



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“REDISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA DE
PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CELTEL, PARA
LA FABRICACIÓN DE LADRILLO VISTOSO”**

**SÁNCHEZ GUANANGA WALTER EFRAIN
GUAÑO TIERRA VÍCTOR ALFONSO**

TESIS DE GRADO

**Previa a la obtención del Título de:
INGENIERO INDUSTRIAL**

RIOBAMBA – ECUADOR

2012

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

Octubre, 29 de 2012

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

SÁNCHEZ GUANANGA WALTER EFRAIN

Titulada:

**“REDISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA
CELTEL PARA LA FABRICACIÓN DE LADRILLO VISTOSO”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Marcelino Fuertes
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Gloria Miño
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

Octubre, 29 de 2012

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

GUAÑO TIERRA VÍCTOR ALFONSO

Titulada:

**“REDISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA
CELTEL PARA LA FABRICACIÓN DE LADRILLO VISTOSO”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Marcelino Fuertes
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Gloria Miño
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: SÁNCHEZ GUANANGA WALTER EFRAIN

TÍTULO DE LA TESIS: “REDISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CELTEL, PARA LA FABRICACIÓN DE LADRILLO VISTOSO”

Fecha de Examinación: Octubre, 29 de 2012.

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán G. PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Marcelino Fuertes DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Gloria Miño ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Marco Santillán G.
f) Presidente del Tribunal

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: GUAÑO TIERRA VÍCTOR ALFONSO

TÍTULO DE LA TESIS: “REDISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CELTEL, PARA LA FABRICACIÓN DE LADRILLO VISTOSO”

Fecha de Examinación: Octubre, 29 de 2012.

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán G. PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Marcelino Fuertes DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Gloria Miño ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Marco Santillán G.
f) Presidente del Tribunal

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teórico-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

f) Walter Efraín Sánchez Guananga

f) Víctor Alfonso Guaño Tierra

DEDICATORIA

A DIOS, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre Flor porque con su sabiduría, tolerancia y amor supo inculcar en mí los valores necesarios para ser un hombre de bien.

A mi padre Jalil por su apoyo incondicional para poder realizar este sueño que se convirtió en un logro. Mis hermanos Verónica, Nancy y Eduardo que son mis mejores amigos y consejeros.

A mis maestros Ing. Marcelino y la Ing. Gloria, por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales y para la elaboración de esta tesis.

Todo este trabajo ha sido posible a ellos

Walter Efrain Sánchez Guananga

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones.

Víctor Alfonso Guaño Tierra

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Industrial, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad.

Y en especial para todos los amigos, compañeros y personas que nos apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito una etapa de nuestras vidas.

Walter Efrain Sánchez Guananga

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Industrial, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad.

Y en especial para todos los amigos, compañeros y personas que nos apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito una etapa de nuestras vidas.

Víctor Alfonso Guaño Tierra

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	2
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 Organización del trabajo.....	3
2.2 Etapas de organización del trabajo.....	3
2.3 Diagramas de métodos de trabajo.....	7
2.3.1 <i>Diagrama de proceso tipo material</i>	7
2.3.2 <i>Diagrama de recorrido de materiales</i>	10
2.3.3 <i>Diagrama de actividad</i>	11
2.3.4 <i>Diagrama de operación</i>	13
2.4 Pasos para determinar el tiempo tipo.....	14
2.5 Condiciones de trabajo.....	22
2.6 Ruido.....	22
2.6.1 <i>Vibraciones</i>	23
2.6.2 <i>Temperatura</i>	23
2.6.3 <i>Ventilación</i>	23
2.6.4 <i>Iluminación</i>	24
2.6.5 <i>Acondicionamiento cromático</i>	24
2.6.6 <i>Música en la industria</i>	24
2.6.7 <i>Ergonomía</i>	25
2.7 Distribución de planta.....	32
2.7.1 <i>Distribución en línea</i>	32
2.7.2 <i>Distribución funcional</i>	32
2.7.3 <i>Distribución por componente fijo</i>	32
2.7.4 <i>Punto de equilibrio</i>	32
2.7.5 <i>Tipos de fabricación</i>	34
2.7.6 <i>Distribuciones parciales</i>	36

2.7.7	<i>Diagrama de proximidad chitefol</i>	39
2.7.8	<i>Distribución de planta definitiva</i>	39
2.8	Sistemas de secado de ladrillos.....	39
2.9	Análisis comparativo.....	40
2.9.1	<i>Definición de la productividad</i>	41
2.9.2	<i>Medición de la productividad</i>	41
2.9.3	<i>Índice de productividad</i>	42
2.10	Costos de producción.....	42
3.	SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	47
3.1	Reseña histórica de la empresa.....	47
3.2	Estructura administrativa.....	49
3.2.1	<i>Organigrama administrativo de la Empresa CELTEL</i>	49
3.2.2	<i>Organigrama Funcional de la Empresa CELTEL</i>	49
3.3	Misión.....	50
3.4	Visión.....	50
3.5	Tipos de ladrillos y modelos.....	50
3.5.1	<i>Características técnicas de los tipos de ladrillos</i>	51
3.6	Análisis de la producción.....	53
3.6.1	<i>Descripción general del proceso</i>	53
3.6.2	<i>Descripción de materia prima utilizado en el proceso</i>	55
3.6.3	<i>Maquinaria y equipo utilizado</i>	57
3.7	Determinación de tiempos actuales en las fases manuales.....	63
3.7.1	<i>Determinación del tiempo tipo para ladrillo farol de ocho huecos</i>	68
3.8	Estudio del método de trabajo de la producción de ladrillos.....	78
3.8.1	<i>Diagrama de proceso general</i>	78
3.8.2	<i>Diagrama general de flujo del proceso</i>	80
3.9	Diagrama de distribución por puesto.....	81
3.9.1	<i>Análisis ergonómico de los puestos de trabajo</i>	81
3.10	Estudio de los puestos de trabajo.....	90
3.10.1	<i>Diagrama de proximidad actual</i>	91
3.11	Diagrama de la distribución actual de la planta.....	91
3.12	Diagrama de recorrido general.....	92
3.13	Diagrama GANTT.....	92

3.14	Resultados sobre la situación actual.....	94
4	PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CELTEL, PARA LA FABRICACIÓN DE LADRILLO VISTOSO.....	96
4.1	Estructura administrativa.....	96
4.1.1	<i>Organigrama administrativo propuesto</i>	96
4.1.2	<i>Organigrama funcional Propuesto</i>	97
4.2	Proceso de producción propuesto.....	98
4.2.1	<i>Análisis del secado de ladrillo</i>	102
4.2.2	<i>Análisis de la quema de ladrillos en el horno</i>	103
4.2.3	<i>Análisis del llevar ladrillos del horno al área de producto terminado.</i>	107
4.3	Determinación de los tiempos tipo.....	108
4.3.1	<i>Tiempo tipo de ladrillo farol de ocho huecos</i>	110
4.4	Diagramas de proceso propuestos para quemas individuales.....	113
4.5	Condiciones de trabajo.....	116
4.6	Distribución ergonómica de los puestos de trabajo.....	117
4.6.1	<i>Análisis ergonómico de los puestos de trabajo</i>	120
4.7	Tipo de fabricación.....	124
4.7.1	<i>Análisis del tipo de distribución</i>	125
4.7.2	<i>Tabla de áreas por puesto de trabajo y general</i>	125
4.7.3	<i>Relación de los puestos de trabajo</i>	126
4.8	Análisis de los factores de diseño de planta.....	130
4.9	Análisis de factores en la distribución de planta	132
4.10	Diagrama de distribución final de la planta.....	133
4.10.1	<i>Diagrama de recorrido propuesto</i>	134
4.11	Diagrama PERT/CPM.....	134
4.12	Diagrama Gantt propuesto diario.....	137
4.13	Resultados sobre la propuesta.....	139
5.	ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO COMPARATIVO.....	141
5.1	Indicadores de productividad.....	142
5.1	Costos de producción actual.....	143
5.2.1	<i>Análisis del punto de equilibrio actual</i>	147

5.3	Costos de producción propuestos.....	152
5.3.1	<i>Análisis del punto de equilibrio con la propuesta</i>	155
5.4	Análisis comparativo entre los ingresos actuales vs propuesta.....	160
5.5	Inversiones.....	162
5.6	Periodo de recuperación de la inversión.....	163
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	164
6.1	Conclusiones.....	164
6.2	Recomendaciones.....	166

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

		Pág.
1	Símbolos estándares para diagramas de flujo.....	8
2	Diagrama de proceso.....	10
3	Diagrama de operación.....	15
4	Registro de toma de tiempos.....	17
5	Valoración del operario.....	18
6	Tolerancias a añadir.....	20
7	Calificación del nivel de ruido.....	22
8	Niveles de iluminación de acuerdo al tipo de áreas.....	24
9	Posición del brazo, según el ángulo del hombro.....	27
10	Posición del antebrazo, según el ángulo del codo.....	27
11	Posición de la muñeca.....	27
12	Torsión de muñeca.....	28
13	Extremidades superiores - puntuación postura.....	28
14	Puntaje por fuerza o carga.....	29
15	Extremidades superiores - puntuación final.....	29
16	Posición del cuello.....	29
17	Posición del tronco.....	29
18	Posición de piernas.....	30
19	Cuello, tronco, piernas.- puntuación postura.....	30
20	Fuerza o carga.....	30
21	Cuello, tronco, piernas - puntuación final.....	31
22	Registro de máquina o puesto de trabajo.....	36
23	Tabla de doble entrada.....	37
24	Tabla triangular de resumen.....	37
25	Tabla resume entre puestos.....	38
26	Ficha técnica actual de los productos de CELTEL.....	51
27	Datos históricos de ventas.....	52
28	Mezcla por ladrillo.....	53
29	Toma de tiempos fase # 1, preparar mezcla.....	64
30	Lecturas individuales para el cálculo del número necesario de tomas..	65
31	Tiempos de extrusado de los ladrillos proceso automático.....	67
32	Toma de tiempos para la fase de llevar ladrillos de la salida de la cortadora al área de secado.....	69

33	Lecturas individuales para cálculo del número necesario de tomas de llevar ladrillos de la salida de la cortadora al área de secado.....	70
34	Tiempo tipo para la operación de llevar ladrillos de la salida de la cortadora al área de secado.....	71
35	Toma de tiempos para la fase de llevar ladrillos del área de secado al horno.....	72
36	Lecturas individuales para el cálculo del número necesario de tomas	73
37	Tiempo tipo para llevar ladrillos del área de secado al horno.....	74
38	Toma de tiempos de llevar ladrillos del horno al área de producto terminado u otras áreas.....	75
39	Lecturas individuales para cálculo del número necesario de tomas.....	76
40	Tiempo tipo para la fase de llevar ladrillos del horno al área de producto terminado.....	77
41	Resumen de las tres fases manuales para el proceso de fabricación de ladrillo farol de ocho huecos.....	78
42	Análisis ergonómico de tomar ladrillos de la banda transportadora.....	82
43	Análisis ergonómico de cargar ladrillo en la carretilla.....	83
44	Análisis ergonómico de la actividad de descargar ladrillo crudo de la carretilla.....	84
45	Análisis ergonómico de la actividad de ubicar ladrillos en el área de secado.....	85
46	Análisis ergonómico de la actividad de descargar ladrillo seco de la carretilla.....	86
47	Análisis ergonómico de la actividad de ubicar ladrillos en el interior del horno.....	87
48	Análisis ergonómico de la actividad de descargar ladrillo cosido de la carretilla.....	88
49	Análisis ergonómico para la actividad de ubicar ladrillos cosidos en el suelo.....	89
50	Áreas de puestos de trabajo actual.....	90
51	Resumen del proceso de fabricación actual de ladrillos para una quema.....	95
52	Características técnicas del motor eléctrico.....	99
53	Capacidad y peso de la estantería móvil armable por producto.....	101
54	Capacidad y peso de la estantería móvil armable por producto.....	104
55	Capacidad y peso de pallets por producto.....	107
56	Tiempo de extrusado de ladrillos (proceso automático) actuales y propuestos.....	109
57	Capacidad y tiempo de llenado de las estanterías según el tipo de ladrillo.....	109
58	Tiempo de la operación de trasladar estantería móvil al secadero y de regreso.....	110

59	Tiempos para la operación de llevar estantería con ladrillos del secadero al horno.....	111
60	Tiempos para la operación de llevar pallets con ladrillos del horno al área de producto terminado.....	112
61	Resumen de las tres operaciones manuales para el ladrillo farol de ocho huecos.....	112
62	Tiempo de preparar 31,2m ³ de mezcla.....	113
63	Producción propuesta al mes.....	114
64	Análisis ergonómico de la actividad de tomar ladrillos de la banda transportadora.....	120
65	Análisis ergonómico de colocar base armable en base móvil.....	121
66	Áreas de puestos de trabajo propuestas.....	125
67	Porcentaje que representan en la empresa cada producto.....	126
68	Puesto de trabajo.....	126
69	Movimientos para fabricar el producto a (farol de 8 huecos).....	127
70	Movimientos para fabricar el producto b (farol de 6 huecos alineado)...	127
71	Tabla triangular (farol de 8 huecos).....	128
72	Tabla triangular (farol de 6 huecos alineados).....	128
73	Tabla resumen de movimientos.....	129
74	Tabla triangular resumen.....	129
75	Actividades diarias para la quema de ladrillo farol de ocho hueco.....	134
76	Detalles de los procesos en los hornos y los secaderos.....	138
77	Producción anual con la propuesta.....	139
78	Resumen de proceso de fabricación con la propuesta.....	140
79	Producción anual actual y con la propuesta.....	141
80	Mano de obra directa.....	144
81	Mano de obra indirecta.....	144
82	Materia prima directa.....	145
83	Servicios básicos.....	145
84	Depreciación de maquinaria e instalaciones.....	145
85	Depreciación de muebles y equipo de oficina.....	146
86	Combustible para vehículo de recorrido.....	146
87	Resumen costos actuales.....	146
88	Costos de producción del ladrillo Farol visto de seis huecos.....	147
89	Punto de equilibrio del ladrillo Farol visto de seis huecos.....	148
90	Costos de producción del ladrillo Farol visto de ocho huecos.....	149

91	Punto de equilibrio del ladrillo Farol visto de ocho huecos.....	149
92	Costos de producción del ladrillo Mambron macizo (2).....	150
93	Punto de equilibrio del ladrillo Mambron macizo(2).....	151
94	Mano de obra directa.....	152
95	Mano de obra indirecta.....	152
96	Materia prima directa.....	152
97	Materia prima indirecta.....	153
98	Servicios básicos.....	153
99	Depreciación de máquinas e instalaciones.....	153
100	Depreciación de muebles y equipo de oficina.....	154
101	Depreciación de vehículo y mantenimiento.....	154
102	Resumen anual de costos propuestos.....	154
103	Costos de producción del ladrillo farol visto de seis huecos.....	155
104	Punto de equilibrio del ladrillo farol visto de seis huecos.....	156
105	Costos de producción del ladrillo Farol visto de ocho huecos.....	157
106	Punto de equilibrio del ladrillo farol visto de ocho huecos.....	157
107	Costos de producción del ladrillo mambron macizo(2).....	158
108	Punto de equilibrio del ladrillo mambron macizo (2).....	159
109	Ingresos actuales al año.....	160
110	Ingresos anuales con la propuesta.....	160
111	Análisis comparativo de ingresos actual y propuesto.....	160
112	Análisis comparativo de la utilidad.....	161
113	Inversiones.....	163

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
1	Etapas de organización del trabajo.....	3
2	Jerarquización y departamentalización de una empresa.....	4
3	Departamentalización funcional.....	5
4	Departamentalización por producto.....	5
5	Departamentalización por equipo.....	6
6	Departamentalización por proceso.....	6
7	Ejemplo de organigrama.....	6
8	Diagrama hombre máquina.....	13
9	Esquema del tiempo tipo estándar.....	21
10	Punto de equilibrio.....	34
11	Distribución o diagrama de proximidad.....	38
12	Secadero túnel; (a) Vista lateral; (b) Vista superior.....	40
13	Ubicación geográfica de la empresa CELTEL.....	48
14	Organigrama administrativo.....	49
15	Organigrama funcional de CELTEL.....	49
16	Venta de ladrillos del año 2010.....	52
17	Descripción general del proceso.....	53
18	Posición y secado de ladrillos, perdidas por las fracturas.....	54
19	Mini cargadora en el área de mezcla.....	58
20	Cajón alimentador.....	59
21	Desterronado en la parte baja del cajón alimentador.....	59
22	Banda transportadora.....	60
23	Molienda.....	60
24	Moldeadora o extrusora.....	61
25	Cortadora de ladrillo crudo.....	62
26	Carretillas de transporte de ladrillos.....	62
27	Horno para quema de ladrillos.....	63
28	Diagrama de proceso actual.....	79
29	Diagrama de flujo del proceso actual.....	80
30	Diagrama de proximidad actual de la planta.....	91
31	Diagrama gantt del proceso actual.....	93

32	Organigrama administrativo propuesto.....	96
33	Organigrama funcional propuesto.....	97
34	Relación de transmisión actual del motor a la extrusora.....	99
35	Relación de transmisión propuesta del motor a la extrusora.....	100
36	Estantería móvil armable (E. M.).....	100
37	Transpaleta manual.....	102
38	Interior del secadero.....	102
39	Exterior de secadero.....	103
40	Registros de secaderos y hornos.....	104
41	Forma de ordenar ladrillo en el interior del horno.....	105
42	Circulación de flujo de aire caliente.....	106
43	Grafica de temperaturas en el interior del horno.....	106
44	Quemadores implementados en el horno actual.....	107
45	Diagrama proceso propuesto para quemas individuales.....	115
46	Alcance horizontal de trabajo.....	118
47	Altura del plano de trabajo.....	119
48	Diagrama de proximidad propuesta.....	130
49	Diagrama PERT/CPM de la producción diaria.....	135
50	Diagrama Gantt del proceso propuesto diario.....	137
51	Relación de trabajo entre hornos y secaderos.....	138
52	Gráfica de la producción actual y la propuesta.....	141
53	Punto de equilibrio del ladrillo Farol visto de seis huecos.....	148
54	Punto de equilibrio del ladrillo Farol visto de ocho huecos.....	150
55	Punto de equilibrio del ladrillo Mambron macizo (2).....	151
56	Punto de equilibrio del ladrillo Farol visto de seis huecos.....	156
57	Punto de equilibrio del ladrillo Farol visto de ocho huecos.....	158
58	Punto de equilibrio del ladrillo Mambron macizo (2).....	159
59	Análisis comparativo de ingresos.....	161
60	Análisis comparativo de utilidad.....	162

LISTA DE ABREVIACIONES

Act.	Actividad
°C	Grados celsius
C. T.	Costo total
Cant.	Cantidad
Cap.	Capítulo
cm.	Centímetro
Comb.	Combustible
E. M.	Estantería móvil
E. T.	Estudio de tiempo
F. val.	Factor de valoración
Gls.	Galones
Kg.	Kilogramo
Lad.	Ladrillo
m.	Metros
M. P.	Materia prima
m ³	Metro cúbico
Mant.	Mantenimiento
MIN.	Minuto
Mov.	Movimiento
O. I. T.	Organización internacional del trabajo
P. T.	Peso total
P. V. P.	Precio de venta al público
Prod.	Producto
Prop.	Propuesta
s.	Segundos
T.	Tiempo
T. m.	Tiempo medio
T. N.	Tiempo normal
T. s.	Tiempo suplemento
T. T.	Tiempo tipo
V.	Valor
V. T.	Valor total

LISTA DE ANEXOS

A	Determinación de tiempos tipo de los restantes ocho productos.
B	Los restantes diagramas de procesos de los ocho productos
C	Los diagramas de distribución de los puestos de trabajo.
D	Diagrama de distribución actual de la planta
E	Los restantes diagramas de recorrido de los ocho productos
F	Adquisición de retroexcavadora cargadora
G	Cálculo de relación de transmisión actual y propuesta de la extrusora.
H	Detalles de estantería móvil armable
I	Detalles de transpaleta manual
J	Detalles del secadero
K	Dispositivos de control de temperatura
L	Cálculo de los tiempos tipos de los restantes 7 productos
M	Los restantes 8 diagramas de procesos propuestos para quemas individuales
N	Niveles de iluminación
Ñ	Índices de ruido y vibraciones
O	Distribución ergonómica de los puestos de trabajo
P	Diagrama de distribución final de la planta
Q	Diagramas de recorrido de los ocho productos restantes

RESUMEN

Ante la presente demanda de ladrillo decorativo en la región oriental y del Ecuador, se realiza la Redistribución de la Planta de Producción de la Empresa CELTEL, para la Fabricación de ladrillo Vistoso, con la finalidad de aumentar la competitividad y tener presencia en el mercado debe producir diseños de calidad, con costos de producción aceptables que le permitan obtener rentabilidad y mantener estabilidad de producción asegurándole permanencia en el mercado local y en un futuro proyectarse al mercado nacional.

Se realizó el análisis y evaluación de la situación actual de la empresa, desarrollando un estudio de métodos y tiempos de trabajo empleados en la fabricación de los productos (ocho tipos de ladrillos), elaboración de diagramas de proceso, diagramas de recorrido, de cada una de las actividades que conforman el proceso total de fabricación.

Con estos resultados se determinó el tiempo y la distancia en que los materiales recorren entre puestos de trabajo, el tiempo total de fabricación y los procesos críticos en el método de trabajo, logrando un planteamiento de la nueva redistribución, que consigue una reducción en desplazamientos de materiales, mediante un adecuado ordenamiento de las actividades, además se consigue una disminución en el tiempo de elaboración final de estos productos, con la implementación de los secaderos y estanterías móviles.

La redistribución propuesta muestra un mejoramiento en el uso de espacio físico, mejor disposición de los puestos de trabajo en la planta, obteniendo una mejor fluidez en la circulación de materiales, para la fabricación de los diversos productos.

Se recomienda organizar los puestos de trabajo según la distribución planteada, aplicando los nuevos métodos de trabajo en las operaciones para la fabricación de ladrillos. Además de crear el departamento de Seguridad e Higiene Industrial y capacitar periódicamente al personal sobre los riesgos laborales.

ABSTRACT

With decorative brick demand in the Oriental Region of Ecuador, the Redistribution of the Production Plant of the Enterprise CELTEL for a colorful brick, is carried out, in order to increase competitiveness and presence in the market producing quality designs, with costs of acceptable production to generate income and maintain a stability production, ensuring permanence in the domestic market and then projected to the national market.

The analysis and evaluation of the company current situation was put into effect, conduction a study of methods and times of work employed in the manufacture of products (eight types of bricks), development of process diagrams, and diagrams of path each one of the activities that make the whole process of manufacture.

Whit the results time and distance were determined in which the materials are running between jobs, the total manufacturing time and the critical processes in the working method of obtaining a new redistribution approach to achieve a reduction in movement of materials, by an appropriate order of activities, also a decrease in the time of final processing of the products is found with the implementation of dryers and mobile shelves.

The redistribution show an improvement in the use of physical space, provision of better jobs in the plant, resulting in the more fluid circulation of materials for the manufacture of several products.

It is recommended to organize jobs according to the distribution by applying new methods of working in operation for the manufacture of bricks. Besides creating the Department of Industrial Hygiene and Security and periodically training the staff on occupational hazards.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes.

En vista de la gran demanda en el mercado de materiales para la construcción. En el Ecuador se ha incrementado de una manera considerable en los últimos años, plantas que se dedican a la producción de ladrillos.

Estas plantas se encuentran ubicadas por lo general donde existen yacimientos de arcilla, la cual es la materia principal para la elaboración de los ladrillos, es así que la planta para la producción de ladrillos “CELTEL” se encuentra ubicada en la provincia de Sucumbíos, cantón Lago Agrio.

Ante el análisis de la demanda de ladrillo decorativo en la región oriental y del Ecuador, en la ciudad de Lago Agrio, desde el año 2004, la Empresa CELTEL se dedica a la producción de ladrillos de tipo decorativo con operarios experimentados y empiristas, con poco apoyo técnico, ya que cuentan con maquinaria de tecnología contemporánea, quienes basan su trabajo en el buen criterio.

La Empresa no cuenta con una organización y planificación productiva en función de la demanda del mercado, no está establecido el proceso de producción, no cuenta con la metodología y tiempos que demanda la producción del ladrillos, la ubicación de la maquinaria no corresponde al requerimiento técnico de elaboración del producto, con lo cual la producción y productividad a priorizar son muy bajas, con lo que se ve amenazada por efectos de competitividad su permanencia en el mercado. Cabe señalar que la materia prima para la elaboración del ladrillo es la arcilla, de extracción muy económica.

1.2 Justificación.

Ante el análisis de la demanda de ladrillo decorativo en la región oriental y del Ecuador y, frente a la necesidad de mantenerse en el ámbito productivo con éxito, sosteniendo

estándares de producción y productividad, es indispensable la capacitación de los trabajadores del área operativa y administrativa.

CELTEL para aumentar la competitividad y tener presencia en el mercado debe producir diseños de calidad, con costos de producción aceptables que le permitan obtener rentabilidad y mantener estabilidad de producción asegurándole permanencia en el mercado local y en un futuro proyectarse al mercado nacional.

Una de las principales metas de CELTEL a corto plazo, es mejorar su actual distribución de planta, pues la de hoy no permite aumentar la producción, ocasionando retrasos en las entregas del producto.

La redistribución de la planta ayudará a la empresa a la disminución de las distancias a recorrer por los materiales y herramientas, mejorar la circulación para el personal y productos en elaboración así como, permitir la utilización adecuada del espacio disponible según la necesidad, considerando la seguridad del personal y disminución de accidentes.

1.3 Objetivos:

1.3.1 *Objetivo general.* Realizar la “redistribución de la planta de producción de la empresa CELTEL, para la fabricación de ladrillo vistoso”.

1.3.2 *Objetivos específicos.*

Analizar el proceso productivo actual en la Empresa CELTEL, en la elaboración de ladrillo en sus ocho variedades.

Realizar el análisis de los resultados obtenidos de la situación actual.

Proponer la redistribución de la planta de producción de la Empresa CELTEL

Determinar la viabilidad de la propuesta a través de un estudio técnico financiero.

CAPÍTULO II.

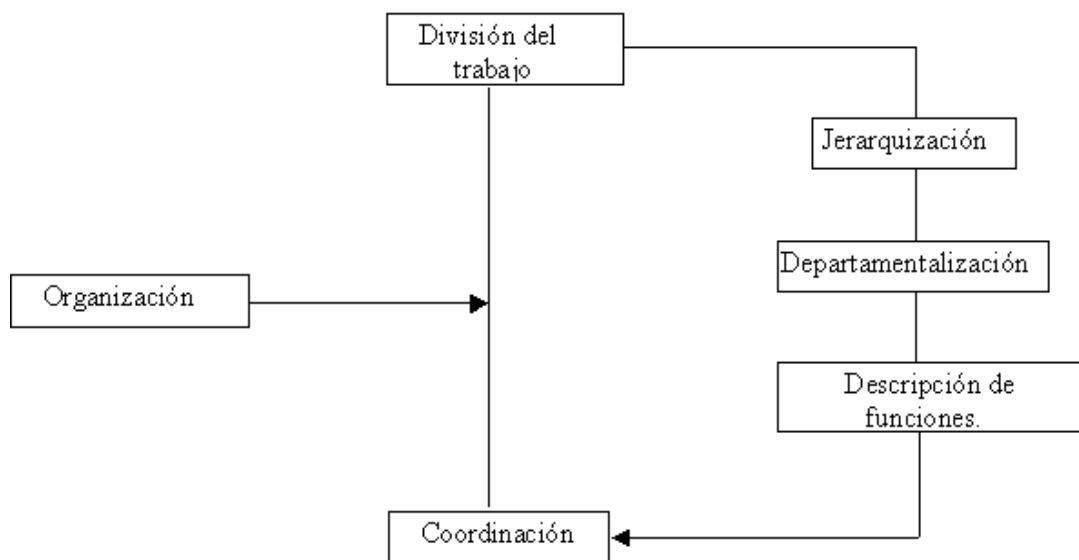
2. MARCO TEÓRICO

2.1 Organización del trabajo.

Se entiende como organización a la distribución de actividades, responsabilidades y recursos necesarios, de cualquier tipo entre los miembros de un grupo para determinar su participación. Dicha distribución dependerá del trabajo a realizar, las personas involucradas y el lugar donde dichas actividades se realizarán. También crea una estructura que permite la asignación de autoridad a cada puesto.

2.2 Etapas de organización del trabajo. [1]

Figura 1. Etapas de organización del trabajo.



Fuente: Organización del trabajo

Coordinación.

“Es la sincronización de los recursos y de los esfuerzos de un grupo social, con el fin de lograr oportunidad, unidad, armonía y rapidez, en el desarrollo y la consecución de los objetivos.”

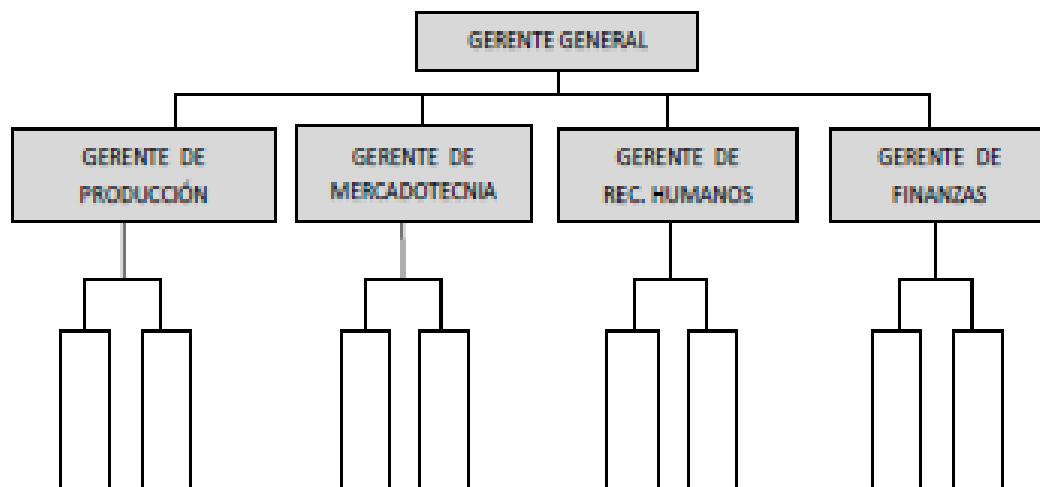
División del Trabajo.

“Es la separación y delimitación de las actividades, con el fin de realizar una función con la mayor precisión, eficiencia y el mínimo de esfuerzo, dando lugar a la especialización y perfeccionamiento en el trabajo.”

Jerarquización y Departamentalización.

Se puede definir a la jerarquización como la disposición de las funciones de una organización por orden de rango, grado o importancia, agrupados de acuerdo con el grado de autoridad y responsabilidad que posean, independientemente de la función que realicen. La jerarquización implica la definición de la estructura de la empresa por medio del establecimiento de centros de autoridad que se relacionen entre sí con precisión.

Figura 2. Jerarquización y departamentalización de una empresa.



Fuente: Organización del trabajo

Departamentalización, es la división y el agrupamiento de las funciones y actividades en unidades específicas, con base en su similitud.

De acuerdo con la situación específica de cada empresa, los tipos de departamentalización más usuales son:

1.- Funcional.- Es común en las empresas industriales; consiste en agrupar las actividades análogas según su función principal.

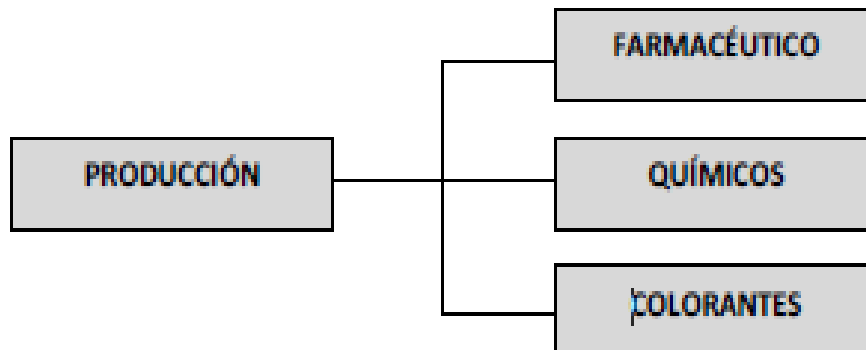
Figura 3. Departamentalización funcional.



Fuente: Organización del trabajo

2.- Por producto.- Es característica de las empresas fabricantes de diversas líneas de productos, la departamentalización se hace en base a un producto o grupo de productos relacionados entre sí.

Figura 4. Departamentalización por producto.



Fuente: Organización del trabajo

3.- Por proceso o equipo.- En la industria, el agrupamiento de equipos en distintos departamentos reportará eficiencia y ahorro de tiempo; así como también en una planta automotriz, se tendrá la agrupación por proceso. Ver figura 5 y 6.

Organigramas.

También conocidos como Cartas o Gráficas de organización, son representaciones gráficas de la estructura formal de una organización, que muestran las interrelaciones,

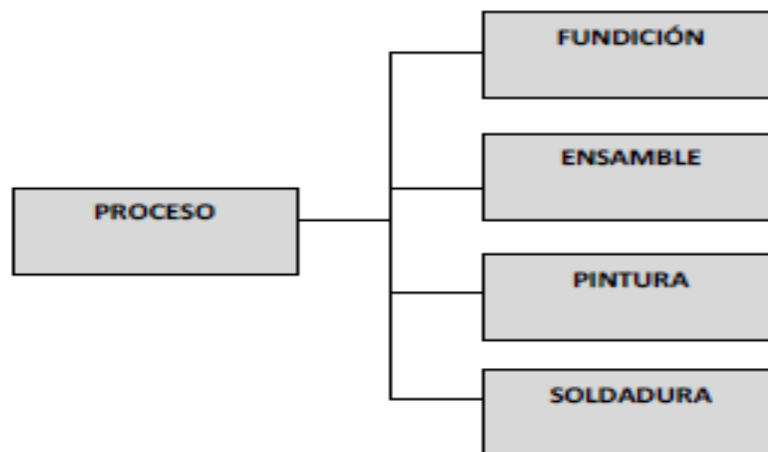
las funciones, los niveles, las jerarquías, las obligaciones y la autoridad existentes dentro de ella. Ver figura 7.

Figura 5. Departamentalización por equipo



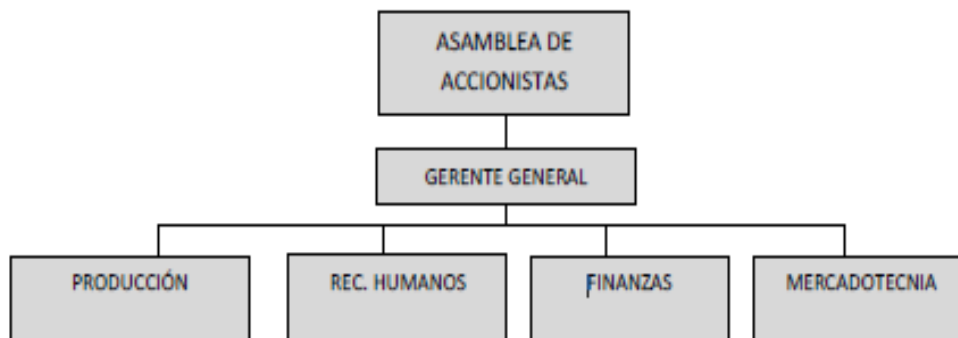
Fuente: Organización del trabajo

Figura 6. Departamentalización por proceso.



Fuente: Organización del trabajo

Figura 7. Ejemplo de organigrama.



Fuente: Organización del trabajo

Estos son los diferentes tipos, sistemas o modelos de estructuras organizacionales que se pueden implantar en un organismo social dependiendo del giro o magnitud de la empresa, recursos, objetivos, producción, etc.

No se puede decir que una organización es adecuada cuando es eficiente, por ejemplo, no es lo mismo decir que es adecuada cuando es eficaz. Eficiencia significa aprovechar los recursos, y eficacia, cumplir con los objetivos propuestos con independencia de los recursos que se consuman para ello.

Para las empresas privadas, por lo general, lo importante es la rentabilidad y, por lo tanto la eficiencia es uno de los principales criterios en que debe basarse cualquier evaluación de sus organizaciones tanto formal como informal. No deben cumplir metas de producción con independencia de los recursos que consuman (la meta será, en todo caso, producir lo máximo posible con los mínimos recursos).

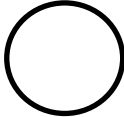
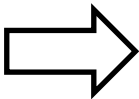

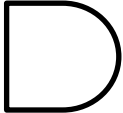
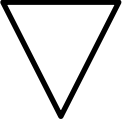

2.3 Diagramas de métodos de trabajo.

Guía de elaboración de diagramas que se utilizan en el análisis de los procesos. [2]

Estos diagramas forman parte importante del estudio de Métodos, también conocido como análisis de métodos, para su utilización se debe en primer lugar elegir el trabajo a ser analizado, recopilar toda la información necesaria, la misma que debe registrarse adecuadamente, que en lo posterior se facilite su organización y análisis, una de estas herramientas son los diagramas, en los cuales se utilizan símbolos para representar la información recopilada, esta simbología fue creada por la Asociación de Ingenieros Mecánicos de los Estados Unidos de América, por lo que es estándar y permite que los diagramas sean entendidos por analistas en cualquier parte del mundo; los símbolos más comunes utilizados en los diagramas son. Ver tabla 1.

2.3.1 Diagrama de proceso tipo material. También se lo conoce como diagrama de flujo del proceso, existiendo tanto para el operario, como para los materiales.

Tabla 1. Símbolos estándares para diagramas de flujo.

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Operación.- Un círculo representa las actividades fundamentales de cualquier proceso, mismas que propician cambios en los materiales u objetos, transferencia de información o la planeación de algo.
	Transporte.- Una flecha apuntando hacia la derecha indica movimiento; es decir, las personas, materiales y/o equipo son trasladados sin que se les efectúe ningún trabajo adicional.
	Inspección.- Representa las actividades de verificación (ya sea en cantidad o en calidad) de los materiales o productos; también simboliza lecturas de algún tipo de indicador o de información impresa. Este tipo de tarea. Por lo general, no añade valor al producto por lo que se deberá ser muy crítico de su existencia.
	Demora.- Indica la ocurrencia de interferencias en el flujo de las operaciones o en el movimiento de materiales lo que imposibilita la consecución hacia el siguiente paso del proceso. También representa trabajo en suspenso o abandono momentáneo del mismo.
	Almacenamiento.- Representa el depósito del material o producto en algún lugar, idealmente almacenes; aunque es probable que en el método actual se encuentren mercancías almacenadas en pisos o pasillos por error. El almacenaje suele ser de materias primas, producto en proceso de terminarse, productos terminados e inclusive de documentos.
	Actividades combinadas.- Cuando dos de las actividades descritas anteriormente se ejecutan simultáneamente, los símbolos se combinan. El más común es el de la inspección y la operación.

Fuente: BACA, G. Introducción a la Ingeniería Industrial

TIPO PERSONA: u operativos, da los detalles de cómo realiza una persona una secuencia de operaciones. Analiza el accionar del operario durante el desarrollo del proceso.

TIPO MATERIAL: o de producto, proporciona detalles de los eventos que ocurren sobre un producto o material durante las diferentes etapas o procesos que recorre el material.

Todos los símbolos descritos anteriormente son útiles para la elaboración de este diagrama.

Este diagrama se identifica por tener un título “Diagrama de flujo del proceso”, se acompaña de información que incluye número de parte, su dibujo, descripción del proceso, método actual y propuesto, y el nombre de la persona que lo realiza. Otros datos como planta, edificio o departamento, número de diagrama, cantidad y costo pueden ser valiosos para identificar por completo el trabajo al que se refiere el diagrama, esto va como encabezamiento.

Pasos para realizarlo.

1.- Hacer la hoja respectiva, cuyo encabezado tendrá datos de identificación del proceso.

2.- El cuerpo consta de una columna para los símbolos descritos anteriormente, una para ubicar el número correspondiente, una para las distancias de los transportes y otras en igual número de las actividades existentes para ubicar el tiempo, y finalmente una columna para la descripción del proceso.

3.-Se anota la descripción de los pasos del proceso y se marcan puntos en las columnas de los símbolos correspondientes, uniéndolos con una línea, o también mediante código de colores.

4.- Se obtienen los totales, una vez terminada la descripción del proceso las operaciones, transportes, inspecciones, demoras, así como el tiempo perdido en el almacenamiento.

5.- Los totales indican el tipo de acción que conviene tomar para un análisis más profundo y cambiar aquellos aspectos que nos pueden afectar en un tiempo determinado.

Tabla 2. Diagrama de proceso

Empresa:		Operación:					Estudio N°:	Hoja N°:	
Departamento:		Operario:		Máquina:			Analista:	Método:	Fecha:
Plano N°:							Equivalencias:		
Pieza N°:									
SÍMBOLOS	N°	Distancia en m.	Tiempo (min).					Unidades consideradas	Descripción del proceso
			Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje		
○ → □ ▽									

Fuente: BACA, G. Introducción a la Ingeniería Industrial.

2.3.2 Diagrama de recorrido de materiales [3]. El diagrama de flujo del proceso contiene la mayor parte de la información pertinente respecto al proceso, pero no muestra un plano con el flujo de trabajo, lo cual se facilita con la realización del diagrama de recorrido, la información obtenida con este diagrama ayuda a desarrollar un nuevo método enfocado más en los recorridos que hace el material o el operario en el cumplimiento de sus actividades, el analista debe ver o visualizar en donde existe un espacio para añadir una instalación que acorte la distancia.

Para la realización de este diagrama es necesario realizar un plano del área de la planta que se estudia, o la planta en general de ser necesario, en el cual se representarán minuciosamente lo que existe en ella, luego se trazan líneas de flujo que indican el movimiento del material, enlazadas por los diferentes símbolos utilizados en el diagrama de flujo del proceso, de una actividad a la siguiente, con la numeración correspondiente a la del diagrama anterior, la utilización de varios colores en la representación de los diferentes flujos será de mucha ayuda.

2.3.3 Diagrama de actividad. Aunque el diagrama de proceso y el de recorrido dan una idea de las diversas fases de un proceso, conviene frecuentemente descomponer este en una serie de operaciones y poner a su lado una escala de tiempos, es como se describe al siguiente diagrama:

Diagrama hombre – máquina. [4] Este tipo de diagrama muestra de manera gráfica la ejecución de actividades simultáneas entre operario y maquinaria. El gráfico posee una escala de tiempo que permite observar la duración aproximada de las actividades, aunque la principal utilidad del esquema es la detección y cuantificación de tiempos muertos. Adicionalmente, este tipo de gráficos utiliza una simbología distinta, rectángulos rellenos en negro, gris o blanco. Un rectángulo relleno en blanco significa el tiempo en el cual el elemento analizado se encuentra inactivo, un rectángulo en negro significa, por el contrario, que el elemento se encuentra en operación u ocupado, pero de manera independiente.

Cuando el rectángulo es gris significa que se está realizando una actividad simultánea, al igual que los anteriores diagramas es necesario también un encabezado que describa la situación analizada y es muy importante que se detalle lo que se va a analizar, a fin de identificar plenamente la operación y circunstancia de que se trate. En una sección de resumen se indicarán los tiempos de duración total, el tiempo real de trabajo y el tiempo ocioso. Se recomienda realizar un cálculo de la proporción del tiempo real de trabajo tanto de la persona como de la máquina.

Pasos para realizarlo. Primero, se debe seleccionar la operación que será diagramada; se recomienda seleccionar operaciones importantes que puedan ser costosas, repetitivas y que causen dificultades en el proceso.

En segundo lugar, determinar dónde empieza y dónde termina el ciclo que se quiere diagramar.

En tercera, observar varias veces la operación, para dividirla en sus elementos e identificarlos claramente.

El siguiente paso se dará cuando los elementos de la operación han sido identificados, entonces se procede a medir el tiempo de duración de cada uno.

Finalmente, con los datos anteriores y siguiendo la secuencia de elementos, se construye el diagrama.

Construcción del diagrama

Un primer paso en dicha construcción es seleccionar una distancia en centímetros o en pulgadas que nos represente una unidad de tiempo.

Esta selección se lleva a cabo debido a que los diagramas hombre-máquina se construyen siempre a escala. Por ejemplo, un centímetro representa un centésimo de minuto. Existe una relación inversa en esta selección, es decir, mientras más larga es la duración del ciclo de la operación menor debe ser la distancia por unidad de tiempo escogida.

Cuando hemos efectuado nuestra selección se inicia la construcción del diagrama; como es normal, éste se debe identificar con el título de diagrama de proceso hombre-máquina.

Se incluye además información tal como operación diagramada, método presente o método propuesto, número de plano, orden de trabajo indicando dónde comienza el diagramado y dónde termina, nombre de la persona que lo realiza, fecha y cualquier otra información que se juzgue conveniente para una mejor comprensión del diagrama.

Una vez efectuados estos pasos previos a la izquierda del papel, se hace una descripción de los elementos que integran la operación.

Hacia el extremo de la hoja se colocan las operaciones y tiempos del hombre, así como también los tiempos inactivos del mismo.

El tiempo de trabajo del hombre se representa por una línea vertical continua; cuando hay un tiempo muerto o un tiempo de ocio, se representa con una ruptura o discontinuidad de la línea. Un poco más hacia la derecha se coloca la gráfica de la máquina o máquinas; esta gráfica es igual a la anterior, una línea vertical continua

indica tiempo de actividad de la máquina y una discontinuidad representa inactivo. Para las máquinas, el tiempo de preparación así como el tiempo de descarga, se representan por una línea punteada, puesto que las máquinas no están en operación pero tampoco están inactivas.

En la parte inferior de la hoja, una vez que se ha terminado el diagrama, se coloca el tiempo total de trabajo del hombre, más el tiempo total de ocio. Así como el tiempo total muerto de la máquina.

Figura 8. Diagrama Hombre Máquina.

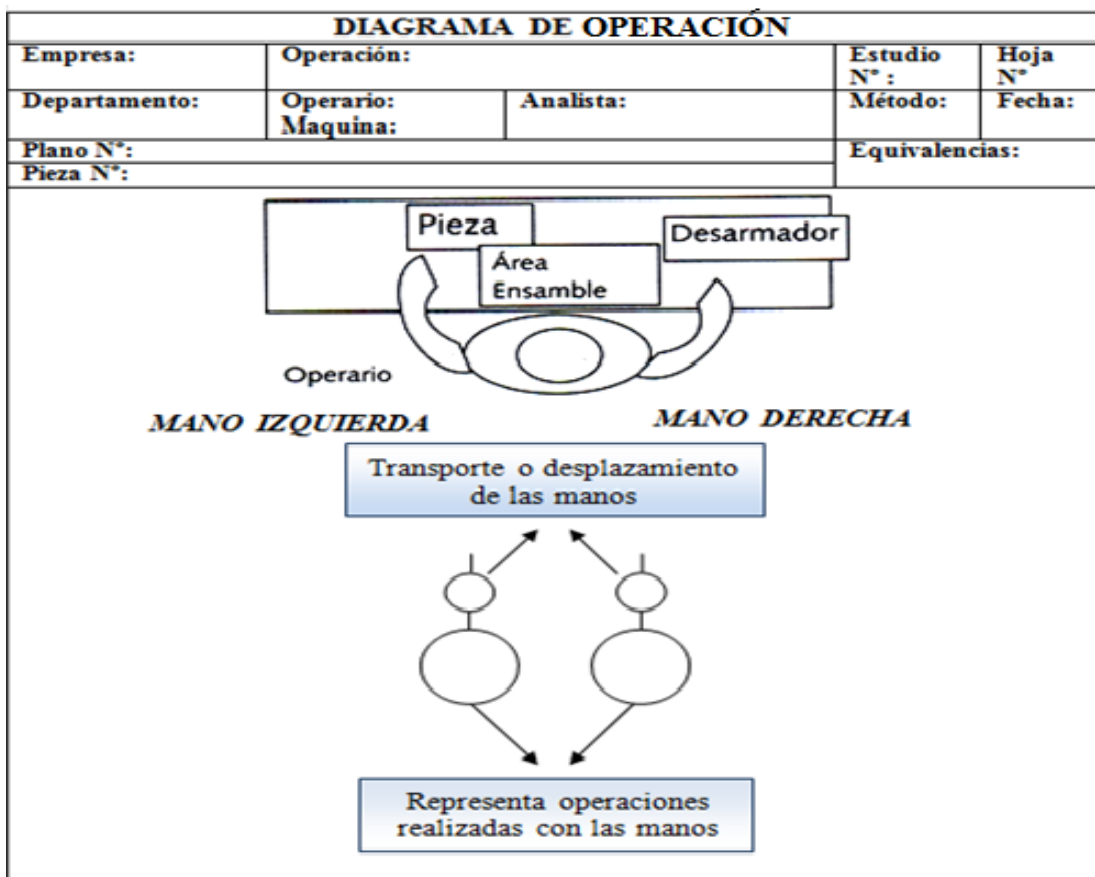
Diagrama Hombre- Máquina												
Operación: _____						Pág N° _____ de _____						
Máquina tipo: _____						Fecha _____						
Departamento: _____						Hecho por: _____						
				Máquina 1			Máquina 2					
Descarga y carga M.1	.2 .2			.4 .4			Descarga y carga 0.53					
Camino a máquina 2	.6											
Limpia la pieza	.8						Taladro 0.5					
Descarga y carga M.2	1.0						Tiempo muerto			Descarga y Carga		
	1.2											
	1.4						Descarga y carga 0.53			Taladro 0.63		
Descarga y carga M.2	1.6											
	1.8											
	2.0											
Resumen	Tiempo del ciclo			Acción			Ocio			Utilización		
	Actual	Prop.	Ahorro	Actual	Prop.	Ahorro	Actual	Prop.	Ahorro	Actual		Ahorro
Hombre	1.4											
Máquina	1.03						0.37					

Fuente: BACA, G. Introducción a la Ingeniería Industrial.

2.3.4 Diagrama de operación. [5] Este diagrama muestra en detalle las actividades realizadas por ambas manos de un operario, se aplica siempre y cuando se realicen en un área de trabajo relativamente pequeña. Se recomienda en forma especial cuando se analizan operaciones de ensamble que requieren un seguimiento meticuloso de las actividades efectuadas por cada extremidad del individuo.

El diagrama consta de un encabezado (similar al de los anteriores), un croquis que representará el área de trabajo, la ubicación del operario y la posición de las piezas, componentes y materiales utilizados, para cada movimiento de las manos se anotará secuencialmente en columna los círculos apropiados, dependiendo si realiza actividad o transporte, el analista podrá observar los tiempos de actividad e inactividad para cada mano e ideará, en la medida de lo posible, la manera de balancear el trabajo, para la representación de actividad se ubica un círculo relativamente más grande del que se utiliza para representar la inactividad. Ver tabla 3.

Tabla 3. Diagrama de operación.



Fuente: BACA, G. Introducción a la Ingeniería Industrial.

2.4 Pasos para determinar el tiempo tipo. [6]

El estudio de tiempos es la técnica básica en la medición de tiempos. Su objetivo es registrar los tiempos de ejecución de las actividades de los empleados, observándolas directamente y usando un instrumento de medición del tiempo (por lo general cronómetro, aunque también se utiliza el video y el cronómetro, siendo el método del video el más apropiado), evaluando su desempeño y comparando estos resultados con normas establecidas, los pasos para determinar el tiempo se detallan a continuación:

1.- Seleccionar el trabajo. Es el primer paso a dar, dependiendo si se va o no a instalar un nuevo método, que cambien las especificaciones del trabajo, el tipo de producto o existan inconformidades por parte de los trabajadores acerca del estándar establecido, es probable que se requiera la ejecución de un estudio de métodos y por consiguiente la necesidad de determinar el tiempo tipo.

2.- Seleccionar un operario "calificado". El objeto de un E.T. debe ser el trabajador promedio, es decir, un operador que realice su trabajo consistentemente y a un ritmo normal. Se desea elegir a los empleados que tienen las aptitudes físicas necesarias, inteligencia, capacitación, destreza y conocimientos suficientes para efectuar las operaciones asignadas según las normas de seguridad y calidad definidas por el ingeniero industrial. Existen varios factores que influyen en el ritmo de trabajo de un empleado, los más comunes son:

Variaciones en la calidad de los materiales.

Eficiencia de los equipos.

Variaciones en la concentración de los trabajadores.

Cambios de clima y medio ambiente (temperatura, luz, ruido, etcétera).

Estado de ánimo.

3.- Análisis del trabajo. Después de hacer las dos elecciones previas, el ingeniero industrial deberá describir detalladamente el método a estudiar, incluyendo el área de trabajo, materiales e insumos y las herramientas y/o equipo utilizado. El objetivo

principal de este paso no es criticar el método, sino conocer a profundidad las actividades que componen a una tarea. Sin embargo, si el analista de tiempos nota inconsistencias graves en los métodos de trabajo existentes, será necesario que los informe.

4.- Dividir trabajo en elementos. Resultado del análisis del trabajo, éste se divide en partes o sub.-elementos para efectuar las mediciones de una manera más sencilla, identificar y separar actividades improductivas, observar condiciones que originen fatiga al empleado, instantes donde pueda tomar pequeños descansos, etcétera. Algunas recomendaciones para esta división son:

Verificar que todos los elementos de trabajo son absolutamente necesarios.

Separar los tiempos de ejecución de las máquinas de los efectuados por el ser humano.

Identificar si los elementos son constantes con variables, es decir, si la actividad se ejecuta de forma consistente siempre que se realiza el trabajo o es resultado de alguna circunstancia repentina.

Seleccionar elementos de tal manera que sea posible identificar su inicio y terminación por algún sonido, señal luminosa, etc. Esto permitirá seleccionar los elementos que puedan ser cronometrados con facilidad y exactitud.

5.- Efectuar mediciones de prueba y ejecutar una muestra inicial. La muestra inicial además de servir de práctica al analista, permite determinar algunos parámetros que servirán para establecer el número real de observaciones auxiliándose de principios estadísticos (tamaño de muestra), se recomiendan al menos 20 observaciones iniciales.

6.- Determinar el tamaño de muestra. Con los parámetros de la muestra inicial, y con el nivel de confianza y exactitud requerida por el ingeniero analista de tiempos, se procede a determinar el tamaño de muestra del estudio. Estas observaciones se efectuarán aleatoriamente para garantizar la validez y confiabilidad del estudio.

la forma más recomendada es la estadística, que también presenta algunas variantes dependiendo del autor. La OIT recomienda utilizar la siguiente fórmula para el caso de

un nivel de confianza de 95% y un margen de error de $\pm 5\%$, es decir, se pretende que las mediciones con cronómetro tengan, cuando mucho $\pm 5\%$ de error del dato real.

Si procedemos a la toma de tiempos deberemos registrarlos en una tabla, como la que se indica:

Tabla 4. Registro de toma de tiempos

Lecturas individuales del cronómetro X	Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro X^2
$\sum X$	$\sum X^2$

Fuente: BACA, G. Introducción a la Ingeniería Industrial.

Para luego reemplazar los valores en la ecuación:

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2 \quad (1)$$

Dónde:

N' : Número necesario de observaciones

X : lectura de los tiempos del elemento medido.

N : Número de lecturas ya realizado.

7.- Cronometrar. Es la medición del tiempo de ejecución con un cronómetro o algún otro instrumento, lo más aconsejable es realizar las filmaciones de video y luego en casa tomar los tiempos correspondientes. Es importante resaltar que el operario elegido debe tener pleno conocimiento de la ejecución del estudio de métodos y tiempos que se va a llevar a cabo. Por ningún motivo el ingeniero industrial debe ocultar el cronómetro, filmadora, ni tratar de engañar a los empleados al respecto, pues esto podría ocasionar

reacciones negativas en ellos que propiciarían el fracaso del proyecto, pero de la misma manera tratar de preparar al operario para que realice las actividades de una forma normal, sin que cambie su desarrollo habitual al saber que le van a filmar (cronometrar su actividad).

8.- Calificar la actuación del operario. Conocido también como valoración del ritmo de trabajo del empleado, califica el desempeño de éste respecto a un nivel normal de ejecución del trabajo. Existen distintas metodologías para la evaluación o calificación del operario: norma británica, Westinghouse, evaluación sintética, calificación objetiva y por velocidad. Sin embargo, la calificación del operario es el paso más importante y crítico de un Estudio de Tiempos, ya que contribuye a definir con justicia el tiempo requerido para que un operario ejecute sus actividades en condiciones normales. La norma británica (conocida también como escala 0-100) utiliza los criterios de evaluación mostrados a continuación:

Tabla 5. Valoración del operario.

ESCALA	DESCRIPCIÓN DEL DESEMPEÑO DEL OPERARIO
0	Actividad nula.
50	Muy lentos, movimientos torpes, inseguros, operador sin interés en el trabajo.
75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien supervisado. Parece lento pero no pierde tiempo voluntariamente.
100 (Ritmo estándar)	Trabajador activo y capaz; operario calificado promedio, logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.
125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, superior al ritmo estándar.
150	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intensos sin probabilidad de durar así por periodos largos de tiempos.

Fuente: BACA, G. Introducción a la Ingeniería Industrial.

Si el ritmo de trabajo observado en el empleado es inferior al ritmo estándar, el ingeniero analista de tiempos deberá asignar un factor menor de 100. Si por el contrario, el ritmo de trabajo es superior al ritmo tipo, deberá emplearse un factor mayor de 100. La evaluación se utiliza para determinar el tiempo básico, que es aquel que el operario demoraría en ejecutar una actividad al ritmo estándar. El tiempo básico se determina de la siguiente manera:

$$Tiempo_básico = Tiempo_observado * \frac{Calificación}{Ritmo..Estándar} \quad (2)$$

Otra forma de evaluar al operario es por medio del método Westinghouse. Este método considera cuatro factores para ser calificados:

Habilidad. Se define como la destreza del empleado para ejecutar un método predeterminado; se determina por su experiencia y aptitudes netas. Por lo general, se califican seis grados de habilidad: deficiente, aceptable, regular, buena, excelente y extrema.

Esfuerzo. Se refiere a la demostración de la voluntad del operario para trabajar con eficiencia. Se distinguen seis niveles de esfuerzo: deficiente, aceptable, regular, bueno, excelente y excesivo.

Condiciones de trabajo. Son los niveles de iluminación, ruido, temperatura y ventilación que pueden afectar al operario. Las clases de condiciones son: ideales, excelentes, buenas, regulares, aceptables y deficientes.

Consistencia. Los resultados obtenidos por el trabajador se repiten constantemente. Las clases de consistencia son: perfecta, excelente, buena, regular, aceptable y deficiente.

Cada factor es evaluado de acuerdo con los criterios mencionados, y cada calificación corresponde a una valoración numérica que se utilizará para la determinación del tiempo básico.

9.- Estimación de tolerancias. Después de calcular el tiempo básico, se necesita agregar tolerancias para determinar el tiempo estándar. Las tolerancias son fracciones de tiempo

constantes o variables que deben añadirse al tiempo básico como compensación por fatiga, necesidades personales y otros retrasos inevitables; se recomienda que sean de al menos 10% del tiempo básico. Las tolerancias por necesidades personales y fatiga se requieren para la comodidad y bienestar del empleado. Diversos autores recomiendan asignar 5% y 4% del tiempo básico respectivamente para este propósito. Las tolerancias por fatiga física y mental se definen en función de los siguientes factores: condiciones de trabajo; iluminación, temperatura, humedad, ruido, ventilación y colores, además de la repetitividad del trabajo, concentración requerida para la tarea, monotonía de movimientos corporales, posición corporal del operario y cansancio muscular. A continuación se muestran recomendaciones de tolerancias a añadir al tiempo estándar hechas por la Organización Internacional del Trabajo (OIT):

Tabla 6. Tolerancias a añadir.

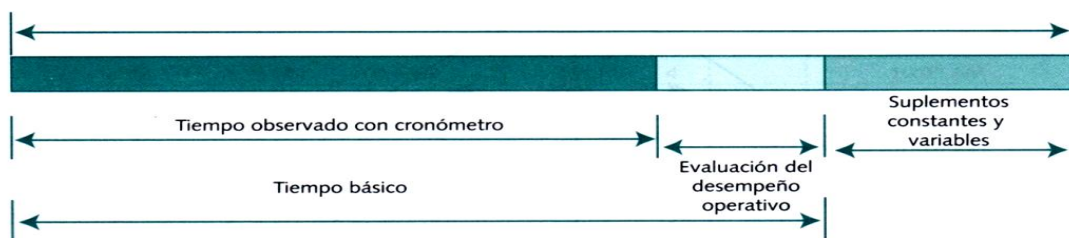
TOLERANCIAS	AÑADIR %
A.- Tolerancias constantes:	
Tolerancia por necesidades personales	5
Tolerancia básica por fatiga.	4
B.- Tolerancias variables.	
Tolerancia por ejecutar el trabajo de pie.	2
Tolerancia por posiciones anormales en el trabajo.	
a.- Ligeramente molesta	0
b.- Molesta (cuerpo encorvado)	2
c.- Muy molesta (acostado, extendido.)	7
Empleo de fuerza o vigor muscular (esfuerzo para levantar, tirar, empujar), determinado por el peso levantado (en kilogramos y libras respectivamente).	
2.5kg/5 lb.	0
5/10	1
7.5/15	2
10/20	3
12.5/25	4
15/30	5
17.5/35	7
20/40	9
22.5/45	11
25/50	13
30/60	17
35/70	22

Alumbrado deficiente.	
Ligeramente inferior a lo recomendado	0
Muy inferior	2
Sumamente inadecuado.	5
condiciones atmosféricas (calor y humedad) variables.	
Atención estricta.	0-10
Trabajo moderadamente fino	
Trabajo fino o de gran cuidado.	0
Trabajo fino o muy exacto.	2
Nivel de ruido	5
Continuo.	
Intermitente – fuerte.	0
Intermitente – muy fuerte	2
De alto volumen – fuerte.	5
Esfuerzo mental.	5
Proceso moderadamente complicado	
Complicado o que requiere amplia atención.	1
Muy complicado.	4
Monotonía.	8
a.- Escasa	
b.- Moderada.	0
c.- Excesiva.	1
Retrasos	4
	2

Fuente: BACA, G. Introducción a la Ingeniería Industrial.

10.- Cálculo del tiempo tipo o estándar. Este es el último paso para el cálculo del tiempo, para su determinación es necesario calcular el tiempo básico (resultado de la calificación del desempeño del empleado) y añadir el tiempo por compensación o tolerancias, se muestra a continuación un esquema:

Figura 9. Esquema del tiempo tipo estándar.



A continuación se detalla en fórmulas,

$$\text{Tiempo básico} = \text{Tiempo observado (cronometrado)} * \text{Factor de valoración.} \quad (3)$$

$$\text{Tiempo estándar} = \text{Tiempo básico} + (\% \text{ Suplementos} * \text{Tiempo básico}) \quad (4)$$

2.5 Condiciones de trabajo.

Las condiciones de trabajo ideales mejoran la seguridad registrada y reducen el ausentismo, los retrasos y la rotación del personal, eleva el ánimo de los empleados y mejora las relaciones públicas, todo esto nos ayuda a un incremento en la productividad. Las condiciones de trabajo dependen principalmente de alguno de los siguientes factores. [7]

2.6 Ruido.

Las personas sometidas a altos niveles de ruido aparte de sufrir pérdida de su capacidad auditiva pueden llegar a la sordera, acusan una fatiga nerviosa que es origen de una disminución de la eficiencia humana tanto en el trabajo intelectual como en el manual.

La siguiente tabla del nivel sonoro recomendable puede servir de punto de referencia para diseñar áreas de trabajo.

Tabla 7. Calificación del nivel de ruido.

Ambiente	DB
Sala de grabación	25
Hospital	35
Sala de conferencias	40
Oficinas	45
Bancos, almacenes	50
Fábricas	50 – 80

Fuente: Niebel Freivalds.- Ingeniería Industrial

2.6.1 Vibraciones. Son oscilaciones de partículas alrededor de un punto en un medio físico equilibrado cualquiera y se pueda producir por su propio funcionamiento de una máquina o equipo.

Los efectos que se producen en el organismo dependen de la frecuencia:

Oscilaciones baja frecuencia (<2Hz), alteraciones en el sentido del equilibrio, provocando mareos, náuseas y vómitos; de baja y media frecuencia (2 a 20HZ), afecta sobre todo a la columna vertebral, el aparato digestivo; de la alta frecuencia (20 a 300Hz), pueden producir quemaduras por rozamiento y problemas vasomotores.

2.6.2 Temperatura. La calefacción mejora el ambiente de trabajo, eliminando el frío, reduce las bajas por enfermedad y mantiene el rendimiento de trabajo en las condiciones óptimas.

Según Woodson y Conover en su guía de ergonomía:

A 10°C aparece el agotamiento físico de las extremidades.

A 18°C son óptimos.

A 24°C Aparece la fatiga física.

A 30°C se pierde agilidad y rapidez mental, las respuestas se hacen lentas y aparecen los errores.

A 50°C son tolerables una hora con la limitación anterior.

A 70°C son tolerables media hora, pero está muy por encima de las posibilidades de actividad física mental.

2.6.3 Ventilación. Para un número constante de trabajadores, la intensidad de la ventilación debe ser inversamente proporcional al tamaño del local. El objetivo de la ventilación es dispersar el calor producido por las máquinas y los trabajadores, por consiguiente, habría que intensificar la ventilación en los locales en que exista una mayor concentración de máquinas y herramientas.

2.6.4 Iluminación. Para conseguir una iluminación correcta se deben tener en cuenta, el objetivo principal que se debe alcanzar, es que la cantidad de energía luminosa que llegue al plano del trabajo sea la adecuada para la consecución del mismo. En la siguiente tabla se establecen niveles adecuados de iluminación según el tipo de trabajo:

Tabla 8. Niveles de iluminación de acuerdo al tipo de áreas.

Lux	Tipo de trabajo
1000	Joyería y relojería, imprentas
500 a 1000	Ebanistería
300	Oficinas, bancos de taller
200	Industria conservera
100	Sala de máquinas y calderas, depósitos y almacenes
50	Manipulación de mercancías
20	Patios, calderas y lugares de paso

Fuente: Organización Nacional del Trabajo.

2.6.5 Acondicionamiento cromático. Antiguamente era el color gris oscuro el más generalizado en los talleres. Ahora, en cambio, se ha desterrado este color casi por completo, por lo menos en sus tonos oscuros, pues se ha demostrado que una pintura adecuada, además de mejorar la iluminación natural y artificial tiene una gran influencia en los trabajadores.

2.6.6 Música en la industria. Es un hecho conocido por todos, la influencia que la música ejerce en el espíritu. Se recomienda efectuar emisiones de 15 a 30 minutos con la intensidad inferior a los 60dB, en los momentos en que disminuya el rendimiento de los trabajadores que suelen coincidir con la mitad de la jornada de la mañana y de la tarde.

2.6.7 Ergonomía. La ergonomía es la disciplina que trata del diseño de lugares de trabajo, herramientas y tareas que coinciden con las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades del trabajador. Busca la optimización de los tres elementos del sistema (humano-máquina-ambiente). [8]

Manipulación manual de cargas. Se define como cualquier actividad en la que los trabajadores mediante su esfuerzo físico tienen que levantar, empujar, arrastrar o transportar objetos inertes o seres vivos. [9]

Las lesiones. Origina un gran número de lesiones músculo-esqueléticas sobre todo en la espalda (lumbalgias, hernias discales, etc.) pero también en brazos y manos.

Cuando hay riesgo. La manipulación manual de cargas de más de 3 Kg. Puede entrañar un riesgo importante si se realiza en condiciones desfavorables: alejada del cuerpo, posturas inadecuadas, espalda girada, malos agarres, muy frecuentemente.

Método RULA [10]. Tal como señalan los autores, RULA fue desarrollado para entregar una evaluación rápida de los esfuerzos a los que son sometidos los miembros superiores del aparato musculo-esquelético de los trabajadores debido a postura, función muscular y las fuerzas que ellos ejercen.

Una gran ventaja de RULA es que permite hacer una evaluación inicial rápida de gran número de trabajadores. Se basa en la observación directa de las posturas adoptadas durante la tarea por las extremidades superiores, cuello, espalda y piernas.

Determina cuatro niveles de acción en relación con los valores que se han ido obteniendo a partir de la evaluación de los factores de exposición antes citados.

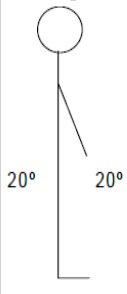
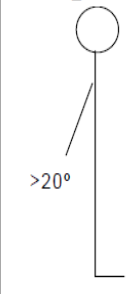
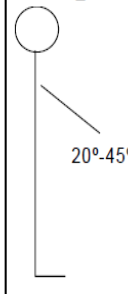
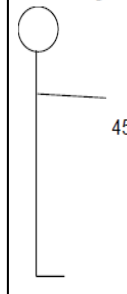
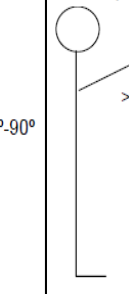
El análisis puede efectuarse antes y después de una intervención para demostrar que dicha acción ha influido en disminuir el riesgo de lesión.

A continuación se muestra un procedimiento paso a paso para evaluar. Al final se concluye en el puntaje que se asocia a diferentes tipos de acción a tomar ante ese resultado.

A. Análisis de brazo, antebrazo y muñeca

1) Califique la posición del brazo, según el ángulo del hombro.

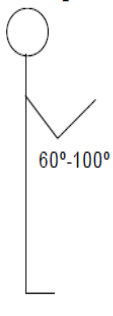
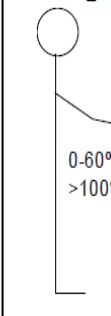
Tabla 9. Posición del brazo, según el ángulo del hombro.

+20 a -20°	-20° en ext.	20° a 45°	45° a 90°	>90°	Corrija	Puntaje
+1 	+2 	+2 	+3 	+4 	<p>Añadir 1, si levanta el hombro</p> <p>Añadir 1, si hay abducción (separación del cuerpo)</p> <p>Restar 1, si el brazo está apoyado o sostenido.</p>	

Fuente: www.fi.uba.ar/archivos/posgrados_apuntes_Metodo_RULA

2) Califique la posición del antebrazo, según el ángulo del codo.

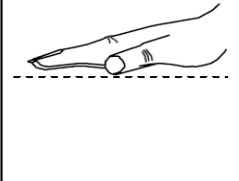
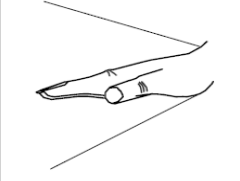
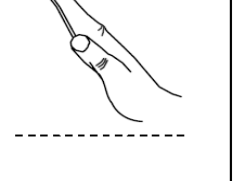

Tabla 10. Posición del antebrazo, según el ángulo del codo.

60° a 100°	0-60° ó >100°	Corrija	Puntaje
+1 	+2 	<p>Añadir 1, si el brazo cruza la línea media del cuerpo ó se sitúa fuera de la línea a más de 45°</p>	

Fuente: www.fi.uba.ar/archivos/posgrados_apuntes_Metodo_RULA

3) Califique la posición de la muñeca.

Tabla 11. Posición de la muñeca.

0° +1	+15° a -15° +2	>+15° o <-15° +3	Corrija Añadir 1, si:	Puntaje
				

Fuente: www.fi.uba.ar/archivos/posgrados_apuntes_Metodo_RULA

4) Califique la torsión de muñeca.

Tabla 12. Torsión de muñeca.

GIROS DE MUÑECA	+1	+2	Puntaje
	Principalmente en la mitad del rango de giro de muñeca	En el inicio o final del rango de giro de la muñeca	

Fuente: www.fi.uba.ar/archivos/posgrados_apuntes_Metodo_RULA

5) Asigne puntaje de postura de brazo, antebrazo y muñecas utilizando los valores de los pasos 1), 2) 3) y 4) según Tabla 13

Tabla 13. Extremidades superiores - puntuación postura

Hombro	Codo	Postura muñeca							
		1		2		3		4	
		Giro		Giro		Giro		Giro	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Fuente: www.fi.uba.ar/archivos/posgrados_apuntes_Metodo_RULA

6) Agregue puntaje por uso de musculatura.

Si la postura es principalmente estática (mantenida por más de 1 minuto), o; Si hay actividad repetitiva (4 veces por minuto o más), añadir +1.

7) Agregue puntaje por fuerza o carga

ESTÁTICA: Postura mantenida más de 1 minuto

INTERMITENTE: Postura mantenida estática menos de 1 minuto o con frecuencia <4/min.

REPETITIVA: Frecuencia 4/min

Tabla 14. Puntaje por fuerza o carga

FUERZA O CARGA	Menor de 2 kilos, intermitentes	De 2 a 10 kilos, intermitente	De 2 a 10 kilos, estática o repetitiva; o Mayor de 10 kilos, intermitente	Mayor de 10 kilos, estática o repetitiva; o Carga de impacto, de cualquier intensidad
Añadir	+0	+1	+2	+3

Fuente: www.fi.uba.ar/archivos/posgrados_apuntes_Metodo_RULA

8) Con el puntaje obtenido sumando los pasos 5), 6) y 7), encuentre la puntuación final de las extremidades superiores entrando en la primera fila de la Tabla 15.

Tabla 15. Extremidades superiores - puntuación final


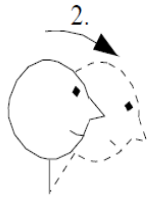


		Puntuación cuello, tronco, piernas						
		1	2	3	4	5	6	7 ó +
Puntuación extremidad superior	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8 ó +	5	5	6	7	7	7	7

Fuente: www.fi.uba.ar/archivos/posgrados_apuntes_Metodo_RULA

B. Análisis de cuello, tronco y piernas

9) Califique la posición del cuello



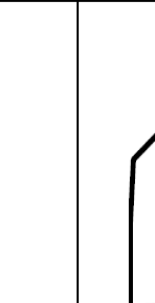
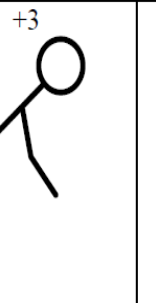
Tabla 16. Posición del cuello

0 a 10°	10° a 20°	>20°	Extensión	Corrija	Puntaje
1. 	2. 	3. 	4. 	Añadir 1, si gira cuello Añadir 1, si lateraliza el cuello	

Fuente: www.fi.uba.ar/archivos/posgrados_apuntes_Metodo_RULA

10) Califique la posición del tronco

Tabla 17. Posición del tronco

0°	0° a 20°	20° a 60°	>60°	Corrija	Puntaje
+1 	+2 	+3 	+4 	Añadir 1, si torsiona el tronco Añadir 1, si lateraliza el tronco	

Fuente: www.fi.uba.ar/archivos/posgrados_apuntes_Metodo_RULA

11) Califique la posición de piernas.

Tabla 18. Posición de piernas

EXTREMIDADES INFERIORES	1	2	Puntaje
	Si piernas y pies están bien apoyados y equilibrados	Si piernas o pies no están correctamente apoyados o equilibrados	

Fuente: www.fi.uba.ar/archivos/posgrados_apuntes_Metodo_RULA

12) Asigne puntaje de postura de cuello, tronco y piernas entrando en la Tabla 19 con los valores de los pasos 9), 10) y 11).

Tabla 19. Cuello, tronco, piernas.- puntuación postura.

Tronco - Puntuación postura												
Cuello	1 Piernas		2 Piernas		3 Piernas		4 Piernas		5 Piernas		6 Piernas	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Fuente: www.fi.uba.ar/archivos/posgrados_apuntes_Metodo_RULA

13) Agregue puntaje por uso de musculatura.

Si la postura es principalmente estática (mantenida por más de 1 minuto), o; Si hay actividad repetitiva (4 veces por minuto o más), añadir +1.

14) Agregue puntaje por uso de fuerza o carga

ESTÁTICA: Postura mantenida más de 1 minuto

INTERMITENTE: Postura mantenida estática menos de 1 minuto o con frecuencia < 4/min.

REPETITIVA: Frecuencia 4/min

Tabla 20. Fuerza o carga

FUERZA O CARGA	Menor de 2 kilos, intermitentes	De 2 a 10 kilos, intermitente	De 2 a 10 kilos, estática o repetitiva; o Mayor de 10 kilos, intermitente	Mayor de 10 kilos, estática o repetitiva; o Carga de impacto, de cualquier intensidad
Añadir	+0	+1	+2	+3

15) Con el puntaje obtenido sumando los pasos 12), 13) y 14), encuentre la puntuación final de cuello, tronco y piernas en la fila superior de la Tabla 21.

Tabla 21. Cuello, tronco, piernas - puntuación final.

		Puntuación cuello, tronco, piernas						
		1	2	3	4	5	6	7 ó +
Puntuación extremidad superior	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8 ó +	5	5	6	7	7	7	7

Fuente: www.fi.uba.ar/archivos/posgrados_apuntes_Metodo_RULA

16) Finalmente, entrando en la Tabla 21 con los valores asignados en 8) para extremidades superiores y en 15) para cuello, tronco y piernas, se obtendrá la puntuación final del caso analizado.

Interpretación de los niveles de riesgo y acción

Nivel de acción 1: Puntuación 1 ó 2: Indica que postura aceptable si no se repite o mantiene durante largos períodos.

Nivel de acción 2: Puntuación 3 ó 4: Indica la necesidad de una evaluación más detallada y la posibilidad de requerir cambios.

Nivel de acción 3: Puntuación 5 ó 6: Indica la necesidad de efectuar un estudio en profundidad y corregir la postura lo antes posible.

Nivel de acción 4: Puntuación 7 ó +: Indica la necesidad de corregir la postura de manera inmediata.

2.7 Distribución de planta.

Hace referencia en seleccionar el arreglo más eficiente de las instalaciones físicas, con el fin de lograr la mayor eficiencia al combinar los recursos para producir un artículo o un servicio, existiendo diferentes tipos de distribuciones, a continuación se detallan:

2.7.1 Distribución en línea. Cuando toda la maquinaria y equipos necesarios para la fabricación de un determinado producto se agrupan en una misma zona, siguiendo la secuencia de las operaciones que deben realizarse sobre el material, se adopta una distribución por producto. El producto recorre la línea de producción de una estación a otra sometido a las operaciones necesarias. Este tipo de distribución es la adecuada para la fabricación de grandes cantidades de productos muy normalizados. [11]

2.7.2 Distribución funcional. Este tipo de distribución se escoge habitualmente cuando la producción se organiza por lotes. Ejemplo de esto serían la fabricación de muebles, la reparación de vehículos, la fabricación de hilados o los talleres de mantenimiento. En esta distribución las operaciones de un mismo proceso o tipo de proceso están agrupadas en una misma área junto con los operarios que las desempeñan. Esta agrupación da lugar a “talleres” en los que se realiza determinado tipo de operaciones sobre los materiales, que van recorriendo los diferentes talleres en función de la secuencia de operaciones necesaria.

2.7.3 Distribución por componente fijo. La distribución por posición fija se emplea fundamentalmente en proyectos de gran envergadura en los que el material permanece estático, mientras que tanto los operarios como la maquinaria y equipos se trasladan a los puntos de operación. El nombre, por tanto, hace referencia al carácter estático del material.

2.7.4 Punto de equilibrio. Es el punto donde se cruzan la línea de ingresos totales con la de costos totales. En este punto la línea de ingresos totales corta a la línea de costos operativos totales y a ese volumen la empresa alcanza su punto de equilibrio.

Es una técnica utilizada para estudiar la relación que existe entre los costos fijos, los costos variables, el volumen de ventas y las utilidades.

Este modelo determina el momento en el cual las ventas cubrirán los costos, pero también muestra la magnitud de las utilidades o pérdidas de la empresa cuando las ventas exceden o están por debajo de ese punto.

El punto de equilibrio es el nivel de producción y ventas en el cual la empresa equilibra el valor de la producción con los gastos necesarios para realizarla; es decir, en el punto de equilibrio los costos totales son iguales a los ingresos totales. En otros términos es el punto donde la empresa ni pierde ni gana dinero. Las utilidades solo empiezan a percibirse cuando los ingresos por ventas superan el nivel de ese punto de equilibrio.

Los Costos fijos, son aquellos en los que incurre la empresa independientemente del nivel de actividad, o del nivel de producción. Como ejemplo se tiene, el costo de renta de local, de luz, del administrador, de la mano de obra permanente, etc.

Los Costos variables son aquellos que varían proporcionalmente al volumen de ventas, es decir varían en función del nivel de producción. Si la producción aumenta estos costos aumentan, por el contrario, si disminuye la producción estos costos se reducen también. Como ejemplo se pueden citar: el costo de materia prima, combustible, mano de obra eventual, medicamentos, etc.

Punto de equilibrio en función del volumen de producción:

$$PE = \frac{CF}{P - Cvu} \quad (5)$$

En donde:

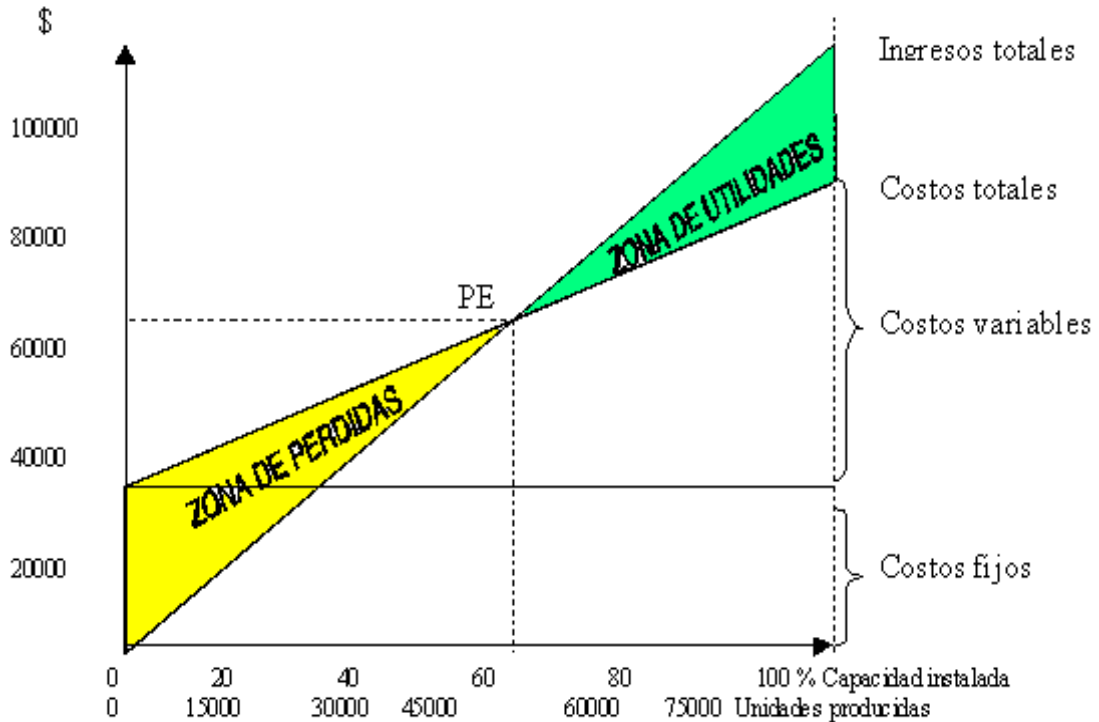
P = Precio unitario

CF = Costo fijo

Cvu = Costo variable unitario

Costo variable unitario es igual al costo variable dividido para las unidades producidas durante el año de análisis

Figura 10. Punto de equilibrio.



2.7.5 Tipos de fabricación. De acuerdo con la estructura y variedad de materiales y productos. [12] Vamos a ocuparnos ahora de nuevas variantes de producción, en este caso de acuerdo con las posibilidades de implantación de procesos de producción según la estructura de materiales utilizados y productos a obtener.

Existen tres tipos de estructuras de productos y materiales, muy utilizadas en la actualidad, con el fin de orientarnos en relación con el tipo de implantación más adecuado de los procesos productivos. Una clasificación muy utilizada, basada en estos tres tipos de estructura (atendiendo a sus formas), es conocida como clasificación VAX:

En principio, y según las clases de fabricaciones, las distribuciones en planta más adecuadas son las siguientes:

Fabricación de tipo continuo (estructura V).

Fabricación de tipo repetitivo (estructura A).

Fabricación de tipo intermitente (estructura X).

2.7.5.1 *Fabricación de tipo continuo (estructura V).*

Para producciones en flujo continuo y volúmenes elevados: Esta estructura se caracteriza por la poca variedad de materiales de que se parte para dar lugar a una gran diversidad de producto acabado, obtenido en flujo por combinación de los materiales básicos y distintas formas de presentar el producto: es típico de las empresas lácteas, petróleo, etc. Sectores en los que se parte poco menos que de un solo material básico (leche, petróleo, etc.), para obtener una gran variedad de productos acabados.

2.7.5.2 *Fabricación de tipo repetitivo o fabricación en serie (estructura A)*

Para producciones por proyecto, bajo pedido o con gran variación (tipo taller): Este tipo de estructura se inicia con una gran cantidad de materiales básicos y a medida que se van ensamblando, cada vez hay menor cantidad y se produce una variedad de productos acabados. Son, en general, productos de una cierta complejidad e, incluso, muy complejos, que se realizan en una (caso de proyecto) o muy pocas unidades (taller y puesto fijos), normalmente bajo pedido. Un edificio o un transatlántico son casos de producción tipo proyecto y que encajan perfectamente en esta estructura, en la que se parte de una gran cantidad de materiales, para llegar a obtener una sola unidad de producto. En otros casos, como en la producción tipo taller o también en la de tipo *job shop* y la artesanal, puede obtenerse un lote de producto, pero las características de paulatina reducción de la cantidad de materiales se mantienen.

Se utilizan para producir los mismos artículos, pero necesitan montajes, por lo que no pueden obtenerse de mayor magnitud por adición de otros. Al proceso de

Tipo Repetitivo pertenece la clásica línea de ensamble, así se obtienen automóviles, motocicletas, electrodomésticos, etc.

2.7.5.3 *Fabricación intermitente o bajo pedido (estructura X)*

También conocida como de reloj de arena. Es la más apropiada para la producción en flujo y las cadenas de ensamblaje para productos discretos. En este caso, la cantidad y

variedad de componentes y productos al inicio y al final no son significativamente distintas, como en los casos anteriores. Hay un número determinado de materiales y componentes iniciales, con los que se lleva a cabo una cantidad significativamente menor de estructuras básicas de productos finales por medio del ensamblaje de dichos materiales y componentes.

2.7.6 Distribuciones parciales. Una vez recopilada la información necesaria y analizarla, se procede a elegir en función del tipo de fabricación el tipo de distribución más adecuada.

Se describe la secuencia a seguir cuando en la empresa se realiza varios productos que derivan en que la distribución más adecuada es la Funcional, siguiendo para este fin los siguientes procedimientos:

- 1.- Determinar qué productos elaborados por la empresa son los más importantes, los que tienen más demanda y por consiguiente representan mayor volumen de producción.
- 2.- Numerar las áreas y maquinaria de toda la planta

Tabla 22. Registro de máquina o puesto de trabajo.

NÚMERO	MAQUINARIA O PUESTO DE TRABAJO
1	
2	
3	
4	

Fuente: CUATRECASAS, LL. Diseño Avanzado de Procesos y Plantas de Producción Flexible

3.- Formar un cuadrado de doble entrada, en el que se deberá ubicar el número correspondiente a cada área de trabajo anteriormente elaborada, tanto en la primera fila como en la primera columna, contando las veces que cada material se dirige de un área hacia otra y anotándola en el casillero correspondiente, se elabora para cada producto por separado.

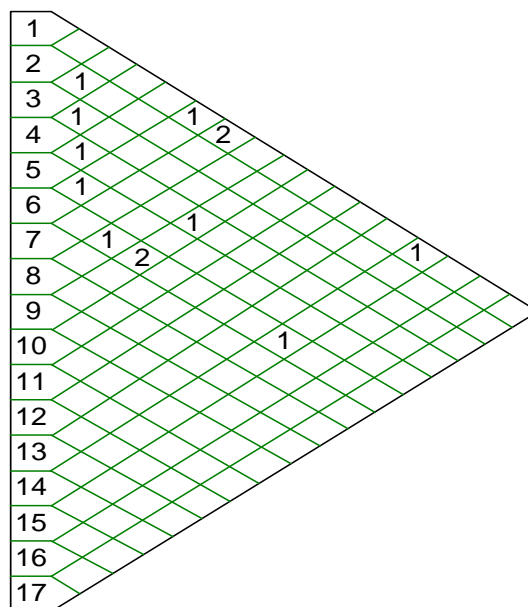
Tabla 23. Tabla de doble entrada.

A DE	1	2	3	4	5	6
1	-	0	0	0	0	1
2	0	-	1	0	0	0
3	0	0	-	1	0	0
4	0	0	0	-	1	0
5	0	0	0	0	-	1
6	0	0	0	1	0	-

Fuente: CUATRECASAS, LL. Diseño Avanzado de Procesos y Plantas de Producción Flexible

4.- Con los datos obtenidos se forma las tablas triangulares para cada producto, con la suma de los movimientos en los dos sentidos, entre cada dos puestos de trabajo.

Tabla 24. Tabla triangular de resumen.



Fuente: CUATRECASAS, LL. Diseño Avanzado de Procesos y Plantas de Producción Flexible

5.- Formar una nueva tabla triangular con la suma de los movimientos ponderados con porcentajes señalados, entre cada lugar de trabajo, en la fabricación de los producto, los valores obtenidos en las tablas triangulares de cada producto se multiplican por el porcentaje que cada uno representa en la empresa; de la suma se toman los resultados y

se ubican en la tabla triangular, si estos tienen decimales 0.5 o más se asume el valor inmediato superior.

6.- Realizar una tabla de resumen ordenando de mayor a menor el número de movimientos. (Ver tabla 25).

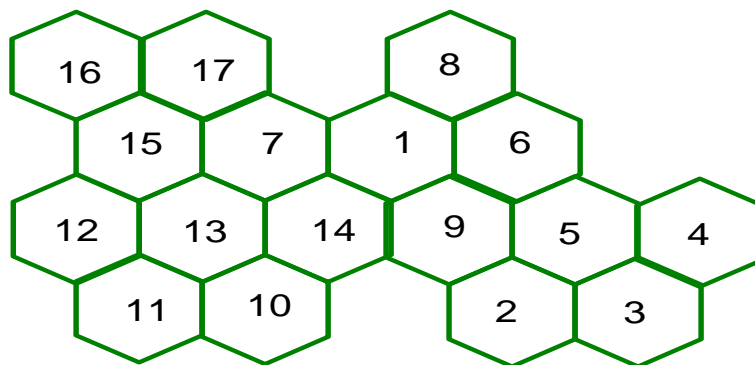
7.- Iniciar el planteamiento de la distribución de los puestos de trabajo empleando hexágonos que representan cada uno de los puestos de trabajo. Se debe procurar dejar en contacto los hexágonos que representen los puestos de trabajo que tengan los mayores movimientos de relación entre ellos, hacer varias combinaciones, escoger la mejor. (Ver figura 11).

Tabla 25. Tabla resume entre puestos.

RELACIONES	MOVIMIENTOS	PORCENTAJE (%)
1 – 7	2	17%
1 – 6	1	8.3%
1 – 14	1	8.3%
2 – 3	1	8.3%
3 – 4	1	8.3%

Fuente: CUATRECASAS, LL. Diseño Avanzado de Procesos y Plantas de Producción Flexible

Figura 11. Distribución o diagrama de proximidad.



Fuente: CUATRECASAS, LL. Diseño Avanzado de Procesos y Plantas de Producción Flexible

2.7.7 Diagrama de proximidad chitefol. Las formas de las plantas pueden recordarse con el vocablo CHITEFOL, cada letra de este vocablo representa una forma de la planta. En forma de C, de H, de I (una nave recta), de F, de E, de T, de O (rectangular) y de L. [13]

2.7.8 Distribución de planta definitiva. Una vez hecho el proyecto, con las máquinas, bancos de trabajo. Dibujados o en maquetas, se dibujan los diagramas de circulación y se superponen una sobre otra de manera que se comprueba si la circulación es buena o se corrigen los defectos.

Cuando se ha rectificado la distribución se somete a la crítica de los demás técnicos que intervienen en la fabricación. Considerando las opiniones recibidas se hacen las correcciones finales y se redacta el proyecto definitivo.

2.8 Sistemas de secado de ladrillos. [14]

Secaderos. Antiguamente se realizaba al aire apilando las piezas o en locales cerrados ventilados.

Existen numerosos tipos de secaderos, entre los que podemos distinguir:

Secaderos naturales.

Secaderos artificiales.

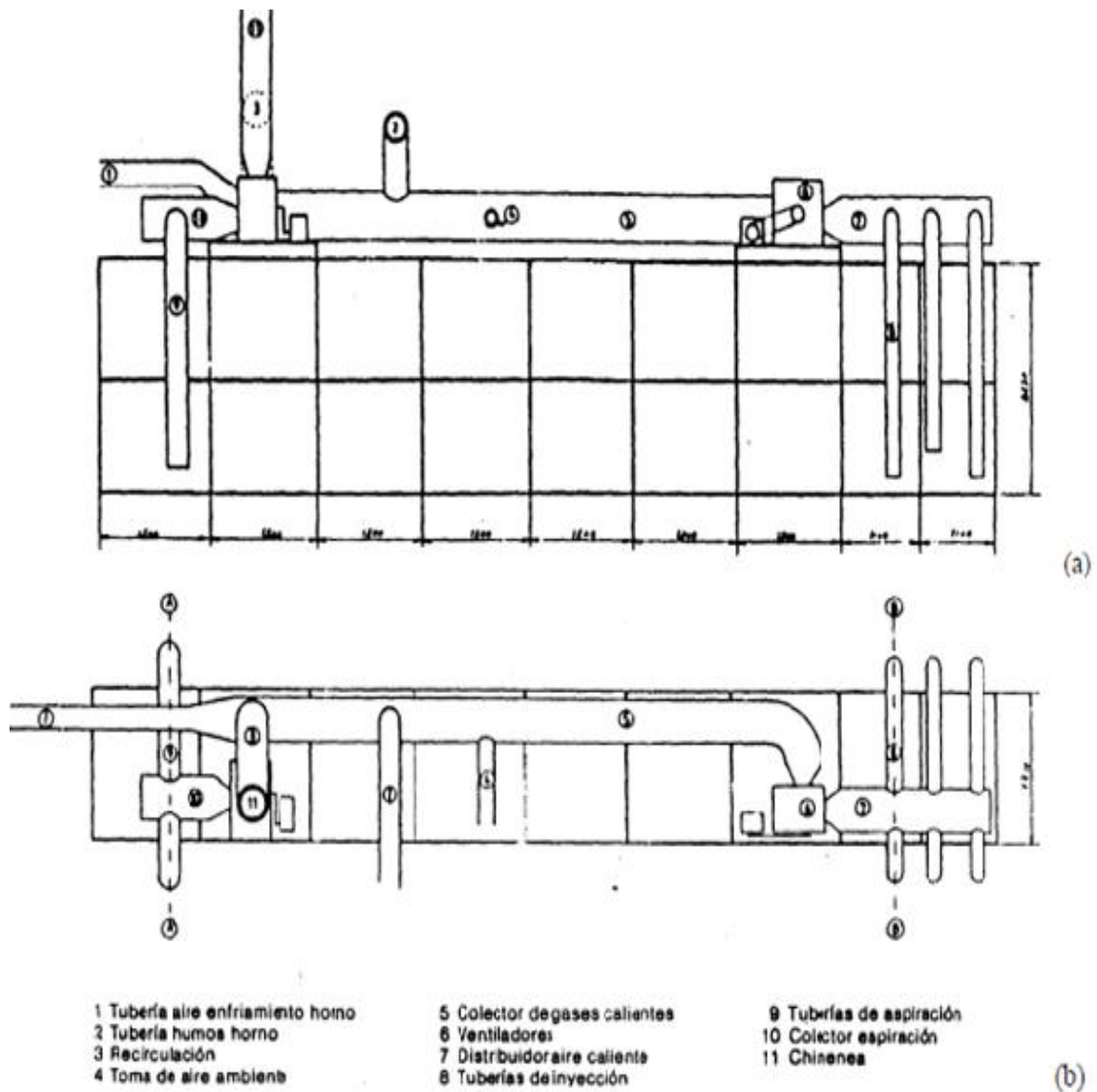
Fuentes de calor.

Secaderos de cámara.

Secaderos túnel.

Los actuales procedimientos industriales son los de secaderos de cámaras o las estufas túneles (Figura 12) base de vagonetas que circulan en contra de una corriente de aire caliente que viene del horno.

Figura 12. Secadero túnel; (a) Vista lateral; (b) Vista superior.



Fuente: www.etsimo.uniovi.esusrfblancoLeccion6.SECADO.pdf

2.9 Análisis comparativo.

Productividad. La industria, los negocios y el gobierno están de acuerdo en que la reserva potencial para el incremento de la productividad es la mayor esperanza para manejar la inflación y la competencia.

El único camino para que un negocio pueda crecer y aumentar su rentabilidad (o sus utilidades) es aumentando su productividad y el instrumento fundamental que origina

una mayor productividad es la utilización de métodos, el estudio de tiempos y un sistema de pagos de salarios. [15]

2.9.1 Definición de la productividad. Productividad puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. [16]. En la fabricación, la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados.

Productividad en términos de empleados es sinónimo de rendimiento. En un enfoque sistemático decimos que algo o alguien es productivo con una cantidad de recursos (insumos) si en un periodo de tiempo dado se obtiene el máximo de productos. La productividad en las máquinas y equipos está dada como parte de sus características técnicas.

2.9.2 Medición de la productividad. En las empresas que miden su productividad, la fórmula que se utiliza con más frecuencia es:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{número_unidades_producidas}}{\text{Insumos_empleados}} \quad (6)$$

Este modelo se aplica muy bien a una empresa manufacturera, taller o quien fabrique un conjunto homogéneo de productos. Sin embargo, muchas empresas modernas manufacturan una gran variedad de productos.

La fórmula se convierte entonces en:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{producción_A} + \text{producción_B} + \text{producción_C}}{\text{Insumos_empleados}} \quad (7)$$

Finalmente otras empresas miden su productividad en función del valor comercial de los productos.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{ventas_netas_de_la_empresa}}{\text{salarios_pagados}} \quad (8)$$

Un aumento en la productividad se conseguirá cuando se emplee, para una misma producción, el menor capital, la más pequeña cantidad de materiales, de la cantidad suficiente, el menor tiempo de fabricación con el mínimo trabajo, etc.

$$\text{mayor_productividad} = \frac{\text{igual_producción}}{\text{menor_cuantía_de_elementos_empleados}} \quad (9)$$

$$\text{mayor_productividad} = \frac{\text{mayor_producción}}{\text{igual_cuantía_de_elementos_empleados}} \quad (10)$$

2.9.3 Índice de productividad. Con el fin de medir el progreso de la productividad, generalmente se emplea el índice de productividad (P), como punto de comparación.

$$P = \frac{100 * (\text{productividad_observada})}{\text{estandar_de_productividad}} \quad (11)$$

La productividad observada es la productividad medida durante un periodo definido (días, semanas, mes o año) en un sistema conocido (taller, empresa, sector económico, departamento, mano de obra, energía, país); El estándar de productividad es la productividad base o anterior que sirve de referencia.

2.10 Costos de producción. [17]

La contabilidad de costos de producción puede definirse como todo sistema o procedimiento contable que tiene por objeto conocer, en la forma más exacta posible, lo que cuesta producir un artículo cualquiera.

En una definición más concreta se concibe un sistema que utiliza la contabilidad financiera para registrar y luego interpretar, de la manera más correcta posible, los costos por materiales directos, mano de obra directa y costos indirectos de fabricación que son necesarios para la elaboración de un artículo.

Como su nombre lo indica, los costos de producción son propios de las empresas transformación (manufactureras o industrializadas), o sea, aquellas empresas que

convierte la materia prima, con ayuda de los trabajadores y las máquinas, en productos terminados nuevos.

Elementos de los costos y su flujo

Costo del material indirecto. La materia prima que interviene directamente en la elaboración de un producto se denomina material directo, y es el primer elemento del costo.

Costo de mano de obra directa. El costo de la mano de obra directa, segundo elemento de costo, es el pago que se le puede asignar en forma directa al producto, tal como el salario de los obreros que intervienen directamente en la elaboración de los artículos, así como sus prestaciones sociales.

La suma de los dos primeros, o sea los materiales directos y la mano de obra directa, se conoce generalmente en los medios industriales como costo primo. En empresas de servicios no es prudente hablar de costos primos por cuanto no existen materiales directos.

Costos indirectos de fabricación. Son todos aquellos que no son ni materiales directos ni mano de obra directa, como tampoco gastos de administración y de ventas. Hacen parte de este tercer elemento de costos, los materiales indirectos, la mano de obra indirecta (los salarios de los empleados de oficinas de fábrica, supervisores, mantenimiento, superintendencia, horas extras, tiempo ocioso), el lucro cesante, el arrendamiento de la fábrica, los repuestos de maquinaria, los impuestos sobre la propiedad raíz, los servicios (agua, luz, teléfono, calefacción, gas, etc.), la depreciación de edificios, la depreciación de maquinaria, las herramientas gastadas, el seguro de edificios, los costos de fletes relacionados con el manejo de materiales, y las prestaciones sociales de todos aquellos trabajadores y empleados que no intervienen de forma directa en la elaboración del producto, con excepción de las que son propias de los salarios administrativos y de ventas.

La suma de los costos por concepto de mano de obra directa y costos indirectos de fabricación se conoce como costos de inversión, o sea los necesarios para convertir los

materiales en partes específicas del producto, de proceso de producción a otro hasta llegar al producto final.

Flujo de los costos. Las empresas manufactureras transforman la materia prima en productos terminados y para ello utilizan en sus sistemas contables generalmente cuatro cuentas de inventario: materiales directos, suministros de fábrica, producción en proceso y productos terminados. La primera cuenta refleja el costo de la materia prima disponible para la producción. La cuenta de producción en proceso, además de acumular los costos totales del producto terminado y reflejar su traslado al inventario correspondiente muestra al final de cada periodo el costo de las unidades que aún no se han terminado. La cuenta de productos terminados refleja el costo de los productos disponibles para la venta, los traslados al costo de ventas y el costo de las unidades que no se venden en el periodo.

Clasificación de los costos. La contabilidad de costos tiene dentro de su objetivo calcular cuánto cuesta producir un artículo, cuánto cuesta venderlo o que costo se requiere para prestar un servicio. Además de obtener la información necesaria para controlar la producción, planear las actividades de una empresa y tomar decisiones con base en los costos a partir de una serie de características que presentan, las cuales plantean la siguiente clasificación:

Según la naturaleza de las operaciones de producción los costos pueden dividirse en:

Costos por órdenes de producción, propios de empresas que laboran sus productos con base en órdenes de producción o pedidos de clientes. Dentro de estos costos, a manera de subdivisión, se encuentran los costos por clases, que se utilizan generalmente en grandes siderúrgicas, y que consisten en unir varias órdenes de producción. También aquí se encuentran los denominados costos de montaje, utilizados en empresas de ensamblaje que emplean piezas terminadas para armar diferentes artículos.

Costos por procesos, utilizados en empresas de producción masiva y continua de artículos similares, donde los costos de producción se averiguan por periodos de tiempo.

En la actualidad la tendencia más moderna se encamina en considerar únicamente dos clases de costos. Los operacionales y de estructura, sin hacer distinciones en relación

con producción o mercadeo, considerando como operacionales todos aquellos que varían de acuerdo con la producción y las ventas y, como de estructura, aquellos que permanecen constantes con cualquier tipo de actividad de la empresa.

Sistemas de costeo. [18]

De acuerdo con las necesidades de la empresa los costos pueden dividirse en dos grandes sistemas.

Costeo por órdenes de producción. Este sistema también conocido por pedidos, opera en aquellas empresas cuya producción se basa en pedidos o lotes de trabajo, ya sea utilizando datos históricos o predeterminados, como sería el caso de la empresa que fabrica muebles, zapatos, etc. Es característico de este sistema que en cualquier momento se pueda identificar específicamente una parte del artículo que se está elaborando. Asimismo, se puede suspender el trabajo y luego reanudarlo, sin que por ello se perjudique la producción del lote que se está haciendo, o sea que se trata de una producción intermitente.

Costeos por procesos. El empleo de este sistema, con datos históricos o predeterminados, se justifica en aquellas empresas cuya producción es continua, donde las partes específicas del artículo, o el mismo artículo, se producen en forma continua en un determinado periodo. Por ejemplo las industrias de textiles, las fábricas de vidrio, las factorías de productos químicos, etc., utilizan este sistema en la contabilización de sus costos de manufactura.

Estos dos sistemas pueden utilizarse dentro de una misma empresa, según los requerimientos propios de las diferentes partes de la producción, como sucede en una gran industria siderúrgica o en una textilera, donde se trabaja en determinados momentos con base de órdenes de producción y en otras etapas de la producción se requiere trabajar con base en los costeos por procesos.

Costos fijos y costos variables. Los costos fijos permanecen constantes durante cualquier proceso de producción, bien sea que el volumen de producción o ventas varíe favorablemente o desfavorablemente. Con mucha frecuencia se afirma, dentro del más estricto sentido de la palabra, que no existen realmente costos fijos por tanto tarde o

temprano sufrirán variaciones de alguna naturaleza. Sin embargo se puede hablar de costos fijos para un determinado periodo, que por lo general es el ciclo contable de una empresa. Son costos fijos, por ejemplo, el alquiler de un edificio en donde funciona una fábrica, el impuesto predial, el impuesto de rodamiento (para vehículos), los seguros en general, los sueldos de los altos ejecutivos, la depreciación en línea recta y muchos otros costos que permanecen constantes aunque aumente o disminuya la producción. Los costos fijos unitariamente son variables.

Son costos variables aquellos que varían en forma proporcional a la producción o las ventas como los materiales directos, la mano de obra directa cuando se pasa por unidad y algunos costos indirectos de fabricación, como los suministros, el mantenimiento de los equipos y máquinas, las comisiones, etc.

Existe asimismo otro tipo de costo denominado costo semifijo o semivariable, como es el caso de los costos indirectos en relación con el consumo de energía, de teléfono, la supervisión en muchos casos, contienen una parte fija y otra variable pero no en forma proporcional a la producción, sino de acuerdo con determinados volúmenes de actividad. Que un gasto sea fijo variable, o tenga las dos condiciones, depende del análisis que se haga particularmente en cada empresa, según sus condiciones propias de funcionamiento, porque con mucha frecuencia se da el caso de que mientras en una empresa un determinado gastos es fijo, como sería el salario de un supervisor, en otra puede ser semivariable o semifijo, es decir, dicho salario tendrá una parte fija y una variable si se pagara por incentivos a la producción.

Costos directos e indirectos. En todo proceso de transformación es posible determinar los costos que por materiales directos y mano de obra directa se asignan a un producto; tales costos se conocen como costos directos, es decir, aquellos que pueden identificarse directamente con el producto.

Existen otros recursos que hacen parte del tercer elemento del costo, como los materiales indirectos, la mano de obra indirecta, la depreciación, los seguros, los servicios públicos, impuestos, etc., sobre los cuales es posible conocer el monto global para toda la empresa, pero es prácticamente imposible identificarlos específicamente con el producto. Estos reciben el nombre de costos indirectos, y son la gran mayoría de los costos indirectos de fabricación.

CAPÍTULO III.

3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA DE CERÁMICOS “CELTEL”

3.1 Reseña histórica de la empresa.

CELTEL Construcciones y Servicios Cía. Ltda. Inicia sus actividades en el año 2004 mentalizado por los ingenieros Vinicio Celi y Víctor Celi, empiezan sus labores con la fabricación de ladrillo macizo y posteriormente cambiando a nuevos modelos de ladrillos mucho más livianos y con mejores acabados superficiales dando elegancia y estilo a las fachadas de los hogares Sucumbienses, cumpliendo con los más altos estándares de calidad nacional e internacional. La empresa está ubicada en la parroquia General Farfán, vía Colombia Km. 10 del cantón Lago Agrio de la provincia de Sucumbíos.

En la actualidad la empresa se mantiene y en varias ocasiones se ha dejado de producir seguido trabajando solo bajo pedido incrementándose aún más los costos de producción y la demora de entrega de los productos.

Base legal de la empresa

Nombre:	“CELTEL CONSTRUCCIONES Y SERVICIOS CIA. LTDA.”
Tipo de empresa:	Familiar
Reconocimiento legal:	Contribuyente especial
Representante legal:	Ing. Vinicio Celi (Gerente regional)
Tiempo de funcionamiento:	7 años
Ruc:	1791826698001
Actividad de la fábrica:	Se dedica a la fabricación de ladrillo rojo macizo, alivianado y decorativo.

Ubicación de la empresa

País:	Ecuador
Provincia:	Sucumbíos

Ciudad: Lago Agrio
Sector: Rural
Dirección: Km 10 Vía Colombia recinto San Isidro
Telefono: 097740603
Email: ceranlago@yahoo.com

Ubicación geográfica

Figura 13. Ubicación geográfica de la empresa CELTEL.

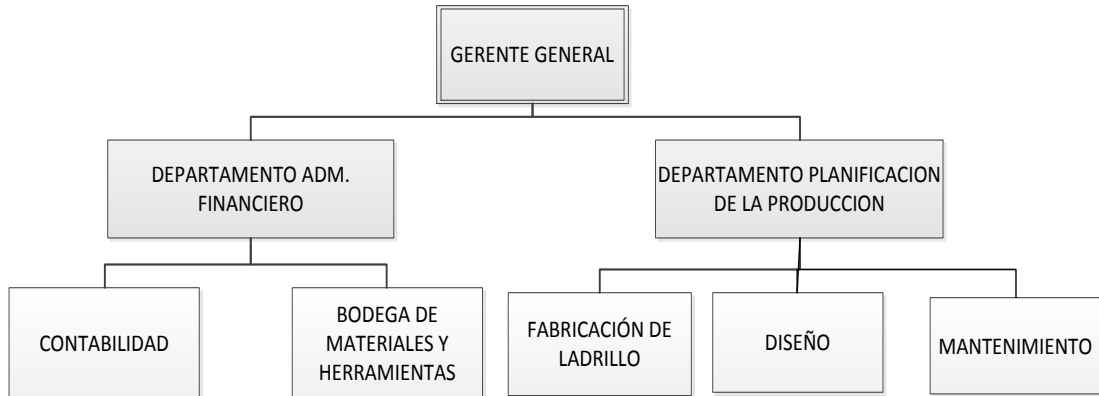


Fuente: google earth

3.2 Estructura administrativa.

3.2.1 *Organigrama administrativo de la Empresa CELTEL.* El organigrama estructural de la empresa CELTEL se evidencia de la siguiente manera. (Ver fig. 14).

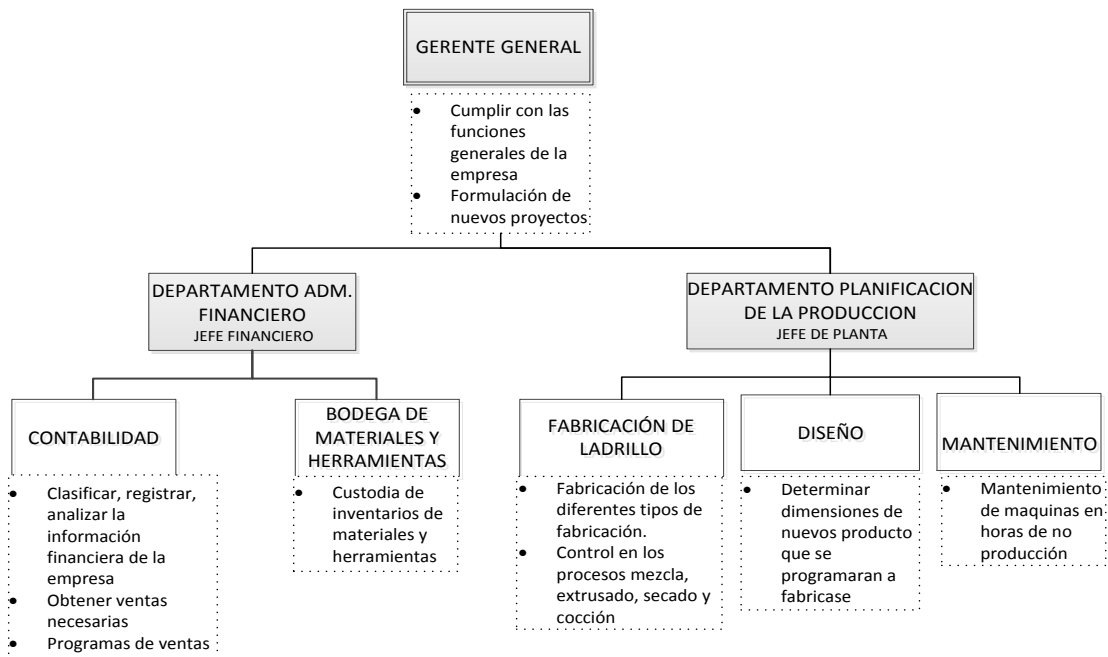
Figura 14. Organigrama administrativo.



Fuente: Datos obtenidos de la empresa CELTEL.

3.2.2 *Organigrama Funcional de la Empresa CELTEL.* La estructura funcional de la empresa CELTEL se puede evidenciar en la siguiente figura (Ver Fig. 15).

Figura 15. Organigrama funcional de CELTEL.



Fuente: Datos obtenidos de la empresa CELTEL.

3.3 Misión.

Somos una empresa Ecuatoriana pionera en el Manejo Integral de Pasivos Ambientales para el área Petrolera y la industria en general, brindando servicios de excelencia enmarcados en leyes, normas y reglamentos vigentes.

Comprometidos a cumplir nuestra misión con talento humano competente, infraestructura y tecnologías adecuadas. Apoyándonos en una calidad de gestión basada en principios sólidos, satisfaciendo las necesidades de nuestros clientes, colaboradores y accionistas, contribuyendo activamente en la conservación del planeta y mejorando la calidad de vida.

3.4 Visión.

Ser reconocidos como Líderes en el Manejo Integral de Pasivos Ambientales, trabajando en equipo con honestidad y responsabilidad, actitud positiva y comprometidos con el entorno social.

3.5 Tipo de ladrillos y modelos.

En la actualidad la fábrica de ladrillo CELTEL cuenta con 8 líneas de producción.

De acuerdo a la ficha técnica actual entregada por la empresa los cinco tipos de ladrillos son:

Farol de ocho huecos

Farol de seis huecos alineados

Farol de tres huecos tolete 1 y 2

Mambren macizo 1 y 2

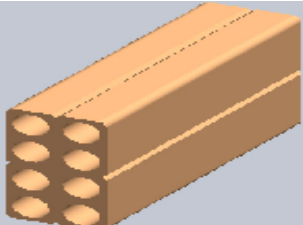
Visto de dos nueces 1 y 2

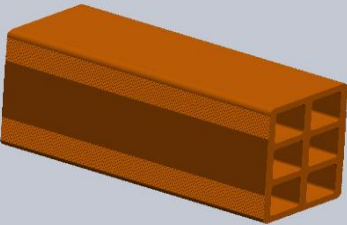
Estos tipos de ladrillos se diferencian unos de otros por el volumen que abarcan, por su forma o dimensiones. Por lo cual el contenido de materia prima de cada ladrillo no es el mismo y sus tiempos de producción varían por este motivo.

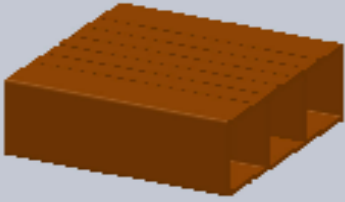
La planta cuenta con un número aproximado de 16 trabajadores, para lo cual cada trabajador esta designado a un tipo de trabajo, en vista de que el trabajo que se realiza, no necesita de muchos conocimientos, por lo que la mano de obra necesaria no tiene que ser especializada.

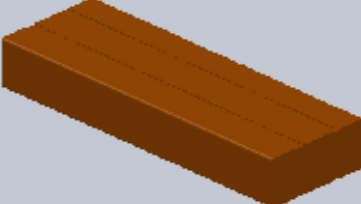
3.5.1 Características técnicas de los tipos de ladrillos.

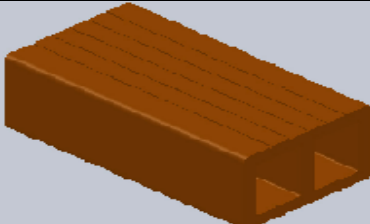
Tabla 26. Ficha técnica actual de los productos de CELTEL.

Tipo de cerámico	Farol de ocho huecos	
Dimensiones (cm)	37 x 9 x 18	
Peso (Kg)	6.7	
Resistencia (kg/cm ²)	59	
Aplicaciones	Cerramientos, fachadas (visto), Divisiones internas	

Tipo de cerámico	Farol de 6 huecos Alineados(mitades)	
Dimensiones (cm)	37 x 9 x 18	
Peso (Kg)	4.6	
Resistencia (kg/cm ²)	35	
Aplicaciones	Cerramientos, fachadas (visto), Divisiones internas	

Tipo de cerámico	Farol de 3 huecos tolete	
Dimensiones (cm)	27x8x27 y 37x8x27	
Peso (Kg)	2.4 y 3.3	
Resistencia (kg/cm ²)	42	
Aplicaciones	Cerramientos, fachadas (visto), Divisiones internas	

Tipo de cerámico	Mambren macizo	
Dimensiones (cm)	27x8x12 y 37x8x12	
Peso (Kg)	3.8 y 5.2	
Resistencia (kg/cm ²)	120	
Aplicaciones	Cerramientos, fachadas (visto), Divisiones internas	

Tipo de cerámico	Visto de dos nueces	
Dimensiones (cm)	27x8x12 y 37x8x12	
Peso (Kg)	1.6 y 2.2	
Resistencia (kg/cm ²)	80	
Aplicaciones	Cerramientos, fachadas (visto), Divisiones internas	

Fuente: Datos obtenidos de la empresa CELTEL

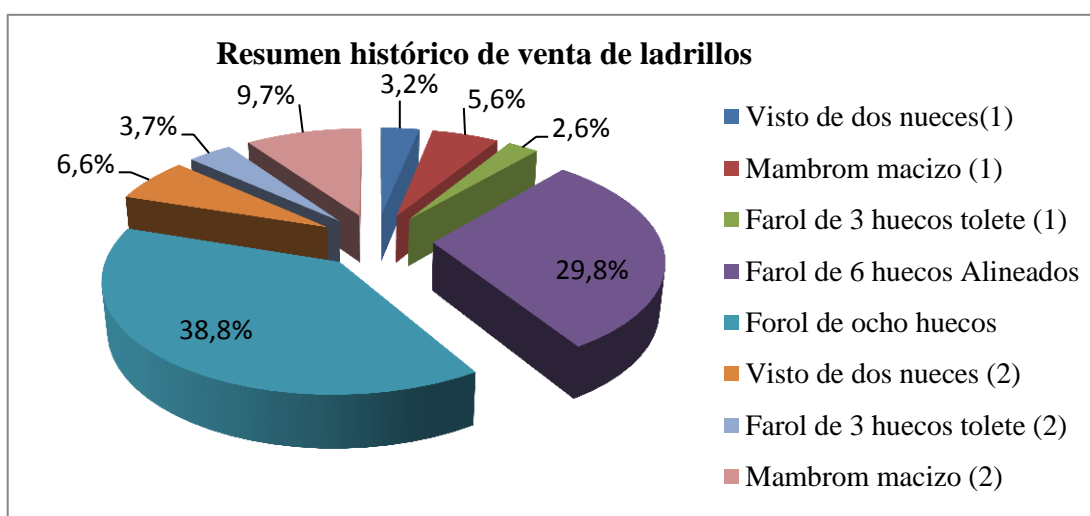
Datos históricos de la producción.

Tabla 27. Datos históricos de ventas

Resumen histórico de venta de ladrillos			
Año	2009	2010	% de participación
Visto de dos nueces(1)	7100	10378	3.2%
Mambrom macizo (1)	12530	18161	5.6%
Farol de 3 huecos tolete (1)	5650	8432	2.6%
Farol de 6 huecos Alineados	N/D	96641	29.8%
Farol de ocho huecos	85700	125828	38.8%
Visto de dos nueces (2)	14500	21404	6.6%
Farol de 3 huecos tolete (2)	8250	11999	3.7%
Mambrom macizo (2)	21550	31457	9.7%
TOTAL VENTAS	155280	324300	100.0%

Fuente: Datos obtenidos de la empresa CELTEL

Figura 16. Venta de ladrillos del año 2010.



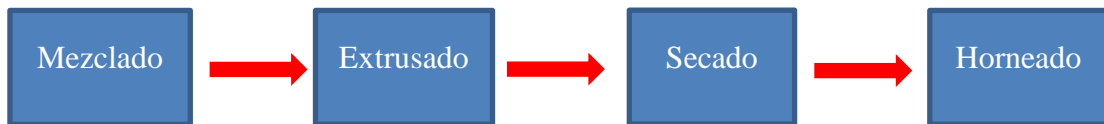
Fuente: Datos obtenidos de la empresa CELTEL

Gracias a este gráfico de los productos más vendidos y por ende más producidos, se puede hacer un análisis de los productos que deben ser parte de nuestro estudio.

3.6 Análisis de la producción.

3.6.1 Descripción general del proceso. En la fabricación de ladrillos de la compañía los procesos que se pueden apreciar se busca tener un mayor control de todas las etapas del proceso con el fin de disminuir lo más que se pueda los tiempos de cada operación, principalmente el secado y horneado ya que son las etapas más críticas del proceso por la duración.

Figura 17. Descripción general del proceso.



Fuente: Datos obtenidos de la empresa CELTEL

3.6.1.1 Proceso de elaboración.

Mezclado. El proceso empieza con la transportación de arcilla roja y limo de río (desengrasante) al área de mezclado. La mezcla de arcilla roja más limo de río es de 70% y 30% respectivamente, la cantidad de mezcla va a depender mucho del tipo de ladrillo a producir, ver tabla 28.

Tabla 28. Mezcla por ladrillo.

Tipo	Cantidad de mezcla x ladrillo (m3)	Peso x ladrillo (kg.)
Visto de dos nueces(1)	0.002045	1.6
Mambron macizo (1)	0.004856	3.8
Farol de 3 huecos tolete (1)	0.003069	2.4
Farol de 6 huecos Alineados	0.005878	4.6
Farol de ocho huecos	0.008562	6.7
Visto de dos nueces (2)	0.002811	2.2
Farol de 3 huecos tolete (2)	0.004217	3.3
Mambron macizo (2)	0.006645	5.2

Fuente: Datos obtenidos de la empresa CELTEL

Una vez ya realizada la mezcla es llevada hasta el cajón alimentador, todo este proceso es realizado por una mini cargadora (botcat) el cual es conducido por un operario.

Extrusado. El proceso empieza en el cajón alimentador en donde la mezcla pasa por un desterronador y sube por medio de una banda transportadora hasta un molino donde es laminado, para luego subir a otro molino y caer en una mezcladora donde se le combina con agua hasta que tenga una homogeneidad, por medio de otra banda transportadora que llega hasta la moldeadora o extrusora, para pasar a la cortadora de ladrillo crudo en la forma y medidas dados por el tipo de boquilla utilizada para cada uno de los diferentes tipos de ladrillos.

Secado de ladrillos. Los ladrillos se dejan secar alrededor de 15 a 20 días promedio dependiendo del tipo de ladrillos que se esté secando y de las condiciones ambientales presentes, es apilado en diferente áreas donde el ladrillo se seca, causando así gastos realmente exagerados debido a la falta de tecnificación. Además que el 5% de los ladrillos en el proceso de secado se fracturan por la mala posición en el área de secado.

Figura 18. Posición y secado de ladrillos, pérdidas por las fracturas.



Fuente: Datos obtenidos de la empresa CELTEL

Llevar ladrillos secos al horno. Los operarios una vez ya informados por el supervisor a cargo, se disponen 5 operarios en llenar el horno trasladando los ladrillos desde las diferentes áreas de secado al horno y siendo descargado por un solo operario en el interior del horno, según datos de los trabajadores ellos pueden alcanzar a demorarse en llenar el horno hasta dos días, esto se debe a que el supervisor a cargo no los tiene fijos

en una sola actividad sino que los envían a otras áreas como la clasificación de desechos contaminados, lo mismo que se repite en el vaciado.

Cocción del ladrillo seco. El ladrillo apilado en el horno y luego sellado las puertas con ladrillo y barro. Para encender el horno se prosigue a alimentar con leña en las chimeneas las cuales son seis que se encuentran distribuidas alrededor del horno hasta alcanzar una temperatura de 1000°C en la parte superior y 750°C en la parte inferior, obteniendo así dos tipos de calidad en los ladrillos, para esto el tiempo transcurrido es de 24 horas. Esta operación es realizada por dos operarios que están desde el encendido del horno hasta el apagado que es en 24 horas

Enfriamiento del horno. La actividad realizada, es dejar de alimentar con leña y abrir el acceso para que pueda salir el calor por si solo sin ayuda de ninguna máquina. El tiempo que demora este proceso de enfriamiento es de 3 días.

Retirar ladrillos del horno. El vaciado se lo realiza de manera manual al igual que el llenado, por 6 operarios llevándolo hasta un lugar no definido como para el producto terminado. Todas las áreas de almacenamiento y de secado no están definidas debido a la desorganización de la misma producción, por lo que existe un desorden en el momento de despachar el producto.

3.6.2 Descripción de materia prima utilizado en el proceso. Arcilla roja o laterita. [19] La laterita es el suelo propio de las regiones cálidas, caracterizado por la pobreza en sílice y su elevado tenor en hierro y alúmina.

En las regiones ecuatoriales y húmedas, el agua tibia y algo ácida altera los feldespatos y libera la alúmina y los óxidos de hierro, que permanecen en la capa superficial, en tanto que la sílice y los óxidos alcalinos son arrastrados por las aguas infiltradas. Se forma así una tierra roja, suelta y fértil: la ferralita. Ahora bien, en otras regiones tropicales, la existencia de estaciones secas provoca otro fenómeno: la lateralización o transformación de esas tierras alumino ferruginosas en una costra ferralítica o caparazón, dura y espesa, que constituye la laterita. Ciertos suelos lateríticos consisten en bauxita, que es una mena del aluminio, y en caolinita, hematita y otros minerales. Además, muchas lateritas contienen cuarzo. Los óxidos de hierro, la goethita y la

hematita le impregnan a las lateritas su característico color pardo rojáceo. Estos son un tipo de suelo que presentan horizontes de suelo ricos en óxidos, derivados de una amplia variedad de rocas fuertemente oxidadas y en condiciones de lixiviación. Se dice que el color rojo deriva de rocas provenientes de las erupciones volcánicas que sucedieron hace millones de años en el proceso de formación de la Cordillera de los Andes.

La laterita desagregada por los agentes de la erosión, transportada por las aguas corrientes y de arroyada, y depositada en el fondo de los valles, constituye la llamada laterita aluvional.

Propiedades Físicas de la arcilla roja.

Elasticidad: Producida por la mezcla de la arcilla con una adecuada cantidad de agua.

Endurecimiento: Lo sufren a ser sometidas a la acción de calor.

Color: este se debe a la presencia de óxidos metálicos.

Absorción: Absorben materiales tales como aceites, colorantes, gases, etc.

Propiedades químicas de las arcillas.

La arcilla pura es bastante resistente a la acción química de los reactivos; sin embargo, es atacada por algunos reactivos, sobre todo si se le aplican en condiciones apropiadas de presión, temperatura y concentración.

El ácido clorhídrico y el sulfúrico concentrados la descomponen a una temperatura de 250 a 300°C y actúan más lentamente sobre arcilla calcinada.

Algunos álcalis como sosa y potasa atacan el silicato aluminico si hay calentamiento prolongado y la transforman en silicatos dobles de sodio o potasio y aluminio.

El anhídrido bórico la transforma en una masa vítrea (vitrificado) más atacable por los reactivos químicos.

Con mayor facilidad actúa el ácido fluorhídrico y los fluoruros ácidos formando fluoruro de Al y de Si.

Pero para la industria cerámica, las propiedades más importantes son las relacionadas con las reacciones efectuadas entre los diferentes silicatos de la arcilla para formar compuestos de ciertas características como resistencia, dureza, aumento de densidad, disminución de absorción, según la reacción que haya tenido lugar.

Acción del calor sobre la arcilla roja.

La eliminación del agua higroscópica se da a una temperatura de aproximadamente 100°C, aún no pierde su agua de composición y conserva la propiedad de dar masas plásticas.

Con una temperatura entre 300 y 400°C el agua llamada de combinación es liberada, perdiendo la propiedad de dar masas plásticas aunque se le reduzca a polvo y se le añada suficiente agua.

Entre 600 y 700°C el agua en la arcilla es totalmente eliminada.

Por la acción del calor entre 700 y 800°C adquiere propiedades tales como dureza, contracción y sonoridad, la sílice y la alúmina comienzan a formar un silicato anhidro (Mullita: $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$).

Esta combinación se completa al parecer entre 1100 y 1200°C.

Hacia los 1500°C aparecen los primeros síntomas de vitrificación.

3.6.3 Maquinaria y equipo utilizado. Ladrillera CELTEL, se dedica a la fabricación de ladrillo rojo la cual es muy fácil de encontrar en el Oriente, ya que este tipo de ladrillo no es el convencional que con anterioridad se fabricaba por nuestros ancestros, con los cuales jugamos con modelos y diseños más llamativos de manera que el ladrillo pueda quedar de forma vistosa en los hogares de nuestro país con vistas a la ampliación y nuevas oportunidades en el mercado nacional.

Los mismos que se utilizan para la construcción de casas cerramientos y todo lo que abarca el área de la construcción.

La empresa en la actualidad cuenta con una tecnología no tan contemporánea por la cual tiene varios problemas en la producción, para lo cual cuenta con:

1. Mini cargadora (Botcat)
2. Cajón alimentador
3. Desterronador
4. Bandas transportadoras
5. Molino
6. Mezclador
7. Moldeadora
8. Cortadora de ladrillo crudo
9. Horno tiro invertido o forzado (Capacidad es de 9008 Ladrillos/Quema)

Mini cargadora. Las funciones que desempeña la mini cargadora son la de Transportar arcilla roja y limo de río hasta el área de mezclado en las proporciones del 70% y 30% respectivamente, para luego ser llevada la mezcla hasta el cajón alimentador.

Figura 19. Mini cargadora en el área de mezcla.



Fuente: Datos obtenidos de la empresa CELTEL

Cajón alimentador. Realiza el almacenaje temporal de la materia prima, y el suministro de la misma por medio de una banda transportadora ubicada en el fondo del cajón alimentador, la cual está constituida por unas placas que sirven para realizar el arrastre del material hasta el desterronado. (Ver figura 20).

Figura 20. Cajón alimentador.



Fuente: Datos obtenidos de la empresa CELTEL

Desterronador. Por medio de unos ganchos que giran en su propio eje van desmenuzando toda la materia prima que pasa por el desterronado de manera que sea un poco más manejable. (Ver figura 21).

Figura 21. Desterronado en la parte baja del cajón alimentador.



Fuente: Datos obtenidos de la empresa CELTEL

Banda transportadora. Se utilizan bandas tanto para transportar el material del desterronado a la molienda, como de esta a la moldeadora, buscando una mayor homogenización. (Ver figura 22).

Figura 22. Banda transportadora



Fuente: Datos obtenidos de la empresa CELTEL

Molino. Se utiliza las arcillas para dar un tamaño fino a la materia prima que llega en forma de terrones, el cual les permite distribuirse mejor la mezcla alcanzando una mayor calidad reflejándose en el terminado del ladrillo. (Ver figura 23).

Figura 23. Molienda.



Fuente: Datos obtenidos de la empresa CELTEL

Mezcladora. En este equipo se humedece la mezcla con un 10% a 9% de agua. El equipo está constituido por dos ejes y aspas, el cual es alimentado por el molino.

Extrusora. La moldeadora o extrusora, contiene en su mecanismo interno unos brazos embutidores y un tornillo sin fin, se podría decir que es similar a un molino grande, el cual realiza la función de compactar, empujar y evacuar el aire que contiene en el interior, por medio de una bomba de vacío de manera que la haga mucho más compacta y libre de partículas de aire en el interior del producto.

Este flujo de mezcla compactada es empujada hacia una boquilla que se encuentra en la parte frontal de la extrusora, aquella boquilla es la que determina el modelo de ladrillo que vamos a producir independiente de la longitud que deseamos que tenga el ladrillo.

Figura 24. Moldeadora o extrusora.



Fuente: Datos obtenidos de la empresa CELTEL

Cortadora de ladrillo crudo. La cortadora de ladrillo realiza esta operación de cortado justo en el momento en que la mezcla compactada sale de la boquilla como si fuera una plastilina con forma de ladrillo, esta es apoyada en una banda transportadora que marca su movimiento dependiendo del flujo de la mezcla para ser cortada a una determinada longitud dependiendo del tipo de ladrillo que se esté produciendo. La longitud esta determinada relación de las ruedas dentadas y por medio de un alambre que cruza de lado a lado la cortadora va determinando la longitud del ladrillo obteniendo así la medida deseada por el operador y dependiendo del tipo de ladrillo a fabricarse. (Ver figura 25).

Figura 25. Cortadora de ladrillo crudo.



Fuente: Datos obtenidos de la empresa CELTEL

Carretillas. Estas carretillas son utilizadas en el traslado de ladrillo. (Ver figura 26).

De la extrusora al área de secado.

Llenado del horno.

Vaciado del horno

Figura 26. Carretilla para transporte de ladrillos.



Fuente: Datos obtenidos de la empresa CELTEL

Horno tiro invertido o forzado. El horno para la quema del ladrillo es circular con techo, todo construido con ladrillo macizo y adobe con una estructura metálica de tubería.

Tiene una puerta de ingreso de los ladrillos secos y seis chimeneas por donde es alimentado de leña para mantener la temperatura dentro del horno lo cual no es suficiente, también consta de una turbina para absorber el calor hacia la parte inferior del horno de manera que los ladrillos en la parte superior no sean los únicos en ser cosidos o quemados. Este tipo de horno pertenece a los hornos de tiro invertido.

Figura 27. Horno para quema de ladrillos



Fuente: Datos obtenidos de la empresa CELTEL

3.7 Determinación de tiempos actuales en las fases manuales

Para determinar el tiempo actual en las actividades que se estima como conflictiva, se considera el factor de valoración como 1, es decir ritmo normal; los tiempos suplementos se consideran dentro de este tiempo debido a que están incluidos en el video, es decir están siendo aplicados en forma tácita.

Estudio de tiempos de la producción de ladrillo.

Análisis de la situación problemática. Los puestos que hemos determinado como los más conflictivos de las operaciones manuales en la producción de ladrillos son:

Fase # 1 (Preparar mezcla).

Fase # 2 Llevar ladrillos de la salida de la cortadora al área de secado.

Fase # 4 Llevar ladrillos del área secado al horno.

Fase #7 Llevar ladrillos del horno al área de producto terminado u otro almacenamiento.

División de la operación Fase # 1 “preparar mezcla” en elementos.

Para la división de la operación en elementos es necesario indicar que la operación es realizada con una mini cargadora (botcat) y que los datos tomados fueron intermedios en el día de trabajo.

Tabla 29. Toma de tiempos fase # 1, preparar mezcla.

HOJA DE OBSERVACIÓN												
Operación:						Nombre del operario: Iván Meléndez						
Fase # 1: Preparación de la mezcla						Experiencia en la tarea: 11 meses						
Nombre de la máquina: Botcat						Hombre: X			Mujer			
Nombre de Producto: ladrillo visto						Materia prima: arcilla roja y limo de río						
Número de tomas realizadas: 20 tomas por tipo de ladrillo												
Tomas Elementos												Tiempo medio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1 Transportar y almacenar arcilla roja	T	20.0	21.0	19.0	23.0	22.0	23.0	23.0	19.0	23.0	24.0	
	L	20.0	68.4	116.0	165.3	214.8	265.8	315.3	362.1	412.0	463.0	
2 Transportar y almacenar limo de río	T	1.0	1.5	1.0	1.7	1.4	1.3	1.0	1.6	1.2	1.4	
	L	21.0	69.9	117.0	167.0	216.2	267.1	316.3	363.7	413.2	464.4	
3 Mezclar las dos arcillas juntas	T	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	
	L	41.0	89.9	137.0	187.0	236.2	287.1	336.3	383.7	433.2	484.4	
4 Transportar mezcla al cajón alimentador	T	6.4	7.1	5.3	5.8	6.6	5.2	6.8	5.3	5.8	5.2	
	L	47.4	97.0	142.3	192.8	242.8	292.3	343.1	389.0	439.0	489.6	
1 Transportar y almacenar arcilla roja	T	23.0	21.0	25.0	22.0	22.0	23.0	23.0	24.0	19.0	20.0	22.0
	L	512.6	560.4	613.0	663.6	713.1	763.2	813.7	864.8	910.5	957.3	
2 Transportar y almacenar limo de río	T	1.1	1.5	1.8	1.2	1.3	1.1	1.4	1.5	1.9	1.8	1.4
	L	513.7	561.9	614.8	664.8	714.4	764.3	815.1	866.3	912.4	959.1	
3 Mezclar las dos arcillas juntas	T	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
	L	533.7	581.9	634.8	684.8	734.4	784.3	835.1	886.3	932.4	979.1	
4 Transportar mezcla al cajón alimentador	T	5.7	6.1	6.8	6.3	5.8	6.4	5.7	5.2	4.9	5.2	5.9
	L	539.4	688.0	641.6	691.1	740.2	790.7	840.8	891.5	937.3	984.3	
Tiempo total (min)											49.22	

Fuente: Empresa CELTEL

Elaboración: Autores

Se realizó 20 tomas de la operación de preparación de la mezcla, para saber si este número de observaciones es suficiente se elegirá una actividad:

Elemento (1) Transportar y almacenar arcilla roja.

Tabla 30. Lecturas individuales para el cálculo del número necesario de tomas para la fase “preparación de mezcla”.

NÚMERO DE TOMAS N	LECTURAS INDIVIDUALES EN MINUTOS X	CUADRADOS DE LAS LECTURAS INDIVIDUALES X ²
1	20	400
2	21	441
3	19	361
4	23	529
5	22	484
6	23	529
7	23	529
8	19	361
9	23	529
10	24	576
11	23	529
12	21	441
13	25	625
14	22	484
15	22	484
16	23	529
17	23	529
18	24	576
19	19	361
20	20	400
Σ	439	9697

Fuente: Empresa CELTEL

Elaboración: Autores

Cálculo para el número de tomas.

Elemento 1

$$N = \frac{40\sqrt{(20)(9697) - (439)^2}}{439}$$

$$N = 10,12 \Rightarrow 10 \text{ tomas}$$

Como podemos observar el número de tomas necesario es menor al número de tomas ya realizado, por lo que podemos decir que el tiempo promedio nos generara un grado de

confiabilidad del 95% con un rango de $\pm 5\%$ de error y los datos obtenidos a través de este serán reales.

Determinación del tiempo actual.

Debido a que cada operación realizada lleva 31.2m^3 de mezcla y el volumen necesario de materia prima para una quema, según datos de ventas actuales es de 58.3462m^3 , para lo cual se necesita realizar 1.87 veces esta fase para tener una quema.

Tiempo actual.

$$T_{normal} = T_{medio} \times F_{valoración}$$

$$T_{normal} = 49.22(\text{min}) \times 1$$

$$T_{normal} = 49.22 \text{ min}$$

$$T_{tipo} = T_{normal} + (\% S \times T_{normal}) \Rightarrow T \text{ suplemento : considerados en el video}$$

$$T_{tipo} = 49.22 \text{ min}$$

El tiempo tipo para la fabricación de ladrillos necesaria para una quema es de:

$$T_{tipo}' = T_{tipo} \times 1.87$$

$$T_{tipo}' = 49.22 \text{ min} \times 1.87$$

$$T_{tipo}' = 92.04 \text{ min} = 1.53\text{h}$$

El tiempo necesario para mezclar toda la materia prima necesaria para una quema será de 1.53 horas debido a que son 1.87 veces las que se necesita para mezcla necesaria.

Tiempo de extrusado para los diferentes tipos de ladrillos

En la tabla 31 podemos observar los tiempos de extrusado actual para cada tipo de ladrillo.

Con estos datos de extrusado podemos determinar el flujo de materia prima procesado, para ello será necesario citar uno de los tiempos en la tabla antes señalada y mediante una fórmula de flujo volumétrico determinaremos el flujo de materia prima y la capacidad de la maquinaria que se está utilizando.

Tabla 31. Tiempos de extrusado de los ladrillos proceso automático.

Producto (ladrillos)	T. Actual de extrusado (seg.)
Visto de dos nueces(1)	1.25
Mambron macizo (1)	2.97
Farol de 3 huecos tolete (1)	1.88
Farol de 6 huecos Alineados	3.59
Farol de ocho huecos	5.23
Visto de dos nueces (2)	1.72
Farol de 3 huecos tolete (2)	2.56
Mambron macizo (2)	4.06

Fuente: Empresa CELTEL

Elaboración: Autores

Flujo de materia prima procesada.

$$Q = \frac{V}{T}$$

Dónde:

Q: es el caudal en este caso el flujo de materia prima procesada.

V: volumen que pasa en un determinado tiempo.

T: el tiempo que demora en pasar un volumen.

Calcular:

$$Q = \frac{0.008562m^3}{5,23seg}$$

$$Q = 0.001637m^3 / seg = 1637.09cm^3 / seg$$

Determinación del tiempo tipo para todos los tipos de ladrillo en las siguientes fases manuales:

Fase # 2 Llevar ladrillos de la salida de la cortadora al área de secado.

Fase # 4 Llevar ladrillos del área secado al horno.

Fase # 7 Llevar ladrillos del horno al área de producto terminado u otro almacenamiento.

Para un buen entendimiento se ha citado un ejemplo del ladrillo farol de ocho huecos, por ser el de mayor porcentaje en ventas de la empresa.

3.7.1 Determinación del tiempo tipo para ladrillo farol de ocho huecos. División de la operación de la fase # 2 “Llevar ladrillos de la salida de la cortadora al área de secado” en elementos.

Para la división de la operación en elementos es necesario indicar que la operación es realizada en el mismo momento en que las máquinas tales como molienda, extrusora, bandas transportadoras y cortadora de ladrillo están funcionando, es decir durante la producción de ladrillo crudo, además de que los datos tomados fueron intermedios en el día de trabajo.

Para lo cual la fase # 2 “*llevar ladrillos de la salida de la cortadora al área de secado*”

Se la dividió en los siguientes elementos:

1. Trasladar carretilla al área de secado
2. Apilar 14 ladrillos en los pallets
3. Retornar a la maquina extrusora
4. Esperar el turno para cargar
5. Cargar 14 ladrillos en la carretilla

Esto se hace para efectuar las mediciones de una manera más sencilla, identificar y separar actividades improductivas, observar condiciones que originen fatiga al empleado, instantes donde pueda tomar pequeños descansos, etc.

Tabla 32. Toma de tiempos para la fase de llevar ladrillos de la salida de la cortadora al área de secado.

HOJA DE OBSERVACIÓN												
Operación: Fase # 2: Llevar ladrillos de la salida de la cortadora al área de secado							Nombre del operario: Cristian Vanegas					
Nombre de la máquina: Extrusora							Hombre: X			Mujer		
Nombre de Producto: Lad. Farol de 8 huecos							Materia prima: arcilla roja, limo de río y agua					
Número de tomas realizadas: 30 viajes con 14 unidades por viajes												
Tomas Elementos		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tiempo medio
1 Trasladar carretilla al área de secado	T	33.5	38.4	33.9	34.1	33.2	33.4	32.5	39.4	35.6	33.4	
	L	33.5	334.1	639.1	932.8	1225.1	1512.0	1802.9	2103.6	2401.5	2692.0	
2 Apilar 14 ladrillos en los pallets	T	74.2	82.5	66.4	67.8	63.8	68.6	70.0	69.8	67.4	68.3	
	L	107.7	416.6	705.5	1000.6	1288.9	1580.6	1872.9	2173.4	2468.9	2760.3	
3 Retorna a la máquina extrusora	T	25.3	25.0	24.5	24.8	22.5	24.1	27.4	24.6	24.2	23.4	
	L	133.0	441.6	730.0	1025.4	1311.4	1604.7	1900.3	2198.0	2493.1	2783.7	
4 Esperar el turno para cargar	T	89.2	90.2	95.6	93.1	94.3	92.5	89.4	93.4	92.3	93.5	
	L	222.2	531.8	825.6	1118.5	1405.7	1697.2	1989.7	2291.4	2585.4	2877.2	
5 cargar 14 ladrillo en la carretilla	T	73.5	73.4	73.1	73.4	72.9	73.2	74.5	74.5	73.2	75.4	
	L	295.7	605.2	898.7	1191.9	1478.6	1770.4	2064.2	2365.9	2658.6	2952.3	
1 Trasladar carretilla al área de secado	T	26.4	34.6	33.5	34.8	37.2	32.1	37.0	34.8	31.7	32.6	
	L	2978.7	3273.2	3579.5	3875.2	4170.6	4464.3	4765.1	5061.3	5349.2	5633.9	
2 Apilar 14 ladrillos en los pallets	T	67.9	73.2	68.8	70.3	65.4	66.8	67.9	65.4	63.4	68.3	
	L	3046.6	3346.4	3648.3	3945.5	4236.0	4531.1	4833.0	5126.7	5412.6	5702.2	
3 Retorna a la máquina extrusora	T	24.3	29.5	24.9	23.7	26.4	27.5	24.0	24.2	24.1	25.5	
	L	3070.9	3375.9	3673.2	3969.2	4262.4	4558.6	4857.0	5150.9	5436.7	5727.7	
4 Esperar el turno para cargar	T	94.5	95.8	92.7	91.4	96.3	94.3	95.2	93.2	90.8	89.5	
	L	3165.4	3471.7	3765.9	4060.6	4358.7	4652.9	4952.2	5244.1	5527.5	5817.2	
5 cargar 14 ladrillo en la carretilla	T	73.2	74.3	74.5	72.8	73.5	75.2	74.3	73.4	73.8	73.9	
	L	3238.6	3546.0	3840.4	4133.4	4432.2	4728.1	5026.5	5317.5	5601.3	5891.1	
1 Trasladar carretilla al área de secado	T	32.8	33.3	32.5	34.8	33.6	35.9	32.5	27.5	35.6	34.2	33.8
	L	5923.9	6218.4	6510.1	6790.6	7082.1	7380.3	7674.9	7962.4	8259.3	8553.2	
2 Apilar 14 ladrillos en los pallets	T	72.5	65.8	57.3	66.1	68.3	66.5	71.3	66.9	69.4	77.9	68.4
	L	5996.4	6284.2	6567.4	6856.7	7150.4	7446.8	7746.2	8029.3	8328.7	8631.1	
3 Retorna a la máquina extrusora	T	24.6	25.2	23.9	24.1	27.7	28.5	24.8	25.4	24.5	25.3	25.1
	L	6021.0	6309.4	6591.3	6880.8	7178.1	7475.3	7771.0	8054.7	8353.2	8656.4	
4 Esperar el turno para cargar	T	90.3	93.6	90.2	94.3	92.5	93.7	90.4	95.2	91.3	83.2	92.4
	L	6111.3	6403.0	6681.5	6975.1	7270.6	7569.0	7861.4	8149.9	8444.5	8739.6	
5 cargar 14 ladrillo en la carretilla	T	73.8	74.6	74.3	73.4	73.8	73.4	73.5	73.8	74.5	74.4	73.8
	L	6185.1	6477.6	6755.8	7048.5	7344.4	7642.4	7934.9	8223.7	8519.0	8814.0	
Tiempo total (seg.)												293.8

Fuente: Empresa CELTEL

Elaboración: Autores

Se realizó 30 tomas de la operación de almacenar ladrillo en el área de secado, para saber si este número de observaciones es suficiente se elegirá una actividad:

Elemento 2: Apilar 14 ladrillos en los pallets

Tabla 33. Lecturas individuales para cálculo del número necesario de tomas para la fase de llevar ladrillos de la salida de la cortadora al área de secado.

NÚMERO DE TOMAS N	LECTURAS INDIVIDUALES EN SEGUNDOS X	CUADRADOS DE LAS LECTURAS INDIVIDUALES X ²
1	742	550564
2	825	680625
3	664	440896
4	678	459684
5	638	407044
6	686	470596
7	700	490000
8	698	487204
9	674	454276
10	683	466489
11	679	461041
12	732	535824
13	688	473344
14	703	494209
15	654	427716
16	668	446224
17	679	461041
18	654	427716
19	634	401956
20	683	466489
21	725	525625
22	658	432964
23	573	328329
24	661	436921
25	683	466489
26	665	442225
27	713	508369
28	669	447561
29	694	481636
30	779	606841
Σ	20582	14179898

Fuente: Empresa CELTEL

Elaboración: Autores

Cálculo para el número de tomas

$$N = \frac{40\sqrt{(30)(14179898) - (20582)^2}}{20582}$$

$$N = 6,71 \Rightarrow 7 \text{ tomas}$$

Como podemos observar el número de tomas necesarias, es menor al número de tomas ya realizadas, por lo que podemos decir que el tiempo promedio nos generara un grado de confiabilidad del 95% con un rango de error de $\pm 5\%$ y los datos obtenidos a través de este serán reales.

Determinación del tiempo actual.

Esta operación se está realizando para lotes de 14 unidades y que al mismo tiempo se encuentran realizando esta actividad 4 obreros, cada uno con su carretilla.

Tiempo tipo

Tabla 34. Tiempo tipo para la operación de llevar ladrillos de la salida de la cortadora al área de secado.

Llevar ladrillos de la salida de la cortadora al área de secado.				
Actividad o tarea	T. Actual			
	(X)	T (seg.)	T.N. (seg.) (Tm x F. val.)	T.T. (seg.) (TN+0%TN)
1 Trasladar carretilla de la cortadora al área de secado. X= distancia (m)	35.8	33.8	33.8	33.8
2 Apilar 14 ladrillos en los pallets. X= # de unidades	14	68.4	68.4	68.4
3 Retorna a la máquina cortadora. X= distancia (m)	35.8	25.1	25.1	25.1
4 Esperar el turno para cargar.		92.4	92.4	92.4
5 cargar 14 ladrillo en la carretilla. X= # de unidades(ladrillos)	14	73.8	73.8	73.8
Tiempo tipo total				293.80 (seg.)
Tiempo tipo por ladrillo				20.99 (seg.)

Fuente: Empresa CELTEL

Elaboración: Autores

División de la operación de la fase # 4 “llevar ladrillos del área de secado al horno” en elementos. Para la división de esta operación es necesario indicar que esta actividad es realizada después de pasar a estar seco el ladrillo, y que es realizada por 4 obreros en las carretillas trabajando simultáneamente y uno en el horno descargando el ladrillo en su interior.

Tabla 35. Toma de tiempos para la fase de llevar ladrillos del área de secado al horno.

HOJA DE OBSERVACIÓN												
Operación: Fase # 4: llevar ladrillos del área de secado al horno					Nombre del operario: Cristian Vanegas							
					Experiencia en la tarea: 6 meses							
Nombre de la máquina: Manual					Hombre: X				Mujer			
Nombre de Producto: Lad. Farol de 8 huecos					Materia prima: arcilla roja, limo de río y agua							
Número de tomas realizadas: 30 viajes con 14 unidades por viajes												
Tomas Elementos		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tiempo medio
1 Cargar ladrillos secos en la carretilla	T	52.7	75.4	56.7	65.1	57.8	60.3	49.4	55.2	47.8	59.7	
	L	52.7	303.2	542.5	787.7	1028.1	1261.5	1495.2	1727.9	1965.9	2203.0	
2 Trasladar carretilla al horno	T	45.1	49.6	42.4	48.3	44.5	53.2	41.4	47.8	46.8	42.7	
	L	97.8	352.8	584.9	836.0	1072.6	1314.7	1536.6	1775.7	2012.7	2245.7	
3 Tiempo inactivo de obrero en espera	T	43.8	45.9	44.2	42.9	40.1	41.3	43.8	44.5	42.9	40.2	
	L	141.6	398.7	629.1	878.9	1112.7	1356.0	1580.4	1820.2	2055.6	2285.9	
4 Esperar hasta que descarguen la carretilla	T	44.8	47.3	44.1	43.1	49.3	48.4	46.5	47.8	49.2	48.3	
	L	186.4	446.0	673.2	922.0	1162.0	1404.4	1626.9	1868.0	2104.8	2334.2	
5 Retornar el área de secado	T	41.4	39.8	49.4	48.3	39.2	41.4	45.8	50.1	38.5	43.2	
	L	227.8	485.8	722.6	970.3	1201.2	1445.8	1672.7	1918.1	2143.3	2377.4	
1 Cargar ladrillos secos en la carretilla	T	50.4	55.3	59.8	72.4	52.8	54.6	60.8	59.8	64.3	57.4	
	L	2427.8	2660.3	2904.3	3159.8	3394.8	3641.4	3894.4	4137.8	4389.6	4627.8	
2 Trasladar carretilla al horno	T	40.7	43.9	49.8	39.2	48.3	45.3	44.1	49.4	42.2	44.9	
	L	2468.5	2704.2	2954.1	3199.0	3443.1	3686.7	3938.5	4187.2	4431.8	4672.7	
3 Tiempo inactivo de obrero en espera	T	45.1	43.9	43.4	44.3	42.1	45.3	41.7	43.1	41.4	44.5	
	L	2513.6	2748.1	2997.5	3243.3	3485.2	3732.0	3980.2	4230.3	4473.2	4717.2	
4 Esperar hasta que descarguen la carretilla	T	47.1	46.9	44.2	49.4	51.2	53.4	54.5	50.8	49.8	47.4	
	L	2560.7	2795.0	3041.7	3292.7	3536.4	3785.4	4034.7	4281.1	4523.0	4764.6	
5 Retornar el área de secado	T	44.3	49.5	45.7	49.3	50.4	48.2	43.3	44.2	47.4	48.2	
	L	2605.0	2844.5	3087.4	3342.0	3586.8	3833.6	4078.0	4325.3	4570.4	4812.8	
1 Cargar ladrillos secos en la carretilla	T	63.8	59.3	58.9	67.4	58.3	52.1	49.8	55.8	62.8	58.1	58.5
	L	4876.6	5109.0	5352.2	5603.3	5841.9	6087.4	6311.6	6543.4	6799.9	7033.0	
2 Trasladar carretilla al horno	T	39.4	45.9	47.2	43.3	48.5	41.2	44.3	43.7	44.8	47.2	45.2
	L	4916.0	5154.9	5399.4	5646.6	5890.4	6128.6	6355.9	6587.1	6844.7	7080.2	
3 Tiempo inactivo de obrero en espera	T	44.1	45.4	39.7	40.4	40.5	41.9	42.9	46.1	44.3	42.9	43.1
	L	4960.1	5200.3	5439.1	5687.0	5930.9	6170.5	6398.8	6633.2	6889.0	7123.1	
4 Esperar hasta que descarguen la carretilla	T	48.3	47.2	49.5	48.1	53.2	47.9	44.1	49.4	45.7	46.8	48.1
	L	5008.4	5247.5	5488.6	5735.1	5984.1	6218.4	6442.9	6682.6	6934.7	7169.9	
5 Retornar el área de secado	T	41.3	45.8	47.3	48.5	51.2	43.4	44.7	54.5	40.2	42.1	45.6
	L	5049.7	5293.3	5535.9	5783.6	6035.3	6261.8	6487.6	6737.1	6974.9	7212.0	
Tiempo total (seg.)												240.4

Fuente: Empresa CELTEL

Elaboración: Autores

Se realizó 30 tomas de la operación de llenar el horno con ladrillo seco, para saber si este número de observaciones es suficiente se elegirá una actividad:

Elemento 1: Cargar ladrillos secos en la carretilla

Tabla 36. Lecturas individuales para el cálculo del número necesario de tomas para la fase de llevar ladrillos del área de secado al horno.

NÚMERO DE TOMAS N	LECTURAS INDIVIDUALES EN SEGUNDOS X	CUADRADOS DE LAS LECTURAS INDIVIDUALES X ²
1	527	277729
2	754	568516
3	567	321489
4	651	423801
5	578	334084
6	603	363609
7	494	244036
8	552	304704
9	478	228484
10	597	356409
11	504	254016
12	553	305809
13	598	357604
14	724	524176
15	528	278784
16	546	298116
17	608	369664
18	598	357604
19	643	413449
20	574	329476
21	638	407044
22	593	351649
23	589	346921
24	674	454276
25	583	339889
26	521	271441
27	498	248004
28	558	311364
29	628	394384
30	581	337561
Σ	17540	10374092

Fuente: Empresa CELTEL
Elaboración: Autores

Cálculo para el número de tomas

$$N = \frac{40\sqrt{(30)(10374092) - (17540)^2}}{17540}$$

$$N = 18.57 \Rightarrow 19 \text{ tomas}$$

Como podemos observar el número de tomas necesario es menor al número de tomas ya realizado, por lo que podemos decir que el tiempo promedio nos generara un grado de confiabilidad del 95% con un rango de $\pm 5\%$ y los datos obtenidos a través de este serán reales.

Determinación del tiempo actual.

En esta operación se está realizando para lotes de 14 unidades y que al mismo tiempo se encuentran realizando las mismas actividades otros 4 obreros, entonces se determinará aquí el tiempo en que un obrero a marcha normal necesita, para llevar ladrillos al horno y su regreso por más ladrillos a las áreas de secado.

Tiempo tipo

Tabla 37. Tiempo tipo para la fase de llevar ladrillos del área de secado al horno.

Llevar ladrillos del área de secado al horno.				
Actividad o tarea	T. Actual			
	(X)	T (seg.)	T.N. (seg.) (Tm x F. val.)	T.T. (seg.) (TN+0%TN)
1 Cargar ladrillos secos en la carretilla. X= # de unidades(ladrillos)	14	58.5	58.5	58.5
2 Trasladar carretilla del área de secado al horno. X= distancia (m)	65.3	45.2	45.2	45.2
3 Tiempo inactivo de obrero en espera.		43.1	43.1	43.1
4 Esperar hasta que descarguen la carretilla. X= # de unidades (ladrillos)	14	48.1	48.1	48.1
5 Retornar el área de secado. X= distancia (m)	65.3	45.6	45.6	45.6
Tiempo tipo total				240.40 (seg.)
Tiempo tipo por ladrillo				17.17 (seg.)

Fuente: Empresa CELTEL
Elaboración: Autores

División de la operación de la fase # 7 “Llevar ladrillos del horno al área de producto terminado u otras áreas”.

Tabla 38. Toma de tiempos de la fase de llevar ladrillos del horno al área de producto terminado u otras áreas.

HOJA DE OBSERVACIÓN												
Operación: Fase # 7: Llevar ladrillos del horno al área de producto terminado u otras áreas						Nombre del operario: Iván Meléndez						
Nombre de la máquina: Manual						Hombre: X			Mujer			
Nombre de Producto: Lad. Farol de 8 huecos						Materia prima: arcilla roja, limo de río y agua						
Número de tomas realizadas: 30 viajes con 14 unidades por viajes												
Tomas Elementos		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tiempo medio
1 Cargar ladrillos en la carretilla	T	45.9	53.5	57.2	63.2	54.8	49.3	50.5	48.9	55.2	53.8	
	L	45.9	231.4	425.9	625.6	808.5	996.5	1195.8	1383.9	1570.9	1753.1	
2 Transportar carretilla al área de P. Terminado	T	45.2	47.8	49.5	44.3	50.2	55.3	48.1	47.3	45.2	6.7	
	L	91.1	279.4	475.4	669.9	858.7	1051.8	1243.9	1431.2	1616.1	1799.8	
3 Descargar ladrillos	T	47.3	44.6	43.8	44.3	48.2	45.6	48.7	42.9	43.8	49.5	
	L	138.4	323.8	519.2	714.2	906.9	1097.4	1292.6	1474.1	1659.9	1849.3	
4 Retorno al horno	T	39.5	44.9	43.2	39.5	40.3	47.9	42.4	41.6	39.4	41.7	
	L	177.9	368.7	562.4	753.7	947.2	1145.3	1335.0	1515.7	1699.3	181.0	
1 Cargar ladrillos en la carretilla	T	49.3	58.9	71.2	56.3	58.2	52.1	65.3	48.2	56.9	62.8	
	L	1940.3	2126.0	2338.7	2521.1	2735.6	2942.7	3165.3	3366.5	3562.4	3763.5	
2 Transportar carretilla al área de P. Terminado	T	43.3	48.9	42.3	58.5	54.2	58.7	55.9	49.3	48.2	49.9	
	L	1983.6	2174.9	2381.0	2579.6	2789.8	3001.4	3221.2	3415.8	3610.6	3813.4	
3 Descargar ladrillos	T	46.1	48.9	45.3	47.3	52.1	49.3	49.5	47.3	48.9	51.3	
	L	2029.7	2223.8	2426.3	2626.9	2841.9	3050.7	3270.7	3463.1	3659.5	3864.7	
4 Retorno al horno	T	37.4	43.7	38.5	50.5	48.7	49.3	47.6	42.4	41.2	45.3	
	L	2067.1	2267.5	2464.8	2677.4	2890.6	3100.0	3318.3	3505.5	3700.7	3910.0	
1 Cargar ladrillos en la carretilla	T	68.3	58.3	59.8	52.3	54.5	51.1	73.2	51.3	55.8	57.9	56.5
	L	3978.3	4159.5	4331.1	4506.8	4697.4	4895.5	5096.9	5293.9	5494.8	5680.2	
2 Transportar carretilla al área de P. Terminado	T	38.5	33.2	37.9	43.5	47.8	42.9	49.2	48.3	44.3	39.2	47.1
	L	4016.8	4192.7	4319.0	4550.3	4745.2	4938.4	5146.1	5342.2	5539.1	5719.4	
3 Descargar ladrillos	T	47.9	48.3	50.3	54.5	58.9	48.5	52.8	54.5	45.7	48.9	48.5
	L	4064.7	4241.0	4419.3	4604.8	4804.1	4986.9	5198.9	5396.7	5584.8	5768.3	
4 Retorno al horno	T	36.5	30.5	35.2	38.1	40.3	36.8	43.7	42.3	37.5	35.2	41.4
	L	4101.2	4271.3	4454.5	4642.9	4844.4	5023.7	5242.6	5439.0	5622.3	5803.5	
Tiempo total (seg.)												193.5

Fuente: Empresa CELTEL

Elaboración: Autores

Para la división de esta operación es necesario indicar que esta actividad es realizada después de haber terminado la cocción de los ladrillos y el enfriamiento del horno, para

lo cual se designan 5 obreros para trasladar el ladrillo cocido al área de producto terminado, los obreros trabajan simultáneamente en la misma actividad.

Elemento 1: Cargar ladrillos secos en la carretilla

Tabla 39. Lecturas individuales para cálculo del número necesario de tomas para la fase de llevar ladrillos del horno al área de producto terminado u otras áreas.

NÚMERO DE TOMAS N	LECTURAS INDIVIDUALES EN SEGUNDOS X	CUADRADOS DE LAS LECTURAS INDIVIDUALES X ²
1	459	210681
2	535	286225
3	572	327184
4	632	399424
5	548	300304
6	493	243049
7	505	255025
8	489	239121
9	552	304704
10	538	289444
11	493	243049
12	589	346921
13	712	506944
14	563	316969
15	582	338724
16	521	271441
17	653	426409
18	483	233289
19	569	323761
20	628	394384
21	683	466489
22	583	339889
23	598	357604
24	523	273529
25	545	297025
26	511	261121
27	732	535824
28	513	263169
29	558	311364
30	579	335241
Σ	16941	9698307

Fuente: Empresa CELTEL

Elaboración: Autores

Cálculo para el número de tomas

$$N = \frac{40\sqrt{(30)(9698307) - (16941)^2}}{16941}$$

$$N = 22 \text{ tomas}$$

Como podemos observar el número de tomas necesarias es menor al número de tomas ya realizadas, por lo que podemos decir que el tiempo promedio nos generará un grado de confiabilidad del 95% con un rango de error de $\pm 5\%$ y los datos obtenidos a través de este serán reales.

Determinación del tiempo actual.

En esta operación se está realizando para lotes de 14 unidades y que al mismo tiempo se encuentran realizando las mismas actividades otros 5 obreros, entonces se determinara aquí el tiempo que un obrero a marcha normal necesita para llevar ladrillos del horno al área de producto terminado y regresar por más.

Tiempo tipo

Tabla 40. Tiempo tipo para la fase de llevar ladrillos del horno al área de producto terminado.

Llevar ladrillos del horno al área producto terminado.				
Actividad o tarea	T. Propuesto			
	(X)	T (seg.)	T.N. (seg.) (Tm x F. val.)	T.T. (seg.) (TN+0%TN)
1 Cargar ladrillos en la carretilla. X= # de unidades (ladrillos)	14	56.5	56.5	56.5
2 Trasladar carretilla del horno al área de P. terminado. X= distancia (m)	43.7	47.1	47.1	47.1
3 Descargar ladrillos en el área de P. terminado.	14	48.5	48.5	48.5
5 Retornar del área de P. terminado al horno. X= distancia (m)	43.7	41.4	41.4	41.4
Tiempo tipo total				193.50 (seg.)
Tiempo tipo por ladrillo				13.82 (seg.)

Fuente: Empresa CELTEL

Elaboración: Autores

Tabla 41. Resumen de las tres fases manuales para el proceso de fabricación de ladrillo farol de ocho huecos

Resumen de las tres fases manuales para el ladrillo farol de ocho huecos					
Fases	Operaciones manuales	T. Actual			
		Unidades manipuladas (ladrillos)	Distancia (m)	T. tipo (seg.)	Tiempo tipo por unidad (seg.)
2	Llevar ladrillos de la salida de la cortadora al área de secado.	14	33.8	293.80	20.99
4	Llevar ladrillos del área de secado al horno.	14	65.3	240.40	17.17
7	Llevar ladrillos del horno al área producto terminado.	14	43.7	193.50	13.82
Tiempo tipo de las actividades por unidad					51.98 (seg.)

Fuente: Empresa CELTEL

Elaboración: Autores

LA DETERMINACIÓN DE TIEMPOS TIPO DE LOS RESTANTES OCHO PRODUCTOS VER EN ANEXO A.

3.8 Estudio del método de trabajo de la producción de ladrillos.















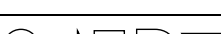






El estudio del método de trabajo se realizó mediante un análisis en cada fase dentro del proceso de fabricación de los 8 modelos de ladrillos vendidos en el año 2010 los cuales serán parte de nuestro estudio. La elaboración de diagramas de proceso tipo material y recorrido en la fabricación de los diferentes modelos de ladrillos individualmente.

3.8.1 Diagrama de proceso general. La elaboración de diagramas de proceso tipo material, con el fin de señalar el proceso para la fabricación de los ladrillos (FAROL DE OCHO HUECOS, MACIZO 1 y 2, FAROL DE SEIS HUECOS ALINEADOS, FAROL DE TRES HUECOS TOLETE 1 Y 2, VISTO DE DOS NUECES 1 Y 2), cada una de las actividades desarrolladas, donde se indica el tiempo empleado y la distancia recorrida por los materiales.

Para mejor entendimiento de la tesis se ha citado el diagrama de procesos general donde están sumados todos los tiempos de proceso de cada uno de los diferentes tipos de

ladrillos, para completar una quema, según los porcentajes de ventas de ladrillos mensuales en la empresa.

Figura 28. Diagrama de proceso actual.

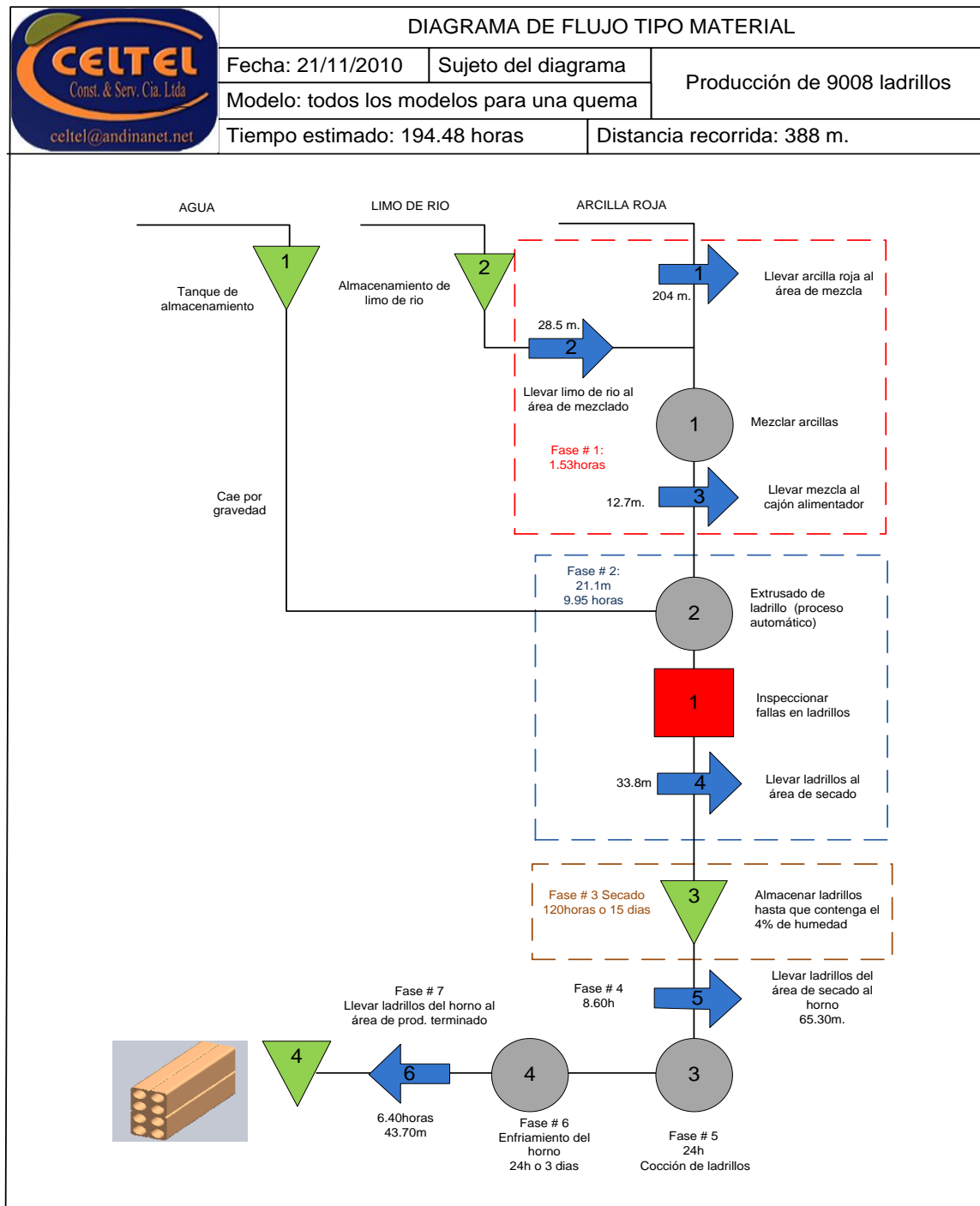
		Diagrama del proceso actual tipo material		Hoja:	9/9
Sujeto del diagrama:		Fabricación de 9008 ladrillos en todos los productos necesarios para realizar una quema			
Fecha: 20-11-2010		Orden de producción			
Modelo: Para todos los ocho tipos de ladrillos		Actividad	Actual	Propuesto	Ahorro
Operario/s: 1 Operador de botcat 1 Operador de extrusora y 1 ayudante 9 Cargadores de ladrillos 4 Operadores de horno		Operación 	4		
Analistas: Victor Guaño Walter Sanchez		Transporte 	6		
		Demora 			
		Inspección 	1		
		Almacenaje 	4		
		Tiempo (h)	194.48		
		Distancia(m)	388.00		
Fases	Símbolo	Descripción de la actividad	Tiempo	Distancia (m)	
0		Almacenamiento de agua para el proceso			
		Almacenamiento de limo de rio			
1		Llevar arcilla roja de la mina al área de mezcla	1.53	204.00	
		Llevar limo rio del amacenamiento al área de mezcla		28.50	
		Mezclar las dos arcillas			
		Llevar mezcla al cajon alimentador		12.70	
2		Extrusado de ladrillo	9.95		
		Inspeccionar fallas en los ladrillos			
		Llevar ladrillos de la salida de la cortadora al área de secado.		33.80	
3		Almacenar ladrillos hasta que contenga el 4% de humedad (15 días)	120.00		
4		Llevar ladrillos del área secado al horno.	8.60	65.30	
5		Coccion de ladrillo	24.00		
6		Enfriamiento del horno 3 dias	24.00		
7		Llevar del ladrillos del horno al área de producto terminado u otro almacenamiento para su despacho.	6.40	43.70	
		Almacenamiento de ladrillo hasta su despacho final			
Fase # 1. el tiempo necesario para una quema de todos los ladrillos en los porcentajes de venta de materia, procesada por quema es de 58.3462m3 de mezcla.					
Fase #2, 4, 7. El tiempo definido en la hoja de procesos es para la producción de los 9008 ladrillos combinados, los tiempos fueron sumados de las hojas de proceso individual para cada producto, necesarios para llenar el horno en una quema.					

Fuente: Empresa CELTEL.

Los restantes diagramas de procesos de los ocho productos. (Ver en el Anexo B).

3.8.2 *Diagrama general de flujo del proceso.* El diagrama de flujo es una representación gráfica de la secuencia de las operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que ocurren durante un proceso, nos muestra una imagen clara de la secuencia de todos los acontecimientos del proceso.

Figura 29. Diagrama de flujo del proceso actual.



Fuente: Empresa CELTEL.

Este diagrama de flujo y el diagrama de procesos citado son realizados para una quema de ladrillos según los datos de venta anuales de la empresa situados en la tabla 27 y estos divididos para una producción mensual, como necesitamos saber el número de ladrillos por quema, se obtuvo que tienen tres quemas al mes tal lo indica el diagrama Gantt del proceso (ver figura 31).

3.9 Diagrama de distribución por puesto.

Para mejor entendimiento de la tesis hemos citado dos láminas de los puestos de trabajo conflictivos tal y como son en las actividades de cargar y descargar, señalando las dimensiones de las zonas de trabajo. Los diagramas de distribución de los puestos de trabajo. (Ver en Anexo C).

3.9.1 *Análisis ergonómico de los puestos de trabajo.* La ergonomía es la disciplina que trata del diseño de lugares de trabajo, herramientas y tareas que coinciden con las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades del trabajador. Busca la optimización de los tres elementos del sistema (humano-máquina-ambiente). [20]


Se realizará un análisis ergonómico de los puestos de trabajo con el fin de determinar los factores de influencia y cuales deben ser sus valores para conseguir un confort y por lo tanto la eficacia en el trabajo.

Para todos los puestos de trabajo las actividades de cargar y descargar son repetitivas a lo largo del proceso de fabricación, por que en cada área se ha destinado a un determinado proceso o en el caso del área de producto terminado para el almacenamiento de ladrillo que saldrá a la venta. Además de que el ladrillo con mayor peso es de 6.7 Kg, según datos de Tabla 28.

Para realizar el análisis ergonómico de los puestos de trabajo citaremos fotografías de los obreros en los puestos de trabajo y mediante el método rula, analizaremos las posiciones que adopta el obrero en cada uno de los lugares donde realiza sus actividades.

Análisis ergonómico de los puestos de trabajo en el área de producción.

Tabla 42. Análisis ergonómico de tomar ladrillos de la banda transportadora


MÉTODO RULA			
Análisis ergonómico de los puestos de trabajo			
Área: Producción de ladrillo crudo		Actividad: Tomar ladrillo de la banda transportadora.	
			
Nivel de riesgo por extremidades superiores e inferiores			
Análisis de la posición de brazo, antebrazo y muñeca			7
Posición del brazo según el ángulo del hombro	1	2	
Posición del antebrazo, según el ángulo del codo	2		
Posición de la muñeca	1		
Giros de la muñeca	1		
Por musculatura (Act. Repetitiva)			
Por fuerza o carga		2	
Análisis de la posición del cuello, tronco y piernas			
Posición del cuello	1	4	7
Posición del tronco	3		
Extremidades inferiores	2		
Por musculatura (Act. Repetitiva)		1	
Por fuerza o carga		2	

Fuente: Empresa CELTEL

Elaboración: Autores

Interpretación: el nivel de riesgo obtenido es de 7 el cual indica la necesidad de corregir la postura de manera inmediata.

Tabla 43. Análisis ergonómico de cargar ladrillo en la carretilla.

MÉTODO RULA			
Análisis ergonómico de los puestos de trabajo			
Área: Producción de ladrillo crudo		Actividad: Cargando ladrillo en la carretilla.	
			
Nivel de riesgo por extremidades superiores e inferiores			
Análisis de la posición de brazo, antebrazo y muñeca			
Posición del brazo según el ángulo del hombro	3	4	7
Posición del antebrazo, según el ángulo del codo	2		
Posición de la muñeca	2		
Giros de la muñeca	1		
Por musculatura (Act. Repetitiva)		1	
Por fuerza o carga		2	
Análisis de la posición del cuello, tronco y piernas			
Posición del cuello	2	7	10
Posición del tronco	4		
Extremidades inferiores	2		
Por musculatura (Act. Repetitiva)		1	
Por fuerza o carga		2	

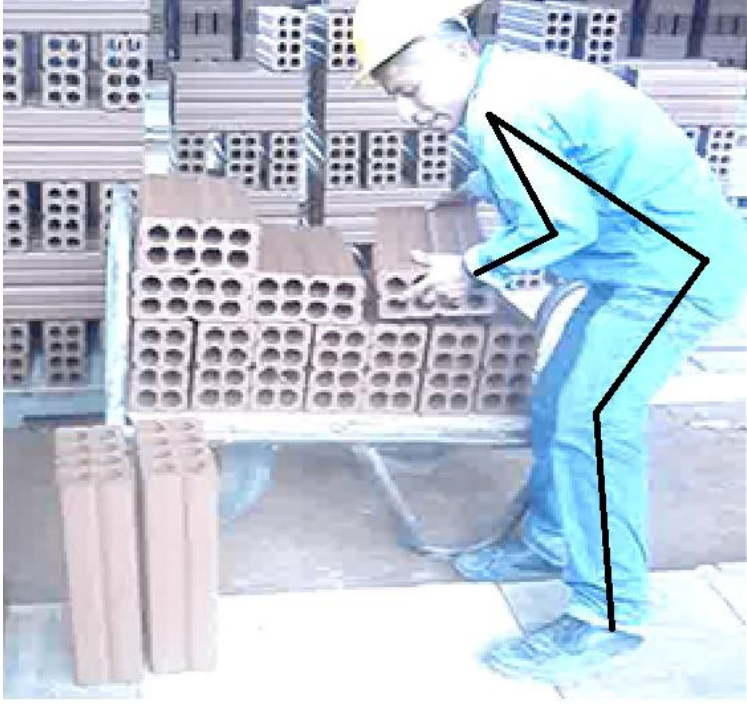
Fuente: Empresa CELTEL

Elaboración: Autores

Interpretación: el nivel de riesgo obtenido es de 7 el cual indica la necesidad de corregir la postura de manera inmediata.

Análisis ergonómico de los puestos de trabajo en el área de secado de ladrillo.

Tabla 44. Análisis ergonómico de la actividad de descargar ladrillo crudo de la carretilla.


MÉTODO RULA			
Análisis ergonómico de los puestos de trabajo			
Área: Secado de ladrillo crudo		Actividad: Descargar ladrillo crudo de carretilla.	
			
Nivel de riesgo por extremidades superiores e inferiores			
Análisis de la posición de brazo, antebrazo y muñeca			
Posición del brazo según el ángulo del hombro	3	4	7
Posición del antebrazo, según el ángulo del codo	1		
Posición de la muñeca	2		
Giros de la muñeca	1		
Por musculatura (Act. Repetitiva)		1	
Por fuerza o carga		2	
Análisis de la posición del cuello, tronco y piernas			
Posición del cuello	1	5	8
Posición del tronco	4		
Extremidades inferiores	2		
Por musculatura (Act. Repetitiva)		1	
Por fuerza o carga		2	

Fuente: Empresa CELTEL

Elaboración: Autores

Interpretación: el nivel de riesgo obtenido es de 7 el cual indica la necesidad de corregir la postura de manera inmediata.

Tabla 45. Análisis ergonómico de la actividad de ubicar ladrillos en el área de secado.

MÉTODO RULA			
Análisis ergonómico de los puestos de trabajo			
Área: Producción de ladrillo crudo		Actividad: Ubicar ladrillos en el área de secado.	
			
Nivel de riesgo por extremidades superiores e inferiores			
Análisis de la posición de brazo, antebrazo y muñeca			
Posición del brazo según el ángulo del hombro	3	4	7
Posición del antebrazo, según el ángulo del codo	2		
Posición de la muñeca	2		
Giros de la muñeca	1		
Por musculatura (Act. Repetitiva)		1	7
Por fuerza o carga		2	
Análisis de la posición del cuello, tronco y piernas			
Posición del cuello	2	7	10
Posición del tronco	4		
Extremidades inferiores	2		
Por musculatura (Act. Repetitiva)		1	
Por fuerza o carga		2	


Fuente: Empresa CELTEL

Elaboración: Autores

Interpretación: el nivel de riesgo obtenido es de 7 el cual indica la necesidad de corregir la postura de manera inmediata.

Análisis ergonómico de los puestos de trabajo en el interior del horno.

Tabla 46. Análisis ergonómico de la actividad de descargar ladrillo seco de la carretilla.


MÉTODO RULA			
Análisis ergonómico de los puestos de trabajo			
Área: Interior del horno		Actividad: Descargar ladrillo seco de la carretilla.	
			
Nivel de riesgo por extremidades superiores e inferiores			
Análisis de la posición de brazo, antebrazo y muñeca			
Posición del brazo según el ángulo del hombro	3	4	7
Posición del antebrazo, según el ángulo del codo	2		
Posición de la muñeca	2		
Giros de la muñeca	1		
Por musculatura (Act. Repetitiva)		1	
Por fuerza o carga		2	
Análisis de la posición del cuello, tronco y piernas			
Posición del cuello	1	5	8
Posición del tronco	4		
Extremidades inferiores	2		
Por musculatura (Act. Repetitiva)		1	
Por fuerza o carga		2	

Fuente: Empresa CELTEL

Elaboración: Autores

Interpretación: el nivel de riesgo obtenido es de 7 el cual indica la necesidad de corregir la postura de manera inmediata.

Tabla 47. Análisis ergonómico de la actividad de ubicar ladrillos en el interior del horno.

MÉTODO RULA			
Análisis ergonómico de los puestos de trabajo			
Área: Interior del horno		Actividad: Ubicar ladrillos en el suelo del horno.	
			
Nivel de riesgo por extremidades superiores e inferiores			
Análisis de la posición de brazo, antebrazo y muñeca			
Posición del brazo según el ángulo del hombro	3	4	7
Posición del antebrazo, según el ángulo del codo	2		
Posición de la muñeca	2		
Giros de la muñeca	1		
Por musculatura (Act. Repetitiva)		1	
Por fuerza o carga		2	
Análisis de la posición del cuello, tronco y piernas			
Posición del cuello	2	7	10
Posición del tronco	4		
Extremidades inferiores	2		
Por musculatura (Act. Repetitiva)		1	
Por fuerza o carga		2	


Fuente: Empresa CELTEL

Elaboración: Autores

Interpretación: el nivel de riesgo obtenido es de 7 el cual indica la necesidad de corregir la postura de manera inmediata.

Análisis ergonómico de los puestos de trabajo en el área de producto terminado.

Tabla 48. Análisis ergonómico de la actividad de descargar ladrillo cosido de la carretilla.


MÉTODO RULA				
Análisis ergonómico de los puestos de trabajo				
Área: Producto terminado		Actividad Descargar ladrillo cosido de la carretilla.		
				
Nivel de riesgo por extremidades superiores e inferiores				
Análisis de la posición de brazo, antebrazo y muñeca				
Posición del brazo según el ángulo del hombro	2	3	6	
Posición del antebrazo, según el ángulo del codo	2			
Posición de la muñeca	2			
Giros de la muñeca	1			
Por musculatura (Act. Repetitiva)		1		7
Por fuerza o carga		2		
Análisis por la posición del cuello, tronco y piernas				
Posición del cuello	2	7	10	
Posición del tronco	5			
Extremidades inferiores	2			
Por musculatura (Act. Repetitiva)		1		
Por fuerza o carga		2		

Fuente: Empresa CELTEL

Elaboración: Autores

Interpretación: el nivel de riesgo obtenido es de 7 el cual indica la necesidad de corregir la postura de manera inmediata.

Tabla 49. Análisis ergonómico para la actividad de ubicar ladrillos cosidos en el suelo

MÉTODO RULA			
Análisis ergonómico de los puestos de trabajo			
Área: Interior del horno		Actividad: Ubicar ladrillos cosidos en el suelo.	
			
Nivel de riesgo por extremidades superiores e inferiores			
Análisis de la posición de brazo, antebrazo y muñeca			7
Posición del brazo según el ángulo del hombro	2	3	
Posición del antebrazo, según el ángulo del codo	2		
Posición de la muñeca	2		
Giros de la muñeca	1		
Por musculatura (Act. Repetitiva)		1	
Por fuerza o carga		2	
Análisis de la posición del cuello, tronco y piernas			10
Posición del cuello	2	7	
Posición del tronco	4		
Extremidades inferiores	2		
Por musculatura (Act. Repetitiva)		1	
Por fuerza o carga		2	

Fuente: Empresa CELTEL

Elaboración: Autores

Interpretación: el nivel de riesgo obtenido es de 7 el cual indica la necesidad de corregir la postura de manera inmediata.

Como se ha podido determinar en el análisis ergonómico de los puestos de trabajo en las áreas donde se realizan las actividades manuales, obteniendo un puntaje muy alto en los riesgos laborales mediante el método rula, por lo que se propone se cambie las características del área de trabajo de manera que se mejoren las condiciones ergonómicas.

3.10 Estudio de los puestos de trabajo.

La planta está distribuida en secciones y puestos de trabajo, mediante esta distribución actual realizan la fabricación de ladrillo vistoso.

Para el estudio de los puestos de trabajo se ha designado un número, así como también a las máquinas y almacenajes de la planta para poder identificarlos, estos se encuentran detallados en la siguiente tabla.

Tabla 50. Áreas de puestos de trabajo actual.

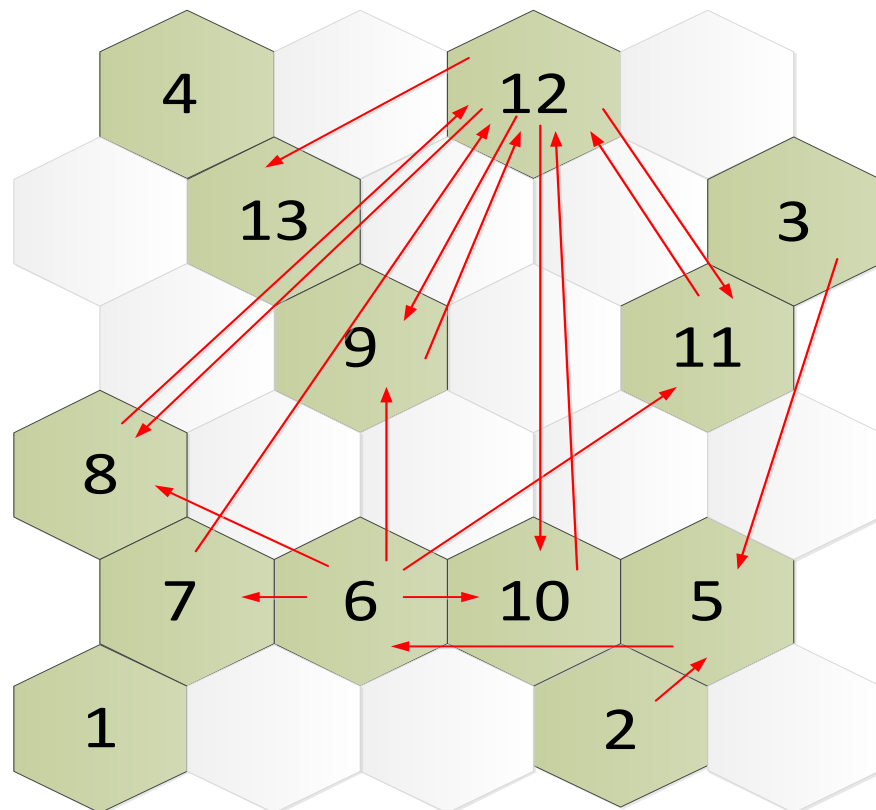
Número designado	Puesto de trabajo	Altura (m)	Largo (m)	Ancho (m)	Área Total (m ²)	
1	Oficinas	3	10	5	50.0	
2	Mina de arcilla roja	-----	-----	-----	-----	
3	Bodega de limo de río	6	12.5	10	125.0	
4	Bodega de leña	6	34.0	9.6	326.4	
5	Área de mezcla	6	10.1	8.8	88.9	
6	Área de producción	3	Cajón alimentador	12	4.5	54.0
			Banda transportadora			
			Molienda	12.7	7.75	98.4
			Extrusora			
			Cortadora de ladrillo			
7	Área # 1 de secado de ladrillo	1.3	29.1	14.1	410.3	
8	Área # 2 de secado de ladrillo	1.3	14.0	3.0	42.0	
9	Área # 3 de secado de ladrillo	1.3	40.6	4.5	182.7	
10	Área # 4 de secado de ladrillo	1.3	11.8	10.1	119.2	
11	Área # 5 de secado de ladrillo	1.3	14.0	6.46	90.4	
12	Horno	2.5	Ø12		113.1	
13	Área de producto terminado	2.0	34.0	3.0	102.0	
Total					1700.4	

Fuente: Empresa CELTEL

Elaboración: Autores

3.10.1 Diagrama de proximidad actual. La planta de producción, se puede describir mediante los diagramas de proximidad, que es la representación de cada puesto de trabajo, máquinas y almacenajes de la planta mediante un símbolo en forma de hexágono. En el diagrama de proximidad actual se puede evidenciar la interacción de movimientos entre puestos de trabajo para cada producto. (Ver fig. 30).

Figura 30. Diagrama de proximidad actual de la planta.



Fuente: Empresa CELTEL

Elaboración: Autores

Nota: Para todos los tipos de ladrillos el diagrama es igual lo que se diferencian es en el tiempo de producción de los ladrillos dependiendo de sus dimensiones y formas.

3.11 Diagrama de la distribución actual de la planta.

La representación de los puestos de trabajo, espacio físico y distribución de los mismos se puede evidenciar en un plano acotado a escala el cual ayuda a visualizar de mejor manera los puestos representados según la distribución actual. (Ver Anexo D).

3.12 Diagrama de recorrido general.

Los diagramas de recorrido de cada una de las actividades empleadas en la fabricación de cada uno de los modelos de ladrillos representan el camino recorrido por los materiales y semielaborados, incluyendo los símbolos de los diagramas del proceso para indicar lo que se está haciendo.

Para mejor entendimiento de la tesis se ha citado el diagrama de recorrido de todos los productos. (Ver Anexo E).

3.13 Diagrama GANTT.

En el diagrama Gantt. Del proceso está realizado para analizar el número de quemas en un mes según los datos obtenidos en la empresa. (Ver fig. 31)

Con el análisis del diagrama Gantt podemos decir que cada 5 días se obtiene una quema de ladrillos, esto se da en condiciones óptimas y con los tiempos obtenidos por el análisis de tiempos, pero puesto en práctica en la empresa, se nos ha notificado que están realizando 3 quemas al mes, esto se debe a la falta de planificación y coordinación de los procesos de la producción y el descuido de quienes están a cargo de la planta se está perdiendo una quema por mes.

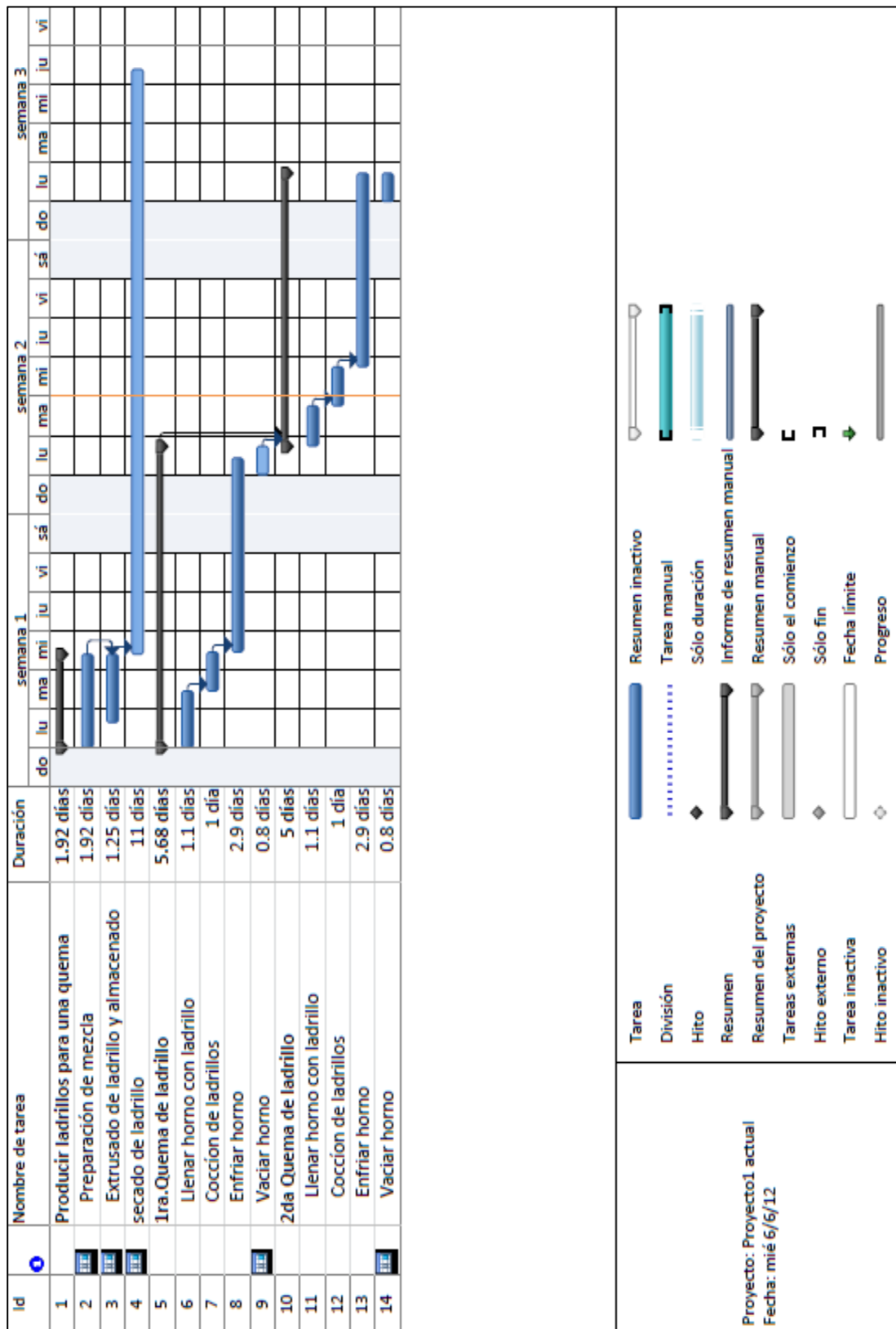
Explicación del diagrama Gantt.

Producir ladrillos: para una quema: se realizan los procesos de preparación de la mezcla y extrusado de ladrillo, para luego ser almacenado en el área de secado, este proceso es independiente de los demás o de las quemas puesto que en el área de secado existe ladrillo seco para empezar con cocción de ladrillo.

Proceso de secado: debido a que es muy prolongado por la situación climática el ladrillo crudo, se lo puede llenar en el horno después de 15 días, cuando la humedad del ladrillo este en un 4%, por lo que este proceso abarca una gran área para no quedar desabastecido.

Quema de ladrillos: se realizan los procesos de llenar el horno, cocción de ladrillo, enfriamiento (aprovechando los fines de semana para este proceso de enfriamiento ya que no es ayudado por ningún medio) y el vaciado del horno.

Figura 31. Diagrama gantt del proceso actual.



Fuente: Empresa CELTEL

Elaboración: Autores

3.14 Resultados sobre la situación actual.

Analizando las diferentes condiciones de trabajo en las cuales los obreros se desempeñan en la planta de producción, se observa la falta de capacitación al personal sobre normas de seguridad e higiene industrial en las diferentes áreas de trabajo y sobre el mismo trabajo que se realiza en la planta, la poca o nada señalización en las áreas de trabajo y la importancia de prevenir accidentes laborales e incapacidades a corto y largo plazo por no cumplir con normas de seguridad adecuada; por lo que, ocasiona un ambiente inseguro para el trabajador.

Con los datos estadísticos obtenidos de la empresa se determina los porcentajes producidos en cada ladrillo. También en el diagrama de proximidad actual podemos verificar la falta de organización, los cruces en las líneas de circulación, siendo una producción en línea deberíamos tener una sola secuencia; por lo que, es necesaria una reorganización de los puestos de trabajo para la fabricación de ladrillos.

El personal debe ser contratado sólo para la planta de ladrillo y no ser compartido con otras áreas existentes dentro de la empresa, que son una de las principales causas por lo que la empresa no tiene una alta producción y sus productos son demasiado costosos.

El diagrama Gantt también nos muestra la capacidad de producción actual mensual de la empresa, que es de tres quemas al mes, por lo que es necesaria una disminución sustancial de los tiempos en cada proceso y la adaptación o modificación de los mismos.

En la tabla 51. Se ubican los tiempos de producción para realizar una quema en el análisis actual.

El tiempo total de las actividades manuales dentro del proceso como son:






Fase # 1 (Preparar mezcla).

Fase # 2 Llevar ladrillos de la salida de la cortadora al área de secado.

Fase # 4 Llevar ladrillos del área de secado al horno.

Fase # 7 Llevar ladrillos del horno al área de producto terminado u otro almacenamiento.

Tabla 51. Resumen del proceso de fabricación actual de ladrillos para una quema

TIPOS DE LADRILLOS										
Actividad		Farol de 8 huecos	Ladrillo macizo 1	Ladrillo macizo 2.	Lad. Seis huecos alineados	Farol de tres huecos 1.	Farol de tres huecos 2	Visto de dos nueces 1	Visto de dos nueces 2	Total
Operación		4	4	4	4	4	4	4	4	4
Transporte		6	6	6	6	6	6	6	6	6
Demora		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inspección		1	1	1	1	1	1	1	1	1
Almacenaje		4	4	4	4	4	4	4	4	4
Distancia (m.)		388.00	388.00	388.00	388.00	388.00	388.00	388.00	388.00	388.00
Unidades, producidas		3495	504	874	2684	234	333	288	596	9008
Tiempo de actividades manuales (min.)		666.47	67.78	146.79	438.27	30.91	39.55	30.15	68.48	1488.08
Tiempo de actividades manuales (horas.)		11.88	1.19	2.59	7.71	0.53	0.70	0.52	1.19	26.48
Almacenamiento para secado de ladrillos (horas)										120
Tiempo de cocción de ladrillos (horas)										24
Tiempo de enfriamiento del horno (horas)										24
Tiempo total para una quema (horas)										194.48

Fuente: Empresa CELTEL

Elaboración: Autores

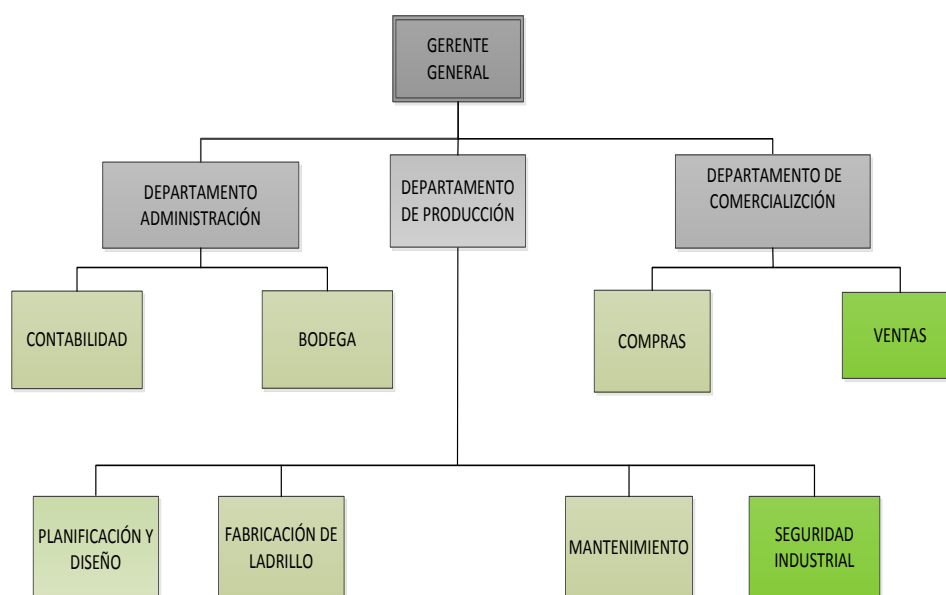
CAPÍTULO IV

4. PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CELTEL, PARA LA FABRICACIÓN DE LADRILLO VISTOSO

4.1 Estructura administrativa.

4.1.1 Organigrama administrativo propuesto.

Figura 32. Organigrama administrativo propuesto.



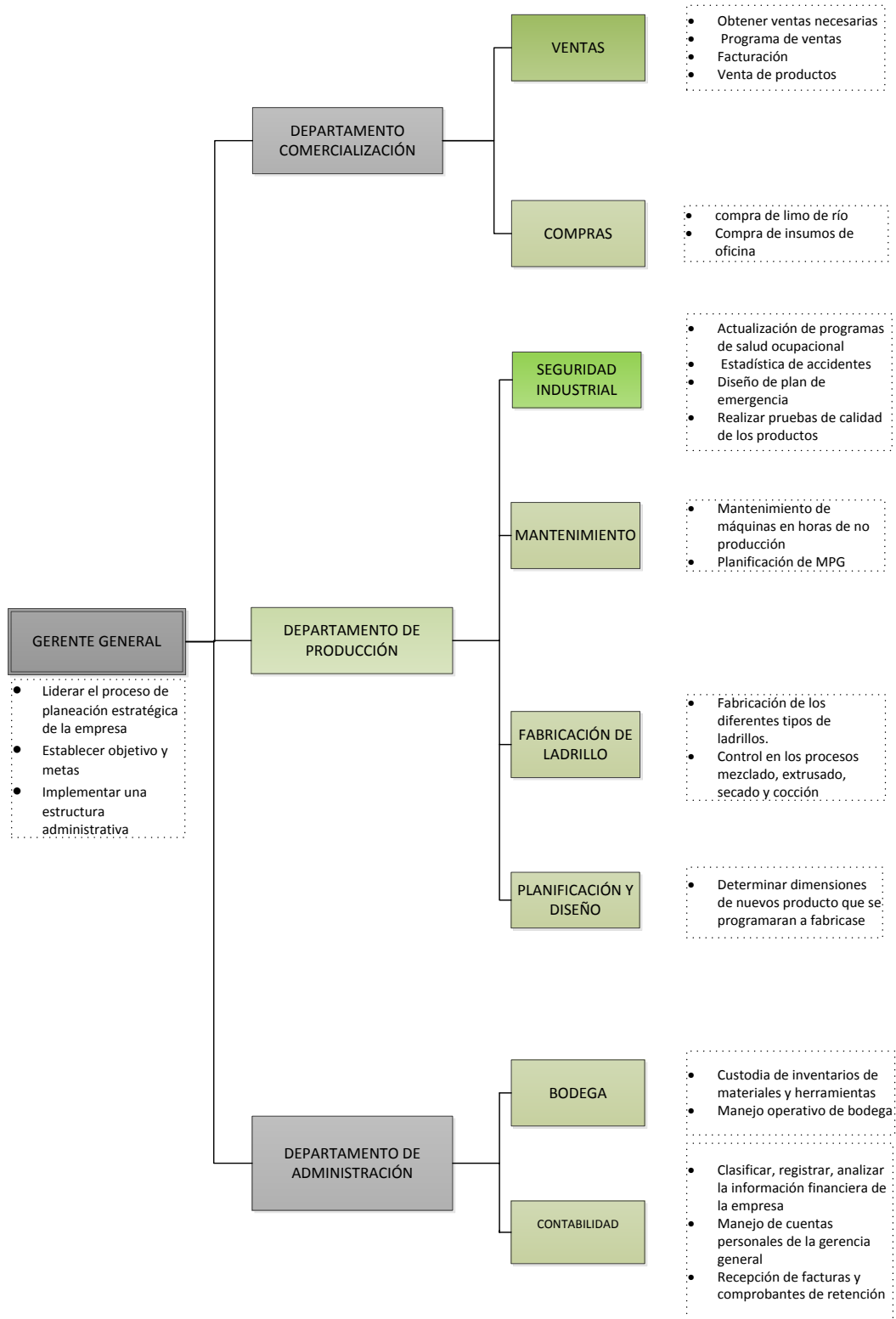
Fuente: Autores.

Para las empresas privadas, por lo general, lo importante es la rentabilidad y, por lo tanto la eficiencia es uno de los principales criterios en que debe basarse cualquier evaluación de sus organizaciones tanto formal como informal. No deben cumplir metas de producción con independencia de los recursos que consuman (la meta será, en todo caso, producir lo máximo posible con los mínimos recursos).

Para lo cual se ha propuesto el organigrama administrativo anterior, dando como resultado una mejor organización en la empresa CELTEL.

4.1.2 Organigrama funcional Propuesto.

Figura 33. Organigrama funcional propuesto



Fuente: Autores.

4.2 Proceso de producción propuesto.

El proceso de trabajo para la fabricación de los modelos de ladrillos, se considera bueno en relación a las máquinas debido a que en el extrusado una máquina esta después de otra dependiendo del proceso. Mientras que las áreas de secado y almacenamiento se encuentran desordenadas, además de que se necesita de grandes áreas para el secado para mantener una producción continúa. Nos enfocaremos en construir secaderos de manera que se pueda aprovechar el calor emanado de los hornos.

Reduciremos actividades repetitivas como: cargar y descargar ladrillos tanto en las áreas de secado y de producto terminado, las cuales ya no existirán con la propuesta con la implementación de nuevas herramientas.

Análisis del proceso de la fase # 1 “Preparar mezcla”. Se realizará la adquisición de una “retroexcavadora cargadora” (Ver Anexo F), para realizar la operación de remoción de arcilla roja y mantener el área de mezcla con la materia prima necesaria. Con esta incorporación la única actividad que realizara el botcat será la de mezclar las dos arcillas puesto que antes realizaba otras actividades las cuales no le competen a este tipo de máquina.

Análisis de la fase # 2 “llevar ladrillos de la cortadora al área de secado”. Con la propuesta, el proceso que se analiza en esta parte es el tiempo de extrusado para cada tipo de ladrillo (proceso automático) y la acción de llevar los ladrillos por medio de estanterías móviles a uno de los dos secaderos propuestos, que se lo realizará de manera manual.

Modificación en el extrusado (proceso automático). Por ser un proceso automático el flujo de materia prima procesada actualmente es de $0.001637\text{m}^3/\text{s} = 1637.09\text{cm}^3/\text{s}$ (Tabla 31); determinación de tiempos de producción actuales), lo cual limita enormemente la producción diaria, en nuestra propuesta estaría en aumentar el flujo de materia prima procesada, gracias a que la capacidad de la extrusora es de $4000\text{cm}^3/\text{s}$. Duplicando así el flujo de materia prima, de manera que se tendría $3274.18\text{cm}^3/\text{s}$ ó $0.003274\text{m}^3/\text{s}$, llegando a utilizar el 80% de la capacidad instalada en el proceso automático de extrusado.

El movimiento de la máquina extrusora se lo obtiene gracias a un motor eléctrico HUABIN MOTOR con características técnicas (ver tabla 52).

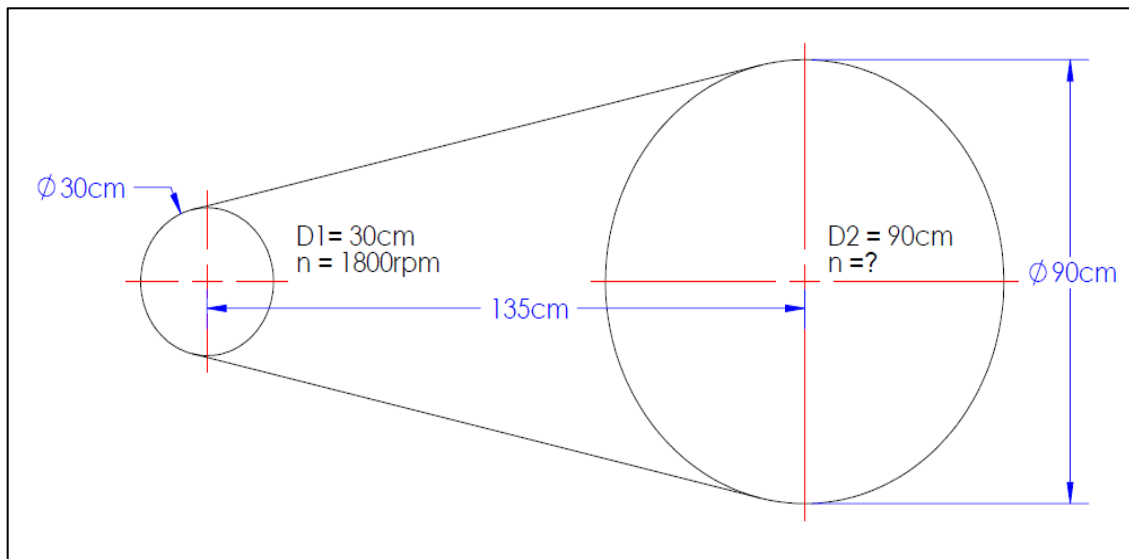
Tabla 52. Características técnicas del motor eléctrico.

Brand Name: HUABIN MOTOR	Output Power: 75kw -100hp
Frequency: 60Hz	Type: Asynchronous Motor
RPM: 1800	AC Voltage: 480v
Model Number: Y series	Ambient temperature: $-15^{\circ}\text{C} < q < 40^{\circ}\text{C}$
Phase: Three-phase	

Fuente: Datos obtenidos de la empresa CELTEL.

La relación de transmisión del motor a la extrusora es de $1/3$. La transmisión de movimiento es mediante tres bandas o correas “V” en la figura 34, se ve la relación de transmisión actual

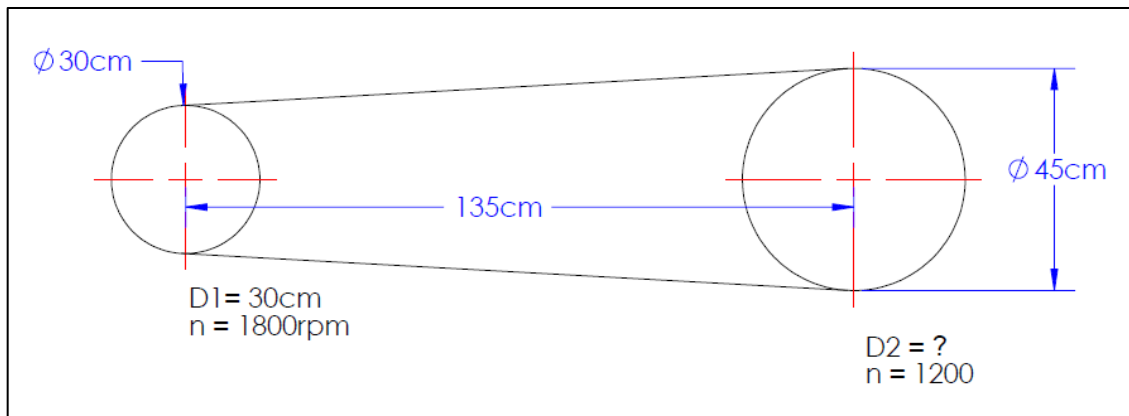
Figura 34. Relación de transmisión actual del motor a la extrusora.



Fuente: Autores.

Con la relación de transmisión actual se realizó el cálculo para la propuesta (Ver anexo G), y se obtuvo que es necesario una relación de transmisión de “ $2/3$ ”, para obtener el flujo deseado de $3274.18\text{cm}^3/\text{s}$, tal como se ve en la figura 35.

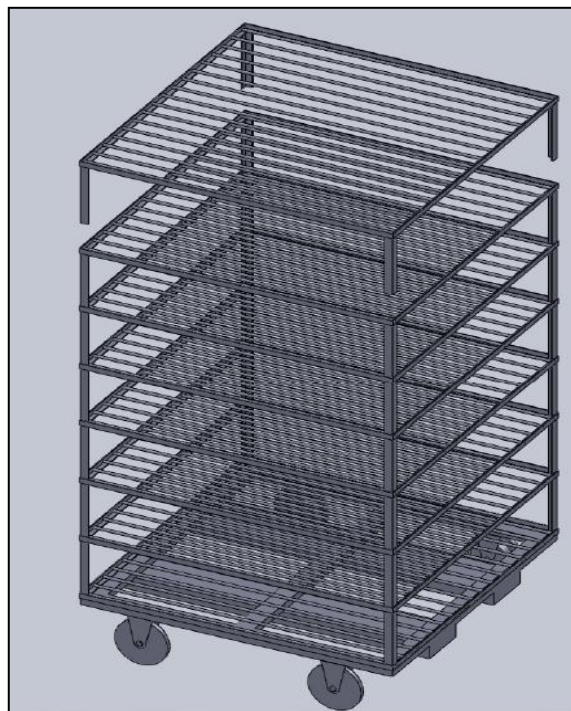
Figura 35. Relación de transmisión propuesta del motor a la extrusora.



Fuente: Autores.

Modificación en el proceso de llevar ladrillo al área de secado. En esta parte del proceso también interviene la mano del hombre, entonces se dispondrá de estanterías armables especialmente construidas para trasladar ladrillos crudos, sin que este un ladrillo sobre otro y no se deformen debido a su plasticidad en la figura 36, se puede observar la estantería del secadero armable. Detalles de estantería móvil armable. (Ver Anexo H).

Figura 36. Estantería móvil armable (E. M.)



Fuente: Autores.

La capacidad de la estantería móvil armable depende del tipo de ladrillo que se esté produciendo, en la tabla 51 se podrá observar la capacidad de la estantería, el peso de la estructura de la estantería es de 279.79 kg.

Tabla 53. Capacidad y peso de la estantería móvil armable por producto

Capacidad de la estantería y peso				
Producto	Capacidad Estantería (ladrillos)	Peso de ladrillos (1) (Kg)	Estantería móvil(kg) (2)	Peso total 1+2 (kg)
Visto de dos nueces(1)	192	307.2	279.79	586.99
Mambron macizo (1)	192	729.6	279.79	759.39
Farol de 3 huecos tolete (1)	144	345.6	279.79	625.39
Farol de 6 huecos Alineados	128	588.8	279.79	868.59
Farol de ocho huecos	128	857.6	279.79	1137.39
Visto de dos nueces (2)	128	281.6	279.79	561.39
Farol de 3 huecos tolete (2)	96	316.8	279.79	596.59
Mambron macizo (2)	128	665.6	279.79	945.39

Fuente: Autores

El proceso de cargar el ladrillo crudo en la estantería será normal al ya empleado en el método actual, salvo el caso de que la velocidad de flujo de materia prima aumentará, por lo que se ubicarán a cuatro obreros para que realicen la operación de cargar ladrillos en la estantería móvil, mientras que un quinto obrero estará llevando las estanterías móviles al secadero y trayendo otra estantería para volver a cargar.

En vista de que esta estantería es la que estará en el interior del secadero, se ha dispuesto de ruedas guía para que pueda deslizarse en el interior del secadero en rieles, pero con la dificultad de que no se puede mover en áreas donde no hay estas rieles, por lo que se ha optado por adquirir una “transpaleta manual” con capacidad de carga de hasta 3000kg, el cual elevará la estantería armable del secadero para poder trasladarla, además llevara los pallets con ladrillo cosido del horno (ver figura 37). Detalles de transpaleta manual. (Ver en Anexo I).

Figura 37. Transpaleta manual.

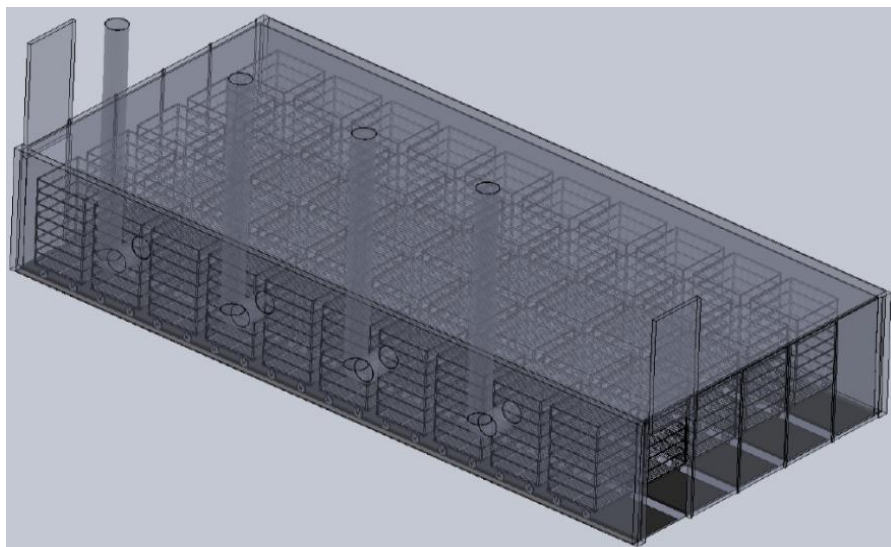


Fuente: Autores

4.2.1 Análisis del secado de ladrillo. El secado de ladrillo, busca disminuir el porcentaje de agua al mínimo en los ladrillos (de 3 a 4%), para después dar paso a la fase de quema de los ladrillos. Los gases de la chimenea del horno en operación se utilizaran para mantener el secadero una temperatura de 70°C.

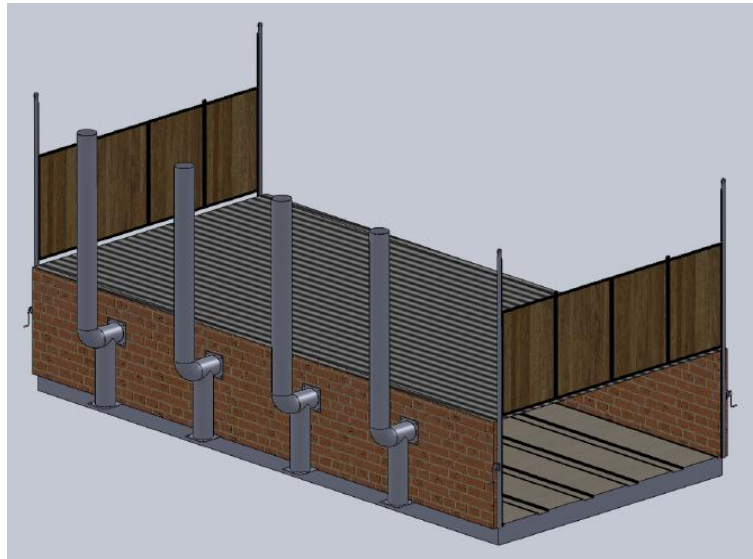
El secadero tendrá una capacidad de 50 estanterías móviles con un sobre dimensionamiento, para asegurar la próxima quema, las dimensiones del secadero son de 6m de ancho por 13m de largo y 2.25m de alto. Detalles del secadero. (Ver Anexo J).

Figura 38. Interior del secadero



Fuente: Autores

Figura 39. Exterior de secadero.



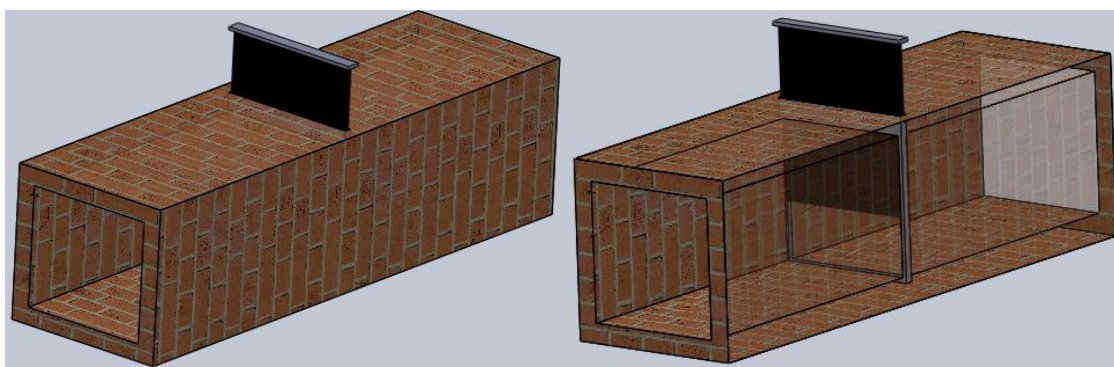
Fuente: Autores

Los ladrillos serán dispuestos en estanterías móviles armables, que serán trasladados de la cortadora de ladrillo crudo al secadero directamente y del secadero al horno, eliminando así, la actividad de cargar y descargar ladrillos en el área de secado, además de las grandes áreas para este proceso.

El tiempo necesario para que el ladrillo crudo esté seco, en condiciones de entrar al horno, es de contener entre el 3% y 4% de la humedad presente en el ladrillo, mediante las pruebas realizadas en la propia empresa (pruebas realizadas en un horno eléctrico manteniendo temperaturas de 50°, 60°, 70° y 80°), se ha determinado que se necesitan de ocho horas y una temperatura constante de 70°C para que el ladrillo esté en condiciones de entrar al horno con una humedad de entre el 3 y 4%, presente en el ladrillo.

4.2.2 Análisis de la quema de ladrillos en el horno. Con la propuesta se pretende la implementación de dos hornos similares al actual con la única diferencia que no serán a leña. El combustible utilizado será diesel que será inyectado por 2 quemadores. Para la extracción del aire caliente del interior del horno, se ubican 2 extractores de aire ya existentes en la empresa, además de estar conectados un horno con otro, por medio de ductos subterráneos con registros para abrir o cerrar estos ductos cuando entren en funcionamiento. Los registros serán como lo muestra la figura 40.

Figura 40. Registros de secaderos y hornos.



Fuente: Autores

Terminado el proceso de secado, los ladrillos son llevados al horno en las estanterías móviles salientes del secadero y descargados manualmente en el interior del horno, tal y como se realiza en la actualidad (una automatización sería demasiado costosa), donde son acomodados en pilas, en la siguiente tabla se muestra el arreglo en el interior del horno, dependiendo del tipo de ladrillo.

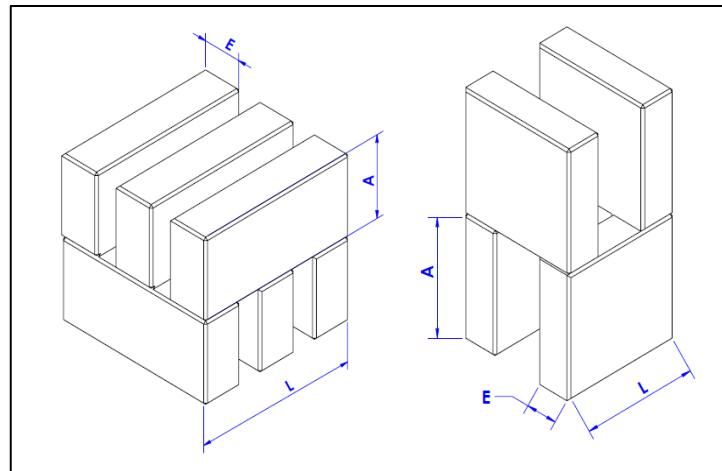
Tabla 54. Capacidad y peso de la estantería móvil armable por producto

Producto	Dimensiones (cm)			Ladrillos ubicado en la base (1)	Pilas en el horno (2)	Lad. Apilados (3)	Ladrillos en el horno (1*2*3)
	E	A	L				
Visto de dos nueces(1)	8	12	27	2	456	12	10944
Mambren macizo (1)	8	12	27	2	456	12	10944
Farol de 3 huecos tolete (1)	8	27	27	2	456	6	5472
Farol de 6 huecos Alineados	9	18	37	3	400	9	10800
Farol de ocho huecos	9	18	37	3	400	9	10800
Visto de dos nueces (2)	8	12	37	3	400	12	14400
Farol de 3 huecos tolete (2)	8	27	37	3	400	6	7200
Mambren macizo (2)	8	12	37	3	400	12	14400

Fuente: Autores

En la siguiente figura se muestra como estarán ordenados los ladrillos en el interior del horno, formando pilas de tres y dos ladrillos como base, cada pila deberá estar separada 10cm una de otra.

Figura 41. Forma de ordenar ladrillo en el interior del horno



Fuente: Autores

En el interior del horno se organizará por cuatro cuadrantes dejando un espacio entre ellos de 110 cm, para que el flujo del aire caliente pueda circular de un lado a otro y se homogenice el calor en el interior del horno. Además este espacio nos permitirá el momento de sacar el ladrillo tener acceso a diferentes partes del horno tal como se muestra en la figura 42.

El horno a utilizar es de tipo tiro invertido, por la forma de la chimenea que va en la parte inferior y ayudado por un extractor de aire para evacuar los gases que se pueden generar en el horno, este horno es el que se utiliza actualmente en la empresa.

Los hornos implementados deberán tener dispositivos de control de temperatura. (Ver Anexo K).

Termopar encamisado tipo K I220352-514, el cual es para temperaturas de hasta 1150°C.

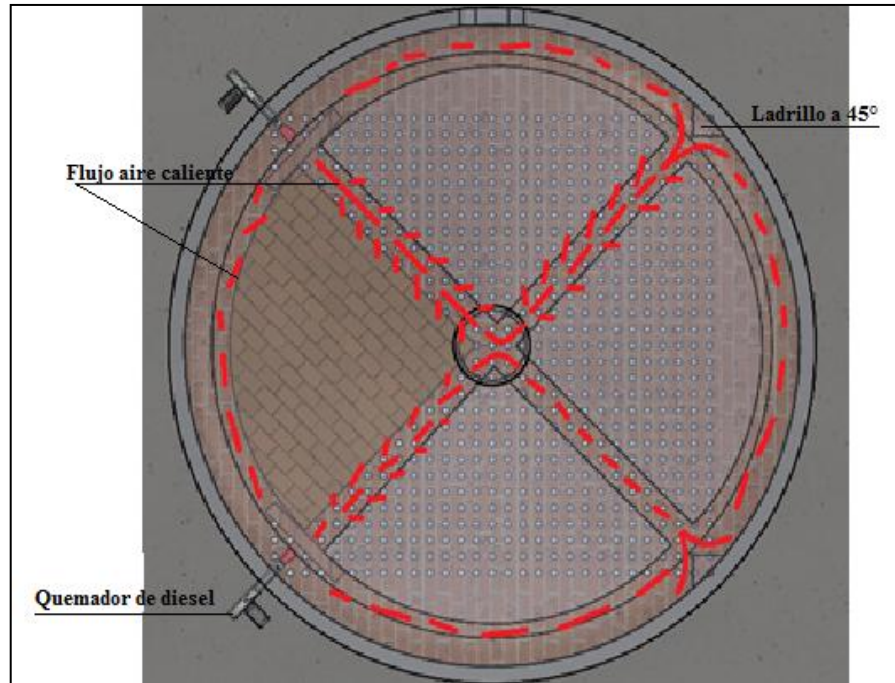
Medidor de temperatura según selección C093B.

Además los 3 hornos estarán intercomunicados entre sí, manteniendo una chimenea en común con el extractor de aire.

En la pared que se encuentra frente al quemador habrá un bloque en forma de triángulo hecho con ladrillo refractario, este bloque servirá para reflejar el calor hacia los

ladrillos. El ángulo de 45° dividirá el flujo de aire caliente en direcciones contrarias al plano del ladrillo, haciendo más eficiente el proceso y homogenizando la temperatura en el interior del horno. (Ver figura 42).

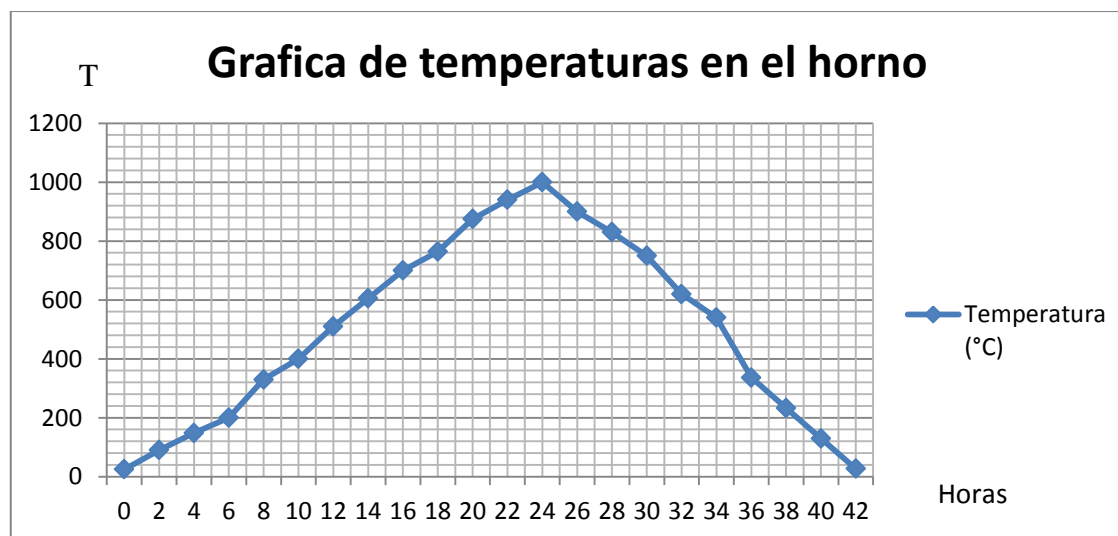
Figura 42. Circulación de flujo de aire caliente.



Fuente: Autores

El proceso se lo realizará teniendo en cuenta la gráfica de temperatura vs tiempo que se muestra a continuación para los 3 hornos.

Figura 43. Grafica de temperaturas en el interior del horno



Fuente: Empresa CELTEL.

En la siguiente figura podemos evidenciar la implementación de quemadores de diesel en el horno actual, con esta implantación se pudo determinar el consumo de combustible el cual responde a 147 galones por quema.

Figura 44. Quemadores implementados en el horno actual.



Fuente: Autores

4.2.3 Análisis del llevar ladrillos del horno al área de producto terminado. Para el vaciado del horno se utilizará pallets de 1m x 1.20m para trasladar el ladrillo cosido, estos pallets serán trasladados con el transpaleta manual (ver figura 36), la capacidad del pallets por tipo de ladrillo y su peso se encuentran en la tabla 55.

Tabla 55. Capacidad y peso de pallets por producto.

Capacidad y peso pallets por producto		
Producto	Capacidad (ladrillos)	P. T. (Kg)
Visto de dos nueces(1)	520	832
Mambron macizo (1)	520	1976
Farol de 3 huecos tolete (1)	228	547.2
Farol de 6 huecos Alineados	270	1242
Farol de ocho huecos	270	1809
Visto de dos nueces (2)	390	858
Farol de 3 huecos tolete (2)	171	564.3
Mambron macizo (2)	390	2028

Fuente: Autores

Los ladrillos serán dispuestos en los pallets uno sobre otro de manera manual una vez lleno el pallets, serán transportados hasta el área de producto terminado y dispuestos en el mismo pallets hasta su despacho final. Con la utilización de los pallets se eliminará la tarea de estar descargando ladrillo en el área de producto terminado, minimizando riesgos ergonómicos.

4.3 Determinación de los tiempos tipo.

Para la determinación de los tiempos tipo propuestos, se ha considerado los tiempos registrados en el video realizado en la situación actual, los cuales son de las ejecuciones de los distintos procesos realizados. Dichos tiempos propuestos van a mantener una relación con los tiempos actuales en función de las distancias recorridas y las unidades manipuladas.

Consideraciones para producción de ladrillos.

Valoración: Fuente tabla 3.

El operario que realiza esta actividad tiene la experiencia necesaria y realiza dicha actividad de una forma normal por ello su valoración es de **100%**. Porque el ritmo de trabajo establecido en el video se considera a marcha normal.

Trabajador activo y capaz; operario calificado promedio, logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.

Los tiempos suplementos estarán dados por:

Por fatiga.- El trabajo realizado es calificado como pesado ya que son muy repetitivas las acciones realizadas por lo que se considera el 5%.

Por necesidades personales.- Es necesario considerar el 5% porque el baño está algo distante del sitio de trabajo.

Por retrasos.- En ocasiones ocurre, que las herramientas no estén disponibles, por lo que se considerara un 2%.

El tiempo de extrusado propuesto (proceso automático), según cada producto es:

Tabla 56. Tiempos de extrusado de ladrillos (proceso automático) actuales y propuestos.

Producto	T. Actual de extrusado de ladrillo (seg)	T. Propuesto de extrusado de ladrillo (seg)
Visto de dos nueces(1)	1.25	0.625
Mambron macizo (1)	2.97	1.483
Farol de 3 huecos tolete (1)	1.88	0.937
Farol de 6 huecos Alineados	3.59	1.795
Farol de ocho huecos	5.23	2.615
Visto de dos nueces (2)	1.72	0.859
Farol de 3 huecos tolete (2)	2.56	1.288
Mambron macizo (2)	4.06	2.030

Fuente: Autores

Capacidad y tiempo de llenado de estantería móvil por tipo de ladrillo:

Este tiempo de llenado de la estantería móvil está en función del proceso de extrusado, por lo que este nuevo tiempo va a estar ligado a la cantidad de ladrillos necesarios para llenar la estantería y el tiempo de extrusado.

Tabla 57. Capacidad y tiempo de llenado de las estanterías según el tipo de ladrillo.

Producto	Piso armable		Estantería completa	
	Capacidad (ladrillos)	Tiempo de llenado (seg)	Capacidad (ladrillos)	Tiempo de llenado (seg)
Visto de dos nueces(1)	24	14.99	192	119.92
Mambron macizo (1)	24	35.60	192	284.76
Farol de 3 huecos tolete (1)	18	16.87	144	134.98
Farol de 6 huecos Alineados	16	28.72	128	229.79
Farol de ocho huecos	16	41.84	128	334.72
Visto de dos nueces (2)	16	13.73	128	109.84
Farol de 3 huecos tolete (2)	12	15.46	96	123.64
Mambron macizo (2)	16	32.47	128	259.78

Fuente: Autores

Como se señaló anteriormente, la estantería móvil está conformada por ocho pisos armables. Cada piso armable será llenado por dos operarios a la vez y alternándose con otros dos.

Obreros necesarios: 4

Debido a que este proceso es automático la actividad de llevar estantería móvil al secadero estará en función del llenado de la estantería.

4.3.1 Tiempo tipo de ladrillo farol de ocho huecos. Trasladar estantería móvil al secadero y de regreso. A continuación tomaremos los datos de la situación actual de la tabla 34 del capítulo III, para determinar el tiempo propuesto, para trasladar la estantería móvil al secadero y de regreso.

Los parámetros a considerar en la siguiente tabla para la determinación del tiempo normal son: el tiempo medio (registrado) multiplicado por el factor de valoración el cual es 1, ya que el ritmo de trabajo establecido en el video se considera a marcha normal. El tiempo tipo se determina sumando el tiempo normal anterior y el tiempo suplemento, este último es el resultado de la multiplicación del tiempo normal y el tiempo suplemento (12%), considerado por fatiga, necesidades personales y retrasos.

Capacidad de la estantería que es de 128 unidades (ver tabla 57)

Tabla 58. Tiempo de la operación de trasladar estantería móvil al secadero y de regreso.

Llevar ladrillos de la salida de la cortadora al secadero						
Actividad o tarea	T. Actual		T. Propuesto			
	X	T (seg)	X	T (seg)	T.N. (seg) (Tm x F. val.)	T.T.(seg) (T.N. + T.s.)
1 cargar estantería móvil con ladrillo (Tiempo de extrusado). X= # de unidades	14	73.8	128	334.72	334.72	334.72
2-Trasladar estantería móvil al secadero. X= distancia (m)	35.8	33.8	20.7	19.54	19.54	21.89
3 trasladarse del secadero a la cortadora de ladrillo crudo. X = distancia (m)	35.8	33.8	20.7	19.54	19.54	21.89
Tiempo tipo total						378.5 seg.
Tiempo tipo por ladrillo						2.96 seg.

Fuente: Autores.

El cálculo de los tiempos tipos de los restantes 7 productos. (Ver en Anexo L).

Llevar estantería móvil con ladrillos del secadero al horno.

Las estanterías móviles salientes del secadero son trasladadas al horno y descargado en el mismo, para determinar estos tiempos hacemos referencia en la situación actual del capítulo 3, tabla 37.

Tabla 59. Tiempos para la operación de llevar estantería con ladrillos del secadero al horno.

Llevar estantería móvil del secadero al horno						
Actividad o tarea	T. Actual		T. Propuesto			
	X	T (seg)	X	T (seg)	T.N.(seg) (Tm x F. val.)	T.T.(seg) (T N + T s)
1-Trasladar la estantería móvil del secadero al horno, X= distancia (m)	65.3	45.2	35	24.23	24.23	27.13
2-Descargar ladrillos al horno. X= # de unidades	14	48.1	128	439.77	439.77	492.54
3- Trasladar la estantería móvil del horno al secadero. X= distancia (m)	65.3	45.2	35	24.23	24.23	27.13
Tiempo tipo total						546.81 seg.
Tiempo tipo por ladrillo						4.27 seg.

Fuente: Autores.

En esta actividad se ocuparán para todos los tipos de ladrillos a tres obreros.

Llevar pallets con ladrillos al área de producto terminado.

Al igual que en el traslado de ladrillo crudo al secadero se plantea que los ladrillos sean dispuestos en pallets y trasladados con el transpaleta manual al área de producto terminado, en tal área serán ubicados en los mismos pallets, eliminando así la actividad de descargar ladrillos en esta área

Para el cálculo del tiempo de llenado de los pallets, haremos referencia en la tabla 40 del capítulo 3 y citaremos el mismo ejemplo de ladrillo farol de ocho huecos y el pallets tiene una capacidad de 270 unidades para este producto (ver tabla 55).

Tabla 60. Tiempos para la operación de llevar pallets con ladrillos del horno al área de producto terminado.

Llevar pallets con ladrillo del horno al área de producto terminado						
Actividad o tarea	T. Actual		T. Propuesto			
	(X)	T (seg)	(X)	T (seg)	T.N.(seg) (Tm x F. val.)	T.T.(seg) (TN + Ts)
1-Cargar ladrillo en los pallets. X= # de unidades	14	56.5	270	1089.64	1089.64	1220.40
2-Llevar pallets en traspaleta manual de horno al área de Prod. Terminado, X = distancia (m)	43.7	47.1	83	89.46	89.46	100.19
3- Regresar del área de prod. Terminado al horno. X = distancia (m)	43.7	41.4	83	78.63	78.63	88.07
Tiempo tipo total						1408.66
Tiempo tipo por ladrillo						5.22 seg.

Fuente: Autores.

Esta actividad es realizada por todos los obreros encargados de cargar y descargar, los cuales son 8 obreros.

Tabla 61. Resumen de las tres operaciones manuales para el ladrillo farol de ocho huecos

Resumen de las tres operaciones manuales para el ladrillo farol de ocho huecos					
Fases	Operaciones manuales	T. propuesto			
		Unidades manipuladas	Distancia (m)	T. tipo (seg.)	Tiempo tipo por unidad (seg.)
2	Llevar ladrillos de la salida de la cortadora al secadero.	128	20.7	378.50	2.96
4	Llevar estantería móvil del secadero al horno.	128	35	546.81	4.27
7	Llevar pallets con ladrillo del horno al área de producto terminado.	270	83	1408.66	5.22
Tiempo tipo de las actividades manuales de un obrero.					12.45 seg.

Fuente: Autores.

Preparar mezcla para ladrillos.

Este tiempo es el necesario para preparar una mezcla con 30% de limo de río y 70% con arcilla roja, para lo cual se ha considerado tomar los datos de la tabla 29, el literal 2,3 y 4, como lo indica el capítulo 3 es solo para la preparación de 31.2m³. La extracción de arcilla roja será realizada por una retro excavadora.

Para la determinación del tiempo normal, se debe considerar el factor de valoración como 1; ya que, el ritmo de trabajo establecido en el video se considera a marcha normal. En cambio para determinar el tiempo tipo, se multiplica el tiempo normal por el porcentaje de suplementos, los cuales están dados por: fatiga, retraso y necesidades personales que es el 12%. A este resultado se le suma el tiempo normal.

Tabla 62. Tiempo de preparar 31,2m³ de mezcla.

Actividad o Tarea	T. propuesto		
	T(min)	T.N.(min) (Tm x F. val.)	T.T.(min) (TN + Ts)
2).- Transportar y almacenar limo de río	1.4	1.4	1.57
3).- Mezclar las dos arcillas juntas	20	20	22.4
4).- Transportar mezcla al cajón alimentador	5.9	5.9	6.61
Total tiempo tipo			30.58 min.

Fuente: Autores.

4.4 Diagramas de proceso propuestos para quemas individuales.

Los diagramas de proceso propuesto para una nueva producción en serie es, programar quemas para un solo tipo de ladrillo de acuerdo a la capacidad del horno (ver tabla 54). También debemos programar quemas mensuales de acuerdo a los porcentajes de ventas (ver tabla 27), para cubrir con las demandas en los diferentes tipos de ladrillos.

Para saber el número de quemas al mes citaremos los datos de las tablas antes mencionadas para realizar un cálculo de cuantas quemas al mes serían necesarias por producto.


Tabla 63. Producción propuesta al mes

Producción propuesta al mes						
Productos	N° de quemas (1)	Capacidad del horno (ladrillos) (2)	Total (ladrillos) (3=1*2)	% de ventas (4)	N° de ladrillos al mes (5=3*4)	N° de quemas al mes (6=5/2)
Visto de dos nueces(1)	20	10944	218880	3.20%	7004	0.6
Mambron macizo (1)	20	10944	218880	5.60%	12257	1.1
Farol de 3 huecos tolete (1)	20	5472	109440	2.60%	2845	0.5
Farol de 6 huecos Alineados	20	10800	216000	29.80%	64368	6.0
Farol de ocho huecos	20	10800	216000	38.80%	83808	7.8
Visto de dos nueces (2)	20	14400	288000	6.60%	19008	1.3
Farol de 3 huecos tolete (2)	20	7200	144000	3.70%	5328	0.7
Mambron macizo (2)	20	14400	288000	9.70%	27936	1.9

Fuente: Autores

Para los diagramas de proceso individuales tomaremos los valores de ladrillos de la capacidad del horno, para el número de ladrillos que llegan a una quema como es el caso de los ladrillos, visto de dos nueces (1), farol de tres huecos tolete (1) y (2); deberán completar entre ellos una quema; para mejor entendimiento citaremos el diagrama de procesos para realizar una quema del ladrillo farol de 8 huecos. Los restantes 8 diagramas de procesos propuestos para quemas individuales. (Ver en Anexo M).

Figura 45. Diagrama proceso propuesto para quemas individuales

		Diagrama del proceso tipo material		Hoja:	5/9
Sujeto del diagrama: Fecha: 20-11-2010		Fabricación de 10800 ladrillos			
Orden de producción					
Modelo: Forol de ocho huecos		Actividad	Actual	Propuesto	Ahorro
		Operación 	4	5	-1
Operario/s: 1 Operador de botcat 1 Operador de extrusora 8 Cargadores de ladrillos 6 Operadores de horno		Transporte 	6	5	1
		Demora 			0
		Inspección 	1	1	0
		Almacenaje 	4	4	0
Analistas: Victor Guaño Walter Sanchez		Tiempo (h)	194.48	65.59	128.89
		Distancia(m)	388.00	166.40	221.60
Fases	Símbolo	Descripción de la actividad	Tiempo (h)	Distancia (m)	
0		Almacenamiento de agua para el proceso			
		Almacenamiento de arcilla roja			
		Almacenamiento de limo de rio			
1		Llevar del almacenamiento de limo de rio al area de mezcla	1.51		15.00
		Mezclar las dos arcillas			
		Llevar mezcla del área de mezcla al cajon alimentador			12.70
2		Extrusado de ladrillo crudo	7.85		
		Inspeccionar fallas en los ladrillos			
		Llevar ladrillos de la salida de la cortadora de ladrillos al secadero.			20.70
3		Secar ladrillos en el secadero	8.00		
4		Llevar ladrillos secos del secadero al horno	4.27		35.00
5		Coccion de ladrillos	24.00		
6		Enfriamiento del horno	18.00		
7		Llevar del ladrillos del horno al área de producto terminado	1.96		83.00
		Amacenamiento de producto terminado			
Fase # 1. El tiempo necesario para la preparación de mezcla de 10800 unidades, se debe preparar 92.470m3 de mezcla.					
Fase # 1, 2, 4, 7. El tiempo definido en la hoja de procesos es solo para la producción de los 10800 ladrillos de este tipo, estos tiempos son de las actividades manuales.					

Fuente: Autores

4.5 Condiciones de trabajo. [21]

Las condiciones de trabajo ejercen una influencia en las labores que desempeña un obrero o un trabajador en general, las cuales enumeramos a continuación:

Ventilación.- Al no tener paredes que dividan la planta y el techo está a 6m de altura, por lo que no es necesario implementar una ventilación artificial.

Calefacción.- Debido a que nos encontramos en un clima cálido húmedo y el producto no requiere de estas características sino para determinados procesos, no es necesario implementar estos acondicionamientos para el trabajador.

Iluminación.- El exceso o falta de iluminación si repercute en la calidad de trabajo del operario. En este caso este factor no es un problema debido a que las horas de trabajo son durante el día y se aprovecha al máximo la luz natural, pero debido a que el trabajo se extiende hasta en las noches en las áreas de los hornos y secaderos motivo por el cual la iluminación debe ser de 100 luxes en estas áreas, clasificado, para cuando sea necesaria una ligera distinción de detalles como: fabricación de productos de hierro y acero, taller de textiles y de industria manufacturera; salas de máquinas y calderos, ascensores (Ver Anexo N). [22]

Ruidos y vibraciones.- El ruido de las máquinas que producen ladrillo no generan un alto índice de ruido ni vibraciones, pero por el hecho de estar considerada dentro de la categoría (fabricas), y se mantienen ruidos de 50-80 DB, la utilización de tapones auditivos es de vital importancia, considerando obligatorio en el proceso de cocción de ladrillo ya que los extractores de aire generan ruido al estar trabajando las 24 horas del día (Ver Anexo Ñ). [23]

Música.- En este factor se considera optar por acondicionar con música suave y con un volumen moderado durante la jornada de trabajo, para que de esta manera los operarios puedan comunicarse y no exceder de los 80 decibeles.

Dimensión, forma y características de los puestos de trabajo.- Con el desarrollo del presente tema de tesis se visualiza los métodos a realizar las diferentes actividades, dentro de las cuales se consideran aspectos como el espacio necesario y proximidad de

materiales los cuales están detallados en los planos de la situación actual y de la propuesta.

4.6 Distribución ergonómica de los puestos de trabajo.

Como parte del estudio se analizó los puestos de trabajo que realizan actividades repetitivas a lo largo de la producción.

Tomando en cuenta los principios de economía de movimientos que se basan en las dimensiones del cuerpo humano, dimensiones del puesto de trabajo, se ha procedido a realizar la distribución ergonómica de los puestos de trabajo

Espacio de trabajo. [24]

El espacio de trabajo tiene en cuenta el equipo mobiliario y otros instrumentos auxiliares de trabajo así como su disposición y dimensiones.

Criterios para la distribución:

Si los objetos que deban manejarse están situados de tal modo que el trabajador pueda mantener una buena postura de trabajo

Si se mantienen la postura de forma correcta para satisfacer las demandas funcionales de la tarea (superficies de soporte: sillas, respaldos, apoyabrazos, encimeras de la mesa, etc.)

Si hay espacio suficiente para que el trabajador pueda realizar los movimientos que exija el trabajo y el cambio de posturas.

Si el trabajador puede ajustar las dimensiones del puesto de trabajo y adaptar el equipo que utiliza.

Comparar la disposición del espacio de trabajo con las recomendaciones dadas. Dado que es prácticamente imposible hacer frente a todas las recomendaciones de forma simultánea, debe evaluarse el puesto de trabajo de forma global y deben hacerse arreglos según los diferentes requerimientos.

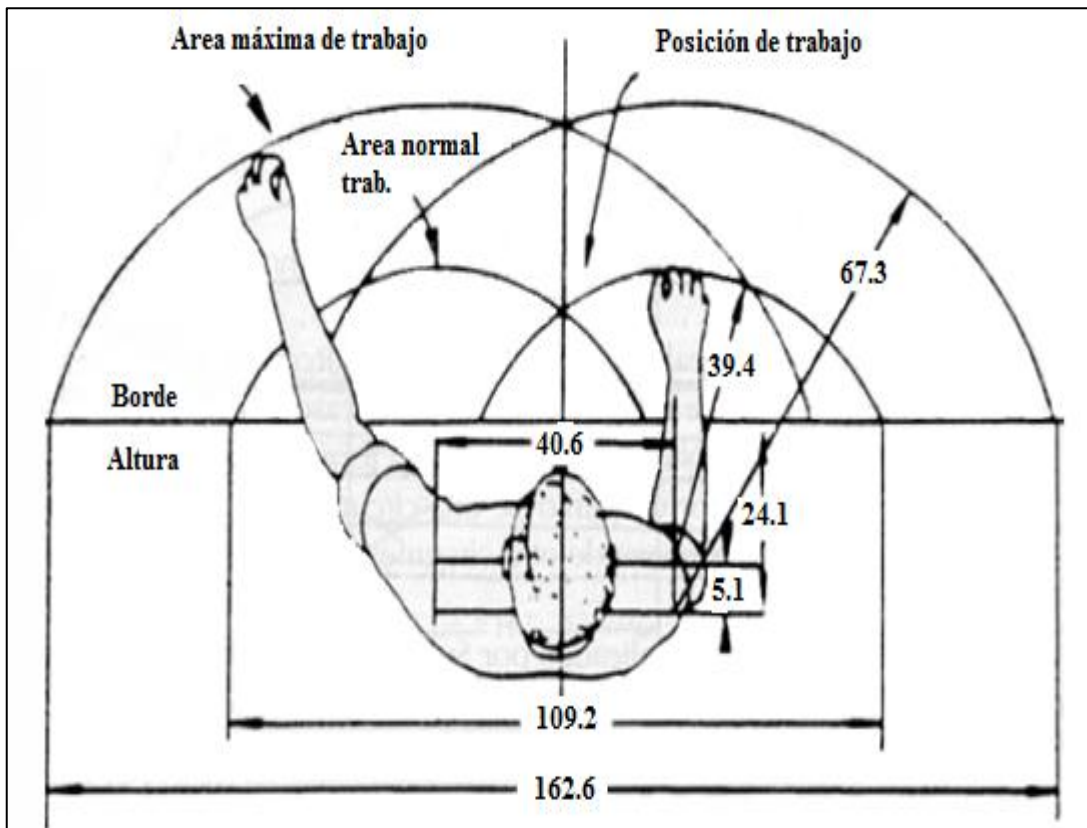
Área de trabajo horizontal. Todos los materiales, herramientas y equipos deben ser colocados en la superficie de trabajo como sigue:

Área 1: Hasta 40cm. Área de trabajo habitual

Área 2: De 40-60cm. Actividades cortas, tal como recogida de materia.

Área 3: De 60-90cm. Actividades que se realizan con poca frecuencia, cuando el área está prácticamente llena.

Figura 46. Alcance horizontal de trabajo.



En la figura 46, se pueden observar las áreas de trabajo normal y máximas en el plano horizontal para operadores hombres.

Altura de trabajo

Regla del codo

Nivel del codo: altura del codo con brazo en posición relajada.

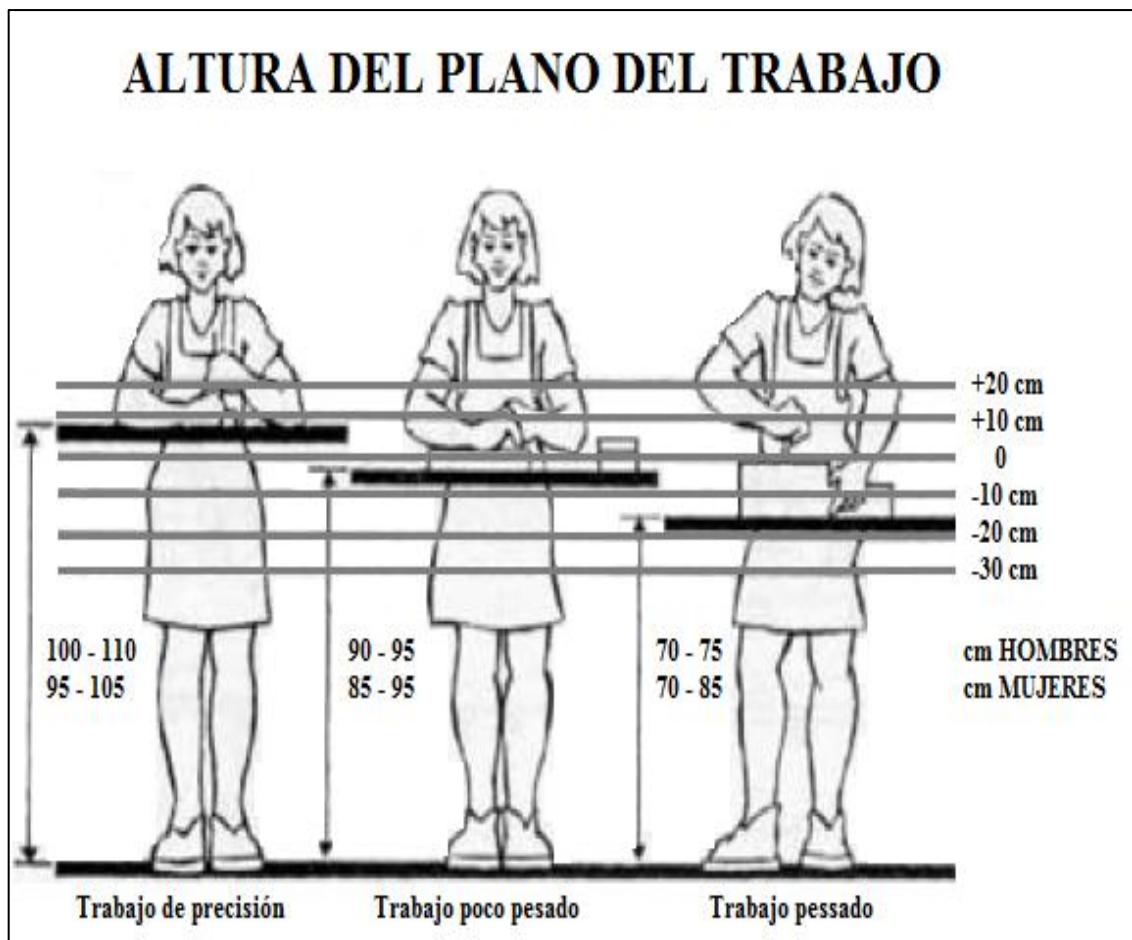
Trabajo que exige una alta precisión visual: 10-12cm sobre el nivel del codo.

Trabajo que exige poder mover libremente las manos: ligeramente por debajo del nivel del codo.

Manejo de materiales pesados: 10-30cm por debajo del nivel del codo.

Si el trabajo incluye diferentes demandas (por ejemplo, mantenimiento o tareas combinadas diferentes) la altura de trabajo se determina por la tarea más exigente.

Figura 47. Altura del plano de trabajo



En la figura anterior podemos observar la altura del plano de trabajo dependiendo de la estatura y de que tipo de trabajo se esté realizando.

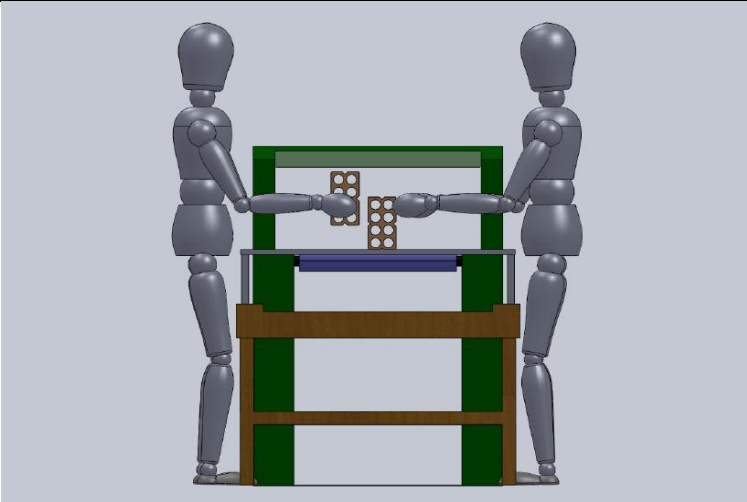
Como podemos apreciar cuando se realiza trabajos con precisión la altura del plano de trabajo va a estar a + 10 cm del punto 0, en cambio para trabajos pesados la altura del

plano de trabajo va estar a -10 del punto 0 y cuando se realizan trabajos con poco peso la altura del plano de trabajo estará al mismo nivel 0 o del codo.

Según estos criterios se realizó la distribución de los puestos de trabajo para la producción de ladrillo crudo en cada una de las áreas, además de adaptación al proceso de nuevas herramientas para reducir el alto nivel de riesgo ergonómico analizado en el Cap. 3. Para mejor entendimiento se ha citado una lámina de la distribución en el área de producción. Distribución ergonómica de los puestos de trabajo. (Ver anexo O).

4.6.1 *Análisis ergonómico de los puestos de trabajo*

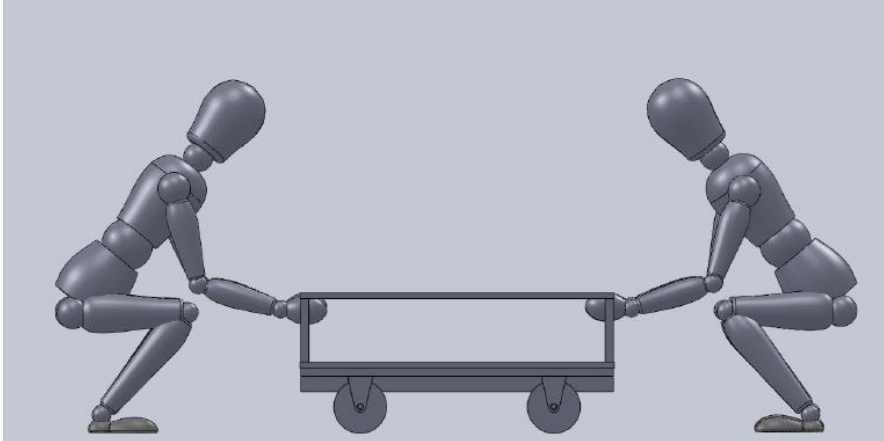
Tabla 64. Análisis ergonómico de la actividad de tomar ladrillos de la banda transportadora.

MÉTODO RULA			
Análisis ergonómico de los puestos de trabajo			
Área: Producción de ladrillo crudo		Actividad: Tomar ladrillo de la banda transportadora.	
			
Nivel de riesgo por extremidades superiores e inferiores			
Análisis de la posición de brazo, antebrazo y muñeca			
Posición del brazo según el ángulo del hombro	1	1	3
Posición del antebrazo, según el ángulo del codo	1		
Posición de la muñeca	1		
Giros de la muñeca	1		
Por musculatura (Act. Repetitiva)		1	
Por fuerza o carga		1	
Análisis de la posición del cuello, tronco y piernas			
Posición del cuello	1	1	3
Posición del tronco	1		
Extremidades inferiores	1		
Por musculatura (Act. Repetitiva)		1	
Por fuerza o carga		1	

Fuente: Autores

Nivel de acción 2: puntuación de 3, indica la necesidad de una evaluación más detallada y la posibilidad de realizar cambios.

Tabla 65. Análisis ergonómico de colocar base armable en base móvil

MÉTODO RULA			
Análisis ergonómico de los puestos de trabajo			
Área: Producción de ladrillo crudo		Actividad: Poner base armable en base móvil (Fig. # 57).	
			
Nivel de riesgo por extremidades superiores e inferiores			
Análisis de la posición de brazo, antebrazo y muñeca			
Posición del brazo según el ángulo del hombro	2	3	5
Posición del antebrazo, según el ángulo del codo	2		
Posición de la muñeca	1		
Giros de la muñeca	1		
Por musculatura (Act. Repetitiva)		1	
Por fuerza o carga		1	
Análisis de la posición del cuello, tronco y piernas			
Posición del cuello	1	2	4
Posición del tronco	2		
Extremidades inferiores	1		
Por musculatura (Act. Repetitiva)		1	
Por fuerza o carga		1	

Fuente: Autores

Nivel de acción 3: Puntuación 5, indica la necesidad de efectuar un estudio en profundidad corregir la postura lo antes posible.

Para las áreas de descargar y cargar ladrillo en el interior del horno se mantendrán como en la situación actual, debido a que una automatización del proceso de quema de ladrillo sería demasiado costoso y aumentaría considerablemente el costo del producto por lo que tendrán un nivel de acción de 4: puntuación 7 que es el riesgo más alto según el método rula (ver tabla 33 y 34 del capítulo 3).

Debido a que una automatización en todo el proceso de manipulación de cargas manual resultaría muy costosa, es necesario optar por capacitar al personal para el levantamiento manual de cargas, de tal manera que el riesgo con esta opción sea inferior al ya expuesto en este análisis de la propuesta.

4.6.1.1 Método para Levantar Cargas Manualmente. [25]

Método para Levantar una Carga. Como norma general, es preferible manipular las cargas cerca del cuerpo, a una altura comprendida entre la altura de los codos y los nudillos, ya que de esta forma disminuye la tensión en la zona lumbar.

Si las cargas que se van a manipular se encuentran en el suelo o cerca del mismo, se utilizarán las técnicas de manejo de cargas que permitan utilizar los músculos de las piernas más que los de la espalda.

Para levantar una carga se pueden seguir los siguientes pasos 1:

1. Planificar el levantamiento. Utilizar las ayudas mecánicas precisas. Siempre que sea posible se deberán utilizar ayudas mecánicas.

Seguir las indicaciones que aparezcan en el embalaje acerca de los posibles riesgos de la carga, como pueden ser un centro de gravedad inestable, materiales corrosivos, etc.

Si no aparecen indicaciones en el embalaje, observar bien la carga, prestando especial atención a su forma y tamaño, posible peso, zonas de agarre, posibles puntos peligrosos, etc.

Probar a alzar primero un lado, ya que no siempre el tamaño de la carga ofrece una idea exacta de su peso real.

Solicitar ayuda de otras personas si el peso de la carga es excesivo o se deben adoptar posturas incómodas durante el levantamiento y no se puede resolver por medio de la utilización de ayudas mecánicas.

Tener prevista la ruta de transporte y el punto de destino final del levantamiento, retirando los materiales que entorpezcan el paso.

Usar la vestimenta, el calzado y los equipos adecuados.

2. Colocar los pies. Separar los pies para proporcionar una postura estable y equilibrada para el levantamiento, colocando un pie más adelantado que el otro en la dirección del movimiento.

3. Adoptar la postura de levantamiento. Doblar las piernas manteniendo en todo momento la espalda derecha, y mantener el mentón metido. No flexionar demasiado las rodillas.

No girar el tronco ni adoptar posturas forzadas.

4. Agarre firme. Sujetar firmemente la carga empleando ambas manos y pegarla al cuerpo. El mejor tipo de agarre sería un agarre en gancho, pero también puede depender de las preferencias individuales, lo importante es que sea seguro. Cuando sea necesario cambiar el agarre, hacerlo suavemente o apoyando la carga, ya que incrementa los riesgos.

Nota: no todas las cargas se pueden manipular siguiendo estas instrucciones. Hay situaciones (como, por ejemplo, manipulación de barriles, manipulación de enfermos, etc. que tienen sus técnicas específicas).

5. Levantamiento suave. Levantarse suavemente, por extensión de las piernas, manteniendo la espalda derecha. No dar tirones a la carga ni moverla de forma rápida o brusca.

6. Evitar giros. Procurar no efectuar nunca giros, es preferible mover los pies para colocarse en la posición adecuada.

7. Carga pegada al cuerpo. Mantener la carga pegada al cuerpo durante todo el levantamiento.

8. Depositar la carga. Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, por ejemplo la altura de los hombros o más, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre.

Depositar la carga y después ajustarla si es necesario.

Realizar levantamientos espaciados.

Manipulación en equipo. Así mismo, cuando se maneja una carga entre dos o más personas, las capacidades individuales disminuyen, debido a la dificultad de sincronizar los movimientos o por dificultarse la visión unos a otros.

En general, en un equipo de dos personas, la capacidad de levantamiento es dos tercios de la suma de las capacidades individuales. Cuando el equipo es de tres personas, la capacidad de levantamiento del equipo se reduciría a la mitad de la suma de las capacidades individuales teóricas.

El desplazamiento vertical de la carga. El desplazamiento vertical de una carga es la distancia que recorre la misma desde que se inicia el levantamiento hasta que finaliza la manipulación.

Se producirán grandes desplazamientos de las cargas, por ejemplo, en situaciones de almacenamiento, donde el diseño de las estanterías puede obligar a su manejo a muy diferentes alturas, dando lugar a grandes desplazamientos verticales de las mismas. Además, puede ser necesaria una modificación del agarre, que haga aún más difícil la manipulación.

4.7 Tipo de fabricación.

De entre las distintas configuraciones que se utilizan para el diseño de plantas, vemos que el tipo de fabricación que más se ajusta a nuestro proceso es la fabricación de tipo continuo, por el hecho de que el material va pasando por las diferentes máquinas transformando la arcilla hasta obtener el ladrillo tal y como lo conocemos.

La distribución de planta para este tipo de fabricación es en línea o por producto, las máquinas y puestos de trabajo estarán dispuestos según el diagrama de operaciones del producto.

Las máquinas se sitúan unas juntas a otras a lo largo de una línea en la secuencia en la que han de ser utilizadas; el producto sobre el que se trabaja debe recorrer la línea de

producción de una máquina a otra a medida que sufre las operaciones necesarias para obtener el ladrillo.

4.7.1 Análisis del tipo de distribución. CELTEL, con la propuesta poseerá una distribución en línea (representando una forma sinuosa) pero con áreas definidas. Sus costos fijos son elevados (maquinaria costosa) y los gastos variables son pequeños (mano de obra no calificada y menor tiempo de fabricación).

4.7.2 Tabla de áreas por puesto de trabajo y general

Tabla 66. Áreas de puestos de trabajo propuestas.

Número asignado	Departamento		Altura (m)	Largo (m)	Ancho (m)	Área requerida (m ²)
1	Oficinas y laboratorio		3	10	5	50
2	Mina de arcilla roja		-----	-----	-----	-----
3	Bodega de limo de río		6	12	10	120
4	Área de mezcla		6	10	8.7	87
5	Zona de producción	Cajón alimentador	3	20.7	13	269.1
		Molienda				
		Extrusora				
		Cortadora de ladrillo				
		Transportadores				
6	Secaderos 1		2.25	22.6	13	293.8
7	Secaderos 2					
8	Horno 1		2.5	10	10	100
9	Horno 2		2.5	10	10	100
10	Horno 3		2.5	10	10	100
11	Área de producto terminado		----	-----	-----	621.6
TOTAL						1741.5

Fuente: Autores.

El área total con la que contamos en la empresa es de 66m x 45m y 6m de alto el cual nos da un área de 2970m², mientras que el área de utilidad es de 1741.5m² entonces nos quedaría un área de 1228.5m², que se dividirán para el área de los pasillos de

circulación del proceso, como se muestra en el diagrama de distribución actual de la planta.

4.7.3 Relación de los puestos de trabajo. La fabricación de los diferentes tipos de ladrillos, tienen un porcentaje en la empresa los cuales están definidos en la siguiente tabla.

Tabla 67. Porcentaje que representan en la empresa cada producto.

Productos (ladrillos)	M.P. utilizada al mes (m3)	% de M.P. al mes
Visto de dos nueces (1)	1.768925	1.01%
Mambron macizo (1)	7.347128	4.20%
Farol de 3 huecos tolete(1)	2.157507	1.23%
Farol de 6 huecos alineado	47.335534	27.05%
Farol de 8 huecos	89.781132	51.31%
Visto de dos nueces (2)	5.014824	2.87%
Farol de 3 huecos tolete(2)	4.217	2.41%
Mambron macizo (2)	17.364125	9.92%
Totales	174.986175	100.00%

Fuente: Autores

Estos porcentajes de participación son dependiendo de la materia prima utilizada para la producción mensual en los diferentes tipos de ladrillos, que nos van a servir para determinar las relaciones entre puesto de trabajo.

Tabla 68. Puesto de trabajo.

N°	PUESTOS DE TRABAJO
1	Oficinas y laboratorio
2	Mina de arcilla roja
3	Bodega de limo de río
4	Área de mezcla
5	Zona de producción
6	Secadero 1
7	Secadero 2
8	Horno 1
9	Horno 2
10	Horno 3
11	Área de producto terminado

Fuente: Autores

Tablas de Doble Entrada. Se forma un cuadro de doble entrada con el número de puestos de trabajo correspondiente, tanto en las cabeceras de la filas como de la columnas. Y se cuenta las veces que va cada material de un lugar a otro, anotándolo en la casilla correspondiente.

Tabla 69. Movimientos para fabricar el producto a (farol de 8 huecos)

De	A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1		-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2		0	-	0	1	0	0	0	0	0	0	0
3		0	0	-	1	0	0	0	0	0	0	0
4		0	0	0	-	1	0	0	0	0	0	0
5		0	0	0	0	-	1	1	0	0	0	0
6		0	0	0	0	0	-	0	1	1	1	0
7		0	0	0	0	0	0	-	1	1	1	0
8		0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	1
9		0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	1
10		0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1
11		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-

Fuente: Autores

Tabla 70. Movimientos para fabricar el producto b (farol de 6 huecos alineado)

De	A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1		-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2		0	-	0	1	0	0	0	0	0	0	0
3		0	0	-	1	0	0	0	0	0	0	0
4		0	0	0	-	1	0	0	0	0	0	0
5		0	0	0	0	-	1	1	0	0	0	0
6		0	0	0	0	0	-	0	1	1	1	0
7		0	0	0	0	0	0	-	1	1	1	0
8		0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	1
9		0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	1
10		0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1
11		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-

Fuente: Autores

Tabla triangular (farol de 8 huecos). Para realizar la tabla triangular A (Farol de 8 huecos) se suman los movimientos en los dos sentidos entre cada dos puestos de

trabajo, dichos movimientos se encuentran detallados en la tabla de movimientos del producto A.

Tabla 71. Tabla triangular (farol de 8 huecos)

1										
2										
3		1								
4	1									
5	1									
6		1								
7		1								
8	1		1							
9			1							
10			1							
11	1									

Fuente: Autores

Tabla triangular (farol de 6 huecos alineado). Para realizar la tabla triangular B (Farol de 6 huecos alineado) se suman los movimientos en los dos sentidos entre cada dos puestos de trabajo, dichos movimientos se encuentran detallados en la tabla de movimientos del producto B.

Tabla 72. Tabla triangular (farol de 6 huecos alineados)

1										
2										
3		1								
4	1									
5	1									
6		1								
7		1								
8	1		1							
9			1							
10			1							
11	1									

Fuente: Autores

La suma de los movimientos ponderados con sus porcentajes señalados. Para la formación de la siguiente tabla se ha tomado los porcentajes de importancia de los productos que ofrece:

Producto (A) 51% (FAROL DE 8 HUECOS)

Producto (B) 27% (FAROL DE 6 HUECOS ALINEADO)

Tabla 73. Tabla resumen de movimientos

Relación		Producto "A"		Producto "B"		Total	Ponderado Total*100	Porcentaje
De	A	Mov.	Mov.*51%	Mov.	Mov.*27%			
2	4	1	0.51	1	0.27	0.78	78	7.14%
3	4	1	0.51	1	0.27	0.78	78	7.14%
4	5	1	0.51	1	0.27	0.78	78	7.14%
5	6	1	0.51	1	0.27	0.78	78	7.14%
5	7	1	0.51	1	0.27	0.78	78	7.14%
6	8	1	0.51	1	0.27	0.78	78	7.14%
6	9	1	0.51	1	0.27	0.78	78	7.14%
6	10	1	0.51	1	0.27	0.78	78	7.14%
7	8	1	0.51	1	0.27	0.78	78	7.14%
7	9	1	0.51	1	0.27	0.78	78	7.14%
7	10	1	0.51	1	0.27	0.78	78	7.14%
8	11	1	0.51	1	0.27	0.78	78	7.14%
9	11	1	0.51	1	0.27	0.78	78	7.14%
10	11	1	0.51	1	0.27	0.78	78	7.14%
Total movimientos							1092	100.00%

Fuente: Autores.

Tabla 74. Tabla triangular resumen

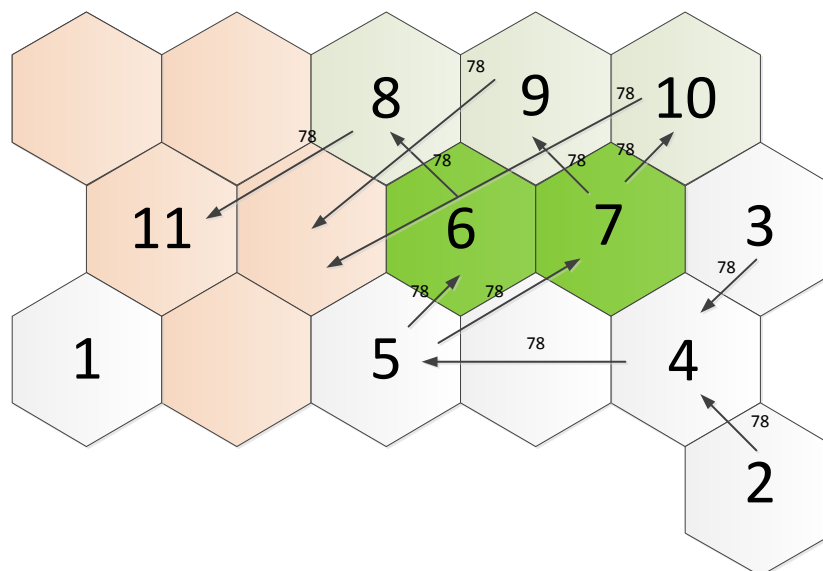
1										
2										
3	78									
4	78	78								
5	78	78	78							
6	78	78	78	78						
7	78	78	78	78	78					
8	78	78	78	78	78	78				
9	78	78	78	78	78	78	78			
10	78	78	78	78	78	78	78	78		
11	78	78	78	78	78	78	78	78	78	

Fuente: Autores

4.7.3.1 Diagrama de proximidad propuesto.

Para la distribución de la planta de ladrillo no se a visto necesario realizar un estudio minucioso de los puestos de trabajo, debido a que la interacción entre ellos es de 1 a 1 por ser una producción en línea o por producto, esto quiere decir que cada máquina esta una después de otra dependiendo de la transformación que debe seguir la materia prima, de igual manera las máquinas utilizadas son especiales para un solo tipo de trabajo por este motivo se realizó el diagrama de proximidad, aprovechando el espacio que se tiene en la empresa, reduciendo el largo recorrido de transporte de materiales y evitando la excesiva manipulación.

Figura 48. Diagrama de proximidad propuesta



Fuente: Autores

Este diagrama se lo realizó en base a varios criterios como los recorridos y la disponibilidad de espacio dentro de la empresa, además de las máquinas que no se pueden mover.

4.8 Análisis de los factores de diseño de planta.

Los criterios analizados se los realiza teniendo en cuenta las proyecciones a futuro.

El tamaño. La planta como tal ya cuenta con infraestructura y máquinas ubicadas dentro de las instalaciones; por lo que, se pretende es redistribuir de manera que los puestos de

trabajo se encuentren organizados de acuerdo a la producción en línea, aprovechando al máximo el espacio y proyectándonos al futuro.

Altura requerida de techos. La empresa ya está definida en su altura debido a que actualmente está trabajando con la altura que tiene los techos que son de 6 m, debido a que el producto terminado no pasa de pilas de más de 3 m de altura, la planta de producción esta bien dimensionada en lo que respecta a altura.

Cargas por soportar. Debido a que en la empresa se fabrica productos para la construcción de casas, se maneja cargas vivas y cargas muertas dentro de la empresa por el gran almacenamiento de este producto, la entrada de vehículos pesados para ser cargados tanto para el consumidor o el distribuidor de nuestro producto, en consideración a esto se ha tomado los valores máximos de la tabla de reglamentos de construcción urbana, donde se señala que para bodegas es de 976 a 1464 Kg/m² en cargas.

Accesos. Las áreas de almacenamiento tanto de ingreso de materias primas y de producto terminado, están ubicadas en el inicio del proceso para reducir movimiento, en un lugar provisto de manera que el material sea descargado cerca de donde empieza el proceso, el área de producto terminado está ubicado en la entrada de la empresa para que el despacho sea más rápido y los clientes no tengan mucho acceso a nuestro trabajo, o el intercambio visual con los trabajadores, ya que un descuido en uno de los procesos puede atrasar horas de trabajo debido a su continuidad diaria.

Iluminación. La iluminación tanto para el área de los hornos, secaderos y áreas de almacenamiento de materiales y producto terminado. Se considera poner luz blanca debido a gran claridad y a la reducción del consumo de energía y sobre todo porque son lugares donde se encuentran cargas estáticas. En áreas como la zona de producción donde existen maquinaria en movimiento se considera poner luz amarilla, debido a que es más fácil identificar las maquinarias en movimiento y porque es recomendable para este tipo de áreas iluminar con luz amarilla, .pero esto se lo realizará una vez se comience a producir, o a trabajar en la noche en esta área.

Ventilación y calefacción. El secadero y los hornos dan a chimeneas que se encuentran 3m más alto del techo de la planta por lo que no altera la temperatura de la planta, si no

que solo del proceso al que están vinculados estos gases para su mayor aprovechamiento. Cada horno está conectado entre sí por ductos por donde se comunican para la transferencia de aire caliente cuando este ya está en condiciones de entrar a otro horno o al secadero para empezar otro proceso, ayudado de dos turbinas con un motor eléctrico para adelantar el proceso

4.9 Análisis de factores en la distribución de planta.

Criterios considerados para la distribución propuesta.

Flexibilidad máxima. El tipo de distribución puede modificarse para afrontar circunstancias cambiantes del mercado, además los almacenajes de materiales como la bodega, se encuentran en lugares amplios y de fácil acceso tanto para descarga, como para la manipulación de los mismos hacia los puestos de trabajo.

Coordinación máxima. De acuerdo con una distribución funcional, la coordinación resulta más fácil al receptor y enviar los materiales de un grupo de máquinas a otras, teniendo una organización en conjunto de beneficio para todos.

Utilización máxima del volumen. Debido a la gran altura entre el piso y el techo se puede pensar a futuro en realizar sistemas de transportación aérea, de esa manera facilitará la circulación normal y utilización completa del volumen de la planta, ganando tiempo y comodidad.

Visibilidad máxima. La planta está dividida en áreas donde en cada una de ellas la visibilidad es completa en todo momento ya que no existen paredes que delimiten los puestos, de modo que todos los operarios y materiales son fácilmente observables en todo momento.

Accesibilidad máxima. Los puntos de servicios como almacenajes y basureros, se encuentran ubicados en cercanía a los pasillos, así como delimitada la superficie para transitar y trabajar entre puestos de trabajo, de tal manera que el acceso a ellos para realizar labores de eliminación de desperdicios y almacenaje, no incidan en la circulación normal de las maquinarias en construcción.

Distancia mínima. La nueva distribución garantiza, que los movimientos necesarios por transporte de materiales de almacenaje a los puestos de trabajo, son directos, así como

las distancias entre ellos son mínimas, considerando también la cercanía entre puestos de interacción directa.

Manejo mínimo. Los productos salientes serán manipulados al mínimo gracias a la implementación de las estanterías móviles que estarán ubicadas cerca de la máquina cortadora de ladrillo crudo, esto facilitará el trabajo de los obreros al momento de cargar los ladrillos y llevarlos al secadero.

Incomodidad mínima. Las máquinas en el proceso de extrusión son ruidosas, por lo que es indispensable protección auditiva para mantener la seguridad en los operarios además de proteger con guantes de hule, para que el contacto no sea directo con los ladrillos al momento de manipularlos.

Seguridad inherente. El ruido, el polvo, debido a la manipulación de materiales y máquinas es inevitable, por lo que es necesaria la utilización imprescindible de equipos de protección tanto auditiva, respiratoria, visual, en todo momento para todo el personal de la planta.

Seguridad máxima. Al considerarse a las empresas dentro de la clasificación de riesgos de clase 8, con nivel de riesgo alto, CIIU 2693.[26], obliga a contar con un sistema de prevención de incendios; por lo que, la planta debería contar con una implementación de un plan de seguridad.

Flujo unidireccional. El flujo de circulación en la producción dentro de la planta será en línea, transportándose el producto en elaboración de una máquina a otra, así como los puestos de trabajo se ubicaran a los en línea recta, evitando así los cruces y tráfico circular que perjudican a la producción.

Rutas visibles. Los pasillos así como la superficie en donde las maquinarias fabrican el producto, serán delimitados y completamente definidos, por lo que el almacenaje de materiales no se puede realizar en estas áreas.

Identificación. La señalización de los espacios en cada puesto dentro de las estaciones, estarán delimitados de tal manera que los operarios cuenten con su propio espacio o lugar de trabajo.

4.10 Diagrama de distribución final de la planta.

Como se indicó anteriormente, para esta empresa la distribución será en línea, debido a que son grupos de productos distintos entre sí, pero muy parecidos en su proceso, por

lo que optaremos por ubicar las máquinas y demás herramientas una a continuación de otra tal y como va avanzando la producción, o según el diagrama de procesos que se tiene. Diagrama de distribución final de la planta. (Ver Anexo P).

4.10.1 Diagrama de recorrido propuesto. Se ha determinado el recorrido de los productos mediante la hoja de proceso propuesta, para los productos se van a dirigir por medio de las líneas de producción detalladas en el plano, sin importar el producto que se esté fabricando, la secuencia del proceso va a ser el mismo por lo que se está ganando en no estar improvisando ni creando lugares provisionales para los almacenamientos, es más ya no existen grandes áreas de secado ni diferentes áreas de producto terminado, con este método se ayuda a un control con inventarios y de ventas. Los diagramas de recorrido de los ocho productos restantes. (Ver en Anexo Q).

4.11 Diagrama PERT/CPM.

El método del camino crítico es un proceso administrativo de planeación, programación, ejecución y control de todas y cada una de las actividades componentes de un proyecto que debe desarrollarse dentro de un tiempo crítico y al costo óptimo.

Para poder realizar el diagrama PERT/CPM, de las actividades diarias, se construye una tabla de actividades diarias de la producción de ladrillos.

Tabla 75. Actividades diarias para la quema de ladrillo farol de ocho huecos.

Tabla de actividades				
Actividad		Duración (h)	Predecesora	Recurso humano
A	Enfriar horno 3	18		6 Operadores.
B	Cocción horno 1, de 20°C a 700°C	16		
C	Vaciar horno 2 y llevar al área de producto terminado	1.96		8 cargadores
D	Producir ladrillos crudos y llenar el secadero 1	7.85		5 cargadores 1 operador 1 ayudante
E	Llenar horno 2 con ladrillo del secaderos 2	4.27	C	3 cargadores
F	Cocción horno 1, de 700°C a 1000°C	8	B	Los mismos operadores de "A y B"
G	Secado de ladrillos en el secadero 1	8	B	

Fuente: Autores

Para las actividades “A, B, F y G”, trabajarán 6 operadores del horno y secadero quienes deberán estar atentos a los procesos de cocción, enfriado y secado de ladrillo, ellos trabajaran en jornadas de 8 horas (tres turnos por día).

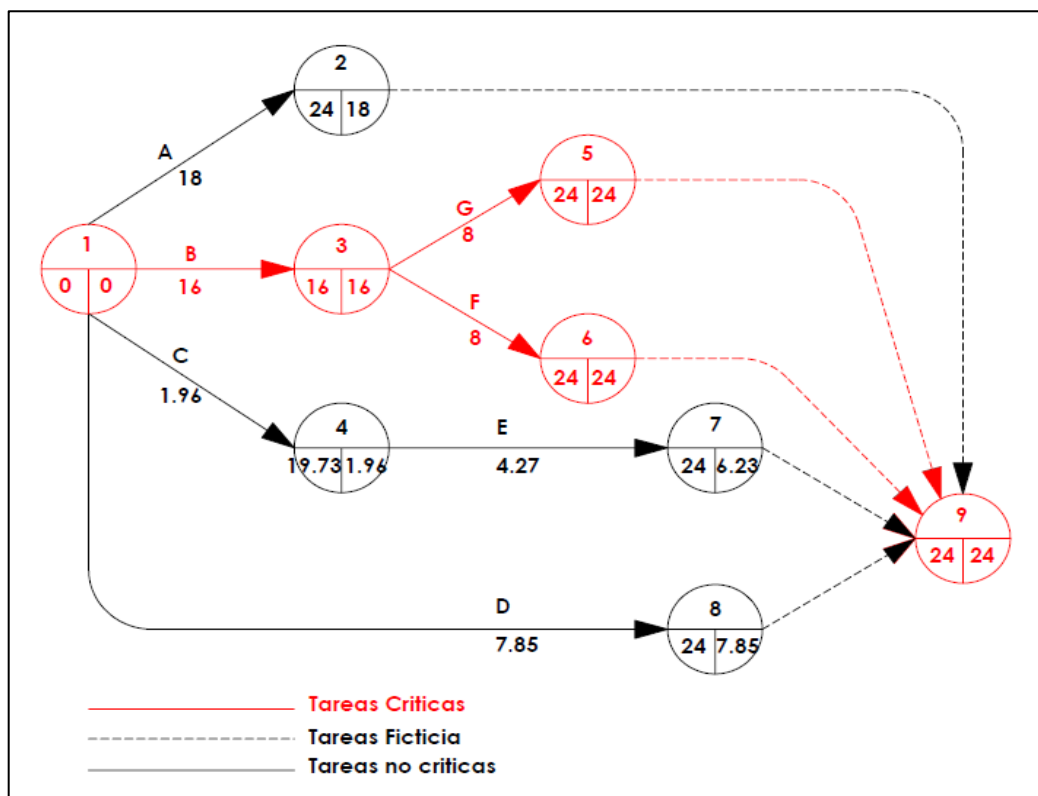
Los cargadores de las actividades “D y E” serán los mismos que trabajarán en la actividad “C”, teniendo un total de 8 cargadores.

En la actividad “D” habrá un operador y un ayudante.

Además de estas actividades esta el operador del botcat y la retroexcavadora quienes son los que extraen y mezclan las arcillas.

Todos los trabajadores suman un total de 17 entre operadores y cargadores.

Figura 49. Diagrama PERT/CPM de la producción diaria.



Fuente: Autores

Como se dijo anteriormente este diagrama es para la programación diaria del trabajo en la empresa con el cual obtenemos una ruta crítica y la podemos identificar en la figura

por las líneas de color rojo, teniendo un máximo de tiempo para el desarrollo del trabajo diario de 24 horas.

Debido a que la jornada de trabajo empieza a las 08H00, esto nos indica de que a la misma hora del día siguiente se termina con todas estas actividades y continúan para el siguiente horno, pero con los mismos tiempos y trabajos realizados.

Como podemos observar en la figura 49 la ruta crítica empieza con la actividad B, la cual es la cocción del horno # 1, de 20°C a 700°C y tiene una duración de 16 horas, para continuar por dos rutas que se dividen en la G, la cual es el secado de los ladrillos crudos en el secadero # 1 la misma que tiene una duración de 8 horas. Y la F que es la cocción del horno # 1, de 700°C a 1000°C, con una duración de 8 horas.

Para de esta manera culminar el proceso de fabricación, teniendo como tiempo límite 24 horas, es por eso que para la fabricación de los diferentes tipos de ladrillos se debe evitar esta secuencia antes mencionada.

Para mejor entendimiento del proceso diario se explica en el diagrama Gantt, donde se detallan las horas de cada actividad, recursos humanos y observaciones.

Las actividades que empiezan unas después de otras son:

Cocción del horno # 1 de 20°C a 700°C (16 horas)

Cocción del horno # 1, de 700°C a 1000°C (8 horas)

Estas actividades tienen una duración de 24 horas que al mismo tiempo se vienen realizando otras actividades simultáneas como son:

Vaciar el horno # 2 y llevar los ladrillos cocidos al área de producto terminado (2 horas)

Llenar el horno # 2 con ladrillos del secadero # 2 (4.3 horas)

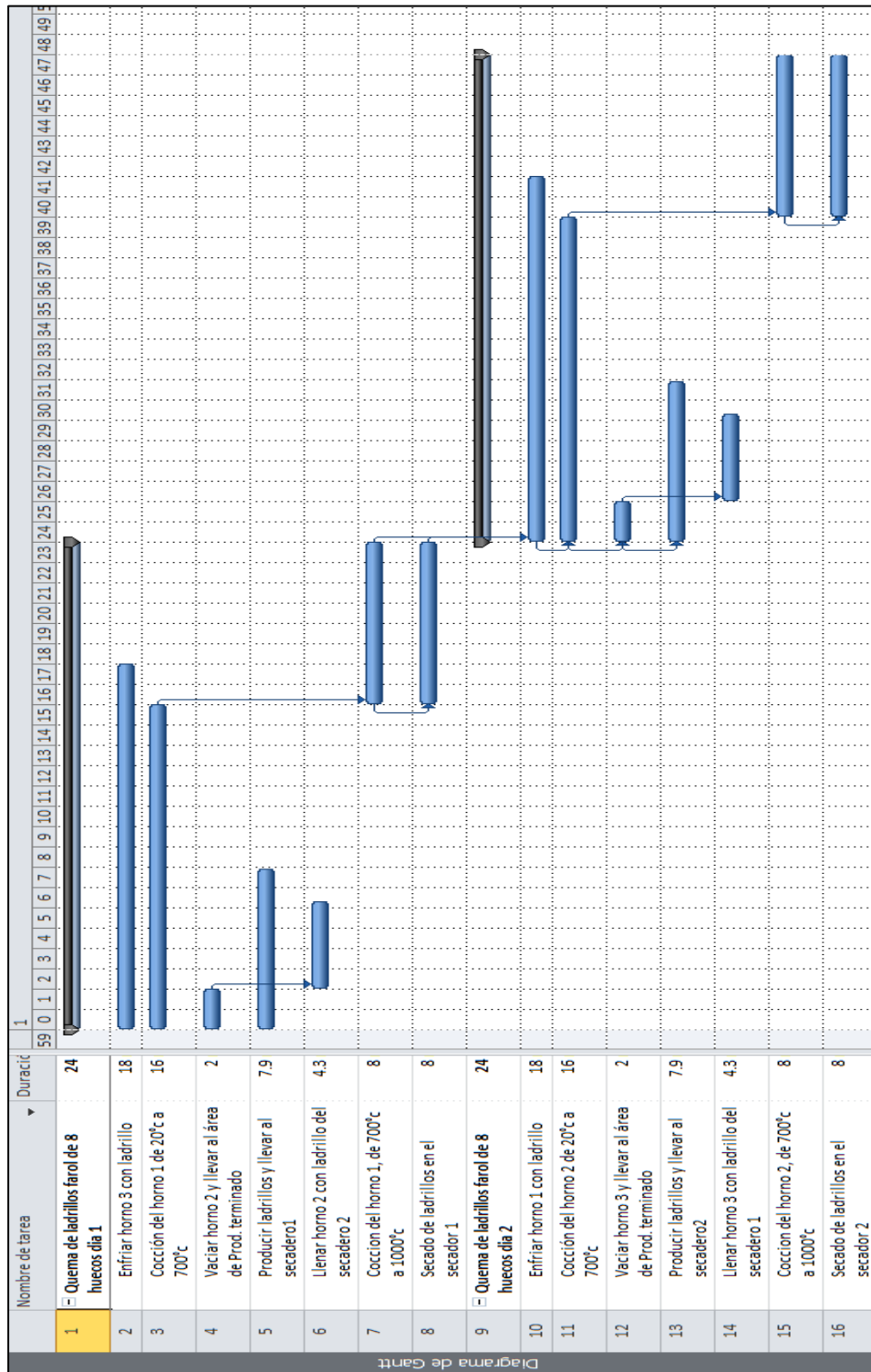
Producir ladrillos y llevarlos al secadero # 1 (7.9 horas)

Enfriar horno # 3 con ladrillos (18 horas)

Los 3 hornos y los 2 secaderos van a estar trabajando un horno con un secadero a la vez y no todos al mismo tiempo, esto es para un mejor ahorro del combustible.

4.12 Diagrama Gantt propuesto diario.

Figura 50. Diagrama Gantt del proceso propuesto diario, para la producción de ladrillo farol de ocho huecos, realizado en Microsoft Project.



Fuente: Autores

Mediante el diagrama de Gantt, se organizó el trabajo y se equilibran las cargas de trabajo además de optimizar el recurso humano en la empresa. En lo que respecta a la organización del trabajo también nos podemos proyectar para las futuras demandas con un horno adicional, quedando así un número de cuatro hornos y triplicando la producción a tres quemas cada 24 horas, organizando con tres turnos diarios de trabajo.

4.13 Resultados sobre la propuesta

Con los datos estadísticos obtenidos de la empresa se determina los porcentajes producidos en cada ladrillo en la actualidad, partiendo de estos datos se han determinado una producción mejorada una vez ya realizado los cambios antes mencionados y conservando el recurso humano intacto y recurriendo a una inversión aceptable.

El personal se contrata solo para el área de cerámicos (producción de ladrillos), por lo que el operario mantendrá confianza y seguridad en sus labores diarias en la empresa.

El diagrama Gantt propuesto, también nos muestra la capacidad de producción propuesta diaria que obtendrá de la empresa, que es de una quema diaria, por lo que se deja ver a simple vista la producción actual y la propuesta, donde se ubica la disminución sustancial de los tiempos de proceso. Con los datos obtenidos en la tabla 54, tenemos la producción de cada tipo de ladrillo al mes, con lo que podremos calcular la producción anual, lo cual servirá para determinar los costos de producción propuestos.






Tabla 77. Producción anual con la propuesta

Producción anual con la propuesta		
Productos	Nº de ladrillos al mes	Nº de ladrillos al año
Visto de dos nueces(1)	7004	84048
Mambren macizo (1)	12257	147048
Farol de 3 huecos tolete (1)	2845	34140
Farol de 6 huecos Alineados	64368	772416
Farol de ocho huecos	83808	1005696
Visto de dos nueces (2)	19008	228096
Farol de 3 huecos tolete (2)	5328	63936
Mambren macizo (2)	279`36	335232

Fuente: Autores.

En la siguiente tabla resumen se muestran los procesos de fabricación con la propuesta.

Tabla 78. Resumen de proceso de fabricación con la propuesta

TIPO DE LADRILLOS									
Actividad		Farol de 8 huecos	Ladrillo macizo 1	Ladrillo macizo 2.	Lad. Seis huecos alineados	Farol de tres huecos 1.	Farol de tres huecos 2	Visto de dos nueces 1	Visto de dos nueces 2
Operación		4	4	4	4	4	4	4	4
Transporte		6	6	6	6	6	6	6	6
Demora		-	-	-	-	-	-	-	-
Inspección		1	1	1	1	1	1	1	1
Almacenaje		4	4	4	4	4	4	4	4
Distancia (m.)		166.40	166.40	166.40	166.40	166.40	166.40	166.40	166.40
Unidades, producidas		10800	10944	14400	10800	2845	5328	7000	14400
Tiempo de actividades manuales (min.)		985.65	718.68	1138.62	809.69	163.61	363.17	340.23	803.47
Secado (horas)		8	8	8	8	8	8	8	8
Tiempo de cocción de ladrillos (horas)		24	24	24	24	24	24	24	24
Tiempo de enfriamiento del horno (horas)		18	18	18	18	18	18	18	18
Tiempo total para una quema (horas)		66.43	61.98	68.98	63.49	52.73	56.05	55.67	63.29

Fuente: Autores

CAPÍTULO V

5. ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO COMPARATIVO.

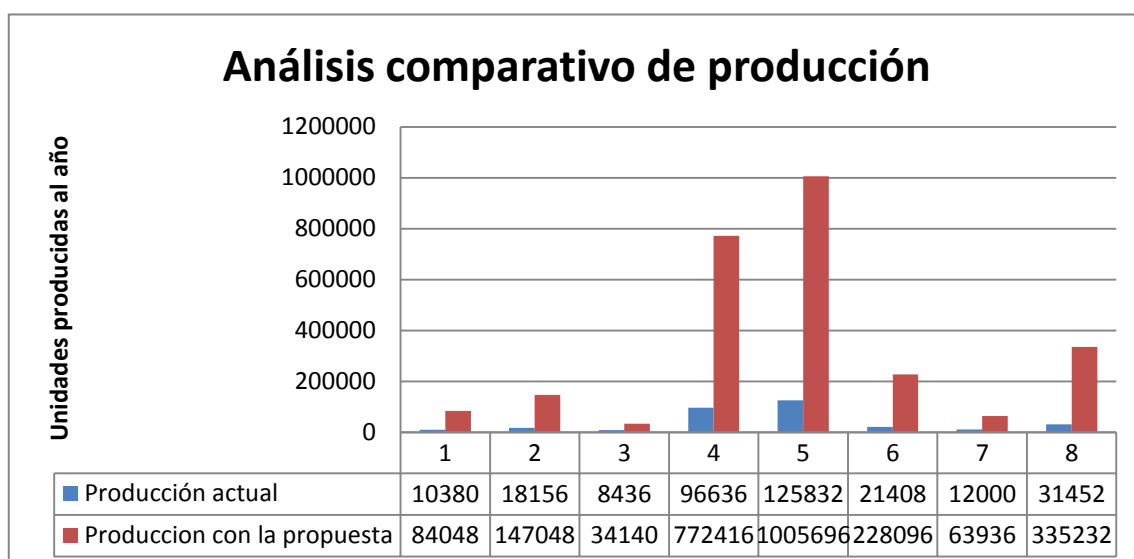
Con base a los datos obtenidos de los tiempos de construcción mediante el diagrama de proceso actual de los ocho diferentes tipos de ladrillos en vista de que se realizan 20 quemas al mes, en la siguiente tabla se muestra la producción actual y con la propuesta de los diferentes ladrillos.

Tabla 79. Producción anual actual y con la propuesta.

Productos (ladrillos)		Actual	Propuesto
1	Visto de dos nueces(1)	10380	84048
2	Mambron macizo (1)	18156	147048
3	Farol de 3 huecos tolete (1)	8436	34140
4	Farol de 6 huecos Alineados	96636	772416
5	Farol de ocho huecos	125832	1005696
6	Visto de dos nueces (2)	21408	228096
7	Farol de 3 huecos tolete (2)	12000	63936
8	Mambron macizo (2)	31452	335232
TOTAL VENTAS		324300	2670612

Fuente: Autores.

Figura 52. Gráfica de la producción actual y la propuesta.



5.1 Indicadores de productividad

La productividad es la relación entre la producción obtenida en un determinado período de tiempo y los factores utilizados para su obtención.

$$Productividad = \frac{Unidades\ Producidas}{N^{\circ}\ de\ horas\ hombre\ trabajadas}$$

Para la determinación de la productividad necesitamos los tiempos de operación, por lo que citaremos a los tres productos con mayor incidencia de producción tanto actual como propuesta y nos basaremos en los diagramas de proceso, estos datos tomados son de las tablas 51 y 78, en el tiempo de horas hombre y la producción necesaria para una quema.

Farol de 6 huecos Alineados:

Unidades producidas actual = 2684

Tiempo necesario actual = 438.27min

Unidades producidas con la propuesta = 10800

Tiempo necesario con la propuesta = 809.69min

$$Productividad\ actual = \frac{2684\ unidades}{438.27min.\ hombre} = 6.12\ unid/minhombre$$

$$Productividad\ Prop = \frac{10800\ unidades}{809.69min.\ hombre} = 13.34\ unid/minhombre$$

Farol de 8 huecos:

Unidades producidas actual = 3495

Tiempo necesario actual = 712.89min

Unidades producidas con la propuesta = 10800

Tiempo necesario con la propuesta = 985.65min

$$Productividad\ actual = \frac{3495\ unidades}{712.89\ min.\ hombre} = 4.90\ unid/minhombre$$

$$Productividad\ Prop = \frac{10800\ unidades}{985.65\ min.\ hombre} = 10.96\ unid/minhombre$$

Mambron macizo (2):

Unidades producidas actual = 874

Tiempo necesario actual = 155.5min

Unidades producidas con la propuesta = 14400

Tiempo necesario con la propuesta = 1138.62min

$$Productividad\ actual = \frac{874\ unidades}{155.5\ min.\ hombre} = 5.62\ unid/minhombre$$

$$Productividad\ Prop = \frac{14400\ unidades}{1138.62\ min.\ hombre} = 12.67\ unid/minhombre$$

5.2 Costos de producción actual.

Los costos de producción (costos de operación) son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento. En una compañía

estándar, la diferencia entre el ingreso (por ventas y otras entradas) y el costo de producción indica el beneficio bruto.

Los datos para los respectivos cálculos fueron otorgados por el departamento de contabilidad facilitando con esto la realización de este trabajo. Los elementos del costo de producción utilizados en la producción actual son los que se detallan a continuación:

Tabla 80. Mano de obra directa.

Descripción	Cantidad	V. Unitario (mensual)	V. T. mensual	V. T. anual
Obreros	12	\$ 320.00	\$ 3,840.00	\$ 46,080.00
Operador de Horno	2	\$ 350.00	\$ 700.00	\$ 8,400.00
Operador de Botcat	1	\$ 350.00	\$ 350.00	\$ 4,200.00
Operador Extrusora	1	\$ 350.00	\$ 350.00	\$ 4,200.00
Total			\$ 5,240.00	\$ 62,880.00

Fuente: Empresa CELTEL

Elaboración: Autores

Tabla 81. Mano de obra indirecta.

Descripción	Cantidad	V. Unitario (mensual)	V. T. mensual	V. T. anual
Contador	1	\$ 385.00	\$ 385.00	\$ 4,620.00
Secretaria	1	\$ 385.00	\$ 385.00	\$ 4,620.00
Supervisor	1	\$ 500.00	\$ 500.00	\$ 6,000.00
Bodeguero	1	\$ 240.00	\$ 240.00	\$ 2,880.00
Total			\$ 1,510.00	\$ 18,120.00

Fuente: Empresa CELTEL

Elaboración: Autores

Tabla 82. Materia prima directa.

Descripción	Cantidad (m3)	V. Unitario	V. T. mensual
Arcilla roja	38.9	\$ 3.50	\$ 136.15
Limo de río	16.7	\$ 6.00	\$ 100.20
Agua	5.57	\$ 0.90	\$ 5.01
Total en una quema			\$ 241.36
Total en 3 quemas al mes			\$ 724.09
Total anual			\$ 8,689.07

Fuente: Empresa CELTEL

Elaboración: Autores

Tabla 83. Servicios básicos.

Descripción	V. T. mensual
Electricidad	\$ 1,350.00
Total	\$ 1,350.00
Total anual	\$ 16,200.00

Fuente: Empresa CELTEL

Elaboración: Autores

Tabla 84. Depreciación de maquinaria e instalaciones.

Descripción	Valor Total	V. residual	% Anual	D. Anual	D. mensual
Galpones industriales	\$ 175.000,00	\$ 17.500,00	5%	\$ 7.875,00	656,25
Bobcat	\$ 25.000,00	\$ 2.500,00	10%	\$ 2.250,00	187,50
Maquinaria Extrusado	\$ 95.000,00	\$ 9.500,00	10%	\$ 8.550,00	712,50
Extractor Secadero	\$ 8.000,00	\$ 800,00	10%	\$ 720,00	60,00
Obra civil Secadero	\$ 15.000,00	\$ 1.500,00	5%	\$ 675,00	56,25
Horno tiroinvertido	\$ 5.000,00	\$ 500,00	5%	\$ 225,00	18,75
Generador Planta cerámicos	\$ 50.000,00	\$ 5.000,00	10%	\$ 4.500,00	375,00
Vehículo para recorrido	\$ 16.850,00	\$ 1.685,00	10%	\$ 1.516,50	126,38
Generadores Auxiliar	\$ 10.000,00	\$ 1.000,00	10%	\$ 900,00	75,00
Area de Combustibles	\$ 35.000,00	\$ 3.500,00	5%	\$ 1.575,00	131,25
Total				\$ 28.786,50	2398,88

Fuente: Empresa CELTEL

Elaboración: Autores

Tabla 85. Depreciación de muebles y equipo de oficina.

Descripción	Valor Total	V. residual	% Anual	D. Anual
Equipo de computo	\$ 2,500.00	\$ 250.00	\$ 0.33	\$ 742.50
Muebles y enseres	\$ 8,500.00	\$ 1,020.00	\$ 0.10	\$ 748.00
Baterías sanitarias	\$ 2,000.00	\$ 200.00	\$ 0.05	\$ 90.00
Casa de guardianía y bodega	\$ 1,500.00	\$ 150.00	\$ 0.05	\$ 67.50
Total en área de cerámicos				\$ 1,648.00
				\$ 549.33

Tabla 86. Combustible del vehículo.

Descripción	V. T. mensual	V. T. anual
Combustible	\$ 190,26	\$ 2.283,12

Fuente: Empresa CELTEL

A continuación se presenta el resumen de los costos fijos y variables de la producción actual, correspondientes a la producción de 36 quemas anuales donde se vienen realizando 3 quemas al mes.

Tabla 87. Resumen costos actuales.

DESCRIPCIÓN	FIJOS	VARIABLES
COSTOS DIRECTOS		
MANO DE OBRA DIRECTA	\$ 62.880,00	
MATERIA PRIMA DIRECTA		\$ 8.689,07
COSTOS INDIRECTOS		
TOTAL MANO DE OBRA INDIRECTA	\$ 18.120,00	
SERVICIOS BASICOS		\$ 1.350,00
DEPRECIACIÓN DE MAQUINAS E INSTALACIONES	\$ 28.786,50	
GASTOS ADMINISTRATIVOS		
DEPRECIACIÓN DE MUEBLES, EQUIPO DE OFICINA y COMPUTO	\$ 549,33	
COMBUSTIBLE DE VEHICULO		\$ 2.283,12
TOTAL	\$ 110.335,65	\$ 12.322,19

Fuente: Empresa CELTEL

Calculo costo total

C. T. = Costo Fijo + Costo Variable

C. T. = \$ 110,335.65 + \$ 12,322.19

C. T. = \$ 122,657.84

5.2.1 Análisis del punto de equilibrio actual. Para la determinación del punto de equilibrio debemos en primer lugar conocer los costos fijos y variables de la empresa, ya resumidos en la tabla 87.

Además debemos conocer el precio de venta de él o los productos que fabrique o comercialice la empresa, así como el número de unidades producidas y el grado que representan dentro de la empresa.

Para el cálculo del punto de equilibrio citaremos los tres productos más vendidos y de mayor representatividad en la empresa que son:

Farol visto de seis huecos

Farol visto de ocho huecos

Mambron macizo (2)

Cálculo del punto de equilibrio del ladrillo Farol visto de seis huecos

Grado de representatividad = 27.05%

Unidades producidas al año = 96636u

Tabla 88. Costos de producción del ladrillo Farol visto de seis huecos.

Punto de equilibrio	
Costos fijos	\$ 29,846.91
Costos variables	\$ 3,333.28
Costo total	\$ 33,180.19
Costo total por unidad	\$ 0.343
Costo variable por unidad	\$ 0.034
Precio de venta por unidad	\$ 0.45

Fuente: Autores

Método algebraico

$$X = \frac{CF}{P - CVUni}$$

$$X = \frac{29846.91}{0.45 - 0.03} = 71833 \text{ unidades}$$

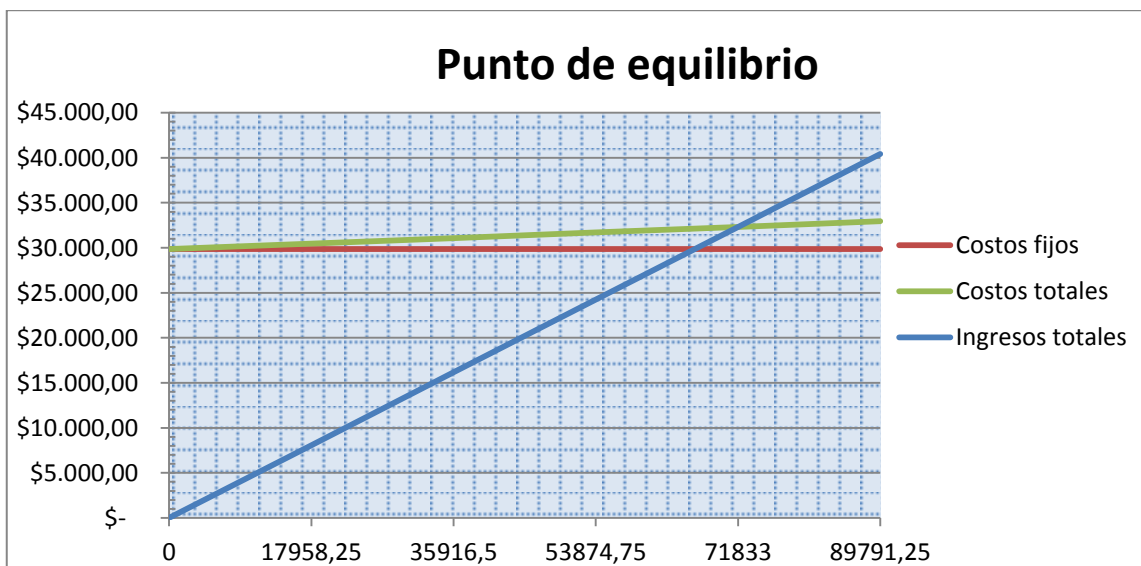
Método gráfico

Tabla 89. Punto de equilibrio del ladrillo Farol visto de seis huecos.

Punto de equilibrio método gráfico					
Unidades	Precio de venta	Ingresos totales	Costos totales	Costos fijos	Costos variables
0	\$ 0.45	\$ -	\$ 29,846.91	\$ 29,846.91	\$ -
17958.25	\$ 0.45	\$ 8,081.21	\$ 30,466.35	\$ 29,846.91	\$ 619.44
35916.5	\$ 0.45	\$ 16,162.43	\$ 31,085.78	\$ 29,846.91	\$ 1,238.87
53874.75	\$ 0.45	\$ 24,243.64	\$ 31,705.22	\$ 29,846.91	\$ 1,858.31
71833	\$ 0.45	\$ 32,324.85	\$ 32,324.66	\$ 29,846.91	\$ 2,477.74
89791.25	\$ 0.45	\$ 40,406.06	\$ 32,944.09	\$ 29,846.91	\$ 3,097.18

Fuente: Autores

Figura 53. Punto de equilibrio del ladrillo Farol visto de seis huecos.



Fuente: Autores

Cálculo del punto de equilibrio del ladrillo Farol visto de ocho huecos

Grado de representatividad = 51.31%

Unidades producidas al año = 125832u

Tabla 90. Costos de producción del ladrillo Farol visto de ocho huecos.

Punto de equilibrio	
Costos fijos	\$ 56,610.53
Costos variables	\$ 6,322.21
Costo total	\$ 62,932.74
Costo total por unidad	\$ 0.500
Costo variable por unidad	\$ 0.050
Precio de venta por unidad	\$ 0.60

Fuente: Autores

Método algebraico

$$X = \frac{CF}{P - CVUni}$$

$$X = \frac{56610.53}{0.60 - 0.05} = 102974 \text{ unidades}$$

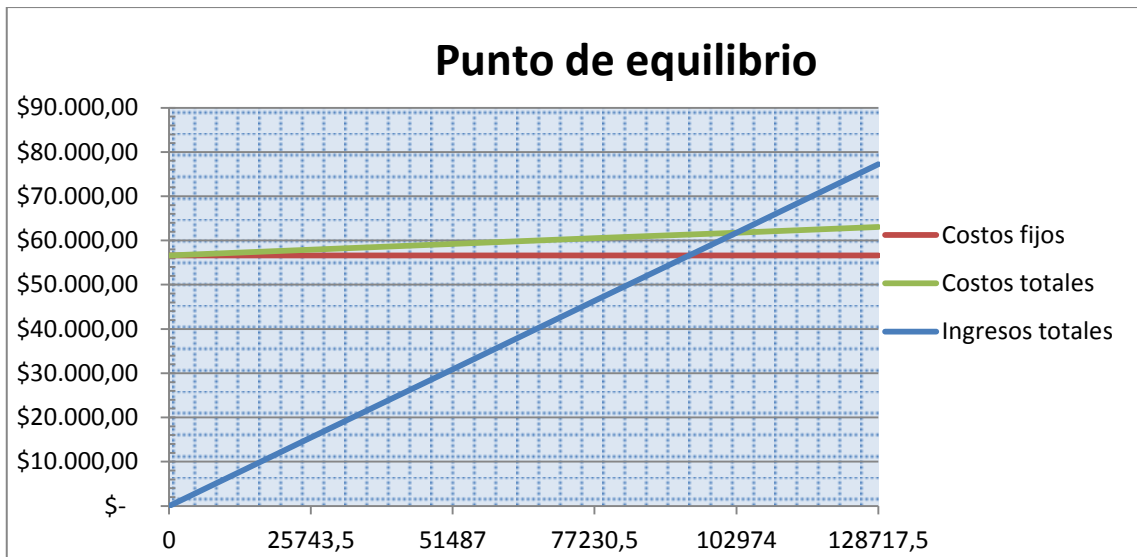
Método gráfico

Tabla 91. Punto de equilibrio del ladrillo Farol visto de ocho huecos.

Punto de equilibrio método gráfico					
Unidades	Precio de venta	Ingresos totales	Costos totales	Costos fijos	Costos variables
0	\$ 0.60	\$ -	\$ 56,610.53	\$ 56,610.53	\$ -
25743.5	\$ 0.60	\$ 15,446.10	\$ 57,903.97	\$ 56,610.53	\$ 1,293.44
51487	\$ 0.60	\$ 30,892.20	\$ 59,197.40	\$ 56,610.53	\$ 2,586.88
77230.5	\$ 0.60	\$ 46,338.30	\$ 60,490.84	\$ 56,610.53	\$ 3,880.31
102974	\$ 0.60	\$ 61,784.40	\$ 61,784.28	\$ 56,610.53	\$ 5,173.75

Fuente: Autores

Figura 54. Punto de equilibrio del ladrillo Farol visto de ocho huecos.



Fuente: Autores

Cálculo del punto de equilibrio del ladrillo Mambron macizo (2).

Grado de representatividad = 9.92%

Unidades producidas al año = 31452u

Tabla 92. Costos de producción del ladrillo Mambron macizo (2).

Punto de equilibrio	
Costos fijos	\$ 10,948.76
Costos variables	\$ 1,222.75
Costo total	\$ 12,171.51
Costo total por unidad	\$ 0.387
Costo variable por unidad	\$ 0.039
Precio de venta por unidad	\$ 0.50

Fuente: Autores

Método algebraico

$$X = \frac{CF}{P - CVUni}$$

$$X = \frac{10948.76}{0.50 - 0.04} = 102974 \text{ unidades}$$

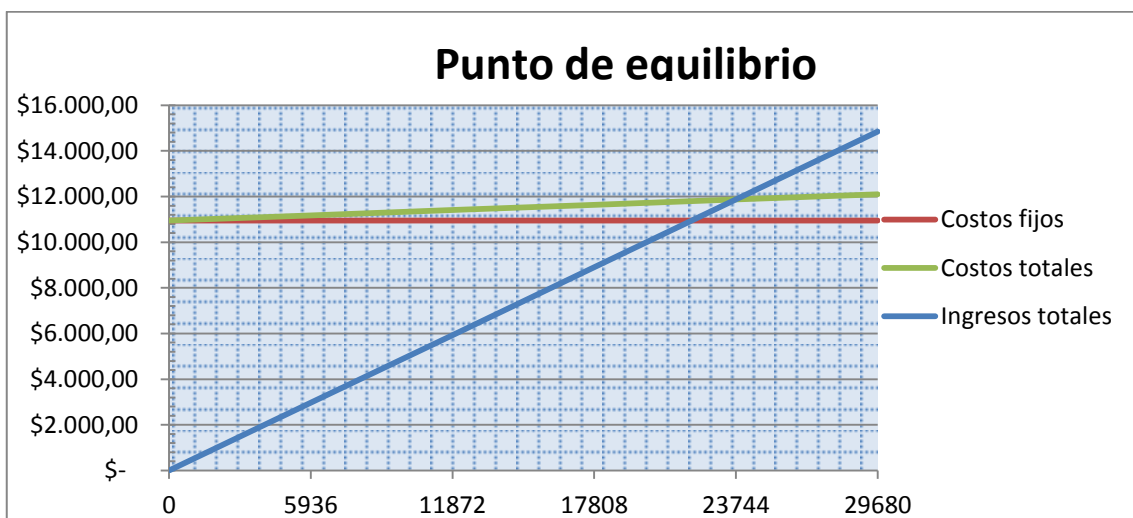
Método gráfico

Tabla 93. Punto de equilibrio del ladrillo Mambren macizo (2)

Punto de equilibrio método gráfico					
Unidades	Precio de venta	Ingresos totales	Costos totales	Costos fijos	Costos variables
0	\$ 0.50	\$ -	\$ 10,948.76	\$ 10,948.76	\$ -
5936	\$ 0.50	\$ 2,968.00	\$ 1,179.53	\$ 10,948.76	\$ 230.77
11872	\$ 0.50	\$ 5,936.00	\$ 11,410.31	\$ 10,948.76	\$ 461.54
17808	\$ 0.50	\$ 8,904.00	\$ 1,641.08	\$ 10,948.76	\$ 92.32
23744	\$ 0.50	\$ 11,872.00	\$ 11,871.85	\$ 10,948.76	\$ 23.09
29680	\$ 0.50	\$ 14,840.00	\$ 2,102.62	\$ 10,948.76	\$,153.86

Fuente: Autores

Figura 55. Punto de equilibrio del ladrillo Mambren macizo (2).



Fuente: Autores

5.3 Costos de producción propuestos.

Los costos de producción propuestos determinados contemplan la producción propuesta en la fabricación de ladrillo, ya que ahora se realizarán 240 quemas al año, ejecutando 20 quemas al mes.

Tabla 94. Mano de obra directa.

Descripción	Cantidad	V. Unitario (mensual)	V. T. mensual	V. T. Anual
Obreros	9	\$ 320.00	\$ 2,880.00	\$ 34,560.00
Operador de Horno	6	\$ 350.00	\$ 2,100.00	\$ 25,200.00
Operador de Botcat	1	\$ 350.00	\$ 350.00	\$ 4,200.00
Operador Extrusora	1	\$ 350.00	\$ 350.00	\$ 4,200.00
Total al mes			\$ 5,680.00	\$ 68,160.00

Fuente: Autores

Tabla 95. Mano de obra indirecta.

Descripción	Cantidad	V. Unitario (mensual)	V. T. mensual	V. T. Anual
Contador	1	\$ 385.00	\$ 385.00	\$ 4,620.00
Secretaria	1	\$ 385.00	\$ 385.00	\$ 4,620.00
Supervisor	1	\$ 500.00	\$ 500.00	\$ 6,000.00
Jefe de seguridad Industrial	1	\$ 900.00	\$ 900.00	\$ 10,800.00
Bodeguero	1	\$ 240.00	\$ 240.00	\$ 2,880.00
Total			\$ 2,410.00	\$ 28,920.00

Fuente: Autores

Tabla 96. Materia prima directa.

MATERIA PRIMA DIRECTA				
Descripción	Cantidad (m3)	V. Unitario	V. T. mensual	V. T. Anual
Arcilla roja	1007.618341	\$ 3.50	\$ 3,526.66	\$ 42,319.97
Limo de río	431.8364319	\$ 6.00	\$ 2,591.02	\$ 31,092.22
Agua	143.9454773	\$ 0.90	\$ 129.55	\$ 1,554.61
Total			\$ 6,247.23	\$ 74,966.80

Fuente: Autores

Tabla 97. Materia prima indirecta.

MATERIA PRIMA INDIRECTA				
Descripción	Cantidad (gls)	V. Unitario	V. T. mensual	V. T. Anual
Diesel de quemadores	2940	\$ 1.10	\$ 3,234.00	\$ 38,808.00

Fuente: Autores

Tabla 98. Servicios básicos.

Descripción	V. T. mensual	V. Anual
Electricidad	\$ 9,000.00	\$ 108,000.00

Fuente: Autores

Tabla 99. Depreciación de máquinas e instalaciones.

Descripción	Valor Total	V. residual	% Anual	D. Anual
Galpones industriales	\$ 175,000.00	\$ 17,500.00	5%	\$ 7,875.00
Retroexcavadora	\$ 45,000.00	\$ 4,500.00	10%	\$ 4,050.00
Mini cargadora (Bobcat)	\$ 25,000.00	\$ 2,500.00	10%	\$ 2,250.00
Maquinaria Extrusado	\$ 95,000.00	\$ 9,500.00	10%	\$ 8,550.00
Extractor Secadero 1	\$ 8,000.00	\$ 800.00	10%	\$ 720.00
Extractor Secadero 2	\$ 8,000.00	\$ 800.00	10%	\$ 720.00
Obra civil Secadero	\$ 15,000.00	\$ 1,500.00	5%	\$ 675.00
Horno tiro invertido 1	\$ 5,000.00	\$ 500.00	5%	\$ 225.00
Horno tiro invertido 2	\$ 5,000.00	\$ 500.00	5%	\$ 225.00
Horno tiro invertido 3	\$ 5,000.00	\$ 500.00	5%	\$ 225.00
Generador Planta cerámicos	\$ 50,000.00	\$ 5,000.00	10%	\$ 4,500.00
Generadores auxiliar	\$ 10,000.00	\$ 1,000.00	10%	\$ 900.00
Área de Combustibles	\$ 35,000.00	\$ 3,500.00	5%	\$ 1,575.00
Total				\$ 32,490.00

Fuente: Autores

Tabla 100. Depreciación de muebles y equipo de oficina.

Descripción	Valor Total	V. residual	% Anual	D. Anual
Equipo de computo	\$ 2,500.00	\$ 250.00	33%	\$ 742.50
Muebles y enseres	\$ 8,500.00	\$ 1,020.00	10%	\$ 748.00
Baterías sanitarias	\$ 2,000.00	\$ 200.00	5%	\$ 90.00
Casa de guardianía y bodega	\$ 1,500.00	\$ 150.00	5%	\$ 67.50
Total de las tres secciones de la empresa				\$ 1,648.00
Total en área de cerámicos 33.33%				\$ 549.33

Fuente: Autores

Tabla 101. Combustible para vehículo de recorrido.

Descripción	V. T. mensual	V. T. Anual
Combustible para vehiculo	\$ 190.26	\$ 2283.12

Fuente: Autores

En la presente tabla se detallan los costos de producción propuestos para un año.

Tabla 102. Resumen anual de costos propuestos

DESCRIPCIÓN	FIJOS	VARIABLES
COSTOS DIRECTOS		
MANO DE OBRA DIRECTA	\$ 68.160,00	
MATERIA PRIMA DIRECTA		\$ 74.966,80
COSTOS INDIRECTOS		
TOTAL MANO DE OBRA INDIRECTA	\$ 28.920,00	
MATERIA PRIMA INDIRECTA		\$ 38.808,00
SERVICIOS BASICOS		\$ 108.000,00
DEPRECIACIÓN DE MAQUINAS E INSTALACIONES	\$ 34.006,50	
GASTOS ADMINISTRATIVOS		
DEPRECIACIÓN DE MUEBLES, EQUIPO DE OFICINA y COMPUTO	\$ 549,33	
COMBUSTIBLE DE VEHICULO		\$ 2.283,12
TOTAL	\$ 131.635,65	\$ 224.057,92

Fuente: Autores

Calculo de costo total propuesto

C. T. = Costos Fijos + Costos Variables

C. T. = \$ 131,635.65 + \$ 185,249.92

C. T. = **\$ 316,885.58**

5.3.1 Análisis del punto de equilibrio con la propuesta. Para la determinación del punto de equilibrio debemos en primer lugar conocer los costos fijos y variables de la empresa, ya resumidos en la tabla 102.

Para el cálculo del punto de equilibrio citaremos los tres productos más vendidos en y de mayor representatividad en la empresa que son:

Farol visto de seis huecos

Farol visto de ocho huecos

Mambron macizo (2)

Cálculo del punto de equilibrio del ladrillo Farol visto de seis huecos

Grado de representatividad = 27.05%

Unidades producidas al año = 772416u

Tabla 103. Costos de producción del ladrillo farol visto de seis huecos.

Punto de equilibrio de ladrillo	
Costos fijos	\$ 35,608.78
Costos variables	\$ 60,609.94
Costo total	\$ 96,218.72
Costo total por unidad	\$ 0.125
Costo variable por unidad	\$ 0.078
Precio de venta por unidad	\$ 0.45

Fuente: Autores

Método algebraico

$$X = \frac{CF}{P - CVUni}$$

$$X = \frac{35608.78}{0.45 - 0.078} = 95843 \text{ unidades}$$

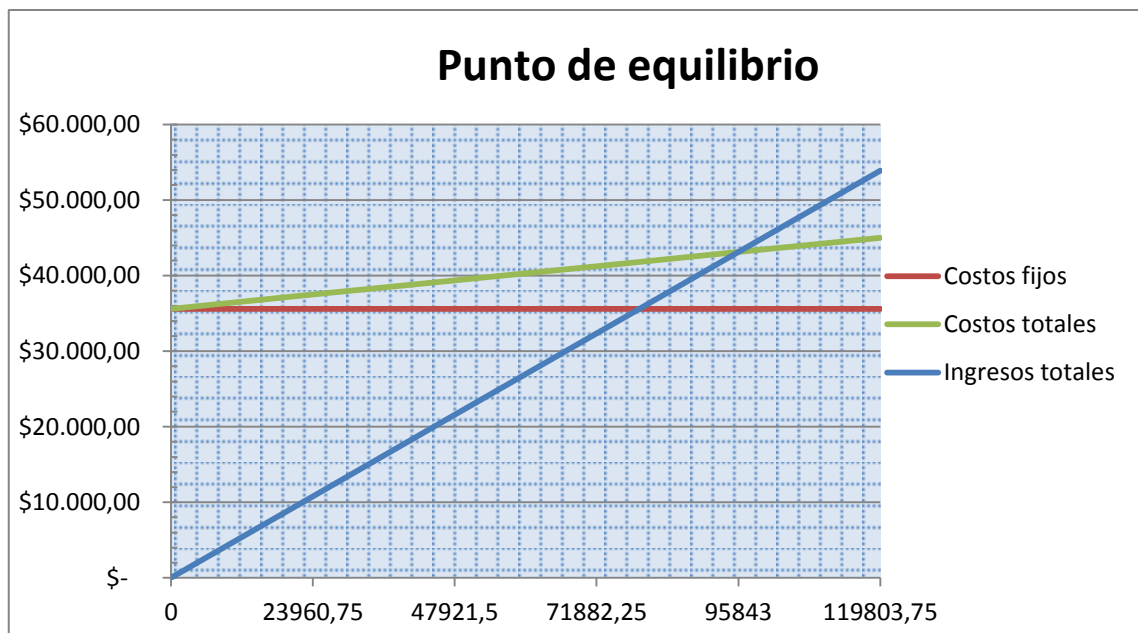
Método gráfico

Tabla 104. Punto de equilibrio del ladrillo farol visto de seis huecos.

Punto de equilibrio método gráfico					
Unidades	Precio de venta	Ingresos totales	Costos totales	Costos fijos	Costos variables
0	\$ 0.45	\$ -	\$ 35,608.78	\$ 35,608.78	\$ -
23960.75	\$ 0.45	\$ 10,782.34	\$ 37,488.93	\$ 35,608.78	\$ 1,880.15
47921.5	\$ 0.45	\$ 21,564.68	\$ 39,369.08	\$ 35,608.78	\$ 3,760.30
71882.25	\$ 0.45	\$ 32,347.01	\$ 41,249.23	\$ 35,608.78	\$ 5,640.46
95843	\$ 0.45	\$ 43,129.35	\$ 43,129.39	\$ 35,608.78	\$ 7,520.61
119803.75	\$ 0.45	\$ 53,911.69	\$ 45,009.54	\$ 35,608.78	\$ 9,400.76

Fuente: Autores

Figura 56. Punto de equilibrio del ladrillo Farol visto de seis huecos.



Fuente: Autores

Cálculo del punto de equilibrio del ladrillo Farol visto de ocho huecos

Grado de representatividad = 51.31%

Unidades producidas al año = 1005696u

Tabla 105. Costos de producción del ladrillo Farol visto de ocho huecos.

Punto de equilibrio	
Costos fijos	\$ 67,539.04
Costos variables	\$ 114,958.65
Costo total	\$ 182,497.69
Costo total por unidad	\$ 0.181
Costo variable por unidad	\$ 0.114
Precio de venta por unidad	\$ 0.60

Fuente: Autores

Método algebraico

$$X = \frac{CF}{P - CVUni}$$

$$X = \frac{67539.04}{0.60 - 0.114} = 139057 \text{ unidades}$$

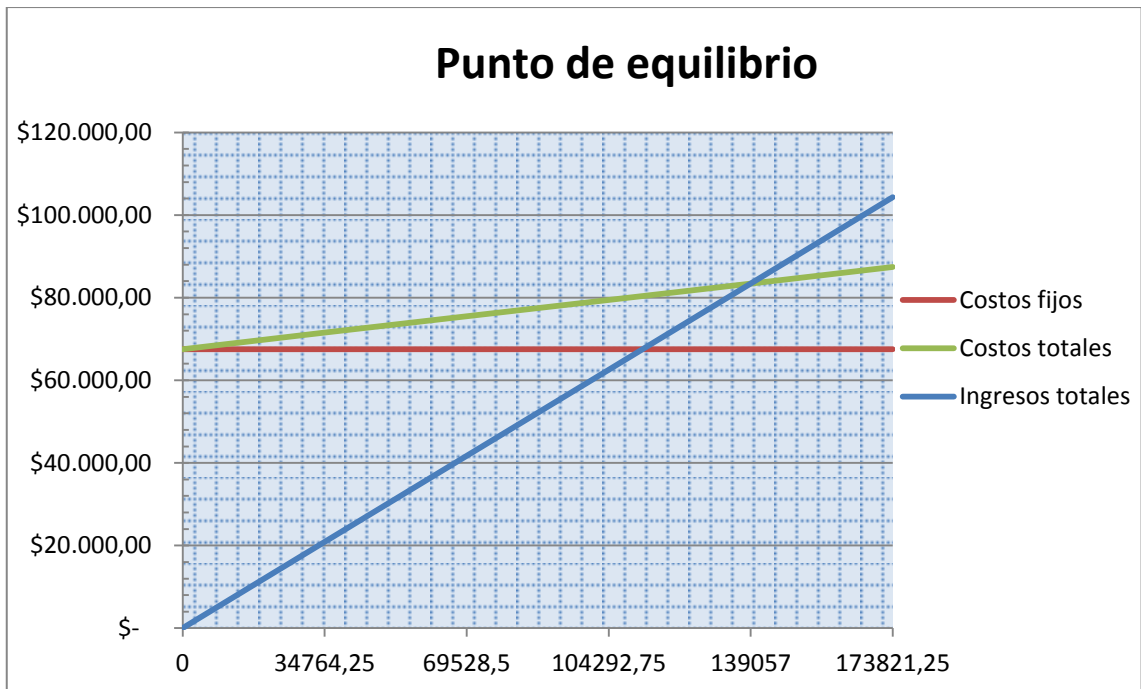
Método gráfico

Tabla 106. Punto de equilibrio del ladrillo farol visto de ocho huecos.

Punto de equilibrio método gráfico					
Unidades	Precio de venta	Ingresos totales	Costos totales	Costos fijos	Costos variables
0	\$ 0.60	\$ -	\$ 67,539.04	\$ 67,539.04	\$ -
34764.25	\$ 0.60	\$ 20,858.55	\$ 71,512.85	\$ 67,539.04	\$ 3,973.82
69528.5	\$ 0.60	\$ 41,717.10	\$ 75,486.67	\$ 67,539.04	\$ 7,947.63
104292.75	\$ 0.60	\$ 62,575.65	\$ 79,460.49	\$ 67,539.04	\$ 11,921.45
139057	\$ 0.60	\$ 83,434.20	\$ 83,434.30	\$ 67,539.04	\$ 15,895.27

Fuente: Autores

Figura 57. Punto de equilibrio del ladrillo Farol visto de ocho huecos.



Fuente: Autores

Cálculo del punto de equilibrio del ladrillo Mambron macizo (2).

Grado de representatividad = 9.92%

Unidades producidas al año = 335232u

Tabla 107. Costos de producción del ladrillo mambron macizo (2).

Punto de equilibrio	
Costos fijos	\$ 13,062.39
Costos variables	\$ 22,233.58
Costo total	\$ 35,295.98
Costo total por unidad	\$ 0.105
Costo variable por unidad	\$ 0.066
Precio de venta por unidad	\$ 0.50

Fuente: Autores

Método algebraico

$$X = \frac{CF}{P - CVUni}$$

$$X = \frac{13062.39}{0.50 - 0.066} = 30120 \text{ unidades}$$

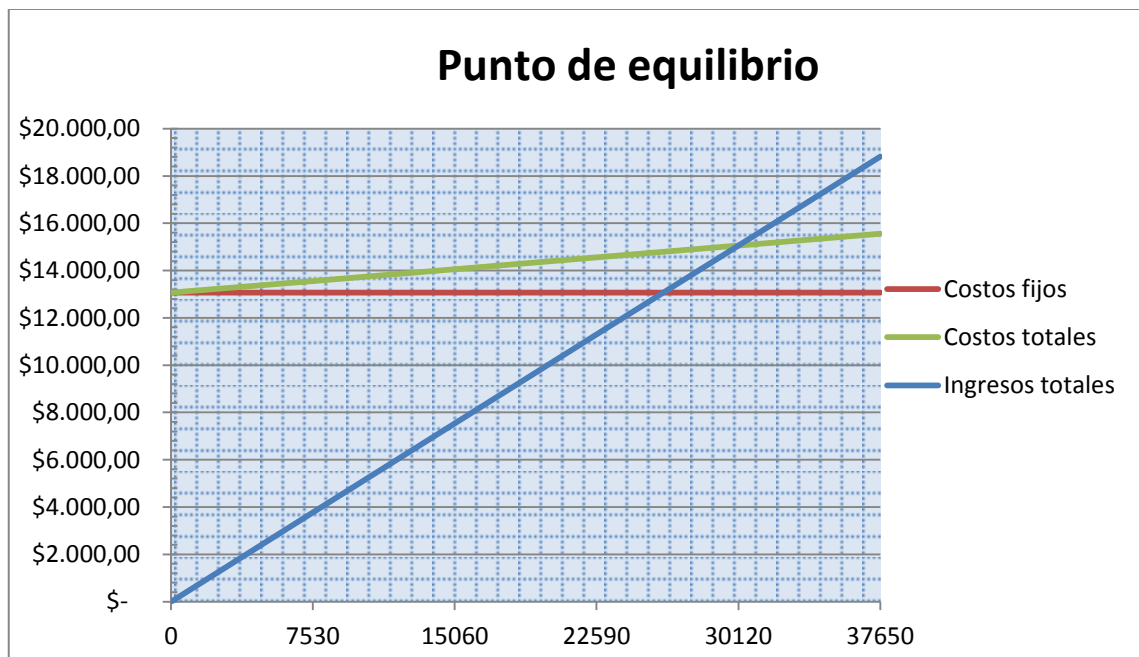
Método gráfico

Tabla 108. Punto de equilibrio del ladrillo mambbron macizo (2).

Punto de equilibrio método gráfico					
Unidades	Precio de venta	Ingresos totales	Costos totales	Costos fijos	Costos variables
0	\$ 0.50	\$ -	\$ 13,062.39	\$ 13,062.39	\$ -
7530	\$ 0.50	\$ 3,765.00	\$ 13,561.80	\$ 13,062.39	\$ 499.41
15060	\$ 0.50	\$ 7,530.00	\$ 14,061.22	\$ 13,062.39	\$ 998.82
22590	\$ 0.50	\$ 11,295.00	\$ 14,560.63	\$ 13,062.39	\$ 1,498.24
30120	\$ 0.50	\$ 15,060.00	\$ 15,060.04	\$ 13,062.39	\$ 1,997.65
37650	\$ 0.50	\$ 18,825.00	\$ 15,559.45	\$ 13,062.39	\$ 2,497.06

Fuente: Autores

Figura 58. Punto de equilibrio del ladrillo Mambbron macizo (2).



Fuente: Autores

5.4 Análisis comparativo entre los ingresos actuales vs propuesta

A continuación se detallan las unidades producidas de los 3 productos más vendidos en la empresa y su precio de venta al público, tanto en la situación actual como en la propuesta, para de esta manera comparar la utilidad actual que percibe la empresa vs la utilidad con la propuesta.

Tabla 109. Ingresos actuales al año.

Ingresos actuales al año			
Producto	Unidades	PVP	Total
Farol de 6 huecos	96636	\$ 0.45	\$ 43,486.20
Farol de 8 huecos	125832	\$ 0.60	\$ 75,499.20
Mambron macizo (2)	31452	\$ 0.50	\$ 15,726.00

Fuente: Autores

Tabla 110. Ingresos anuales con la propuesta.

Ingresos anual con la propuesta			
Producto	Unidades	PVP	Total
Farol de 6 huecos	772416	\$ 0.45	\$ 347,587.20
Farol de 8 huecos	1005696	\$ 0.60	\$ 603,417.60
Mambron macizo	335232	\$ 0.50	\$ 167,616.00

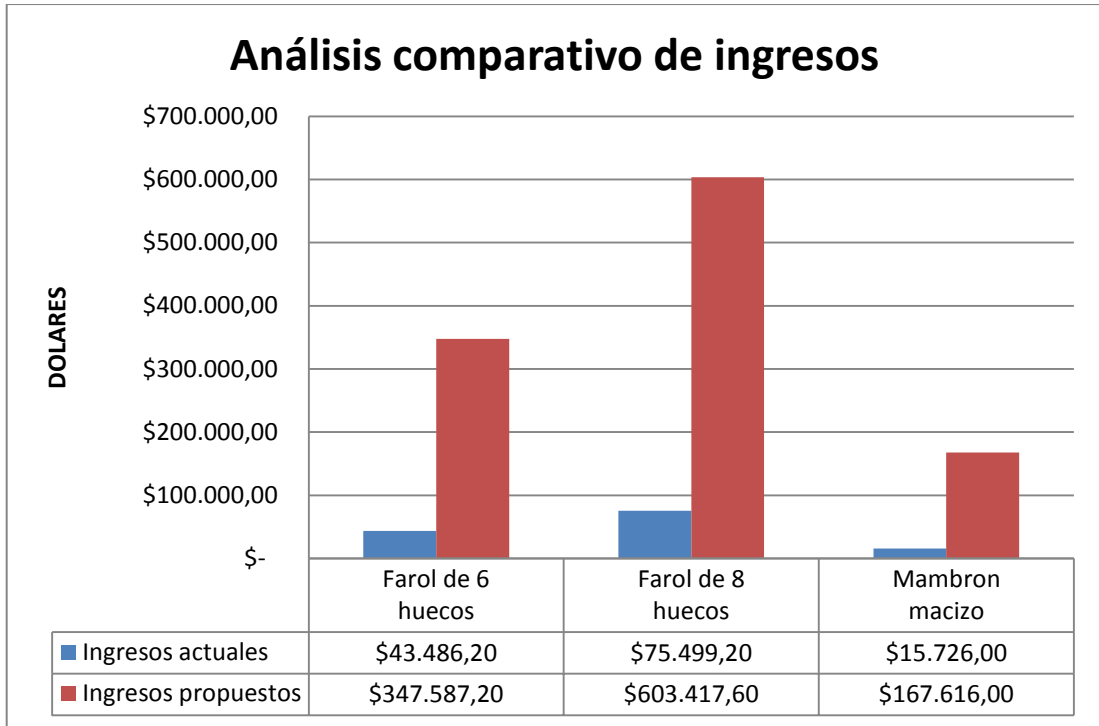
Fuente: Autores

Tabla 111. Análisis comparativo de ingresos actual y propuesto.

Análisis comparativo de ingresos actual y propuesto		
Productos (ladrillos)	Ingresos actuales	Ingresos propuestos
Farol de 6 huecos	\$ 43,486.20	\$ 347,587.20
Farol de 8 huecos	\$ 75,499.20	\$ 603,417.60
Mambron macizo	\$ 15,726.00	\$ 167,616.00

Fuente: Autores

Figura 59. Análisis comparativo de ingresos.



Fuente: Autores

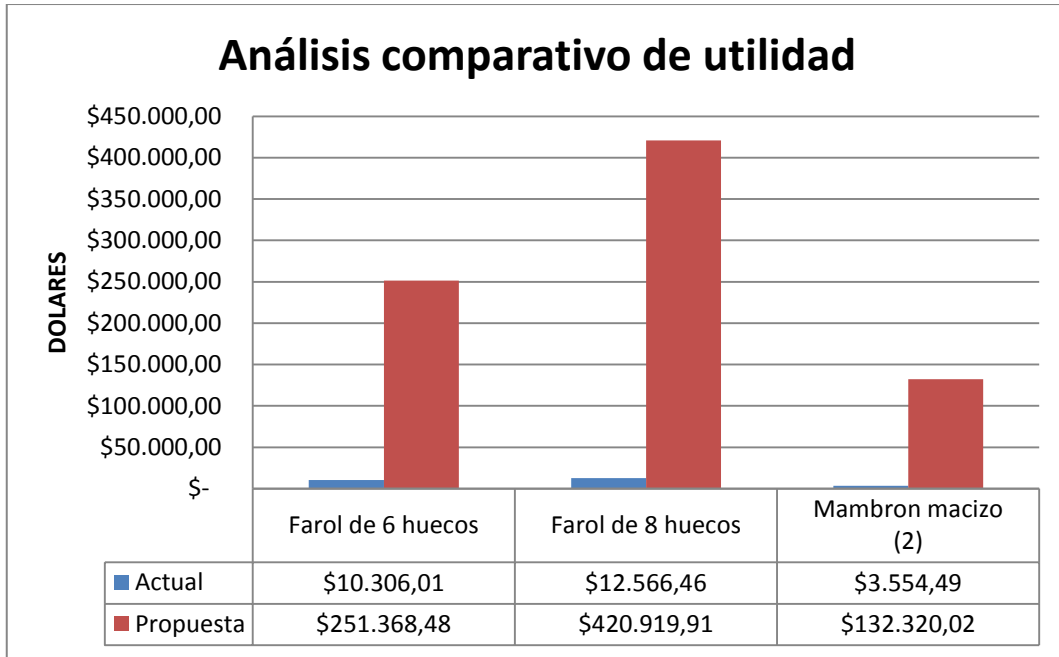
Con las gráficas de ingresos analizada podemos decir que los ingresos aumentaran en un 699%, para ladrillo Farol de seis huecos y para ladrillo farol de ocho huecos, mientras que para ladrillo mambreon macizo es de 966% con respecto a los ingresos actuales, por lo que el crecimiento de la empresa y la productividad se vendrá incrementando consecutivamente una vez puesto en marcha la propuesta.

Tabla 112. Análisis comparativo de la utilidad

Análisis comparativo de la utilidad		
Producto	Actual	Propuesta
Farol de 6 huecos	\$ 10,306.01	\$ 251,368.48
Farol de 8 huecos	\$ 12,566.46	\$ 420,919.91
Mambreon macizo (2)	\$ 3,554.49	\$ 132,320.02
Total	\$ 26,426.96	\$ 804,608.42

Fuente: Autores

Figura 60. Análisis comparativo de utilidad.



Fuente: Autores

De igual manera que en el anterior análisis las utilidades se han incrementado una vez ya puesto en marcha la propuesta claro esta, llegando a tener una utilidad de \$804,608.42 con la propuesta, frente a \$ 26,426.96 que en la actualidad gana la empresa.

5.5 Inversiones

La inversión son los recursos (sean estos materiales o financieros) necesarios para realizar el proyecto; por lo tanto cuando hablamos de la inversión en un proyecto, estamos refiriéndonos a la cuantificación monetaria de todos los recursos que van a permitir la realización del proyecto.

Por lo tanto cuando se va a determinar el monto de la inversión, es necesario identificar todos los recursos que se van a utilizar, establecer las cantidades y en función de dicha información realizar la cuantificación monetaria. Las inversiones sugeridas en la empresa “CELTEL” se realizarán con el fin de aumentar la producción de ladrillo vistoso, para lo cual necesitaremos la implementación de los rubros que a continuación se detallan:

Tabla 113. Inversiones

INVERSIONES			
Detalle	Cant.	V. Unitario	V. Total
Horno tiro invertido	2	\$ 5,000.00	\$ 10,000.00
Retroexcavadora	1	\$ 45,000.00	\$ 45,000.00
Estantería móvil secadero	100	\$ 384.70	\$ 38,470.00
Pallets del área de secado	500	\$ 25.00	\$ 12,500.00
Transpaleta manual	8	\$ 450.00	\$ 3,600.00
Señalización	1	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00
Construcción del secadero	2	\$ 3,500.00	\$ 7,000.00
Obra civil en cimentación de suelos	1	\$ 2,750.00	\$ 2,750.00
Extracto de secadero	1	\$ 3,345.00	\$ 3,345.00
Total			\$ 123,665.00

Fuente: Autores

5.6 Periodo de recuperación de la inversión

$$P. R. = \frac{INVERSION}{UTILIDAD}$$

$$P. R. = \frac{\$ 123,665.00}{\$ 804,608.42}$$

$$P. R. = 1.84 \text{ meses}$$

Cálculo de la rentabilidad.

$$RENTABILIDAD = \frac{UTILIDAD}{INVERSION} \times 100\%$$

$$RENTABILIDAD = \frac{\$ 804,608.42}{\$ 123,665.00} \times 100\%$$

$$RENTABILIDAD = 651\%$$

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones.

Se determinó con análisis y evaluación de la situación actual de la empresa CELTEL a través de los diagramas de proceso de producción y de recorrido, que el método de fabricación debe ser mejorado, que; la distribución actual de la empresa es inadecuada, debido a la existencia de cruces en las líneas de producción.

Se observó el proceso productivo actual en la Empresa CELTEL, en la elaboración de ladrillo en sus ocho variedades que es deficiente pues los costos de producción actuales son elevados, pues existe maquinaria sub utilizada por la empresa, esto amerito el estudio de los tiempos del proceso, de las actividades manuales para cada ladrillo; obteniendo así un incremento de la producción, para lo cual citamos la siguiente tabla.

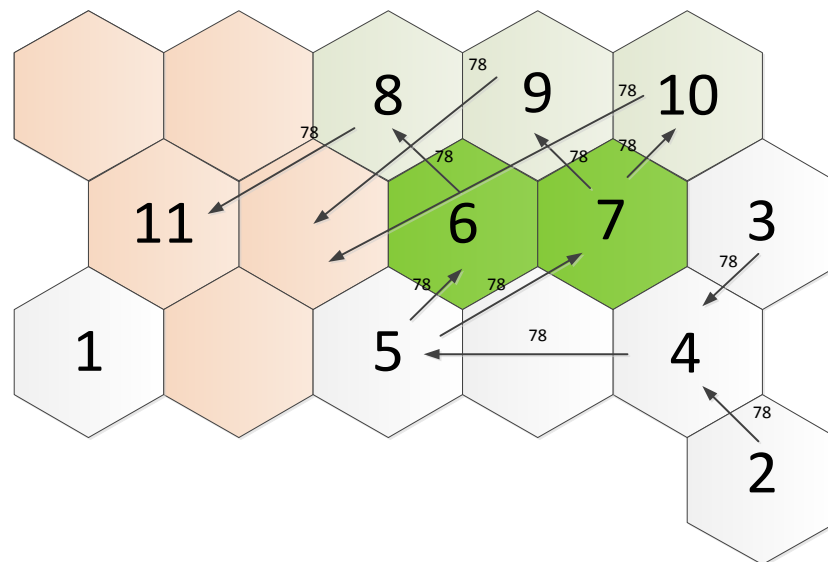
Producción actual anual y con la propuesta.

	Productos (ladrillos)	Actual anual (unidades)	Propuesto anual (unidades)
1	Visto de dos nueces(1)	10380	84048
2	Mambron macizo (1)	18156	147048
3	Farol de 3 huecos tolete (1)	8436	34140
4	Farol de 6 huecos Alineados	96636	772416
5	Farol de ocho huecos	125832	1005696
6	Visto de dos nueces (2)	21408	228096
7	Farol de 3 huecos tolete (2)	12000	63936
8	Mambron macizo (2)	31452	335232
	TOTAL (unidades)	324300	2670612

Fuente: Autores.

El análisis de los resultados obtenidos de la situación actual, ha evidenciado el cuello de botella en la producción, siendo así, el área de secado, por la gran dimensión y el tiempo que ocupa esta parte del proceso, se hace necesario la implementación de secaderos, reduciendo el proceso que demoraba de 15 a 20 días a tan solo 8 horas.

Con el estudio realizado se propone la redistribución de la planta, con el fin de disminuir los movimientos en diferentes áreas, mediante el diagrama de proximidad se llega a determinar una producción en línea y en forma “Sinuosa”, facilitando los accesos y organizando las áreas, además; de la incorporación de un secadero. Para mejor entendimiento citaremos los diagramas de recorrido actual y propuesto (Ver Anexo E y Q), además del diagrama de proximidad propuesto.



Fuente: Autores.

En el análisis de los puestos de trabajo se realiza la propuesta ergonómica, para alcanzar condiciones de trabajo adecuadas, para el trabajador, que esto redundará en la mejora de su rendimiento, tomando como punto de partida la implementación de estanterías móviles.

Los diagramas Pert y Gantt en nuestra propuesta permiten, la programación y control de la producción diaria sobre una quema de ladrillos.

Después de haber realizado el estudio de tiempos en la situación actual y propuesta, se determinó:

ladrillos mas vendidos	Actual			Propuesto			Diferencia productividad	%
	Tiempo (min)	Unidades (ladrillos)	productividad	Tiempo (min)	Unidades (ladrillos)	productividad		
Farol de 8 huecos	712.89	3495	4.90	985.65	10800	10.96	6.05	223%
Farol de 6 huecos alineado	438.27	2684	6.12	809.69	10800	13.34	7.21	218%
Mambren macizo (2)	155.5	874	5.62	1138.62	14400	12.65	7.03	225%

Fuente: Autores.

Se determinó que la viabilidad del proyecto es de 651% y el período de recuperación es de 1,8 meses, esto se daría si mantenemos los precios actuales de venta de ladrillos.

Los resultados de ingresos aumentarán en un 699%, para ladrillo Farol de seis huecos y para el farol de ocho huecos, mientras que para ladrillo mambren macizo es de 966% con respecto a los ingresos actuales.

La utilidad que percibirá la empresa con la implementación de la propuesta es de \$ 804,608.42 frente a \$ 26,358.36 que en la actualidad gana la empresa.

6.2 Recomendaciones.

Poner en práctica la presente propuesta y considerar que la ampliación y reorganización puede tener cambios eventuales a largo plazo, pues ningún sistema productivo es perfecto y debe someterse a las nuevas necesidades de producción.

Para lograr la eficiencia en la circulación y los tiempos de fabricación, se recomienda en los procesos manuales la construcción de estanterías móviles, ver planos adjuntos (anexo 10); además de la implementación de pallets y transpaletas.

Organizar los puestos de trabajo según la distribución planteada, aplicando los nuevos métodos de trabajo en las operaciones para la fabricación de ladrillos.

Crear el departamento de Seguridad e Higiene Industrial y capacitar periódicamente al personal sobre los riesgos laborales, para crear una conciencia, de lo importante que es utilizar correctamente los diferentes implementos de seguridad, y evitar enfermedades profesionales y accidentes de trabajo, de esta forma se podrá incrementar el rendimiento en el personal.

Realizar la cimentación adecuada de toda el área productiva de la empresa, de esta manera se estaría garantizando la vida útil del transpaleta manual y de las máquinas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] <http://www.monografias.com/trabajos11/worgfor/worgfor.shtml>.
- [2] BACA, G. Introducción a la Ingeniería Industrial. México: Patria, 2007. Pág. 214–215.
- [3] NIEBEL, B.W. Ingeniería Industrial: métodos estándares y diseño de trabajo. 10 ed. México: McGraw-Hill, 2009. Pág. 35-36.
- [4] BACA, G. Introducción a la Ingeniería Industrial. México: Patria, 2007. Pág. 217–218.
- [5] BACA, G. Introducción a la Ingeniería Industrial. México: Patria, 2007. Pág. 217–218.
- [6] BACA, G. Introducción a la Ingeniería Industrial. México: Patria, 2007. Pág. 224–226.
- [7] NIEBEL, B.W. Ingeniería Industrial: métodos estándares y diseño de trabajo. 10 ed. México: McGraw-Hill, 2009. Pág. 224.
- [8] <http://es.wikipedia.org/wiki/Ergonom%C3%DA>
- [9] <http://www.navarra.es/NR/rdonlyres/775A941B-AFBA-4A8E-AA9B-8E84507C12C4/145791/TrastornosME.pdf>
- [10] http://www.fi.uba.ar/archivos/posgrados_apuntes_Metodo_RULA
- [11] <http://www.slideshare.net/gvivanco/distribucion-planta>.
- [12] CUATRECASAS, LL. Diseño Avanzado de Procesos y Plantas de Producción Flexible. Barcelona: Profit, 2009. Pág. 85-87.
- [13] MUNIER. Técnica Moderna para el Planteamiento y Control de Producción. Argentina: Pirámide, 1973.
- [14] <http://www.etsimo.uniovi.esusrfblancoLeccion6.SECADO.pdf>

- [15] NIEBEL, B. W. Ingeniería Industrial, métodos estándares y diseño de trabajo. 10^{ma.} ed. México: Macgraw-Hill, 2009. Pág. 17.
- [16] <http://www.monografias.com/trabajos6/prod/prod.shtml>.
- [17] GÓMEZ, O. Contabilidad de Costos. 5^{ta.} ed. Bogotá: Mcgraw-Hill, 2005. Pág. 2
- [18] GÓMEZ, O. Contabilidad de Costos. 5^{ta.} ed. Bogotá: Mcgraw-Hill, 2005. Pág. 6.
- [19] CELTEL. Estudio Técnico de las Propiedades del Suelo, elaborado por la empresa para la producción de ladrillo visto. (doc.).
- [20] <http://es.wikipedia.org/wiki/Ergonom%C3%DA>
- [21] NIEBEL, B. W. Ingeniería Industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo. 10^{ma.} ed. México: Mcgraw-Hill, 2009. Pág. 224–242.
- [22] MINISTERIO DE RELACIONES LABORALES DEL ECUADOR, reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo (decreto 2393), Art. 56. Quito: 2004. Pág. 18.
- [23] NIEBEL, B. W. Ingeniería Industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo. 10^{ma.} ed. México: Mcgraw-Hill, 2009. Pág. 224.
- [24] <http://www.ual.es/GruposInv/Prevencion/evaluacion/procedimiento/A-Espacio%20de%20trabajo.pdf>
- [25] <http://www.ual.es/GruposInv/Prevencion/2005/documentos/manualcargas.pdf>
- [26] MINISTERIO DE RELACIONES LABORALES DEL ECUADOR. Categorización de Riesgos Laborales por Actividad Productiva, Con base en CIIU 4 dígitos y Método Triple Criterio o PGV.

BIBLIOGRAFÍA

BACA, G. Introducción a la Ingeniería Industrial. México: Patria, 2007.

CELTEL. Estudio Técnico de las Propiedades del Suelo, elaborado por la empresa para la producción de ladrillo visto. (doc.).

CUATRECASAS, LL. Diseño avanzado de Procesos y Plantas de Producción Flexible. Barcelona: Profit, 2009.

GÓMEZ, O. Contabilidad de Costos. 5^{ta}. ed. Bogotá: Mcgraw-Hill, 2005.

MINISTERIO DE RELACIONES LABORALES DEL ECUADOR. Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo (decreto 2393), Art. 56. Quito: 2004.

NIEBEL, B.W. Ingeniería Industrial, métodos estándares y diseño de trabajo. 10^{ma} ed. México: Mcgraw-Hill, 2009.

MUNIER. Técnica Moderna para el Planteamiento y Control de Producción. Argentina: Pirámide, 1973.

LINKOGRAFÍA

DEFINICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD.

<http://www.monografias.com/trabajos6/prod/prod.shtml>

04/06/2011

DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.

<http://www.slideshare.net/gvivanco/distribucion-planta>.

19/05/2011

ERGONOMÍA.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Ergonom%C3%DA>

22/03/2011

ESPACIO DE TRABAJO.

<http://www.ual.es/GruposInv/Prevencion/evaluacion/procedimiento/A-Espacio%20de%20trabajo.pdf>

05/06/2011

MÉTODO PARA LEVANTAR CARGAS MANUALES.

<http://www.ual.es/GruposInv/Prevencion/2005/documentos/manualcargas.pdf>

06/06/2011

MÉTODO RULA.

http://www.fi.uba.ar/archivos/posgrados_apuntes_Metodo_RULA

12/05/2011

ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.

<http://www.monografias.com/trabajos11/worgfor/worgfor.shtml>.

21/03/2011

SISTEMAS DE SECADO DE LADRILLO.

<http://www.etsimo.uniovi.esusrfblancoLeccion6.SECADO.pdf>

03/06/2011

TRASTORNOS MÚSCULO - ESQUELÉTICOS DE ORIGEN LABORAL.

<http://www.navarra.es/NR/rdonlyres/775A941B-AFBA-4A8E-AA9B-8E84507C12C4/145791/TrastornosME.pdf>

29/03/2011