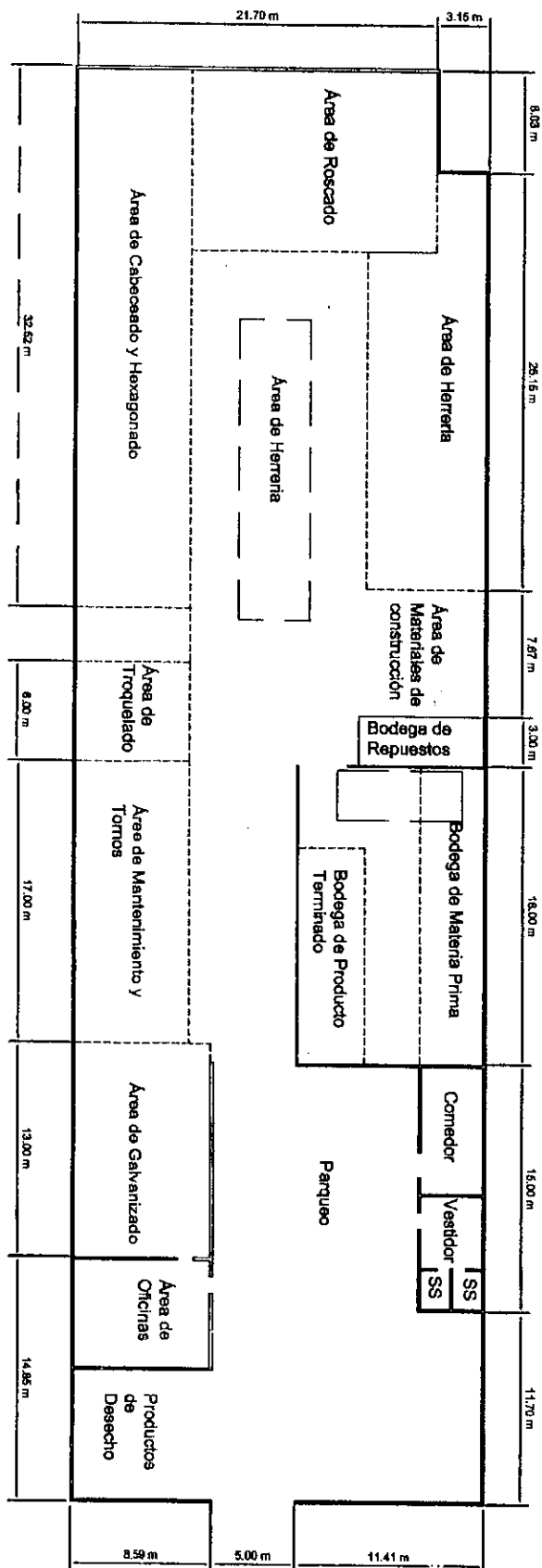


Figura 6. Plano actual de distribución de la maquiagua, vista planta

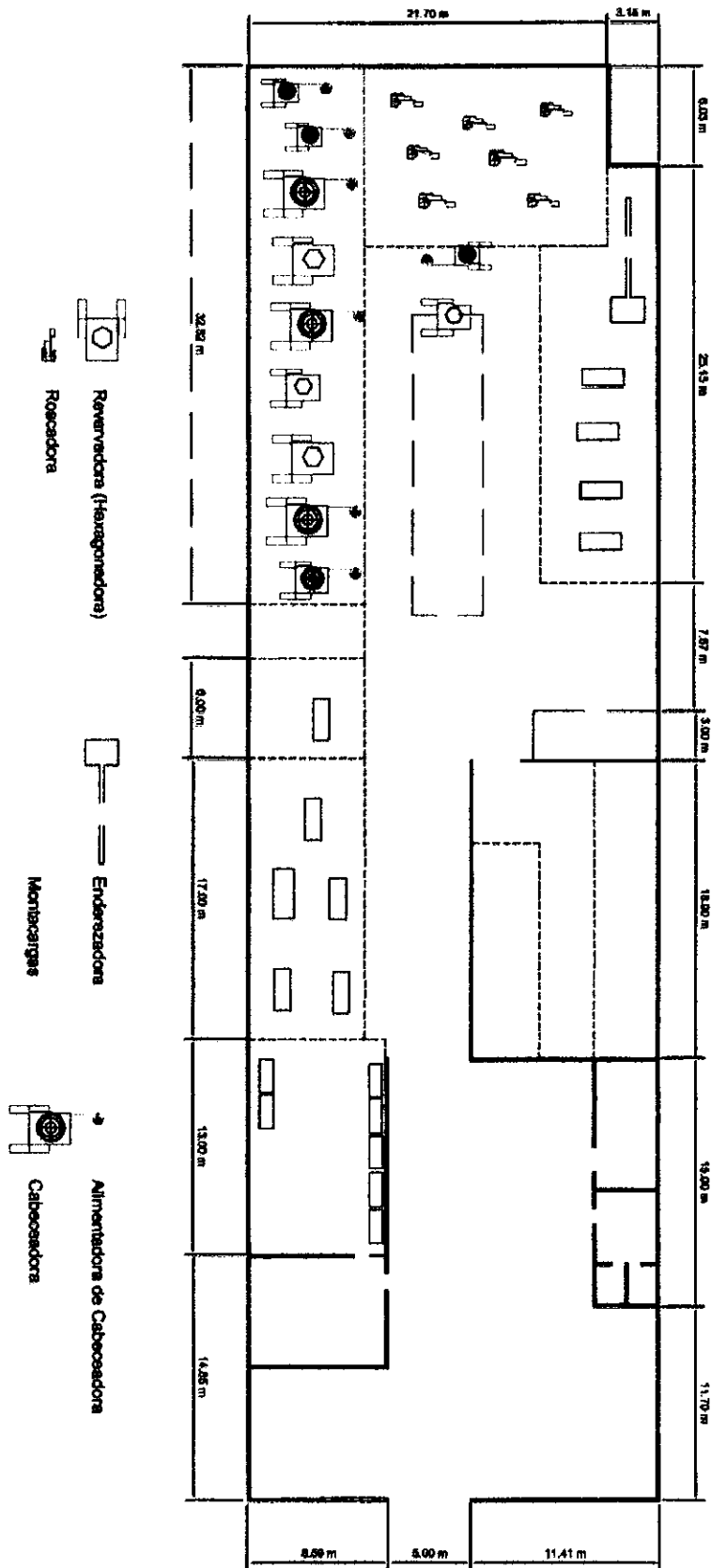
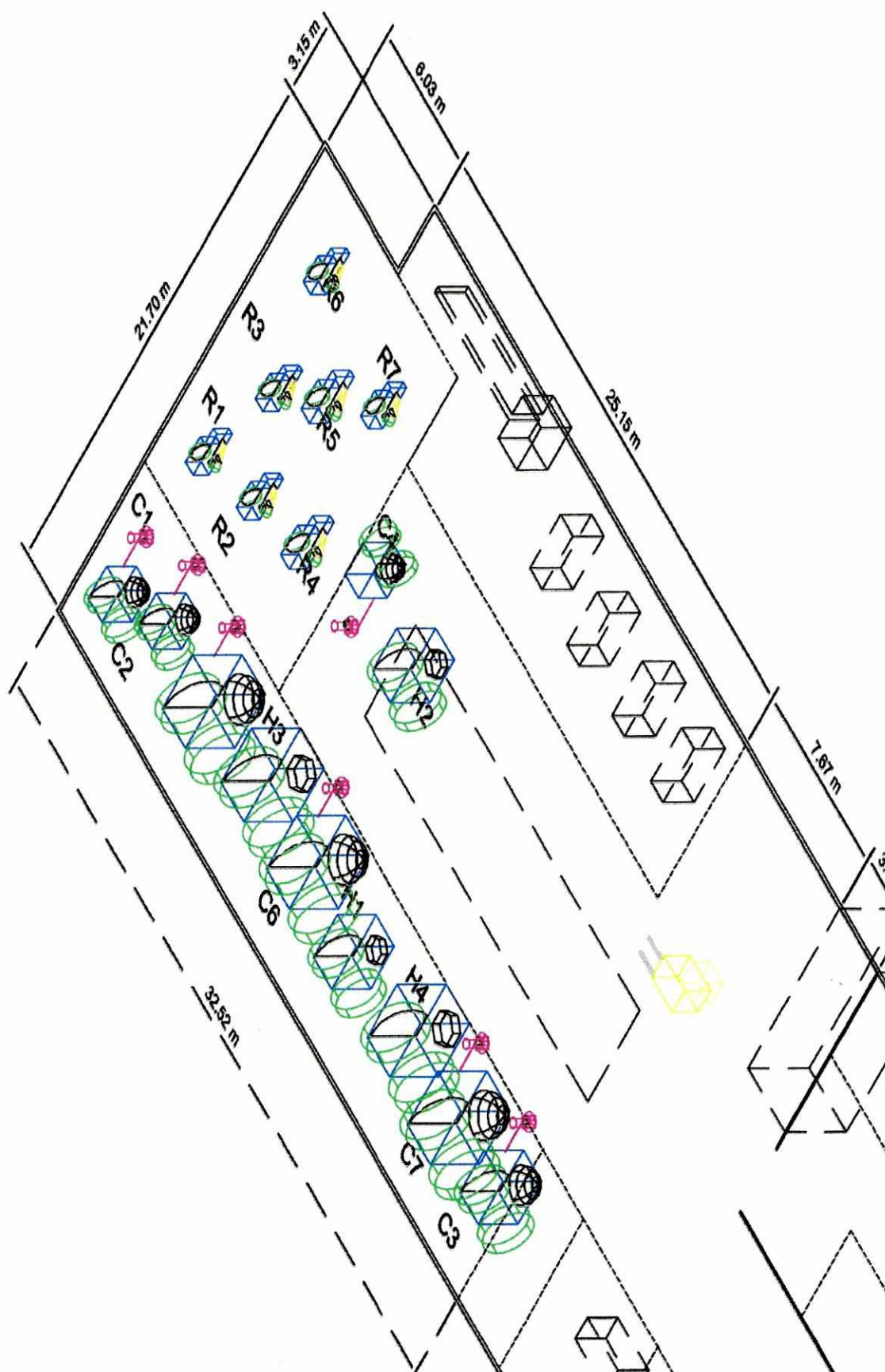


Figura 8. Plano actual de maquinaria en área de producción, vista isométrica



E. Proceso de fabricación actual de tornillos

1. Diagrama de flujo del proceso

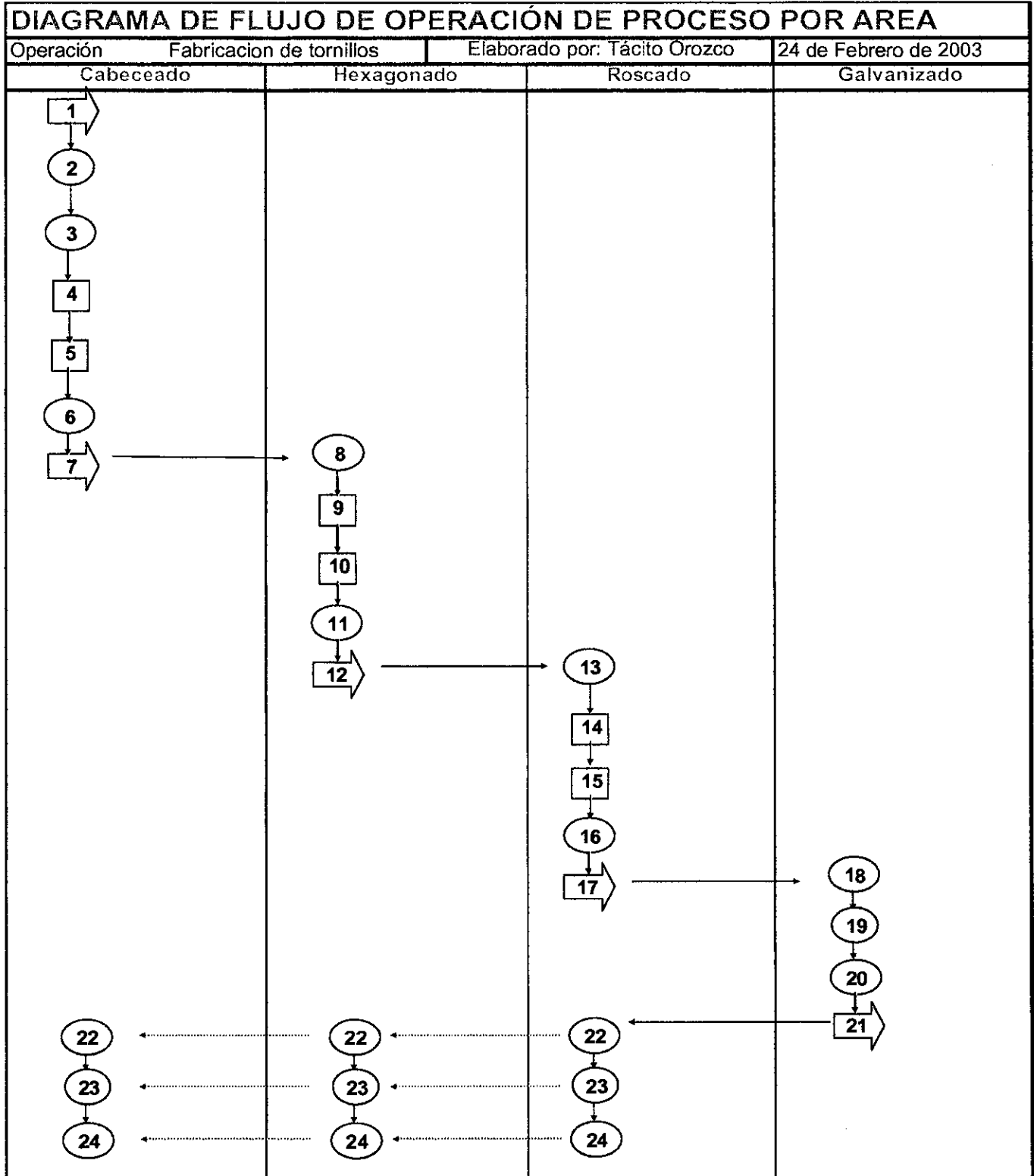
Tabla 45. Diagrama de flujo del proceso actual

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIÓN DE PROCESO		
Operación		Fabricación de tornillos
Elaborado por:		Tácito Orozco
Fecha:		24 de Febrero de 2003
No	Símbolo	Descripción
1		Transportar la materia prima (alambrón) a la cabeceadora
2		Colocar el alambrón en la alimentadora de la cabeceadora
3		Poner en marcha la cabeceadora
4		Inspeccionar que el alambrón entre de manera adecuada
5		Inspección de calidad del subproducto
6		Tomar los tornillos sin rosca (subproducto)
7		Transportar el subproducto a la revaradora o hexagonadora
8		Colocar el subproducto en la alimentadora de la revaradora
9		Inspeccionar que el subproducto entre de manera adecuada
10		Inspección de calidad del subproducto
11		Tomar los tornillos con cabeza hexagonal y sin rosca
12		Transportar el subproducto a la roscadora
13		Colocar el subproducto en la alimentadora de la roscadora
14		Inspeccionar que el subproducto entre de manera adecuada
15		Inspección de calidad del subproducto
16		Tomar los tornillos
17		Transportar los tornillos al área de galvanizado
18		Ingresar tornillos a galvanizado
19		Galvanizado de tornillos
20		Tomar tornillos galvanizados
21		Transportar el producto final a la bodega
22		Pesar el producto según especificaciones
23		Empacar el producto terminado en costales
24		Colocar los costales por grupos
25		Almacenamiento de costales

RESUMEN		
Actividad	Símbolo	Número
Operaciones	O	13
Inspecciones	□	3
Transportes	⇨	5
Demoras	D	0
Almacenamientos	∇	1

2. Diagrama de flujo del proceso por área

Tabla 7. Organización de flujo del proceso por área



3. Diagrama de recorrido

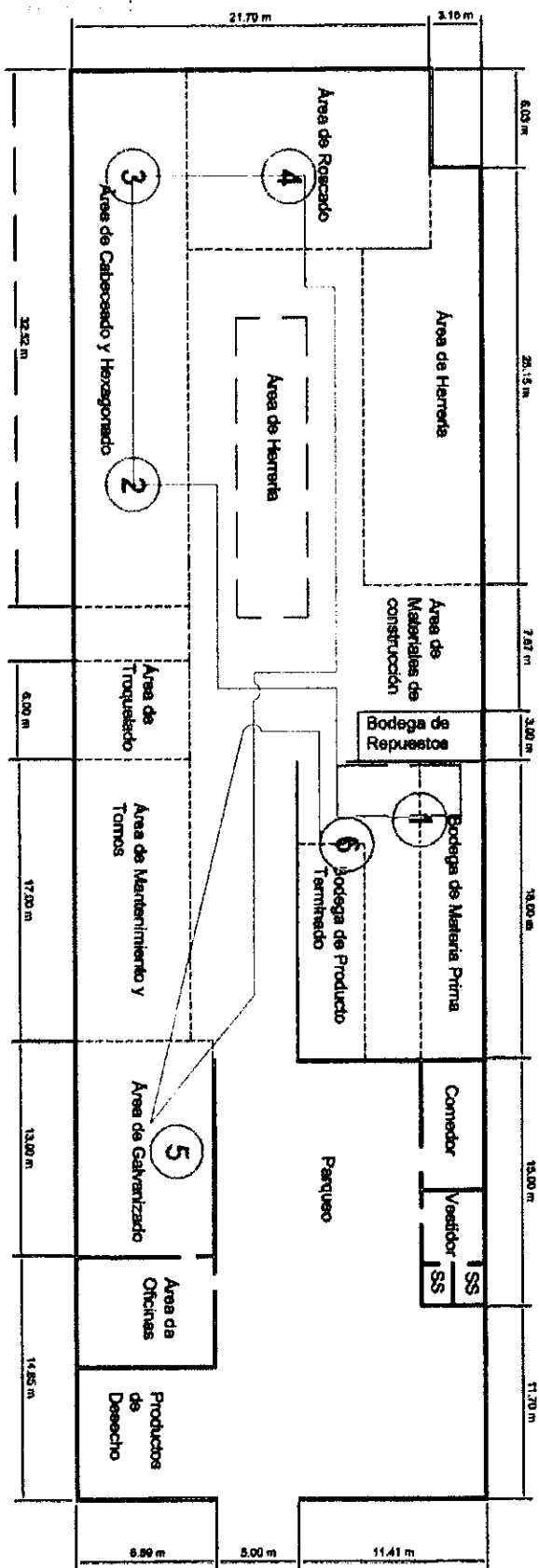


Tabla 8. Distancias recorridas del proceso actual

Recorrido		Distancia
1 a 2	Bodega a cabeceado	37.50 m
2 a 3	Cabeceado a hexagonado	18.61 m
3 a 4	Hexagonado a roscado	10.51 m
4 a 5	Roscado a galvanizado	66.68 m
5 a 6	Galvanizado a bodega	36.36 m
Total recorrido		169.66 m

4. La maquinaria de Torcasa

Tabla 9. Características de las máquinas de Torcasa

Cabeceadoras	Golpes por minuto	Diámetro nominal		Longitud del tornillo	
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
C 1	90	1/8	1/8	1/4	1
C 2	120	1/8	3/16	1/4	1 1/2
C 3	90	3/16	1/4	1/2	2 1/2
C 4	60	1/4	1/2	1/2	2 1/2
C 5	60	1/4	1/2	1	6
C 6	60	1/4	1/2	1	6
C 7	60	1/4	1/2	1	6

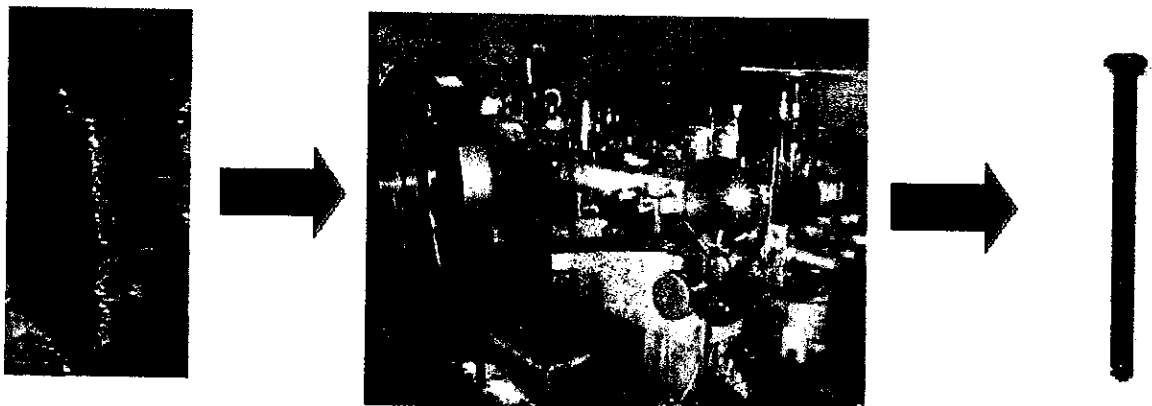
Hexagonadoras	Golpes por minuto	Diámetro nominal		Longitud del tornillo	
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
H1	60	1/8	1/2	1/4	3
H2	60	1/8	1/2	1/8	4
H3	60	1/8	1/2	1/8	6
H4	60	1/8	1/2	1/8	6

Rosadoras	Tornillos por minuto	Diámetro nominal		Longitud del tornillo	
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
R1	60	3/16	3/16	1/4	1
R2	60	3/16	1/4	1/4	2
R3	60	3/16	1/4	1/4	3
R4	60	3/16	1/2	1/4	4
R5	60	3/16	1/2	1/4	6
R6	60	3/16	3/8	1/4	2
R7	60	3/16	3/8	1/4	2

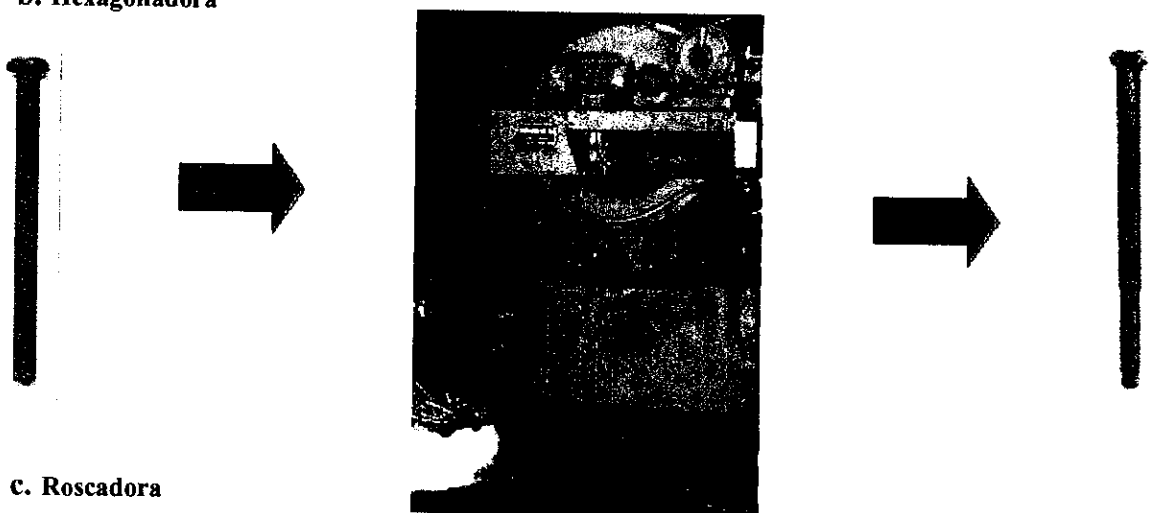
5. Diagrama del proceso por máquina

Forma 1. Diagrama del proceso por máquina

a. Cabeceadora:



b. Hexagonadora



c. Roscadora



6. Puntos críticos del proceso

En la producción de tornillos se identificaron cuatro puntos críticos, donde el proceso tiene alta probabilidad de retrasos o pérdidas.

a. Cuello de botella en las hexagonadoras. Se puede apreciar en la Tabla 6 que las hexagonadoras son una menor cantidad que roscadoras y cabeceadoras, teniendo velocidades de producción similares. La capacidad instalada de producción de la cabeceadora y roscadora es el doble de la capacidad instalada del hexagonadoras. La diferencia entre las capacidades de producción forma un cuello de botella en el proceso. Las consecuencias del cuello de botella son:

- Altos inventarios de producto en proceso
- Subutilización de las máquinas cabeceadoras y roscadoras.

b. La carga de la máquina hexagonadora y roscadora. Por el tipo de máquinas utilizadas, la tolva donde se carga estas máquinas tiene un límite de subproducto a cargar. Varía entre 20 y 40 libras de capacidad dependiendo de las características de la máquina. La cantidad depositada en las tolvas son calculadas por los operadores según su experiencia. Para que el operador pueda aprovechar al máximo la capacidad de la tolva se necesita que este tenga mucha experiencia, dado la cantidad de productos que se manejan. La máquina se puede tener fallas si carga con más producto, y si se carga con menos producto se tiene una pérdida de capacidad instalada. En ambos casos la empresa está perdiendo, ya sea por que el operario deja de realizar otras tareas productivas al estar cargando la máquina más seguido o por reparaciones que se le hacen a la máquina por sobrecargarlas o por paros de la máquina para componer subproductos que ingresan al proceso de la máquina en una posición incorrecta por estar sobrecargada la tolva.

Cuando se fabrican tornillos grandes, la cantidad que se puede introducir en las tolvas es menor, provocando que el periodo de tiempo en que hay que volver a cargar la máquina se reduzca, limitando a un operario a controlar sólo una máquina.

c. La bodega de materia prima y producto terminado. La bodega de materia prima y producto terminado está en un mismo lugar y todos los productos y materias primas se colocan en el piso. En ocasiones la materia prima se encuentra al final de la bodega y es muy difícil acceder a la misma, dado que todo es colocado en el piso, un material enfrente al otro. No hay un orden establecido en la bodega, sólo la división entre Producto terminado y materia prima.

d. Traslado de subproductos de una estación de trabajo a la siguiente

1) **Traslado de cabeceadora a hexagonadora y de hexagonadora a roscadora.** El procedimiento para mover subproducto de una máquina cabeceadora a una máquina hexagonadora es igual al utilizado de la máquina hexagonadora a la máquina roscadora. Se realiza el traslado sus subproductos por medio de toneles cortados por la mitad, los cuales son llenados manualmente con palas en la hexagonadora y cabeceadora, haciendo que el proceso sea lento.

El subproducto resultante de la hexagonadora y cabeceadora es expulsado a una bandeja receptora, de esta bandeja se llenan, utilizando palas, los toneles. El traslado de estos toneles se realiza por medio del montacargas, por el espacio reducido, este traslado es lento y requiere mano de obra.

2) **Traslado de la Roscadora al área de galvanizado.** El tornillo sin galvanizar es expulsado de la máquina roscadora a carretillas. En esta carretillas se acumula todo el subproducto terminado (tornillos sin galvanizar) de estas máquinas, cuando las carretillas se llenan, se coloca otra y las llenas son llevadas al área de galvanizado. El operador de la roscadora es el encargado de llevar la carretilla al área de galvanizado, donde el producto es colocado en cubetas y se inicia el proceso de galvanizado. Este traslado es totalmente manual, es lento y hace que el operador descuide la máquina durante un par de minutos.

7. Espacios críticos

Existe una gran cantidad de espacios críticos en esta planta por la mala distribución existente y el desorden en el cual se realiza el trabajo. Los espacios críticos encontrados son dos y se presentan a continuación:

a. Espacio entre máquinas cabeceadoras. El espacio entre las cabeceadoras es muy reducido, lo cual en ocasiones hace difícil la operación, pero hace muy difícil en especial el mantenimiento. Para poder desarmar una cabeceadora es necesario desarmar parte de las adyacentes. Lo cual hace muy difícil y lento el mantenimiento.

El espacio promedio entre estas máquinas es de 0.50m a 0.75m. El espacio necesario para poder desarmar las máquinas es de 1.3m por el tamaño de las piezas.

b. Tamaño de pasillos. Los pasillos son muy pequeños y no están claramente definidos. No hay definición de los espacios para almacenar productos en proceso o subproductos, por ello muchas veces colocan subproductos en los pasillos lo que hace más difícil el movimiento del montacargas por ellos. Se tienen máquinas que no sirven en medio de la fábrica, los cuales reduce enormemente las áreas donde se

puede circular. Los pasillos son demasiado angostos para que el montacargas pueda dar vuelta, provocando que el montacargas en repetidas ocasiones tenga que moverse en retroceso.

8. Análisis del manejo de materiales

Uno de los puntos críticos del proceso es el manejo de los materiales. Se entiende por materiales la materia prima, subproductos, residuos producidos por el proceso y producto terminado. El manejo de estos materiales es crítico para el proceso, dado que cada uno de estos materiales tiene que ser transportado manualmente a cada estación de trabajo o al área de desecho.

Separamos los materiales en dos: materiales sólidos y materiales no sólidos.

a. Manejo de materiales sólidos. No se cuenta con bandas transportadoras. Se transportan por medio de un montacargas, dado que los materiales pesan mucho. Todas las máquinas depositan el producto procesado en una bandeja receptora. Para poder movilizar estos materiales, es necesario colocarlos en unas canastas de transportación. Las canastas de transportación, como la llaman en la fábrica, son toneles cortados a la mitad que se les suelda un agarradero para que el montacargas pueda cargarlas. Las canastas tienen una capacidad aproximada de 5qq. Para llenar estas canastas con el material que transformó la máquina, se utilizan palas pequeñas. El operario encargado de la máquina es el encargado también de llenar estas canastas y cuando están llenas solicitar al montacargista que realice el traslado a la siguiente estación de trabajo o a la bodega según corresponda.

b. Manejo de materiales no sólidos. Los materiales no sólidos del proceso de fabricación de tornillos, si no se toma en cuenta el área de galvanizado, es únicamente el aceite de las máquinas, que es reutilizado varias veces y luego se vuelve en material de desecho. El aceite de manipula en cubetas de 5 galones y botes de 1 litro. De los cubetas se llenan los litros y esto se utilizan en las máquinas.

Los materiales no sólidos utilizados en el área de galvanizado son transportados en sus recipientes originales. Para el manejo de éstos se utiliza el equipo de protección del área de galvanizado (lentes, guantes y botas de neopreno). Sólo el personal perteneciente al área de galvanizado tiene acceso a estas materiales.

F. Seguridad industrial

1. Riesgos mecánicos

Cada máquina en la fábrica representa un gran peligro, ya que tienen muchos riesgos mecánicos. En este estudio se observó que en todo tipo de máquina se exponen diversos riesgos, como puntos de convergencia (fajas, engranajes) y riesgos de vaivén. Existen riesgos por enrollamiento, pero estos son muy pequeños debido a que todo lo que gira a alta velocidad tiene diámetros muy grandes y con superficies lisas. También existen en esta fábrica riesgos por proyectiles resultantes del uso del esmeril.

Todos estos riesgos se podrían evitar colocando un recubrimiento a toda la máquina, dejando libre para el acceso del operario el área de carga y descarga.

a. Puntos de convergencia. Los puntos de convergencia ocurren en las máquinas cabeceadoras, hexagonadoras y roscadoras. Todo el sistema de funcionamiento está expuesto para la mayoría de estas máquinas. Por lo que los engranajes de funcionamiento de éstas hacen puntos de convergencia que están al alcance de los operarios, ya que no existe ninguna barrera o sistema de protección.

b. Riesgos de vaivén. Las máquinas hexagonadoras y cabeceadoras usan para su proceso un movimiento de vaivén. Este movimiento puede provocar lesiones graves. No hay barrera, y esto ocurre en lugares de la máquina cercanas al área de trabajo del operador. Este riesgo se presenta principalmente en el área de la máquina donde golpea el acero para hacer la cabeza o el hexágono del tornillo.

c. Riesgos por enrollamiento. Los riesgos de enrollamiento ocurren en los tornos. Estos son utilizados para el mantenimiento. Estas máquinas tienen tolvas y barreras físicas, sin embargo, por el funcionamiento de la máquina no se puede tener una barrera que extinga el peligro de enrollamiento. Es necesario el uso de medidas preventivas cuando se usa esta máquina.

2. Riesgos químicos

Estos riesgos existen en el área de galvanizado, con el uso de distintos químicos, utilizado para este proceso electroquímico. Algunos de los compuestos utilizados en este proceso son tóxicos, desde su inhalación hasta su ingestión. Para el galvanizado de zinc por medio de cianuros es necesario el uso de mascarillas, lentes protectores, guantes y botas de neopreno, las cuales deben ser utilizados correctamente durante todo el proceso.

Uno de los problemas de seguridad en esta área es que es usada como paso para llegar a las oficinas desde el resto de áreas. Además el reloj de tarjeta se encuentra en las oficinas, por lo que todos los

operadores pasan por el área de galvanizado sin protección para acceder al reloj y marcar tarjeta cuando salen y cuando ingresan.

3. Toxicidades

Tabla 3.1. Toxicidad de algunas sustancias de galvanizado

Nombre	Fórmula	Tóxico Por			Observaciones
		Inhalación	Absorción	Ingestión	
Cianuro de sodio	NaCN	No	No	Si	Veneno violento.
Soda cáustica	NaOH	Si	Si	Si	Corrosivo. Altamente exotérmico al diluirse.
Oxido de zinc	ZnO	No	No	No	Quemaduras y corrosivo. Altamente mortal.
Ácido nítrico	HNO ₃	Si	Si	Si	Insoluble en agua, pero soluble en ácido acético u ácidos minerales.

4. Riesgos eléctricos

Las instalaciones originales de la fábrica se realizaron correctamente, con un diseño adecuado para su capacidad inicial. La mayoría de instalaciones eléctricas están entubadas y dentro de la pared. Sin embargo, a todas las instalaciones eléctricas no se les ha dado su correcto mantenimiento por lo que se puede observar cierto deterioro en las instalaciones por el paso del tiempo. Las puertas protectoras de algunas cajas están rotas, por lo que las conexiones de la caja están expuestas. No hay identificaciones en los tomacorrientes ni en las cajas. La planta cuenta con un interruptor central. Tiene un alto nivel de riesgo de accidentes por este factor.

5. Riesgos por fuego

La mayoría de la maquinaria está hecha de acero, y su producto y materia prima también son de este mismo material, por lo que tienen una precaria prevención contra este tipo de riesgos, la cual debería ser mayor por su utilización de diesel y aceite, así como de los químicos de galvanizado y la soldadura.

La empresa no cuenta con extintores de ningún tipo, para poder ser utilizado en caso de emergencia.

6. Riesgos por ruido

El ruido en las instalaciones es excesivo (más 85 dB) y de exposición prolongada, por lo que todo el personal debe usar protección auditiva, como orejeras o tapones, aspecto que no se cumple. La empresa proporciona los tapones pero, por falta de una cultura de seguridad y conocimiento del peligro por parte de los operarios, casi nadie los usa.

7. Riesgos por ventilación

La ventilación para la cantidad de gente es inadecuada, ya que es necesario el uso de extractores, que no están presentes en las instalaciones. La única entrada de aire fresco es la puerta principal, por lo que no hay circulación por falta de sistemas de ventilación. Las únicas ventanas que hay en la planta son las que se encuentran arriba, pegadas al techo.

8. Riesgos por soldadura

La soldadura requiere equipo personal como careta, guantes, gabacha, entre otros. De estos, el único utilizado es la careta y únicamente por el soldador y no por sus ayudantes.

9. Riesgos por iluminación

La iluminación utilizada durante todo el día de trabajo es artificial y la única entrada de luz natural es de las ventanas laterales, que no brindan mucha iluminación. Se tiene una buena iluminación para el trabajo ya que no requiere de operaciones minuciosas que necesiten mucha intensidad en la luz. Además, se tiene luces auxiliares en casi todas las máquinas a una altura de 2.5 metros. Para evitar tanto gasto en luz artificial podrían instalarse tragaluzes en el techo.

10. Material de desecho

Los materiales de desecho del proceso son tres:

a. Rebabas de acero de la hexagonadora y cabeceadora. El desperdicio de resultante del corte de la hexagonadora y cabeceadora cae en una bandeja y cuando ésta se encuentra aproximadamente llena al 80% se separa. El proceso de descarga se realiza entre dos operarios y consiste en verter el desecho en una carretilla, la cual es conducida por un operario para llevarla a colocar en toneles. Los cuales son almacenados para luego ser vendidos.

b. Aceite residual. El aceite residual es desechado por la maquinaria al descargar cada unidad producida. La bandeja receptora, tiene forma de malla o colador en la parte inferior de la misma y permite que pase el aceite a otra bandeja colocada abajo, separando el producto del aceite. Cuando la bandeja de aceite se llena, este aceite es colocado nuevamente en la máquina si está bien todavía. Cuando el operador determina que el aceite ya ha sido reutilizado muchas veces y que su estado no está bien (lo determinan por la apariencia física del aceite), el operador tira todo el aceite de la máquina. Este aceite es recolectado y se deposita en un tonel. Los toneles son almacenados afuera de la planta a la par del área de oficinas.

c. Solución después del proceso de galvanizado. La solución resultante del proceso del galvanizado es el otro material de desecho no sólido que se produce en la fábrica. Esta solución está compuesta por los elementos ionizados de los productos utilizados en el galvanizado (Tabla 4 Lista de Materiales o Tabla 10 Toxicidad de Químicos utilizados en el galvanizado).

Cuando la solución ya no puede ser usada para el proceso es desechada. Al igual que el aceite, esta solución es acumulada en toneles, posteriormente son retirados los toneles por otra empresa subcontratada por Torcasa, que se encarga del desecho de la solución.

11. Aspectos generales

No hay ningún tipo de señalización para las máquinas e instalaciones eléctricas, al igual que no existe contraste de colores entre las máquinas, paredes y productos (materiales).

Torcasa cuenta con un botiquín con medicinas básicas necesarias para lesiones y dolores leves. Tampoco se tiene un plan o manual escrito de seguridad, ni se realizan simulacros de situaciones de emergencia.

G. Mantenimiento de la planta

1. Situación actual

Actualmente se le brinda a la planta y a la maquinaria un mantenimiento correctivo, siendo los encargados los dos mecánicos de la planta. Se hace un cambio de aceite y limpieza a la maquinaria cada seis meses aproximadamente, pero no se lleva un control por escrito de cuándo y cómo hacerlo. La limpieza de la planta no es muy buena, no se cuenta con una persona encargada de esta labor, por lo que depende de los operarios y no hay un sentido de pertenencia que ayude a la limpieza. Las fallas de maquinaria, según el encargado, son inusuales, siendo las piezas que llevan más desgaste los engranajes.

La planta cuenta con un taller de torno para realizar las correcciones necesarias a las piezas. Se cuenta con cuatro tornos, los cuales son usados exclusivamente para hacer y reparar piezas para la maquinaria de la planta. También cuentan con dos fresadoras y otras herramientas varias.

El sistema de alumbrado tanto de la planta como de oficinas está muy sucio, lo que disminuye la iluminación. El mantenimiento del sistema eléctrico es muy pobre, sólo se toma en cuenta cuando hay un problema. No se hace revisión periódica de empalmes, no se lleva un registro del cambio de lámparas, falla de fusibles. La maquinaria no está numerada ni inventariada, no hay un inventario de repuestos y herramientas. El área de tornos hace el papel de taller de mantenimiento, pero no está delimitado. En esta área se tiene el esmeril, y se guardan los equipos de soldadura eléctrica. No hay un área especial para guardar el equipo de soldadura autógena, que es bastante peligroso si es mal manejado o se golpea.

IV. ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se analizará la situación actual de Torcasa, desarrollada en los dos capítulos anteriores, y se desarrollarán las recomendaciones y propuestas de mejora para cada uno de los puntos analizados.

A. Estrategia y cultura organizacional

1. Análisis

La empresa y la planta carecen de una verdadera cultura organizacional, lo que imposibilita un correcto desarrollo de ambas. El concepto de planificación estratégica no existe. La planta y la empresa no tienen una estrategia genérica. Tratan de competir en todo sin ser buenos en algún punto o establecer una estrategia genérica de acuerdo a las necesidades del mercado y sus ventajas competitivas.

No tienen estudios o conocimiento de su cancha de juego es decir del medio ambiente donde la empresa labora. Uno de los problemas en la organización es que no se dedican únicamente a su negocio central, esto es extensivo a la planta, que es donde se centra este estudio.

El negocio central de la planta es la fabricación de tornillos, en la planta se dedican también a hacer algunos productos de herrería (únicamente para la empresa), hacia algunos productos troquelados (el área de troquelado no está en funcionamiento desde hace varios años) y trabajos de tornos para mantenimiento de las máquinas.

En la empresa no se tienen valores que rijan la forma de conducta de sus empleados y la toma de decisiones. La visión y misión se realizaron como requisito administrativo y no por el sentido de dirección e inspiración que brindan. Además por la forma de realizar la visión y misión no hay un correcto despliegue de éstas dentro de la organización. Ninguno de los operarios conoce que existe una visión, misión, ó valores. El gerente de producción o gerente de planta de Torcasa no conoce la visión y la misión de la planta, establecida por la alta gerencia. Esto denota la poca importancia dada a estos factores claves para una planificación estratégica y la falta de despliegue de información por parte de la empresa.

Debido a la falta de información el gerente de la planta actúa según sus criterios que pueden ser contrarios, por la falta de información, en algún momento con los intereses de la compañía.

2. Recomendaciones

Desarrollar un análisis de la industria de tornillos en Guatemala y en Centroamérica, determinando:

- Situación general actual de Guatemala y Centroamérica (aspectos económicos, sociales, políticos y sobre todo cómo se encuentra la industria Centroamericana)
- Desarrollar un análisis de las macro-tendencias de Guatemala y Centroamérica para los próximos cinco años basándose en la historia y algunos supuestos.
- Elaborar un análisis de las micro-tendencias de Guatemala y Centroamérica para el sector de tornillos para los próximos cinco años.
- Hacer un análisis completo de la cancha de juego empresas de tornillos en el mercado centroamericano haciendo énfasis en Guatemala. Este estudio consiste en los siguientes análisis:
 - Análisis de la competencia directa
 - Análisis de la competencia Potencial
 - Análisis del poder de negociación con clientes
 - Análisis del poder de negociación con proveedores
 - Análisis de la amenaza por sustitutos
 - Análisis por cambios radicales u obsolescencia
 - Análisis por amenazas del entorno externo

Posteriormente de realizar el estudio de la industria en Centroamérica con un enfoque especial en Guatemala se recomienda que la alta gerencia, con el aval de la junta directiva de accionistas, realice lo siguiente:

- Definir la misión y visión de la empresa, así como los valores. En estos se debe definir la cancha de juego, lo que se desea lograr y tiene que ser sobre todo objeto de inspiración, que motive a la organización a lograr eso. Tiene que ser una guía de quién es la empresa y qué quiere lograr y bajo qué principios y valores se va a lograr la visión.
- Definir la estrategia genérica:
 - Liderazgo en costos (precio bajo) o diferenciación (calidad o servicio)
 - Eficiencia operativa (bajos costos para tener bajos precios) o servicio y atención al cliente o innovación al producto y alta calidad.
- Definir todo el plan estratégico para lograr la visión realidad.
- Realizar un despliegue de información a toda la organización, de tal forma que desde la alta gerencia hasta el más bajo nivel jerárquico conozca la visión, misión, principios y estrategia genérica. Cada persona que forma parte de la organización tiene que tener claro cual es su contribución al negocio y como su contribución hace que la empresa pueda llegar a la visión. Toda la organización tiene que estar alineada con los principios y valores de la organización.

Por último se recomienda dedicarse únicamente al negocio central de la empresa, el cual es la fabricación de tornillos, eliminar el área de herrería y tornos de la planta y evaluar si es rentable crear una empresa que se dedique a estas actividades, haciendo trabajos también para terceros.

B. Análisis de la ubicación de la planta

La planta está ubicada en el kilómetro 16.5 carretera a Villa Canales. Actualmente cuenta con una buena localización. En el análisis de ubicación se analizarán distintos aspectos claves para el funcionamiento de la planta. Cada uno de estos aspectos se calificará sobre cinco según su importancia para el funcionamiento y el buen desempeño de las actividades que se realizan en la fábrica. Luego se analizará si la situación actual de cada uno de estos aspectos cumple con las necesidades de la planta calificándose también sobre cinco.

1. Factores que influyen en la ubicación de la planta

a. Disponibilidad de mano de obra. La intervención del agente humano es muy importante para el funcionamiento de la planta, debido a la poca tecnificación de la misma y la alta rotación de los operarios. La mano de obra es de pocos recursos económicos, tiene nivel medio y técnico, por lo que se necesita que vivan cerca de la fábrica. A este factor le asignó un peso de cinco sobre cinco.

1) Ubicación actual. La planta se encuentra ubicada en el kilómetro 16.5 carretera a Villa Canales. Está situada a escasos kilómetros de distancia de Boca del Monte y Villa Canales. Por lo tanto, la disponibilidad de mano de obra, un factor muy importante, es abundante.

b. La disponibilidad de infraestructura. Esta disponibilidad es otro factor muy importante, ya que toda la maquinaria depende de la electricidad y otras facilidades brindadas por la infraestructura del lugar. La infraestructura debe facilitar una buena iluminación, para poder desarrollar correctamente los análisis de calidad, que hacen constantemente los operarios. La infraestructura también se le da un valor de cuatro de importancia.

1) Ubicación actual. La calificación que se le da es de tres ya que la planta cuenta con todos los recursos para la producción, pero no son óptimos. Las instalaciones eléctricas están un poco dañadas y la iluminación no es lo suficientemente buena en algunas áreas. El área de bodega no cuenta con anaqueles o repisas para colocar el producto y utilizar el espacio aéreo. Los servicios sanitarios y de comedor son adecuados para la cantidad de operarios.

c. La disponibilidad de materiales y suministros. Los materiales y suministros son básicos para el proceso de fabricación del producto. En este factor se analiza la facilidad de llevar los materiales a la planta e ingresarlos. Se le asignó una ponderación de cinco.

1) Ubicación actual. La materia prima es importada de México por vía terrestre en contenedores. En la ubicación actual, hay varias vías de acceso. Los camiones pueden llegar con facilidad sin atravesar la ciudad. El ingreso de la planta es lo suficiente amplio para que se pueda estacionar un contenedor y se realiza la descarga de material por medio de montacargas.

El acceso a los suministros es bueno, dado la cercanía con la Avenida Petapa, donde se pueden encontrar muchas ventas de repuestos y otros utensilios. Los suministros son llevados a la planta por los proveedores, en caso de emergencia es fácil acudir a una venta a comprar algún suministro necesario. En disponibilidad de materiales se le asigna un cuatro de cinco.

d. Requisitos de seguridad. La ubicación de la planta tiene que ser un lugar seguro y sin niveles altos de violencia. Se debe garantizar la seguridad de los empleados y de todos los activos de la planta. Por ello se le asignó un peso de cuatro sobre cinco a este factor.

1) Ubicación actual. La planta está ubicada en un lugar tranquilo pero un poco retirado del área urbana. La seguridad pública no se hace presente con mucha frecuencia, a pesar de estar a pocos kilómetros de Villa Canales y Boca del Monte. Las instalaciones no cuentan con un adecuado nivel de seguridad. En este aspecto la planta tiene una calificación de tres.

e. Disponibilidad de servicios al personal. El personal de la fábrica es de bajos recursos y necesita que los servicios estén localizados cerca de donde viven o trabajan. En la planta se les brinda los servicios básicos: baños, comedor, vestidores. Sin embargo los operarios necesitan lugares donde comprar comida o donde se les brinden servicios de salud. Es muy importante que existan clínicas o centros asistenciales cerca de la fábrica, dado que no se cuenta con clínica dentro de la fábrica, sólo se tiene un botiquín con algunos medicamentos básicos. En conclusión se le asigna a este aspecto una ponderación de tres sobre cinco.

1) Ubicación actual. La Es aceptable ya que existe una tienda muy cerca y hay centros asistenciales tanto en Boca del Monte como en Villa Canales que se encuentran a poca distancia, se le da una calificación de 4.

f. Disponibilidad de transporte. Se le asignó un peso de 2 sobre 5 debido ya que son pocos los operarios necesitan transporte público para llegar a la planta. La mayoría prefieren ahorrar usando una bicicleta o caminando.

1) Ubicación Actual. Se cuenta con servicio de transporte público accesible para los empleados, por lo que se califica como 4 de 5.

g. Espacio para ampliaciones. Aunque la demanda de tornillos es grande, la oferta por parte de la competencia también lo es. La planta no trabaja al 100% de su capacidad y de aumentar la demanda la planta puede aumentar su capacidad sin tener que ampliar su espacio de trabajo. Las ampliaciones serían poco necesarias en un mediano plazo, razón por la cual tiene un peso de 2 sobre 5.

1) Ubicación Actual. Se le puso una calificación de 5 ya que el terreno permite ampliaciones laterales. Los terrenos que rodean a la fábrica son de la misma compañía.

h. Reglamentos para la construcción. Dado que la planta requiere de una construcción relativamente simple, los reglamentos de la construcción no afectan de manera significativa a la empresa, por lo que también se les asignó un valor de dos sobre cinco.

1) Ubicación actual. En este lugar se puede construir con bastante libertad, no hay imitaciones por parte de la ley.

i. Disponibilidad de estacionamiento. Se le asignó un valor de uno sobre cinco debido a que, entre todo el personal de la planta, sólo dos personas llegan en automóvil, por lo que se requiere de un espacio pequeño para su estacionamiento.

1) Ubicación actual. La planta cuenta con un amplio espacio frontal, tanto para parqueo como para la entrada de furgones. Se califica con cuatro sobre cinco en este factor.

j. Conveniencia de terreno y clima. El proceso de fabricación de tornillos no depende del terreno y del clima. Sin embargo esta variable tiene una calificación de uno en importancia, el clima puede tener incidencia en los trabajadores por el medio de transporte que utilizan para movilizarse. Muchos de los operarios se mueven en bicicleta, un mal clima puede provocar un alto nivel de ausencias por enfermedades respiratorias en climas lluviosos.

1) Ubicación actual. El clima es templado muy parecido al de la ciudad de Guatemala, por lo que la calificación es buena. Se le da una calificación de cuatro sobre cinco.

Como se puede apreciar en la Tabla 5, la ubicación actual de la planta es aceptable, actualmente satisface en un 80% las necesidades del proceso. Se debe tener especial cuidado con la infraestructura, ya que su calificación es baja y su peso es alto. Es necesario realizar inversiones menores en esta área. Los requisitos de seguridad no son satisfactorios, por lo que esto se debe aumentar internamente, con medios preventivos.

Tabla 11. Análisis de ubicación (de Muestra)

No.	Atributos	Tipo	Peso	ACTUAL		Ideal	Comparación
				Califi.	Ponderación	Califi.	% de Cumplimiento
2	Disponibilidad de mano de obra	Exigible	5	5	25	25	100%
9	Disponibilidad de infraestructura	Exigible	4	3	12	20	60%
6	Disponibilidad de Materiales	Exigible	5	4	20	25	80%
13	Requisitos de seguridad	Exigible	4	3	12	20	60%
4	Disponibilidad de servicios al personal	Exigible	3	4	12	15	80%
5	Disponibilidad de Transporte	Exigible	2	4	8	10	80%
12	Espacio para ampliaciones	Exigible	2	5	10	10	100%
11	Reglamentos para la construcción y planeación	Deseable	2	5	10	10	100%
7	Disponibilidad de espacio para estacionamiento	Deseable	1	5	5	5	100%
10	Conveniencia del terreno y el clima	Deseable	1	4	4	5	80%
	TOTAL				118	145	81%

2. Análisis general de la ubicación

Como se puede apreciar en la Tabla 11, el resultado del análisis de la ubicación muestra 81% de satisfacción de los factores analizados. Esto significa que está relativamente cerca de ser ubicación ideal. Casi todos los requisitos exigibles poseen una calificación mayor al 80%. Hay dos factores que están en un 60%, pero se puede realizar planes de acción para lograr subir la calificación en estos, sin embargo, todavía tienen una puntuación aceptable. Estos dos factores son seguridad e infraestructura.

El aspecto de seguridad es un problema nacional, por lo que un cambio de ubicación de la planta mejoraría muy poco o nada este aspecto. Este aspecto se aventajaría realizando mejoras internas a la planta, creando un sistema de seguridad.

3. Recomendaciones

- Mantener la ubicación de la planta.
- Desarrollar un plan de seguridad, con sistemas preventivos para la planta, como:
 - Sistema de alarmas
 - Alambre espigado electrizado
 - Analizar el contratar seguridad privada, que brinde los servicios anteriores.
 - Realizar pequeñas inversiones en la mejora de la infraestructura.
 - Mejoras en el sistema eléctrico
 - Mejoras en la iluminación, tragaluces.
 - Desarrollo de anaqueles para la bodega.

C. Propuestas de mejoras al proceso de fabricación en Torcasa

La planta tiene un proceso semiautomático. La fabricación por lote es la indicada para este tipo de productos, ya que la cantidad de tipos de tornillos es muy amplia. Al mismo tiempo este tipo de producción es versátil ante la demanda del mercado de tornillos.

Los principales problemas y limitantes del proceso de fabricación de la planta Torcasa son:

- Distribución de las áreas y manejo de espacios
- Cuello de botella en el área de hexagonado (capacidad inferior al resto de áreas)
- Desperdicio de espacio y dificultad de acceso en la bodega de Torcasa

1. Distribución de las áreas

La distribución de las máquinas y la definición de las áreas de producción actual dificultan el proceso de fabricación de tornillos. Puede aumentarse la efectividad del proceso reorganizando las máquinas de tal forma que los movimientos sean menores a los actuales, disminuyendo las distancias y haciendo más fácil el movimiento de montacargas.

El flujo del proceso, como se puede apreciar en el diagrama de recorrido (Figura 9) y en la distribución de las áreas en Torcasa (Figura 5) no es ordenado, ni minimiza las distancias entre áreas. También se observa en el diagrama de recorrido que éste se cruza en dos ocasiones lo que puede provocar retrasos en el proceso.

No hay una clara definición de corredores. El montacargas no puede recorrer todo el recorrido del proceso, ya que hay maquinaria que obstruye el paso. Esto hace que el recorrido del montacargas en el proceso sea mayor al mostrado en el diagrama de recorrido. Sin embargo, en ocasiones se utilizan carretas para movilizar subproductos en áreas de difícil acceso para el montacargas. El uso de las carretas hace más lento el proceso.

Las áreas de producción se encuentran mezcladas, no hay una correcta definición de estas. Las máquinas hexagonadoras y las cabeceadoras están mezcladas, esto se debe a que conforme la empresa adquirió más maquinaria ésta fue instalada en espacios libres y no se definieron áreas para cada parte del proceso. Dos máquinas cabeceadoras están junto a las máquinas roscadoras, como se observa en el plano de distribución de máquinas, evitando que el montacargas pueda moverse por esa área.

En el área determinada para producto en proceso hay máquinas que no tienen relación con la planta y que se encuentran ahí ya que en otra sección de la empresa ya no servían.

a. Distribución con bandas transportadoras. Uno de los factores más importantes en cualquier proceso productivo es el recurso humano. Las personas en Torcasa son usadas para la carga y descarga de materiales, revisión de calidad y supervisión del funcionamiento de la maquinaria. Esto provoca que se necesite mucha mano de obra para el tamaño y características de la planta.

La mano de obra es utilizada para mover los subproductos. Esta mano de obra puede ser mejor aprovechada en otras actividades utilizando bandas transportadoras o disminuyendo las distancias que recorren al movilizar los subproductos por medio de una redistribución de la maquinaria y las áreas.

Para utilizar bandas transportadoras en la planta se necesita formar líneas de producción. Estas consisten en una cabeceadora, una hexagonadora y una roscadora de similar capacidad, trabajando en línea. Para poder hacerlas eficientes, se necesita tener la misma cantidad de equipo con similares características de capacidad, velocidad de producción y de rango de tornillos que pueden trabajar. Sin embargo, en Torcasa no se cuenta con suficiente equipo en el área de hexagonado, se tiene la mitad de capacidad que el resto de áreas (Tabla 8).

El utilizar bandas transportadoras con las características actuales de la planta, limitaría un poco la versatilidad de producción. Tendrían que estar en línea dos cabeceadoras y dos roscadoras con una hexagonadora, teniendo las roscadoras y hexagonadoras un rango mayor o igual de variedad de tornillos que la hexagonadora para esa línea y así no limitar tanto la versatilidad de producción.

En la Tabla 12 se presenta la combinación propuesta de cabeceadoras, hexagonadora y roscadoras para formar las líneas de producción utilizando bandas transportadoras y las características de los productos que pueden ser producidos en cada una de ellas. Con esta combinación de maquinaria se maximiza la variedad de producción. La velocidad de las líneas se ve limitada por las hexagonadoras, que tienen una velocidad de 60 tornillos por minuto (Tabla 9).

Tabla 12. Balance de equipos para producción en línea

Linea de producción		Linea 1		Linea 2		Linea 3		Linea 4	
Cabeceadoras		C4	C2	C5	C3	C6		C7	C1
Hexagonadora		H1		H2		H3		H4	
Rosadoras		R7	R2	R6	R3	R5		R4	R1
Tornillos por minuto		60		60		60		60	
Diámetro nominal	Min	3/16		3/16		1/4		3/16	
	Max	3/8		3/8		1/2		1/2	
Longitud del tornillo	Min	1/4		1/4		1		1/4	
	Max	2		3		6		4	

Una de los limitantes de la utilización de bandas transportadoras es que limitaría el paso del montacargas y su carga de trabajo. Para el mantenimiento de la maquinaria muchas veces se necesitaba del montacargas. Las bandas dificultarían el mantenimiento. Como medida sustituta del montacargas se recomienda instalar un polipasto aéreo, colocado sobre vigas arriba del área de producción. Este polipasto debe poderse mover sobre dos ejes motorizados. Esto facilitaría el acceso a cualquier maquinaria, y de instalarse varios, podría sustituir por completo la necesidad del montacargas.

A continuación se muestran los planos y diagramas de la propuesta de mejora con bandas transportadoras. Se presentan la distribución de la planta y sus áreas y la ubicación propuesta de la maquinaria y las bandas transportadoras. También se presenta el diagrama de recorrido y las distancias que se recorren en el proceso utilizando esta propuesta. La distancia de recorrido disminuye de 169.66 m (Tabla 8) a 157.39m (Tabla 13) utilizando bandas transportadoras.

Figura 12. Plano de distribución propuesto de las áreas con bandas transportadoras, vista planta

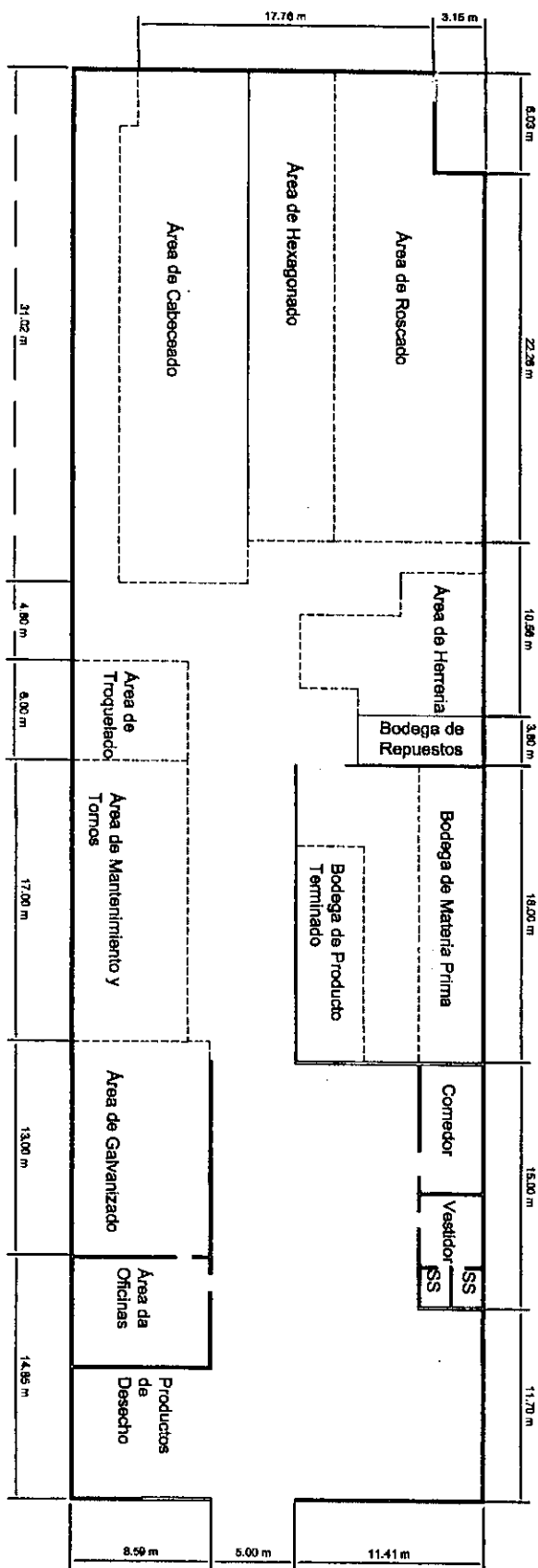


Figura 10. Plano de distribución de la planta de procesamiento de la madera (en metros).

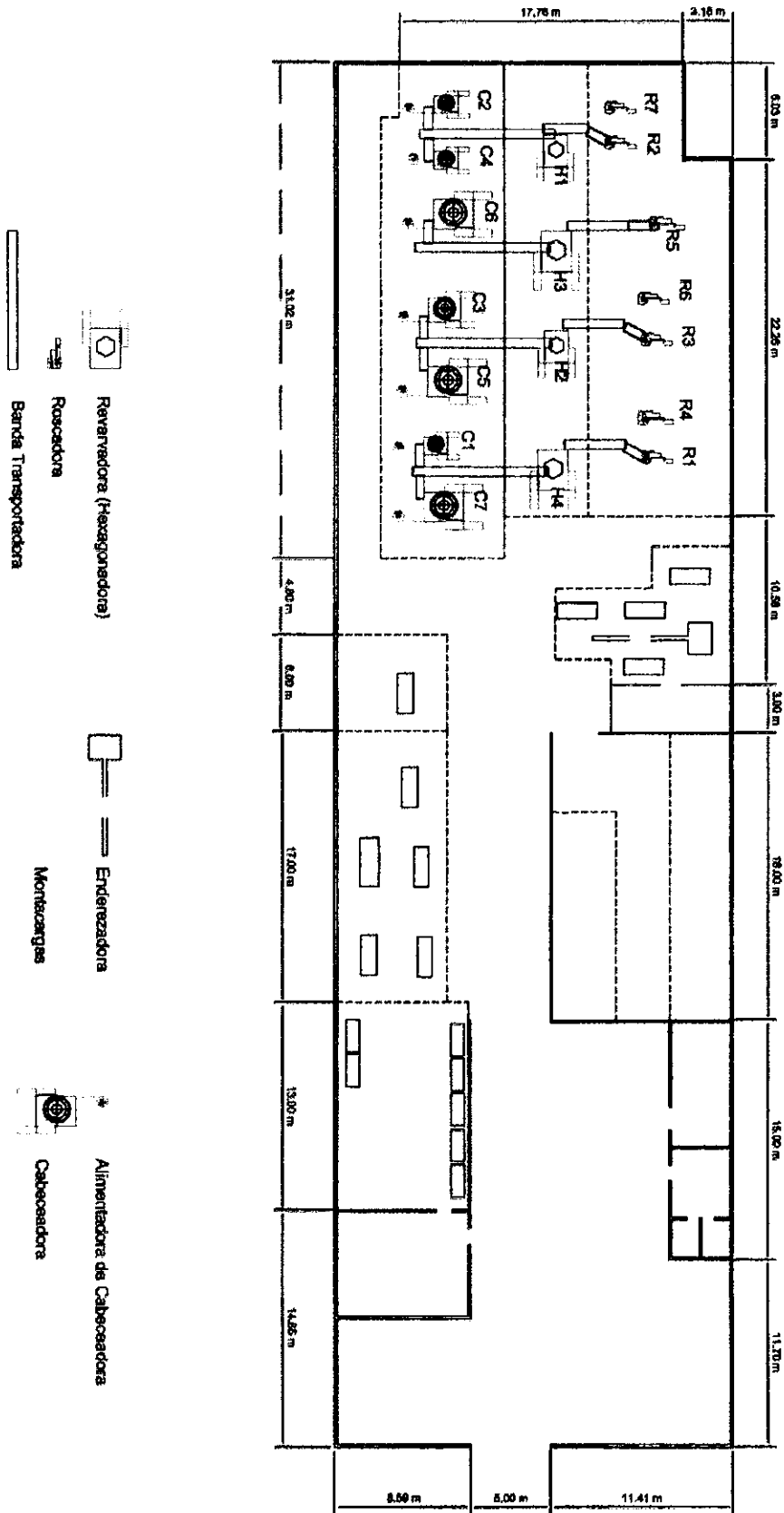


Figura 1. Plan de ampluimez și distribuție a echipamentelor în sala de lucru

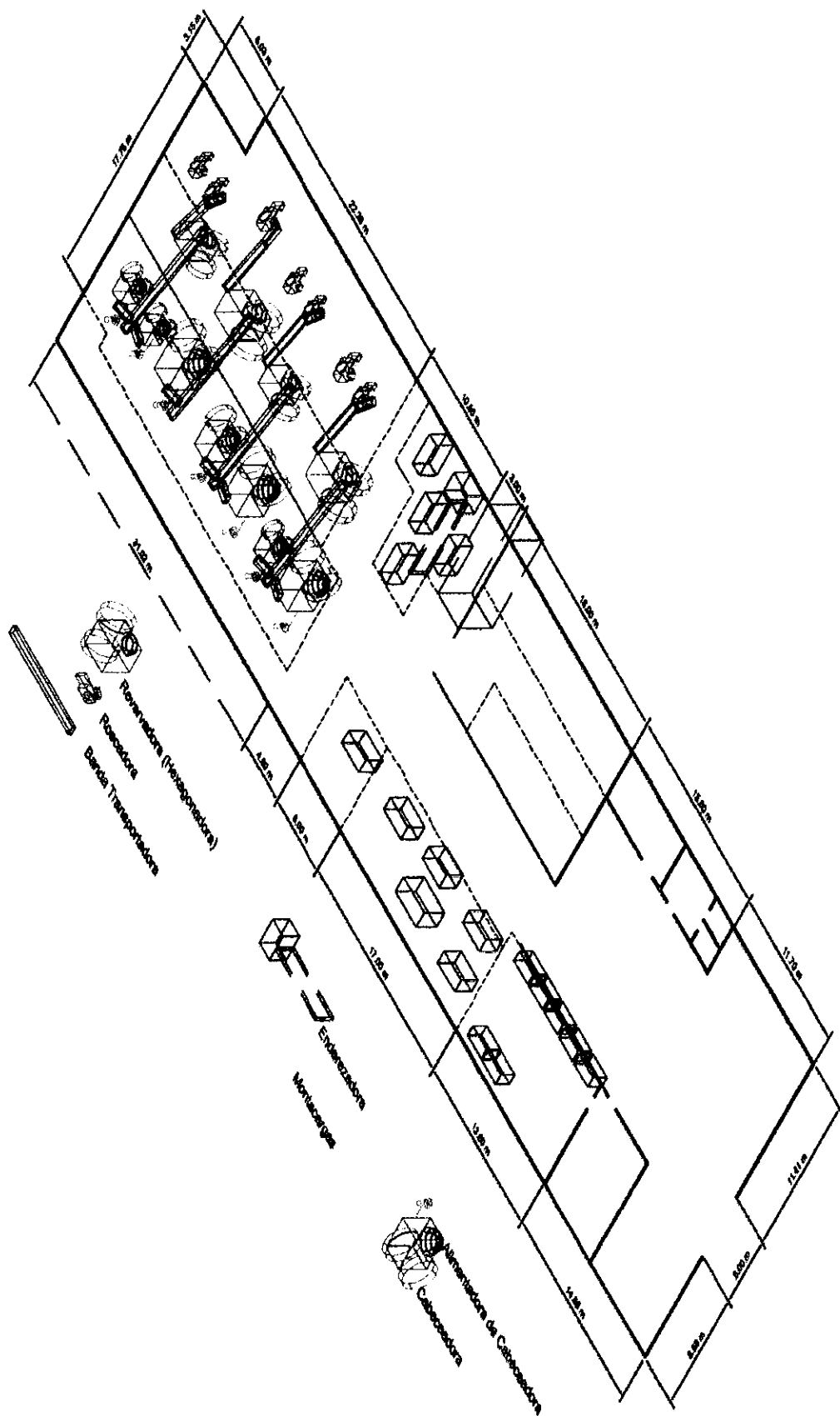


Figura 15. Plano de distribución propuesta de la maquinaria en área de producción con bandas transportadoras, vista isométrica

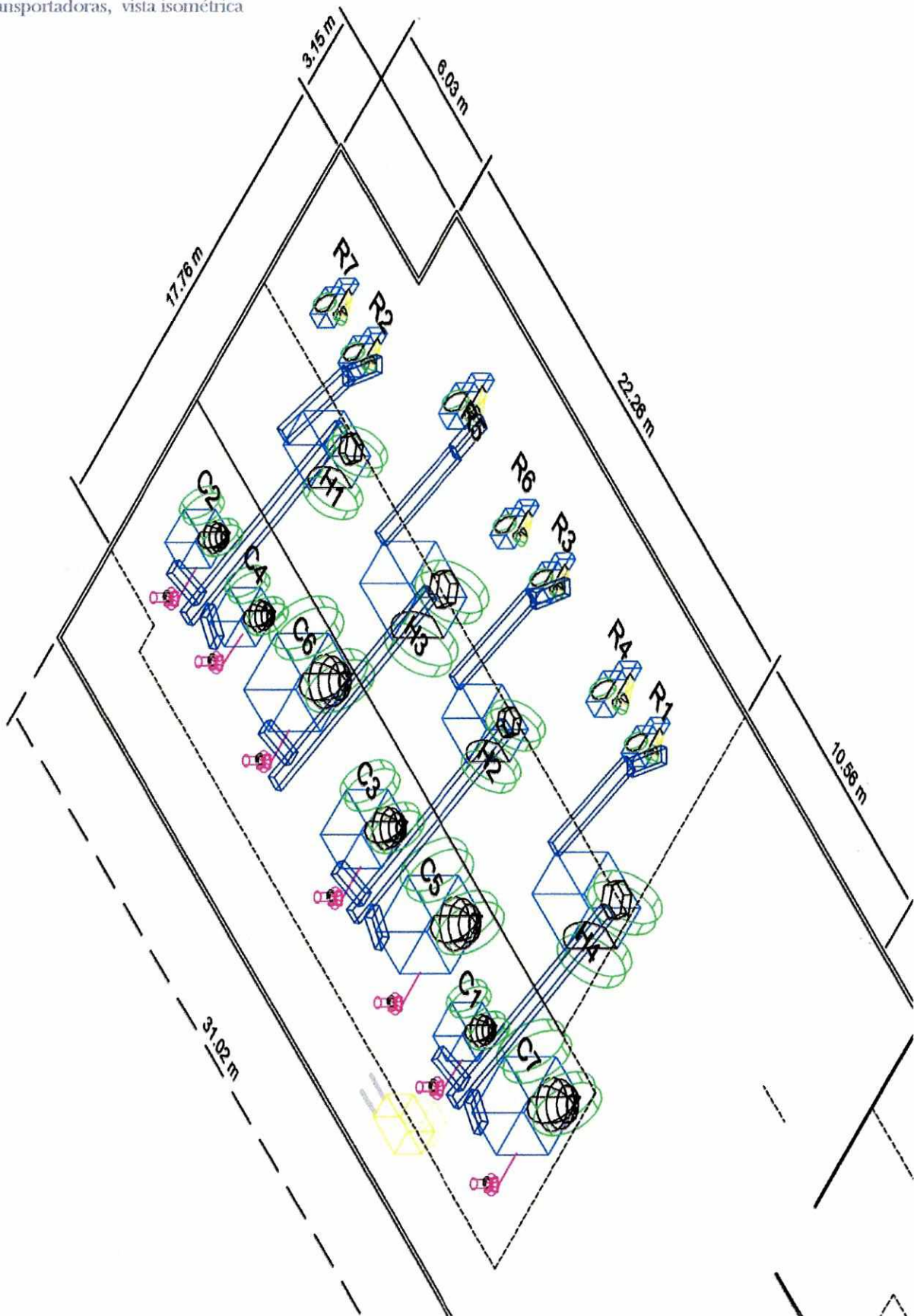


Figura 1.1: Diagrama de planta de un sistema de energía eléctrica en un barco.

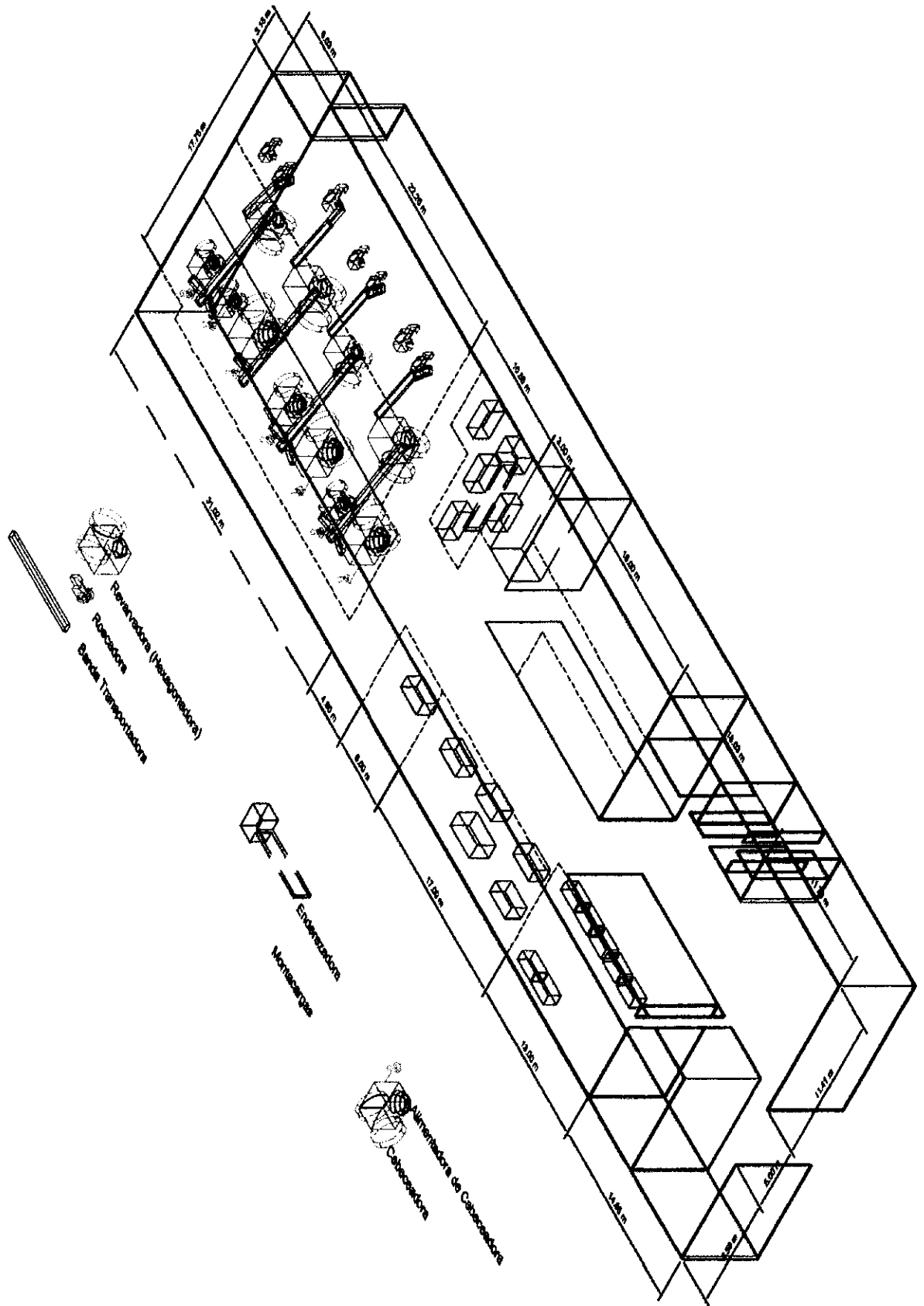


Figura 17. Diagrama de recorrido en la bodega transportadora

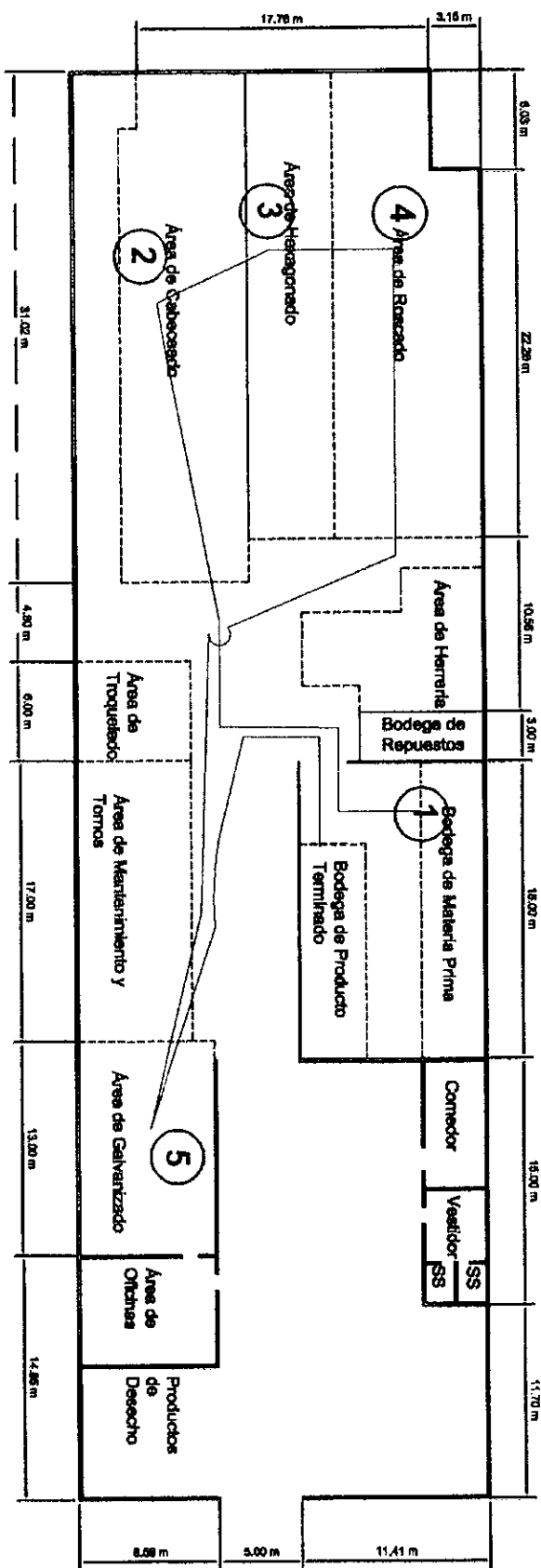


Tabla 1. Distancia recorrida en el uso de bandas transportadoras

Recorrido		Distancia
1 a 2	Bodega a cabeceado	43.25 m
2 a 3	Cabeceado a hexagonado	7.56 m
3 a 4	Hexagonado a rozcado	7.54 m
4 a 5	Rozcado a galvanizado	62.68 m
5 a 6	Galvanizado a bodega	36.36 m
Total recorrido		157.39 m

b. Distribución sin bandas transportadoras

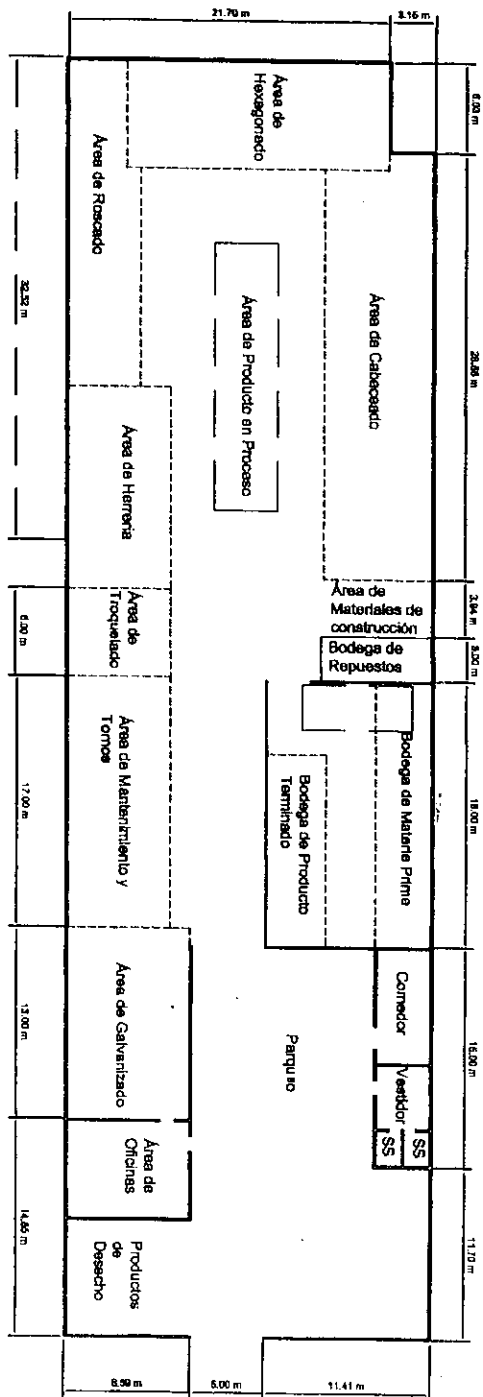
Se puede mejorar el proceso actual sin utilizar bandas transportadoras. Sólo es necesario reubicar la maquinaria, de tal forma que el recorrido del proceso tenga forma circular, definir claramente los espacios de cada área, así como los corredores, determinando el paso del montacargas.

Al realizar esta modificación se obtienen los siguientes beneficios para la planta:

- Un proceso más ordenado
- Disminución del recorrido del proceso
- Mayor accesibilidad para el montacargas
- Mayor eficiencia de la mano de obra

En las Figuras 18 a la 23 se muestran los planos y diagramas de la propuesta de mejora sin bandas transportadoras. Se presentan la distribución de la planta y sus áreas, y la ubicación de la maquinaria utilizando lo propuesto.

Figura 18. Plano de distribución propuesto de las áreas sin bandas transportadoras, vista planta



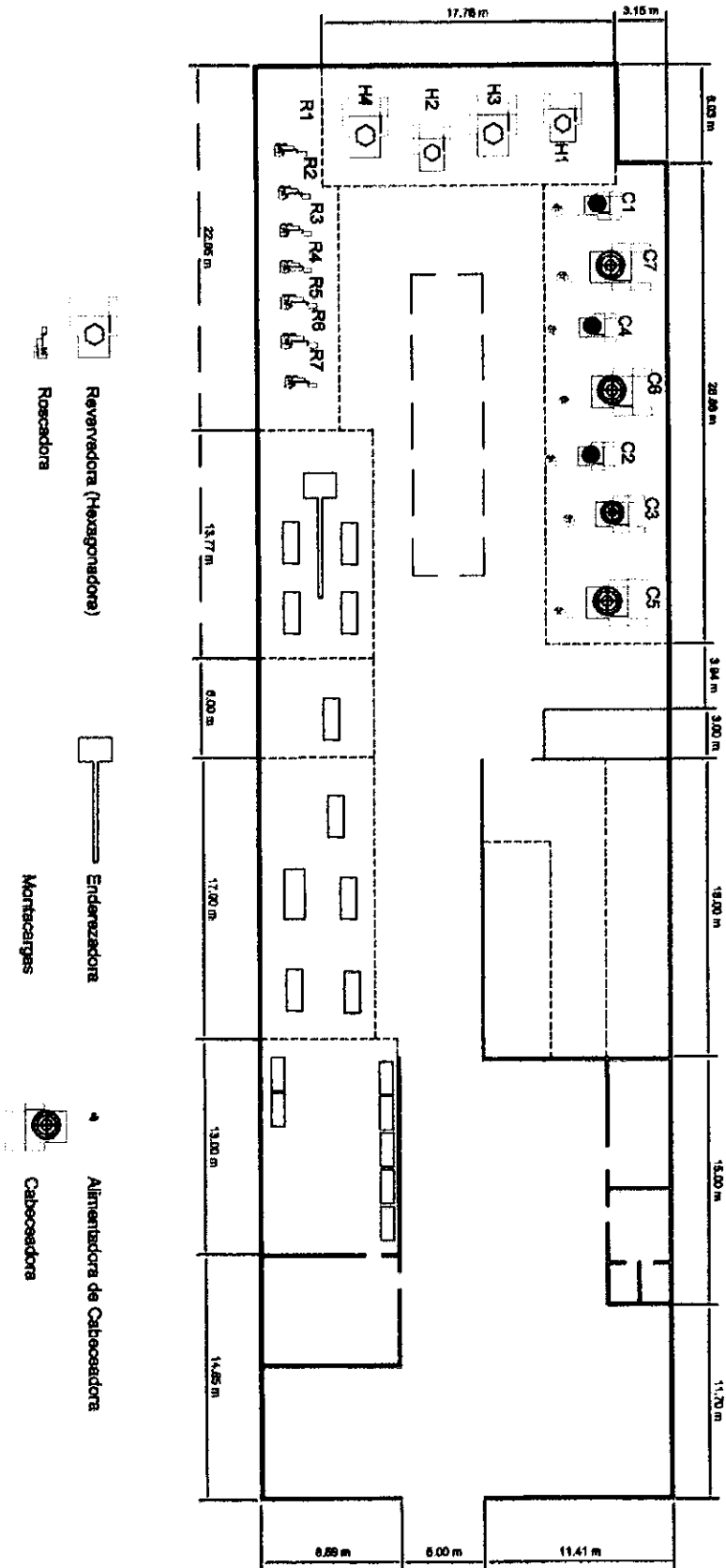


Figure 1. Schematic diagram of the experimental design. The diagram shows the layout of the experimental area, including the positions of the 18 subjects (R1-R6, H1-H3, C1-C7) and the 18 stimuli (R1-R6, H1-H3, C1-C7) arranged in a grid. The dimensions of the area are 17.76 m by 3.15 m, and the distance between the rows is 6.03 m. The distance between the columns is 28.88 m. The distance between the rows is 22.05 m. The distance between the columns is 3.84 m and 3.00 m. The distance between the rows is 13.77 m.

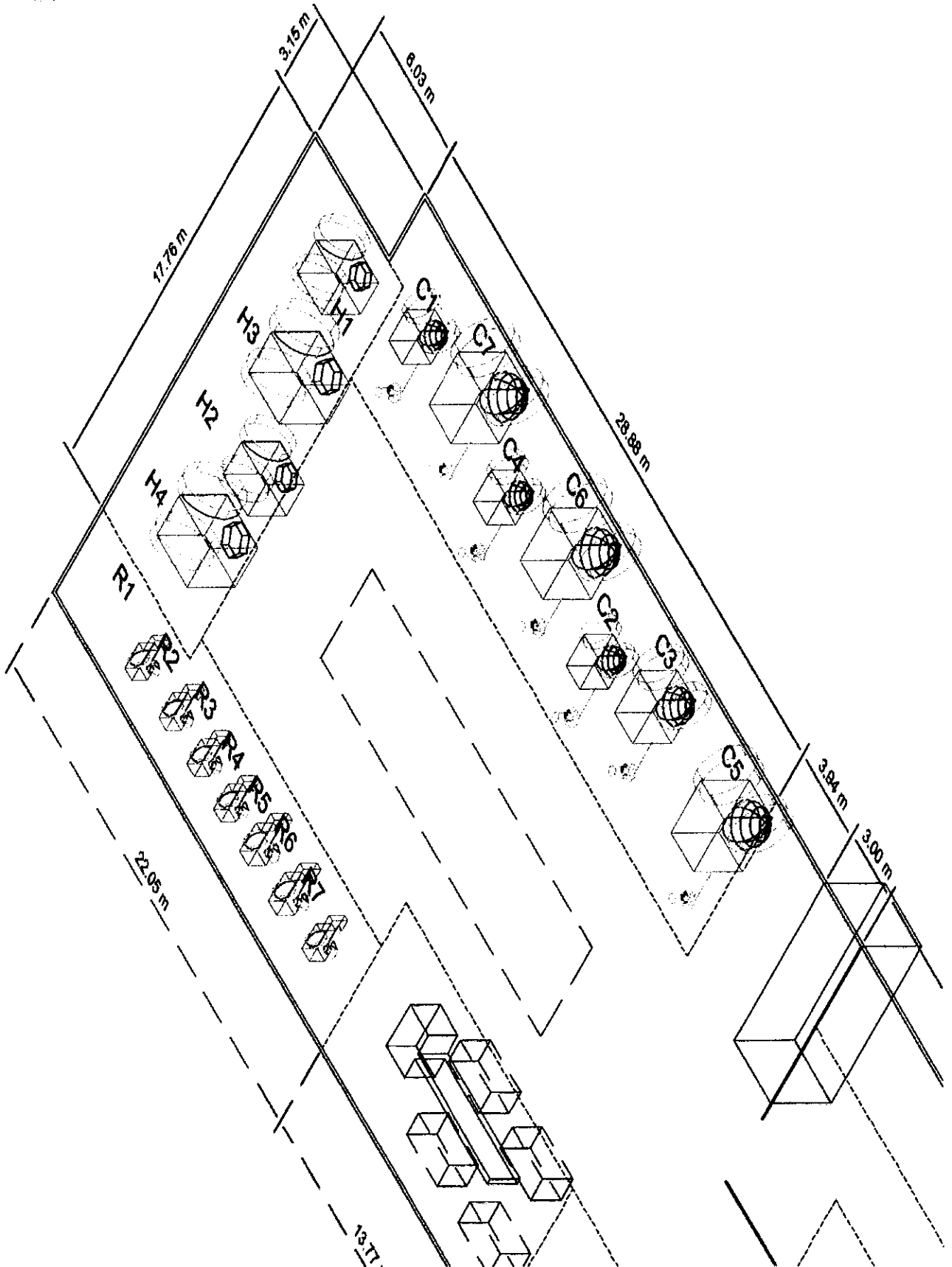


Figura 10. Diagrama de planta de un taller de fabricación de muebles de madera.

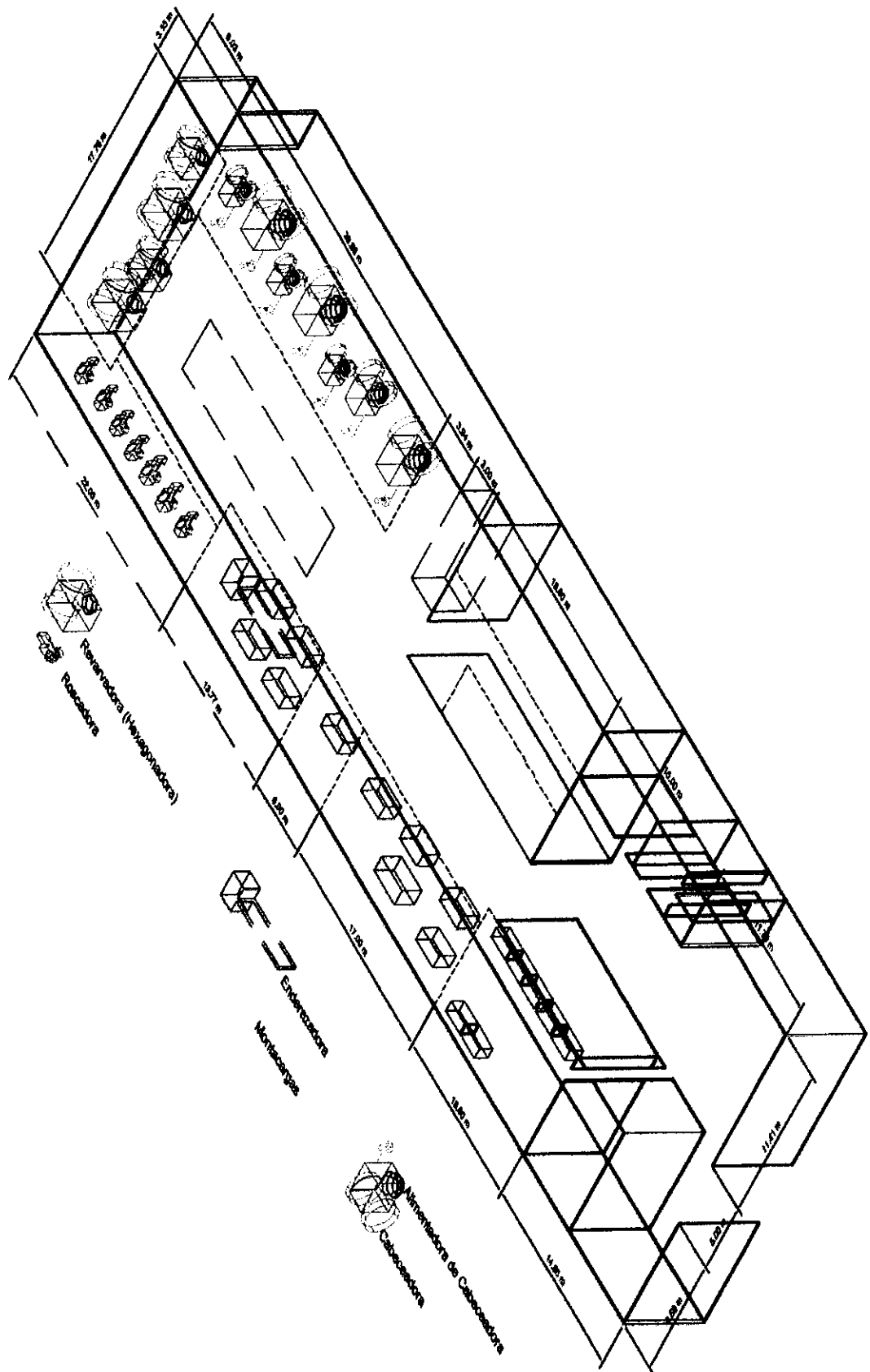
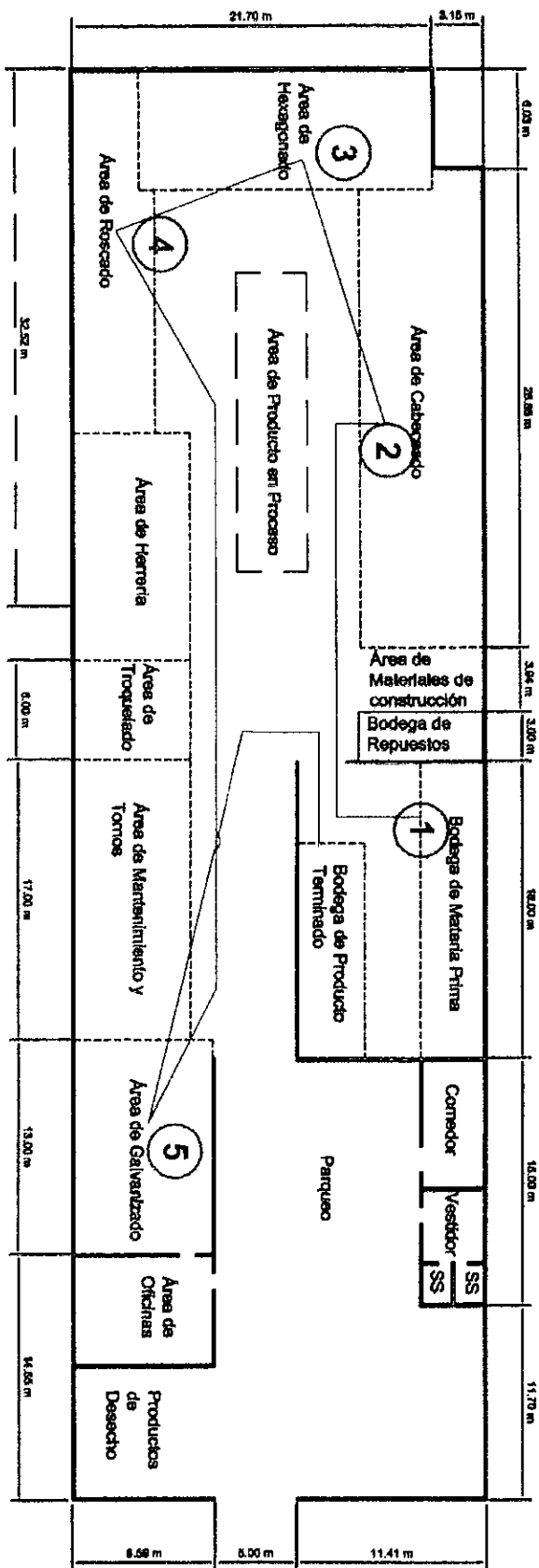


Figura 1. Diagrama de distribución de planta de la planta de procesamiento de...



1) **Proceso más ordenado.** El proceso se vuelve más ordenado utilizando esta distribución y tendiendo todas las máquinas similares juntas. Teniendo el proceso un movimiento unidireccional que evita cruces en el recorrido. Esto se puede apreciar en la Figura 20.

2) **Disminución del recorrido del proceso.** La distancia de recorrido con el proceso actual (Tabla 8) es 169.66m. En la siguiente tabla se presentan las distancias que con esta nueva distribución se obtendrían.

Tabla 11. Distancias de recorrido en su distribución actual y propuesta

Recorrido		Distancia
1 a 2	Bodega a Cabeceado	31.83 m
2 a 3	Cabeceado a Hexagonado	16.68 m
3 a 4	Hexagonado a Rozcado	14.73 m
4 a 5	Rozcado a Galvanizado	56.67 m
5 a 6	Galvanizado a Bodega	36.36 m
Total Recorrido		156.27 m

Como se puede comparar, las distancias de recorrido del proceso disminuyen. Esto hace que los gastos por combustible del montacargas se reduzcan al recorrer menores distancias y, al mismo tiempo, reduce el tiempo perdido por traslado de materiales. El tiempo recuperado se puede aprovechar en otras operaciones o en otras actividades productivas.

3) **Mayor accesibilidad para el montacargas.** Al definir un proceso circular se aumenta el espacio para que se mueva el montacargas. Si además se definen las áreas donde se puede mover el montacargas, aumenta el acceso y disminuye la probabilidad de accidentes. El montacargas, en esta distribución, puede llegar con mucha facilidad a todas las máquinas ya que todas se encuentran alrededor del camino o área de paso del montacargas.

La mayor accesibilidad del montacargas agiliza el proceso, menor tiempo de traslado de materia prima y subproductos, y disminuye riesgos de accidentes.

4) **Aumento de la productividad de los operarios.** La definición de áreas propuesta coloca todas las máquinas similares dentro de una misma área. Disminuye la distancia y el área donde está cada tipo de máquina. Al tener las máquinas de un mismo tipo más cercanas y al estar definido el trabajo de los

operarios según un área o tipo de maquinaria, los operarios pueden mantener el control de una mayor cantidad de maquinaria o mejorar su control al disminuir las distancias que recorren para trasladarse de una máquina a otra y así controlarlas.

2. Bodega de materia prima y producto terminado

Uno de los problemas grandes de la planta es su espacio de bodega. Es relativamente reducido. No cuentan con anaqueles, por lo que toda la materia prima y producto terminado es colocado uno encima de otro y luego enfrente. Se usan polines para colocar encima producto terminado y materias primas buscando mover el producto fácilmente con el montacargas. Es muy difícil el ingresar el montacargas, ya que todo está distribuido sobre el piso sin un orden, sólo la división de producto terminado y materia prima.

Al no contar con anaqueles o repisas, se desperdicia la altura de la bodega (7 metros de altura), causando que esta área tenga una gran pérdida de espacio y provocando desorden, dificultad de acceso a la materia prima y producto terminado. La dificultad de acceso produce pérdida de tiempo en la búsqueda de materia prima para empezar el proceso productivo. También se dificulta el ingresar nueva materia prima y producto terminado. Por la organización de la bodega se generan retrasos en la carga de producto terminado a los camiones.

Por el diseño de bodega, el sistema de entrada y salida de materiales es un sistema UEPS (último que entra primero que sale). Lo primero que entra queda al fondo de la bodega, lo que hace muy difícil su acceso. En algunas ocasiones, para poder sacar de la bodega algunos productos, es necesario manipular y sacar gran parte de los productos o materiales de bodega al área de producción para tener acceso al material o producto requerido.

La solución para el problema de pérdida de espacio y organización de la bodega es utilizar el espacio aéreo por medio de anaqueles y tarimas. Organizar la materia prima y producto terminado en estos anaqueles. Este cambio hace posible tener fácil acceso a cualquier material sin necesidad de manipular el resto. También aumenta la capacidad de la bodega, y al utilizarse las tarimas o polines para manipular el producto con el montacargas, se facilita el uso de anaqueles.

Estos anaqueles o estanterías donde se puedan colocar los polines o tarimas pueden ser fabricados en el área de herrería de la empresa. Con el material de construcción que tienen guardado en la planta desde hace cinco años y que no tiene todavía un fin específico. Se cuenta con suficientes costaneras y otros materiales, así como el equipo para poder hacerlas y montarlas en el área de bodega.

3. Cuello de botella de hexagonadora

La capacidad total de producción de la planta es limitada por el área de hexagonado. Esto hace que tanto el área de roscado y el área de cabeceado sean subutilizadas. Lo que resulta en pérdidas por no utilizar el equipo y tenerlos parados en lugar de producir con ellos.

Otro de los problemas resultantes del cuello de botella son los inventarios de producto en proceso. Por la alta capacidad de las cabeceadoras, se hace mucho tornillo cabeceado y se almacena.

Dependiendo de la estrategia utilizada por la empresa, se pueden tomar varias opciones para igualar las capacidades de las áreas y aumentar la utilidad por capital invertido.

- Vender roscadoras y cabeceadoras: Se puede vender roscadoras y cabeceadoras, si no se tiene planes de aumentar la producción. Esto liberaría espacio en la planta, reduciría gastos de mantenimiento y depreciación.
- Comprar hexagonadoras: Si se planea aumentar la producción, y dependiendo de la estrategia, se puede aumentar la variedad de tornillos producidos
- No hacer cambios: Se puede no hacer cambios, esperando futuros aumentos de la producción, dependiendo de la estrategia actual es recomendable el reorganizar las máquinas según las distribuciones propuestas.

4. Recomendaciones

- Reorganizar la ubicación de las máquinas, de tal forma que las distancias sean menores y el proceso más ordenado. Cualquiera de las dos opciones presentadas en este estudio de distribución de áreas hace más eficiente el proceso. Sin embargo es necesario redefinir el plan estratégico de la planta y de la empresa, para poder tomar una decisión correcta de cuál es la mejor distribución para la planta a corto y largo plazo. Posteriormente se recomienda un estudio de factibilidad para completar la decisión.
- Utilizar la distribución propuesta sin bandas si no se desea invertir.
- Utilizar la distribución propuesta con bandas si se desea
- Determinar el futuro de la producción, según el plan estratégico que desarrollen, y eliminar el cuello de botella.
- Hacer anaqueles en la bodega donde se aproveche el espacio aéreo de la bodega y se disminuya el material de construcción y herrería que tienen almacenado en la planta sin un fin desde hace cinco años.

D. Recomendaciones de seguridad industrial

1. Riesgos mecánicos

- Para evitar los riesgos por puntos de convergencia vaivén y enrollamiento, se recomienda poner barreras físicas para estos puntos, de preferencia si se tienen almacenadas las barreras físicas que tenía el equipo originariamente. La mayoría de equipo, al ser comprado, tenía esta protección la cual fue removida con el transcurso del tiempo y sus mantenimientos.

2. Riesgos químicos

- Se recomienda el uso de lentes, mascarilla, botas de neopreno y guantes para los operarios de esta área.
- También se recomienda limitar el acceso al área, de tal forma que cualquiera que entre al área tenga que ponerse equipo de protección.

3. Riesgos eléctricos

- Realizar mantenimiento correctivo a las cajas eléctricas colocándoles tapaderas e identificando cada flipón e interruptor, así como las características de la caja.

4. Riesgos por fuego

- Se recomienda comprar extintores industriales y colocarlos en la planta cerca de las áreas donde se utiliza aceite y donde se almacena.

5. Riesgos por ruido

- Se recomienda concienciar a los operarios de la necesidad del uso de orejeras o tapones y obligarlos eficientemente a que los usen.

6. Riesgos por ventilación

- Instalar extractores de aire o un sistema de ventilación.

7. Riesgos por soldadura

- Comprar equipo de protección personal para los soldadores y ayudantes (guantes y gabacha).
- Obligar al ayudante y al soldador a, siempre que suelden, utilizar equipo de protección.

8. Riesgos por iluminación

- Se recomienda un sistema de limpieza para las lámparas y alumbrado artificial.

9. Desecho de materiales

- Se recomienda seguir subcontratando a otra empresa para que se encargue de los desechos. No se cuenta con el equipo para hacerlo y no es el negocio central.

10. Aspectos generales

- Señalización para las máquinas.
- Pintar la planta y las máquinas utilizando un código de colores.
- Realizar un plan o manual escrito de seguridad industrial
- Desarrollar una brigada de seguridad y entrenarlos en primeros auxilios y situaciones de emergencia.

E. Mantenimiento de la planta

El sistema de mantenimiento actual es casi totalmente correctivo. Lo cual es mucho más caro que un mantenimiento preventivo. No se controlan las horas trabajadas que tiene una máquina y no se sabe cada cuántas horas hay que hacerles algún servicio. En ocasiones, por falta de repuestos en Guatemala, se ha tenido parado el equipo por varias semanas. No se le da limpieza ni servicio a las instalaciones eléctricas, ni al montacargas, sólo se hacen reparaciones cuando hay algún problema.

Los dos mecánicos de la planta, se encargan del mantenimiento de las máquinas y también del trabajo de tornos. En algunas ocasiones limitan su trabajo a los tornos por requerimientos de la empresa externos a la planta.

Los cuatro tornos nunca son utilizados al mismo tiempo. Uno de los tornos se utiliza más, en él se puede trabajar un 80% de las piezas que se utilizan en la planta (según los mecánicos). Uno de los tornos se utiliza aproximadamente siete veces al año ya que hay una pieza de todas las cabeceadoras que se arruina una vez al año y hay que tornearla para que pueda seguir funcionando bien. Esta pieza es muy especial, puede costar nueva más de \$3,000, según los datos que brindó la empresa. Los otros tornos se utilizan para trabajos varios especiales. En muchas ocasiones se utilizan para trabajos externos de la planta, pero de la empresa.

Los tornos claramente se están subutilizando o están redirigiendo los recursos de la planta para operaciones que no están relacionadas con el proceso y que no están directamente relacionadas con la planta.

El área de mantenimiento es responsable de la limpieza de la planta, la cual no es muy buena, pero, por falta de personal, no se le da importancia. Se ha tratado que el personal de cada área se responsabilice de esta, pero no se han obtenido resultados.

1. Recomendaciones

- Se recomienda hacer un plan de mantenimiento para la maquinaria. Creando una base de datos de cada máquina con los datos históricos con los cuales se pronostiquen los mantenimientos preventivos necesarios. La base de datos mínima debe contener la siguiente información :
 - Fecha de reparaciones o servicio
 - Descripción de las reparaciones o servicios (que se hicieron)
 - Repuestos utilizados (si hay localmente o no)
 - Observaciones o problemas encontrados
 - Causa de la reparación o servicio
- Se recomienda hacer un sistema de mantenimiento a las instalaciones eléctricas, donde periódicamente se revisen las conexiones, empalmes, cajas eléctricas, y el resto de instalaciones.
- Dependiendo de la estrategia a determinar por la empresa se recomienda analizar la venta de tres tornos o crear una nueva empresa dedicada a tornos y mantenimiento donde no se desperdicie capacidad de estos equipos y se brinde el servicio de tornos a terceros y la planta sea un cliente más.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

Torcasa es una empresa familiar mediana guatemalteca dedicada a la producción de Tornillos. Esta empresa tiene un alto potencial de desarrollo, pero para lograrlo es necesario que realice mejoras al proceso y a la organización.

Es necesario, para el progreso de la planta Torcasa, cimentar una cultura organizacional fuerte en la empresa. Esta cultura organizacional involucra a todas las personas que están dentro de esta empresa, desde la junta directiva hasta los operadores. Es necesario que toda la organización camine en la misma dirección y actúe bajo los mismos valores. De esta forma el crecimiento de la organización es ordenado, aumentando sus probabilidades de éxito.

La optimización de los procesos es fundamental para poder crecer de forma consistente y competitiva. El proceso productivo actual de Torcasa es confuso y desordenado. Existen dos propuestas planteadas en esta tesis para optimizar el proceso:

- Reorganización utilizando bandas transportadoras
- Reorganización sin utilizar bandas transportadoras

En ambas propuestas, se mejora el orden del proceso, la eficiencia de los operarios, las distancias recorridas en el proceso y se reduce por el tiempo de ciclo y los inventarios de producto en proceso.

Para poder decidir cuál de las dos propuestas es óptima para la planta, se recomienda desarrollar un plan estratégico para la empresa y la realización de un estudio económico de cada una de las propuestas.

La velocidad de producción en el proceso productivo de tornillos en la planta Torcasa se ve limitada por el área de hexagonado a veinte cuatro tornillos por minuto. En esta parte del proceso la capacidad instalada es la mitad de la capacidad en el resto de las áreas de la planta. Se recomienda que dependiendo del plan estratégico y el crecimiento esperado:

- Se aumente la capacidad instalada en el área de hexagonado si se espera un aumento en la demanda de producción y crecimiento en la planta a corto plazo.
- Se disminuya la capacidad de las otras áreas vendiendo maquinaria si se espera que la demanda de producción no crezca y que no se planee crecimiento por parte de la planta.
- No se realice ningún cambio en la capacidad instalada de la planta si se espera un aumento en la demanda de producción y crecimiento en la planta a largo plazo.

Las pérdidas de espacio limitan la eficiencia del proceso productivo, principalmente en el área de bodega. El material es colocado sobre el suelo, ordenado por fecha de ingreso, haciendo muy difícil extraer de la bodega material y desperdiciando el espacio aéreo de la bodega. Se recomienda el uso de anaqueles y tarimas para la organización de producto terminado y materias primas en la bodega.

Otro factor que hace ineficiente la operación de Torcasa es la falta de enfoque en el proceso productivo. Dentro de la planta se realizan actividades que no están relacionadas directamente con la fabricación de tornillos: herrería, tornos. Se recomienda que estas actividades realizadas dentro de la planta sean trasladadas afuera de la planta y se comercialicen con terceros.

Las normas de seguridad seguidas en la planta no son suficientemente buenas para garantizar un proceso sin accidentes. Por la falta de cultura de seguridad no se toman las medidas adecuadas para cada parte del proceso aun cuando se cuenta con los recursos en muchos casos (equipo de seguridad). Se recomienda iniciar un programa de seguridad industrial donde se cree un la cultura de seguridad y se controle bajo un sistema.

Bibliografía

- Konz, S. Diseño de Instalaciones Industriales. Editorial Noriega & Limusa. México D.F. 2001. 406 Páginas.
- Niebel, B. Ingeniería Industrial Métodos, Tiempos y Movimientos. Editorial Alfaomega, México D.F. 1995. 814 Páginas
- Koontz, H., C. O'donnell, H. Wehrich, Administración, Editorial McGraw Hill, Mexico D.F. 1987.
- Tarzuján, J. R. Paredes. Organización Industrial para la estrategia empresarial. Prentice Hall. México D.F. 2001
- Copyright 2003, Altos Hornos de México S.A. de C.V. Manual de Especificaciones [En Línea] , Revisión 00, México, Septiembre 2002, <http://www.ahmsa.com> [Consulta 5 de enero de 2003]
- Pontificia Universidad Católica de Chile. Designación AISI con cuatro componentes [En Línea]. Departamento de Ingeniería Mecánica y Metalúrgica, Escuela de Ingeniería. Chile, Coyote Soft, 18 de abril 1999. <http://www2.ing.puc.cl/~icm2312/apuntes/materiales/materials2.html> [Consulta 10 de Diciembre de 2002]
- Pontificia Universidad Católica de Chile. Composición química y designación de los aceros comunes [En Línea]. Departamento de Ingeniería Mecánica y Metalúrgica, Escuela de Ingeniería. Chile, Coyote Soft, 18 de abril 1999. <http://www2.ing.puc.cl/~icm2312/apuntes/materiales/tabla2-2.html> [Consulta 10 de Diciembre de 2002]
- National Institute of Standards and Technology, Are We Making Progress [En Línea]. U.S. Commerce Department's Technology Administration. Estados Unidos de Norte América. 28 de Febrero de 2002. <http://www.quality.nist.gov> [Consulta 03 de marzo de 2002]

