



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y  
ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Propuesta de Distribución de Planta basado en el simulador FlexSim para  
reducir los Tiempos de Espera en la empresa Eléctrica Optimización  
S.A., SJL, 2019**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Industrial**

**AUTORES:**

**José Miguel de Santa María Auris Goicochea (ORCID: 0000-0003-1148-3290)**

**Mayra Stephany Solano Castro (ORCID: 0000-0002-9976-6393)**

**ASESORA:**

**Dra. Ing. Luz Graciela Sánchez Ramírez (ORCID: 0000-0002-2308-4281)**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**Gestión Empresarial y Productiva**

**LIMA – PERÚ**

**2019**

### **Dedicatoria**

A Dios, nuestros padres por brindarnos el apoyo moral día a día y confiar en nuestro esfuerzo, a nuestros hermanos y a los docentes de nuestra alma mater quienes fueron parte de nuestra formación profesional y crecimiento en la vida laboral.

### **Agradecimientos**

A Dios quien nos permitió estar presentes hoy, a nuestros familiares por el apoyo incondicional, a los docentes de nuestra escuela de Ingeniería Industrial quienes nos brindaron sus conocimientos en nuestra vida profesional. Asimismo, a nuestros asesores Dra. Ing. Luz Graciela Sánchez Ramírez y Mg. Ing. Walter Leoncio Quiroz Rodríguez.



### **Declaratoria de Autenticidad**

Nosotros, José Miguel de Santa María, Auris Goicochea y Mayra Stephany, Solano Castro con DNI N.º 76319275 y 74690279, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 03 de diciembre del 2019



---

**José Miguel de Santa María, Auris Goicochea**  
DNI:76319275



---

**Mayra Stephany, Solano Castro**  
DNI: 74690279

## **Presentación**

Señores miembros del jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada Propuesta de Distribución de Planta basado en el simulador FlexSim para reducir los Tiempos de Espera en la empresa Eléctrica Optimización S.A., SJL 2019. Cuyo objetivo fue determinar en qué medida se propone la mejor distribución de Planta basado en el simulador FlexSim para reducir los Tiempos de Espera en la empresa Eléctrica Optimización S.A., SJL, 2019. y que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniería Industrial. La investigación consta de siete capítulos. En el primer capítulo se explica sobre la problemática global y nacional que afrontan las industrias manufacturas, con antecedentes internacionales y nacionales que detallan la mejor propuesta de distribución de plantas industriales, el marco teórico se detalla los conceptos de todo lo investigado de fuentes indizadas como artículos de investigación y libros, también en este capítulo se detalla las problemáticas y los objetivos a alcanzar; en el segundo capítulo se muestra la definición de las variables, el diseño de investigación, la matriz de operacionalización y se define cual será el objeto de estudio a la vez con que instrumentos o registros de medición se logrará recolectar para el desarrollo de la investigación, en el tercer capítulo se desarrolla la aplicación de las metodologías a utilizar, en el cuarto capítulo se discute los resultados obtenidos con los antecedentes, en el quinto capítulo se concluye la mejor propuesta de distribución de planta, en el sexto capítulo se detalló las recomendaciones para la empresa y futuras investigaciones y por último en el séptimo capítulo se evidencia las referencias bibliográficas utilizadas en la tesis.



---

**José Miguel de Santa María Auris Goicochea**



---

**Mayra Stephany Solano Castro**

# Índice

<b>Página del Jurado</b> .....	iv
<b>Dedicatoria</b> .....	II
<b>Agradecimientos</b> .....	III
<b>Declaratoria de Autenticidad</b> .....	V
<b>Presentación</b> .....	VI
<b>Índice</b> .....	VII
<b>Resumen</b> .....	XV
<b>Abstract</b> .....	XVI
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.1 Realidad Problemática</b> .....	2
<b>1.2 Trabajos Previos</b> .....	11
1.2.1 Antecedentes Internacionales .....	11
1.2.2 Antecedentes Nacionales.....	13
<b>1.3 Teorías relacionadas al tema</b> .....	16
1.3.1 Variable Independiente: Distribución de planta .....	16
1.3.2 Variable Dependiente: Tiempo de espera (lead time) .....	26
1.3.3 Otras teorías relacionadas al tema: .....	30
<b>1.4 Formulación del Problema</b> .....	36
1.4.1 Problema General .....	36
1.4.2 Problemas Específicos.....	36
1.4.3 Justificación del Estudio.....	36
1.4.4 Justificación teórica.....	36
1.4.5 Justificación Práctica.....	37
1.4.6 Justificación Metodológica.....	37
1.4.7 Justificación Económica.....	37
<b>1.5 Objetivos</b> .....	38
1.5.1 Objetivo General .....	38
1.5.2 Objetivos Específicos .....	38
<b>II. MÉTODO</b> .....	11
<b>2.1 Diseño de la Investigación</b> .....	40
<b>2.2 Variables, Operacionalización</b> .....	42
2.2.1 Variables.....	42
2.2.2 Operacionalización de las Variables .....	43
2.2.3 Matriz de Operacionalización de las Variables .....	46

<b>2.3</b>	<b>Población y Muestra</b> .....	48
<b>2.4</b>	<b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad</b> .....	49
<b>2.5</b>	<b>Métodos de Análisis de Datos</b> .....	52
2.5.1	Análisis Descriptivo .....	52
<b>2.6</b>	<b>Aspectos Éticos</b> .....	53
<b>III.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	54
<b>3.1</b>	<b>Situación Actual de la Empresa</b> .....	55
3.1.1	Generalidades .....	55
3.1.2	Proceso de Producción .....	85
3.1.3	Actividades Críticas del Proceso de Producción .....	90
<b>3.2</b>	<b>Situación Propuesta en la Empresa</b> .....	93
3.2.1	Aplicación del Método Guerchet .....	94
3.2.2	Aplicación de la Metodología SLP .....	106
3.2.3	Aplicación de la Metodología CORELAP .....	111
<b>3.3</b>	<b>Aplicación del Simulador FlexSim en las Propuestas</b> .....	128
<b>3.4</b>	<b>Análisis de Resultados</b> .....	139
<b>IV.</b>	<b>DISCUSIÓN</b> .....	152
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	153
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	156
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS</b> .....	158
<b>ANEXOS</b>	.....	160



## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Ponderación de Pareto de Eléctrica Optimización, 2019 .....	9
<b>Tabla 2.</b> Tabla de Proximidades .....	24
<b>Tabla 3.</b> Tabla de Código de Razones .....	25
<b>Tabla 4.</b> Matriz de Operacionalización de las Variables .....	46
<b>Tabla 5.</b> Validez de los instrumentos por juicio de expertos de la Universidad César Vallejo..	51
<b>Tabla 6.</b> Características de un Transformador Trifásico en Aceite .....	59
<b>Tabla 7.</b> Partes del Transformador Trifásico en Aceite.....	62
<b>Tabla 8.</b> Listado de máquinas, equipos y herramientas.....	64
<b>Tabla 9.</b> Listado de máquinas en el área de Bobinado .....	66
<b>Tabla 10.</b> Listado de máquinas en el área de Montaje y Conexiones.....	69
<b>Tabla 11.</b> Listado de máquinas en el área de Soldadura 1 y 2.....	72
<b>Tabla 12.</b> Listado de máquinas en el área de Núcleo .....	75
<b>Tabla 13.</b> Listado de materiales utilizados en el área de Bobinado.....	77
<b>Tabla 14.</b> Listado de materiales utilizados en el área de Montaje y Conexiones .....	78
<b>Tabla 15.</b> Listado de materiales utilizados en el área de Pintura.....	80
<b>Tabla 16.</b> Listado de materiales utilizados en el área de Núcleo.....	81
<b>Tabla 17.</b> Listado de materiales utilizados en el área de Soldadura 1 y2 .....	82
<b>Tabla 18.</b> Listado de materiales utilizados en el área de Horno .....	83
<b>Tabla 19.</b> Área mínima y máxima según el Método Guerchet .....	105
<b>Tabla 20.</b> Recursos utilizados del simulador .....	128
<b>Tabla 21.</b> Resultados según DAP en el simulador FlexSim .....	134
<b>Tabla 22.</b> Resultados según SLP en el simulador FlexSim .....	136
<b>Tabla 23.</b> Resultados según CORELAP en el simulador FlexSim.....	138
<b>Tabla 24.</b> Comparación de tiempos y distancias con las metodologías SLP y CORELAP.....	139
<b>Tabla 25.</b> Comparaciones del tiempo de realización por transformador Trifásico en Aceite ..	141
<b>Tabla 26.</b> Tiempos de término por cada Transformador Trifásico en Aceite.....	146
<b>Tabla 27</b> Matriz de Consistencia .....	168

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Organigrama de la empresa ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN, 2019.....	5
<b>Figura 2.</b> Diagrama Ishikawa de ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN, 2019.....	7
<b>Figura 3.</b> Diagrama de Pareto de Eléctrica de Optimización, 2019 .....	10
<b>Figura 4.</b> Organigrama de ELECTRICA OPTIMIZACIÓN S.A., 2019.....	57
<b>Figura 5.</b> Ubicación de ELECTRICA OPTIMIZACIÓN S.A. ....	57
<b>Figura 6.</b> Transformador trifásico en acetite de 2500 KVA.....	58
<b>Figura 7.</b> Transformador en marcha.....	59
<b>Figura 8.</b> Parte activa del Transformador Trifásico .....	61
<b>Figura 9.</b> Proceso del Transformador Trifásico en Aceite .....	89
<b>Figura 10.</b> Evidencia de carencia de espacio en el lugar de trabajo.....	90
<b>Figura 11.</b> Congestión durante el traslado de material.....	91
<b>Figura 12.</b> Distribución de planta desorganizada en el área de Pintura .....	91
<b>Figura 13.</b> Distribución de planta desorganizada en el área de Soldadura.....	92
<b>Figura 14.</b> Recorridos innecesarios durante el proceso.....	92
<b>Figura 15.</b> Maquinarias y equipos mal ubicados, evidencia 1.....	93
<b>Figura 16.</b> Maquinarias y equipos mal ubicados, evidencia 2.....	93
<b>Figura 17.</b> Layout de ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A. ....	94
<b>Figura 18.</b> Cálculo de superficies en el área de Bobinado .....	97
<b>Figura 19.</b> Cálculo de superficies en el área de Montaje y Conexiones.....	98
<b>Figura 20.</b> Cálculo de superficies en el área de Sala de Pruebas.....	99
<b>Figura 21.</b> Cálculo de superficies en el área de Horno.....	100
<b>Figura 22.</b> Cálculo de superficies en el área de Núcleo .....	101
<b>Figura 23.</b> Cálculo de superficies en el área de Pintura .....	102
<b>Figura 24.</b> Cálculo de superficies en el área de Soldadura 1.....	103
<b>Figura 25.</b> Cálculo de superficies en el área de Soldadura 2.....	104
<b>Figura 26.</b> Modelo del gráfico SLP.....	106
<b>Figura 27.</b> Paso 1 de la metodología SLP en ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.....	107
<b>Figura 28.</b> Paso 2 de la metodología SLP en ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.....	107
<b>Figura 29.</b> Paso 3 de la metodología SLP en ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.....	108
<b>Figura 30.</b> Paso 4 de la metodología SLP en ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.....	109
<b>Figura 31.</b> Resultado de la metodología SLP en ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A. ....	110
<b>Figura 32.</b> Distribución de planta con la metodología SLP en ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.....	110
<b>Figura 33.</b> Ingreso al software CORELAP .....	111
<b>Figura 34.</b> Pantalla de cantidad de departamentos, CORELAP.....	112
<b>Figura 35.</b> Pantalla de ingreso nombres de los departamentos, CORELAP .....	113
<b>Figura 36.</b> Ingreso de los nombres de los departamentos, CORELAP .....	114
<b>Figura 37.</b> Ingreso de área en m <sup>2</sup> por cada departamento, CORELAP.....	115
<b>Figura 38.</b> Ingreso de la superficie disponible, CORELAP .....	116
<b>Figura 39.</b> Ingreso de parámetros del peso de relaciones, CORELAP.....	117
<b>Figura 40.</b> Ingreso de datos según el SLP al CORELAP.....	118
<b>Figura 41.</b> Resultados de la ordenación según importancia de los departamentos, CORELAP .....	119
<b>Figura 42.</b> Layout adecuado según el CORELAP.....	120
<b>Figura 43.</b> Iteración 1, CORELAP .....	121

<b>Figura 44.</b> Iteración 2, CORELAP .....	122
<b>Figura 45.</b> Iteración 3, CORELAP .....	123
<b>Figura 46.</b> Iteración 4, CORELAP .....	124
<b>Figura 47.</b> Iteración 5, CORELAP .....	125
<b>Figura 48.</b> Iteración 6, CORELAP .....	126
<b>Figura 49.</b> Iteración 7, CORELAP .....	127
<b>Figura 50.</b> Ingreso de dimensiones, FlexSim .....	129
<b>Figura 51.</b> Hoja de trabajo, FlexSim .....	129
<b>Figura 52.</b> Ingreso de procesos, FlexSim .....	130
<b>Figura 53.</b> Ingreso de entradas y salidas, FlexSim .....	130
<b>Figura 54.</b> Conexiones entre áreas, FlexSim .....	131
<b>Figura 55.</b> Ingreso de nombres y tiempos por proceso, FlexSim .....	131
<b>Figura 56.</b> Uso de los datos estadísticos, FlexSim .....	132
<b>Figura 57.</b> Ingreso de horario de trabajo, FlexSim .....	132
<b>Figura 58.</b> Resultado según DAP a una semana, FlexSim .....	133
<b>Figura 59.</b> Resultado según DAP a un mes, FlexSim .....	133
<b>Figura 60.</b> Resultado según DAP a un año, FlexSim .....	134
<b>Figura 61.</b> Resultado según SLP a una semana, FlexSim .....	135
<b>Figura 62.</b> Resultado según SLP a un mes, FlexSim .....	135
<b>Figura 63.</b> Resultado según SLP a un año FlexSim .....	136
<b>Figura 64.</b> Resultado según CORELAP a una semana, FlexSim .....	137
<b>Figura 65.</b> Resultado según CORELAP a un mes, FlexSim .....	137
<b>Figura 66.</b> Resultado según CORELAP a un año, FlexSim .....	138

## Índice de Anexos

<b>Anexo 1</b>	Matriz de Consistencia .....	168
<b>Anexo 2</b>	Validación del Instrumento Mediante el Juicio de Expertos .....	169
<b>Anexo 3</b>	Validación del Instrumento Mediante el Juicio de Expertos .....	172
<b>Anexo 4</b>	Validación del Instrumento Mediante el Juicio de Expertos .....	175
<b>Anexo 5</b>	Validación del Instrumento Mediante el Juicio de Expertos .....	178
<b>Anexo 6</b>	Validación del Instrumento Mediante el Juicio de Expertos .....	181
<b>Anexo 7</b>	Diagrama de Análisis de Procesos de Soldadura 1 .....	184
<b>Anexo 8</b>	Diagrama de Análisis de Procesos de Soldadura 2 .....	185
<b>Anexo 9</b>	Diagrama de Análisis de Procesos de Bobinado .....	187
<b>Anexo 10</b>	<i>Diagrama de Análisis de Procesos Núcleo</i> .....	188
<b>Anexo 11</b>	Diagrama de Análisis de Procesos Montaje y Conexiones .....	190
<b>Anexo 12</b>	Diagrama de Análisis de Procesos Horno .....	192
<b>Anexo 13</b>	Diagrama de Análisis de Procesos de Sala de Pruebas .....	194
<b>Anexo 14</b>	Diagrama de Análisis de Procesos de Pintura .....	195
<b>Anexo 15</b>	Formato de Toma de Tiempos del Proceso de Soldadura 1 .....	196
<b>Anexo 16</b>	Formato de Toma de Tiempos del Proceso de Soldadura 2 .....	197
<b>Anexo 17</b>	Formato de Toma de Tiempos del Proceso de Bobinado .....	199
<b>Anexo 18</b>	Formato de Toma de Tiempos del Proceso Núcleo.....	200
<b>Anexo 19</b>	Formato de Toma de Tiempos del Proceso Montaje y Conexiones .....	202
<b>Anexo 20</b>	Formato de Toma de Tiempos del Proceso de Horno .....	204
<b>Anexo 21</b>	Formato de Toma de Tiempos del Proceso de Sala de Pruebas .....	206
<b>Anexo 22</b>	Formato de Toma de Tiempos del Proceso de Pintura.....	207
<b>Anexo 23.</b>	Procedimiento de trabajo del área de Soldadura 1 .....	208
<b>Anexo 24.</b>	Procedimiento de trabajo del área de Soldadura 2 .....	210
<b>Anexo 25.</b>	Procedimiento de trabajo del área de Bobinado .....	212
<b>Anexo 26.</b>	Procedimiento de trabajo del área de Núcleo .....	214
<b>Anexo 27.</b>	Procedimiento de trabajo del área de Montaje y Conexiones .....	216
<b>Anexo 28.</b>	Procedimiento de trabajo del área de Horno .....	219
<b>Anexo 29.</b>	Procedimiento de trabajo del área de Sala de Pruebas .....	221
<b>Anexo 30.</b>	Procedimiento de trabajo del área de Pintura .....	222
<b>Anexo 31.</b>	Encuesta N° 1 .....	223
<b>Anexo 32.</b>	Encuesta N° 2 .....	224
<b>Anexo 33.</b>	Encuesta N° 3 .....	225
<b>Anexo 34.</b>	Encuesta N° 4 .....	226
<b>Anexo 35.</b>	Encuesta N° 5 .....	227
<b>Anexo 36.</b>	Encuesta N° 6 .....	228
<b>Anexo 37.</b>	Encuesta N° 7 .....	229
<b>Anexo 38.</b>	Encuesta N°8 .....	230
<b>Anexo 39.</b>	Encuesta N° 9 .....	231
<b>Anexo 40.</b>	Encuesta N° 10 .....	232
<b>Anexo 41.</b>	Encuesta N° 11 .....	233
<b>Anexo 42.</b>	Encuesta N° 12 .....	234
<b>Anexo 43.</b>	Encuesta N° 13 .....	235
<b>Anexo 44.</b>	Encuesta N° 14 .....	236
<b>Anexo 45.</b>	Encuesta N° 15 .....	237

<b>Anexo 46.</b> Respuestas de le encuesta para el Diagrama Pareto .....	238
<b>Anexo 47.</b> Evidencias 1 de la encuesta realizada.....	239
<b>Anexo 48.</b> Evidencia 2 de la encuesta realizada .....	239
<b>Anexo 49.</b> Layout de ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A. ....	240
<b>Anexo 50.</b> Diagrama Spaghetti según layout de ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A. ....	241
<b>Anexo 51.</b> Layout según Metodología SLP .....	242
<b>Anexo 52.</b> Diagrama Spaghetti según Metodología SLP.....	243
<b>Anexo 53.</b> Layout según Metodología CORELAP .....	244
<b>Anexo 54.</b> Diagrama Spaghetti según Metodología CORELAP .....	245
<b>Anexo 55.</b> Evidencias 1 de las mediciones en las áreas de ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A. .....	246
<b>Anexo 56.</b> Evidencias 2 de las mediciones en las áreas de ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A. .....	247
<b>Anexo 57.</b> Evidencias 3 de las mediciones en las áreas de ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A. .....	248
<b>Anexo 58.</b> Evidencias 4 de las mediciones en las áreas de ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A. .....	249
<b>Anexo 59.</b> Cuaderno de Control de Demanda .....	250
<b>Anexo 60.</b> Autorización de la empresa Eléctrica Optimización S.A. ....	251
<b>Anexo 61.</b> Pantallazo de Turniting .....	252
<b>Anexo 62.</b> Datos del simulador FlexSim, según el método actual.....	253
<b>Anexo 63.</b> Datos del simulador FlexSim, según el método SLP .....	254
<b>Anexo 64.</b> Datos del simulador FlexSim, según el método CORELAP .....	255

## Índice de Gráficas

<b>Gráfica 1.</b> Variaciones de las distancias recorridas por cada Metodología.....	140
<b>Gráfica 2.</b> Variaciones de los tiempos por cada Metodología.....	141
<b>Gráfica 3.</b> Comparación de tiempos en cada una de las metodologías .....	142
<b>Gráfica 4.</b> Demanda de Transformadores Trifásicos en Aceite .....	143
<b>Gráfica 5.</b> Demanda del año 2014.....	143
<b>Gráfica 6.</b> Demanda del año 2015.....	144
<b>Gráfica 7.</b> Demanda del año 2016.....	144
<b>Gráfica 8.</b> Demanda del año 2017.....	145
<b>Gráfica 9.</b> Demanda del año 2018.....	145
<b>Gráfica 10.</b> Demanda del año 2019.....	146
<b>Gráfica 11.</b> Cantidad de Transformadores realizados por mes según el simulador FlexSim...	150
<b>Gráfica 12.</b> Ingreso por Ventas, en comparación .....	151

## Resumen

La tesis Propuesta de Distribución de Planta basado en el simulador FlexSim para reducir los Tiempos de Espera en la empresa Eléctrica Optimización S.A., SJL, 2019, cuyo objetivo fue Determinar en qué medida se propone la distribución de Planta basado en el simulador FlexSim para reducir los Tiempos de Espera en la empresa Eléctrica Optimización S.A., SJL, 2019.

El estudio fue de tipo básica, de nivel descriptivo explicativo, con un enfoque cuantitativa, de acuerdo con el tipo de diseño de la investigación fue no experimental, ya que se realizó propuestas para una redistribución de planta, se escogió y evaluó la mejor alternativa, de tipo descriptivo, por su alcance temporal fue transversal, lo cual se recolecto datos actuales de su momento. La población de estudio estuvo conformada por las 8 áreas de producción y la muestra se utilizó la misma cantidad de áreas de producción, ya que para la elección de la mejor propuesta de distribución se debe emplear todo lo que involucra un espacio en el área de producción.

Los instrumentos utilizados en la presente tesis fueron formatos de recolección de datos, cuya técnica utilizada fue la observación, La validez de los instrumentos se realizó mediante el juicio de expertos. Los datos recolectados fueron empleados en las metodologías SLP y CORELAP para obtener lo mejor distribución, lo cual se simulo en el software FlexSim versión 2018 para obtener los resultados proporcionados y discutir la mejor propuesta de distribución.

El estudio concluyó que la aplicación de la distribución de planta, disminuye la distancia del recorrido de trabajo, que con la metodología SLP se obtuvo la disminución de 35.99% con una distancia recorrida de 233 metros; la metodología CORELAP en 36.81% con una distancia recorrida de 230 metros en comparación con la que se encontró al momento de la recolección de datos donde fue de 364 metros de recorrido, por lo tanto se opta por la metodología CORELAP la cual proporciona una menor distancia recorrida y en menor tiempo, a la vez incrementando la cantidad de transformadores realizados al año.

**Palabras clave:** Distribución de planta, Método Guerchet, SLP, CORELAP y FlexSim

## Abstract

The proposed Thesis of Plant Distribution based on the FlexSim simulator to reduce the waiting times in the company Eléctrica Optimización SA, SJL, 2019, whose objective was to determine to what extent the best Plant distribution based on the FlexSim simulator is proposed to reduce Waiting Times in the company Eléctrica Optimización SA, SJL, 2019.

The study was applied type, explanatory descriptive level, with a quantitative approach, according to the type of research design was non-experimental, since proposals were made for a plant redistribution, the best alternative was chosen and evaluated, of descriptive type, due to its temporal scope it was transversal, which collected current data of its moment. The study population consisted of the 8 production areas and the sample used the same amount of production areas, since for the choice of the best distribution proposal, everything that involves a space in the production area should be used.

The instruments used in this thesis were data collection formats, whose technique was observation, The validity of the instruments was performed through expert judgment. The data collected were used in the SLP and CORELAP methodologies to obtain the best distribution, which was simulated in the FlexSim software 2018 version to obtain the results provided and discuss the best distribution proposal.

The study concluded that the application of the plant distribution, modified the distance of the work path, that with the SLP methodology the decrease of 35.99% was obtained with a distance traveled of 233 meters; The CORELAP methodology in 36.81% with a distance traveled of 230 meters compared to that found at the time of data collection where 364 meters of distance is found, therefore the CORELAP methodology is chosen which provides a shorter distance traveled and in smaller, at the same time increasing the amount of transformers made per year.

**Keywords:** Plant distribution, Guerchet Method, SLP, CORELAP and FlexSim



# **I. INTRODUCCIÓN**

## 1.1 Realidad Problemática

Cuando las industrias empezaron a tener su mayor apogeo en el siglo XVIII, es allí donde se da la aparición de una diversidad de industrias para contribuir a la necesidad humana de ese entonces y economía, se reemplazaron muchos sectores donde se trabajaba con mano de obra, dando utilidad a las máquinas que se habían realizado por diversos científicos para optimizar los tiempos productivos. Pero para que todas ellas puedan contar con un correcto funcionamiento se requería de energía eléctrica a gran potencia,

Beléndez (2008) argumentó: “Faraday inventó el primer motor eléctrico, el primer transformador, el primer generador eléctrico y la primera dinamo, por lo que Faraday puede ser llamado, sin género de dudas, el padre de la electrotecnia” (p. 13).

El autor mencionó que es allí donde se da inicio a la fabricación de transformadores para que se pueda satisfacer la demanda de las industrias que la necesitan y hasta la actualidad toda industria manufacturera que cuente con un volumen considerable de maquinarias y estas requieran de un gran nivel y estabilidad de energía eléctrica, tienen la necesidad de adquirir transformadores para el funcionamiento de ellas, es así como se tiene la seguridad de que todas las maquinarias cumplirán sus funciones con estabilidad, sin generar gastos extensos en reparaciones de ellas al no adquirir la energía eléctrica adecuada consumible por estas.

En la actualidad muchas organizaciones en crecimiento necesitan un cambio, por la falta de planificación, perfeccionamiento de los procesos productivos y distribución de planta mal gestionada, ello no genera la estabilidad económica y financiera debido a los retrasos que se pueden producir en la productividad, una mala planificación de la producción y procesos que no mejoran con el pasar del tiempo. Sáez y García (2016) explicaron:

Las tareas prioritarias en los fabricantes con éxito de la actualidad son, tener la capacidad de diseñar un layout eficiente e utilizable para una planta de producción, así se garantiza la reducción de costos en la manufactura, se mejora el flujo de material ayudando así a reducir todos los cuellos de botella que pueda tener la empresa en sus procesos, se lograra contar con un mayor aprovechamiento de la infraestructura (Banks, 1998) (Sly, Grajo, y Montreuil, 1996) (p. 44).

Por ello el diseño de la distribución de planta se hace muy importante en toda empresa, para que se pueda reducir al mínimo porcentaje los procesos cuellos botella, la conexión

en distancias de los procesos que dependen del uno al otro para empezar a realizar sus actividades o tareas, fatiga de los colaboradores al transportarse de un lugar a otro y es allí donde se tiene que estar seguro de la correcta distribución que se realice en adelante.

Hasta la actualidad la distribución sigue siendo un problema amplio, por esa causa existen una variedad de metodologías de distribución de plantas, donde se consideran parámetros específicos de la producción para mejorarlo, donde Salazar, Vargas, Añasco, Orejuela (2010) mencionaron lo siguiente: Contar con una correcta distribución de planta o determinarla para elegir a la óptima siempre generará un arduo estudio, donde para conseguir ello existen una variedad de metodologías que se han ido creando durante años anteriores. Todas las empresas estiman que encontrar la solución para esta problemática es importante, porque los resultados que traerá serán los mejores y ello se debe emplear en la etapa de planeación tanto como la de ejecución de cualquier proyecto, ya que traerá de la mano los resultados o consecuencias positivas en la efectividad y eficiencia de una empresa (Wang et al., 2008) (p. 163).

Se tiene que tener en cuenta para una correcta distribución de los procesos, las variables tiempos de cada actividad o tarea que se realice, costos que intervienen para la producción de lo que se elabora en cada empresa, los volúmenes de producción mediante una data alternativa de periodos pasados, capacidad ociosa donde da entender que ciertos procesos tendrán tiempos muertos, la capacidad utilizada sirve para saber porcentajes de utilización y entre ellos otros más factores relevantes que se puedan encontrar dentro de una empresa. Las maquinarias, equipos, herramientas, materia prima y otros insumos que utilizar para la producción del producto tienen que estar organizados para dar los mínimos movimientos durante el proceso y evitar las demoras, dado el caso se tiene que tener varias alternativas de distribución, donde lo tienen que realizar personas especializadas, así como lo explicó Ruiz (2015): El colocar en un lugar específico y ordenado a las maquinarias, herramientas o utensilios que se necesita para un proceso de producción, es muy importante, para así llegar al menor número de movimientos de las personas que lo operan o las distancias que se recorren de área en área. Para lograr todas las acciones mencionadas se requiere de los conocimientos de expertos y especializados en el rubro (p. 10).

La importancia en desarrollar la simulación de un proceso de producción, será beneficiosa en adelante ya que ayudara a imitar los posibles resultados que se puedan obtener, para lograr un aprovechamiento correcto de los diferentes recursos utilizados del bien o

servicio que se llegará a realizar, es de allí la importancia de contar con una imitación del dinamismo del proceso de producción, para que se llegue a contar con un resultado óptimo, donde para llegar a esos resultados se requieren software de simulación, como sustenta Zhang, Wang, Wang, Cui, Cheng (2019): Los software de simulación de plantas ayudan a facilitar a los directivos de las empresas o encargados de la distribución de planta a contar con varias opciones, para tener una visualización más clara de lo que se quiere lograr en las operaciones y su distribución, donde para poder ejecutarla existen una variedad de software como por ejemplo, Siemens Tecnomatix Plant Simulation, Dassault CATIA V6, entre otras (p. 1220).

Existen toda una variedad de software de simulación, donde dentro de ellos se ingresan los diferentes datos de la producción para que se realicen las simulaciones correspondientes de acuerdo a la distribución que se halla diseñado, se debe de tener en cuenta que no solo con una distribución se obtendrán los resultados óptimos, si no también realizar una serie de conjugaciones con posibles distribuciones de acuerdo al seguimiento del proceso y el flujograma establecido por cada empresa para lograr su producto o servicio final.

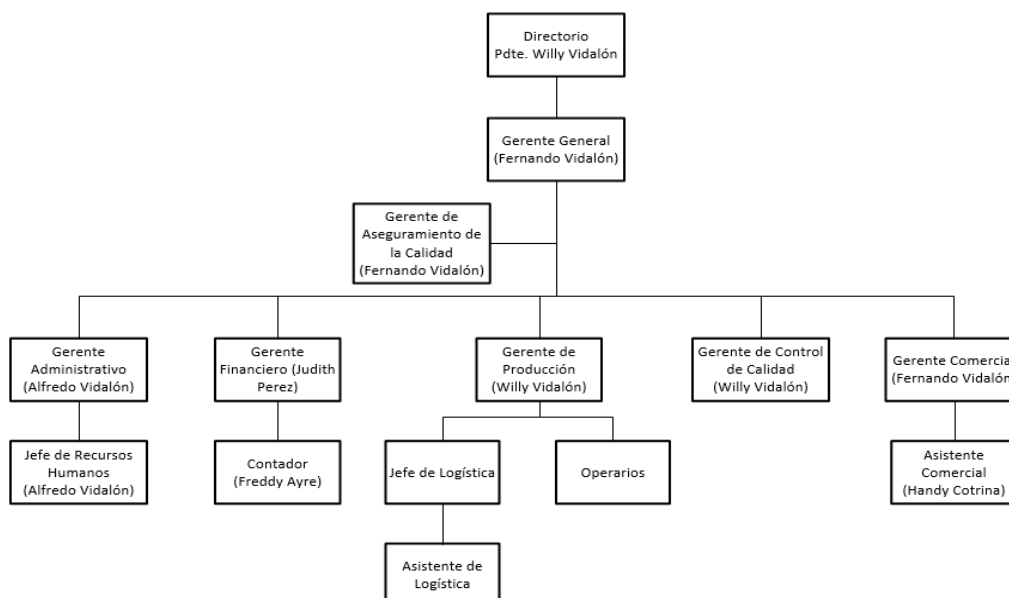
Estos son unos de los factores causantes de retrasos a la hora de entrega del producto final y de la insatisfacción del cliente, algunas organizaciones tardan en darse cuenta de estos problemas, de las grandes pérdidas económicas hasta llevar a la empresa al declive si no se actúa a tiempo, en consecuencia, una organización que entra en etapa de crisis opta por la reducción de personal, lo cual perjudica al colaborador y a la sociedad elevando así el índice del desempleo.

La empresa ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A que se dedica a la fabricación de transformadores trifásicos en aceite del rubro metalmecánica, la cual tiene en el mercado 20 años brindando el producto a empresas ABB, Alicorp, Inka, Hersil, Kolpa, Tipotop, La Calera, entre otras organizaciones. Esta organización está en pleno crecimiento y enfrentando a los cambios que se produce dentro de la producción por falta de planificación, generando cuellos de botellas durante el proceso productivo y esto debido también a la mala distribución de la planta por ende se genera las demoras de entrega de los transformadores trifásicos a los clientes, en algunos casos por la demora de entrega se realiza un pago de indemnización así el cliente.

La organización en la cual se simuló la mejora, es ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A. una empresa peruana que suministra transformadores de distribución y potencia desde el año 1995 a la fecha, habiendo fabricado más de 3500 transformadores de diversos tipos según normas nacionales e internacionales C.E.I. Pub. 76 e ITINTEC 370.002 desde 5 hasta 5000 KVA y hasta 34 500V. Los cuales, a la fecha, operan satisfactoriamente.

Además, ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A. es una empresa peruana ubicada en Jr. Los Ciruelos 552, distrito de San Juan de Lurigancho. Esta pertenece al rubro metalmecánica, la cual se encarga de fabricar diversos transformadores por pedido como; por ejemplo, de distribución y de potencia. Esta empresa está conformada de la siguiente forma organizacional:

ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A. durante la fabricación de los transformadores trifásicos en aceite cuenta con las áreas de núcleo, bobinado, montaje y llenado, soldadura, llenado, pintura y sala de pruebas, lo cual en el proceso de la elaboración del producto se genera diversos inconvenientes como la falta de personal operativo cuando se eleva la productividad en las áreas de núcleo y bobinado lo cual genera retrasos para continuar la siguiente operación. A su vez la falta de herramientas adecuadas y la mala manipulación de estas, hacen que el colaborador demore en su trabajo.



**Figura 1.** Organigrama de la empresa ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN, 2019

La empresa ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A. durante la fabricación de los transformadores trifásicos en aceite cuenta con las áreas de núcleo, bobinado, montaje y

llenado, soldadura, horno, pintura y sala de pruebas, lo cual en el proceso de la elaboración del producto se genera diversos inconvenientes como la falta de espacio en el lugar de trabajo lo cual cuando se eleva la productividad en las áreas de núcleo y bobinado lo cual genera retrasos para continuar la siguiente operación porque se tiene que improvisar espacio para el armado de núcleo . A su vez la mala distribución de áreas de trabajo hace que se genera un desorden en el recorrido de áreas llevando los sub productos.

El área de pintura se encuentra mal ubicada lo cual esto lleva inconvenientes ya que no cierra su cabina de pintura y contamina al área productiva, el área más cercana a esta contaminación es el área núcleo. Los ruidos generados por el área de soldadura generan fastidios a todo el personal, el personal mal capacitado o en entrenamiento (personal nuevo) demoran en adaptarse al área que están involucrados.

En el área de producción existe una carencia de espacio, ya que para realizar las actividades cotidianas no se tiene el espacio suficiente; la congestión durante el traslado de material es frecuente; la distribución de la planta es desorganizada y no se tiene un tipo de distribución establecido; recorridos innecesarios durante el proceso, esto se da causa de que no se tiene una distribución correcta por áreas; infraestructura inadecuada; maquinarias y equipos mal ubicados. A causa de lo mencionado, la fabricación de transformadores trifásicos en aceite tiene tiempos de demoras en cada proceso.

Para analizar las causas de los problemas empleados en la empresa ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A. Se empleó un diagrama muy conocido y de mucha utilidad, el diagrama de Ishikawa lo cual nos va a dar una lluvia de ideas para analizar las causas que originan el problema.

Simonassi (2009) mencionó: El diagrama causa y efecto: Ayuda en el análisis de los resultados negativos que se obtienen en una organización a causa de factores causales. En toda organización se sabe que siempre se tiene que evaluar los resultados, ya que ellos son los que mandan para verificar cuanto es el avance positivo y en el caso no sea otro el resultado, hacer un análisis de ello, donde intervendrán los factores negativos. Después se evaluará cuáles son esas causas raíces y como se están generando en sub causas que pueden estar afectando en un gran número de actividades o decisiones. Una vez ubicado el diagrama y relacionado correctamente se dará los diversos puntos de vistas de las personas que están interviniendo en su elaboración (p. 18).



Figura 2. Diagrama Ishikawa de ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN, 2019

A continuación se realizó el diagrama Pareto para identificar cuáles son las principales causas que afectan a la problemática, donde al realizarlo nos resultaron dentro del 80% a seis causas carencia de espacio en lugar de trabajo, congestión durante del traslado del material, distribución de planta desorganizada, recorridos innecesarios durante el proceso, infraestructura inadecuada, maquinarias y equipos mal ubicados, todas estas causas fueron las más relevantes en el cuadro de análisis aritméticos donde la frecuencia, porcentajes y el más importante es el porcentaje acumulado, por el rango que tuvo como resultado fue el que dividió al grafico del 80-20 para el análisis de causas más relevantes y causa de ello sale la problemática.

Para llevar a cabo este diagrama de Pareto se ingresó la información de una encuesta realizada en la empresa Anexo N°31 hasta la 45, teniendo como encuestados a los técnicos operativos ya que ellos están durante el proceso de elaboración del transformador y están cerca de los problemas que se originan, posteriormente en una hoja de Excel se evaluó los resultados mencionados Anexo N° 46.

Obteniendo los registros de los tiempos de demora, de los factores de las causas en el diagrama de causa y efecto se procede a realizar el diagrama de Pareto para poder identificar los problemas más significativos que perjudican a la organización y desde punto plantear las posibles soluciones.

López y López (2014) mencionaron:

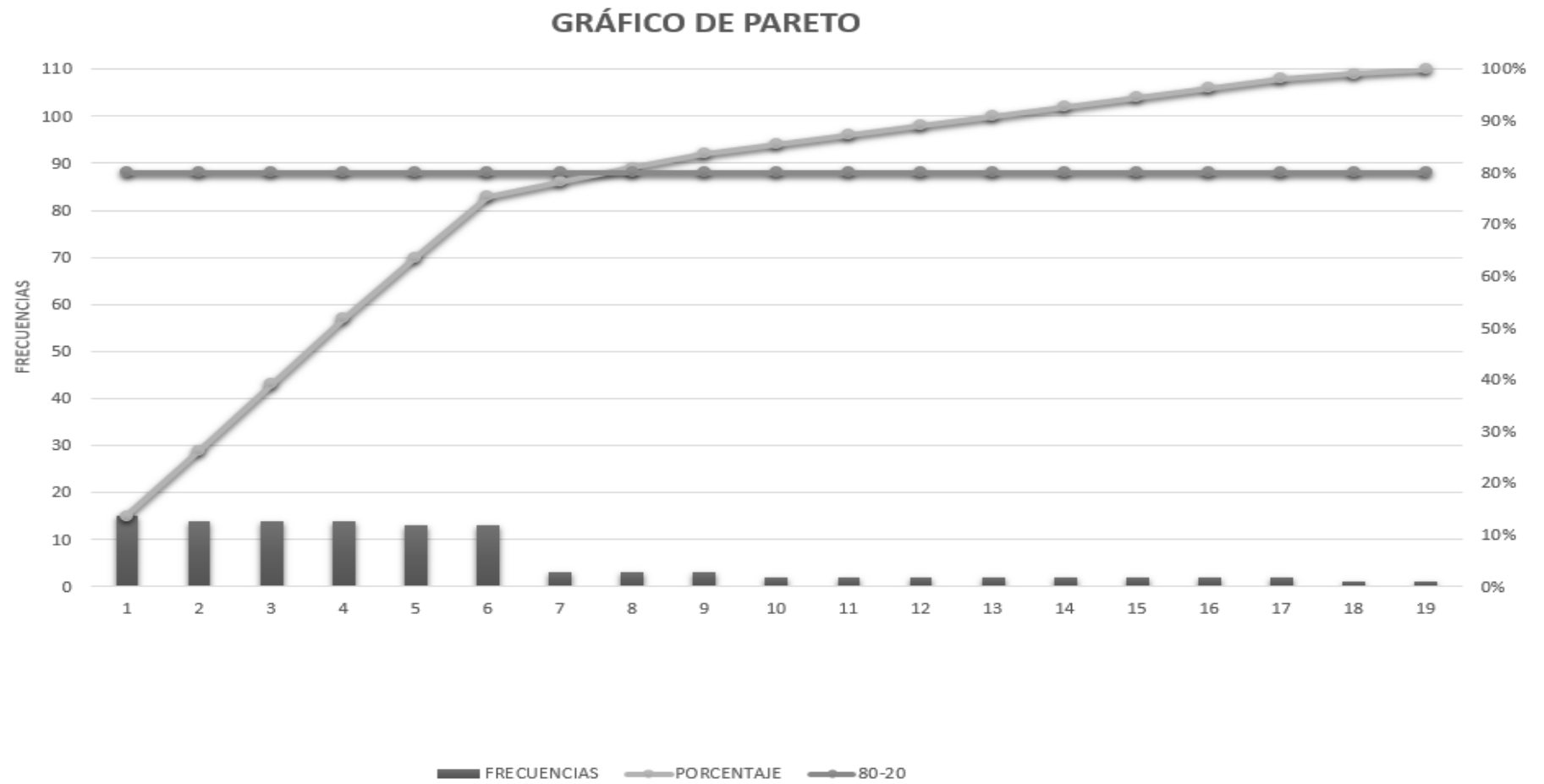
El Diagrama Pareto es un instrumento estadístico que sirve para colocar en un orden prioritario los motivos negativos que se presentan en un problema, a la vez facilita atender los motivos negativos que presentan en gran porcentaje a la problemática y servirá para tomar decisiones donde se resolverá el problema (p.77). Así mismo Yanes y Gaitan (2005) mencionó: La utilización del Diagrama Pareto donde se declara la ley 80-20, identificaran a razones numéricas cuales son los motivos negativos que identifican en gran proporción a la problemática (p. 173).



*Tabla 1. Ponderación de Pareto de Eléctrica Optimización, 2019*

Nº	CAUSAS	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA	PORCENTAJES	PORCENTAJE ACUMULADO
1	Carencia de espacio en el lugar de trabajo	15	15	14%	14%
2	Congestión durante el traslado del material	14	29	13%	26%
3	Distribución de planta desorganizada	14	43	13%	39%
4	Recorridos innecesarios durante el proceso	14	57	13%	52%
5	Maquinarias y equipos mal ubicados	13	70	12%	64%
6	Infraestructura inadecuada	13	83	12%	75%
7	No se evidencia la mejora continua	3	86	3%	78%
8	Deficiencia de orientación organizacional	3	89	3%	81%
9	Materiales no llegan a tiempo	3	92	3%	84%
10	No se evidencia procedimientos para el trabajo	2	94	2%	85%
11	Fichas técnicas de las maquinarias incompletas	2	96	2%	87%
12	Colaboradores descomprometidos	2	98	2%	89%
13	Materiales son de mala calidad	2	100	2%	91%
14	Colaboradores desmotivados	2	102	2%	93%
15	Colaboradores sin capacitación	2	104	2%	95%
16	Herramientas inadecuadas	2	106	2%	96%
17	Indicadores en la producción no actualizados	2	108	2%	98%
18	Carencia de mantenimiento a las maquinarias	1	109	1%	99%
19	Maquinaria de estado obsoleto	1	110	1%	100%
	<b>TOTAL</b>	<b>110</b>		<b>100%</b>	

Fuente: Elaboración propia



*Figura 3. Diagrama de Pareto de Eléctrica de Optimización, 2019*

## **1.2 Trabajos Previos**

### **1.2.1 Antecedentes Internacionales**

Castillo (2016) en su tesis titulada Propuesta de Redistribución de Planta para la reducción de Costos Operacionales y aumento en la tasa de cumplimiento de Órdenes de Entrega en una empresa metalúrgica. Su objetivo principal es proponer una adecuada redistribución de planta para una organización metalmecánica, su finalidad es reducir los costos de operación e incrementar el cumplimiento de los pedidos de entrega a los consumidores.

La investigación es de nivel explicativo y descriptivo, lo cual se elaboró su marco teórico con fuentes bibliográficas y con una supervisión y recolección de datos de forma directa en los procesos que se vieron realizando durante el proceso y operaciones en la planta. Se detalló un estudio del entorno de producción mediante visitas técnicas, lo cual se recolectaron datos del momento, también con la información adquirida por las encuestas realizadas a los colaboradores en sus puestos de trabajo, lo cual favorecieron para esta investigación, ya que los colaboradores siempre sabrán las dolencias que se están originando o existentes que hay durante el proceso productivo, adquirido todo esta información se elabora el diagrama de Ishikawa para determinar las posibles causas que genera el problema general. El autor concluyó, que mediante la redistribución de planta se puede obtener una reducción del tiempo en el proceso en un 18.14% simulando la distribución actual con la distribución propuesta.

Taborda & Tocancipa (2017) en su tesis Desarrollo de un sistema de programación de producción de pastas alimenticias soportado por un modelo de simulación. Tiene como objetivo, proponer un nuevo método basado en un estudio de los procesos existentes de producción y programación de producción y de la identificación de las variables y oportunidades tanto en la programación como en el proceso de producción mismo. El resultado plantea un nuevo sistema de programación con una secuencia de producción en las líneas de elaboración diferentes a las utilizadas antes del proyecto. Donde su enfoque fue cuantitativo y todo lo anterior, se complementa con otras propuestas orientadas en esencia reducir el consumo de energía y reducir costos de operación con el objetivo final de hacer de la planta y la empresa más competitiva. Se concluyó que reduce el costo de transformación (Kls/hora hombre) eliminando tiempos muertos por alistamientos y consecuentemente horarios extendidos de trabajo e inclusive la operación de planta los días domingos.

Calderón (2018) en su tesis Diseño de la distribución en planta para la línea de producción en la empresa tejidos Marko's. Su principal objetivo fue el de diseñar la distribución en planta para un área específica de la línea de producción, aplicando métodos de distribución en planta. El proyecto inició con la descripción de los fundamentos teóricos que se utilizaron para poder sustentar la investigación, a continuación, se procedió a realizar el diagnóstico del sistema productivo donde se examinó el flujo de materiales y se visualizó la distribución en planta existente. Su enfoque fue cuantitativo y se crearon alternativas de solución y se planteó una solución de distribución en planta factible mediante la aplicación de la Planeación Sistemática de Distribución en Planta; con la finalidad de contrastar la solución antes obtenida, se aplicaron los métodos cuantitativos: Computer Relative Allocation of Facilities Technique y CORELAP. Se concluyó, una solución final de distribución en planta donde se concibe la organización de los departamentos de trabajo, con un flujo de producción de tipo U.

Córdova (2016) en su tesis Estudio de la distribución de planta de la empresa Auto Fast reparaciones y su incidencia en la productividad. Su objetivo fue estudiar la Distribución de Planta y su incidencia en la Productividad dentro de la empresa "AUTO FAST REPARACIONES" del cantón Ambato. El trabajo de investigación se sustenta en el paradigma crítico con propositivo en el enfoque cuali-cuantitativo. Cualitativo porque se enfoca en el análisis de la situación actual de la planta y su proceso de trabajo mediante el análisis de los diagramas de recorrido de los materiales, así como el curso grama. Cuantitativo porque se calcula las formas de los departamentos para comparar con el indicador para su funcionamiento, la adyacencia entre departamentos y su índice de Productividad de la empresa AUTO FAST REPARACIONES, así como se desarrolla el marco estadístico calculando el Chi cuadrado para comprobar la hipótesis, el proceso de investigación se somete al análisis e interpretaciones de carácter crítico a la luz del marco documental. Se concluyó, con respecto a la distribución actual de la empresa AUTO FAST REPARACIONES, se determina que actualmente la distribución de planta no es la idónea por consiguiente la falta de adyacencia que va a existir entre los departamentos, permite que se generen cruces de líneas en la empresa, actualmente se pudo visualizar tres cruces de línea que generan un retraso en la entrega de algunos vehículos, las cuales se deben eliminar para evitar demoras en la producción.

Cárdenas (2017) en su tesis Propuesta de distribución de planta y de ambiente de trabajo para la nueva instalación de la empresa MV Contrucciones LTDA de la comuna de

Llanquihue. El objetivo principal de la tesis fue crear una propuesta de distribución de planta para la futura infraestructura de la organización MV Construcciones LTDA de la comuna de Llanquihue, mediante la utilización de diversas herramientas de ingeniería industrial, tales como métodos de observación multicriterio para la apoyo en la toma de decisiones, herramientas de distribución de planta y de seguridad industrial, con el resultado de optimizar el área real, los procesos productivos, otorgando certeza y un buen entorno de trabajo. Su diseño tuvo un enfoque cuantitativo. Se concluyó y argumenta a la primera interrogante de investigación que uno de los mayores problemas que enfrento la empresa es la insuficiencia de espacio para poder ejecutar de modo adecuado las actividades productivas, actualmente que contando con un área idónea los operarios se desenvolverían en su debida unidad, sin invadir los pasillos con materiales ni con productos en procesos, ya que estos estarían en zonas específicas de acopio, estableciendo el libre recorrido de los colaboradores, materias primas y sub procesos por toda la empresa productiva.

### **1.2.2 Antecedentes Nacionales**

Julca & Soto (2017) en su tesis Influencia de la mejora del diseño y distribución de planta en los costos de Producción, Catsol SRL, Cajamarca – 2017. Tiene como objetivo general conocer la influencia de la mejora del diseño y distribución de planta en los costos de producción del taller de la empresa CATSOL SRL, su problemática principal es el diseño y distribución de planta presentaba áreas con espacios poco definidos, apiñados, saturados con materia prima y productos en proceso de fabricación, terminados y para mantenimiento, un deficiente manejo de materiales e instalaciones inseguras que originaban altos costos de producción. Se concluyó, en esta investigación determinaron las áreas de la planta y su distribución, los tiempos de producción, el ciclo, el desplazamiento y sus costos, y la iluminación, además, se hizo una evaluación a la planta y sus colaboradores. Con la aplicación de la propuesta las distancias de desplazamiento reducirían en un 28%, equivalentes a 21,87m por lote unitario de producción de los tres productos, obteniendo un ahorro en costos de desplazamiento de S/.876, 32 nuevos soles anuales.

Carpio (2016) en su tesis Propuesta de redistribución de planta para una empresa de Confección Textil. Tiene como objetivo simular distribución de planta que revele la reducción de costos e incremento de la capacidad productiva mediante el análisis de los métodos y factores que intervienen en la fabricación de prendas de vestir, su problemática

fue que la empresa era un taller de confecciones en donde no se tenía una visión clara a futuro y se creía que la mejora continua solo representaría un retroceso en el tiempo; sin embargo, en los últimos años, la Gerencia General decidió invertir e implementar cambios que generen mayor beneficio, todo esto con miras a un futuro ser una empresa líder en el mercado internacional. Para cumplir con el objetivo, se desarrollaron los métodos SLP (Systematic Layout Planning) y CRAFT (Computerized Relative Allocation of Facilities) de distribución de planta y posteriormente se determinó la distribución de máquinas y equipos por medio del balance de línea propuesto. Se concluyó, de esta manera los resultados muestran que, de efectuar la propuesta, se lograría reducir los costos de acarreo en 80% y 85.96% para la familia de prendas E y A respectivamente, en tanto que la capacidad productiva se elevaría en 73.40% y 94.1% para las familias E y A respectivamente.

Chavéz (2017) en su tesis Modelo de distribución de planta y eficiencia en la producción de calzados de la empresa D'KAL, del distrito de El Tambo, en el periodo 2017. Tiene como objetivo general: Diseñar la nueva distribución de planta, para evaluar el impacto en la eficiencia de la producción de calzados en la empresa CALZADOS D'KAL del distrito de El Tambo, en el periodo 2017., y presenta la siguiente hipótesis: El diseño de la nueva distribución de planta, impacta significativamente en la eficiencia de la producción de calzados en la empresa CALZADOS D'KAL del distrito de El Tambo, en el periodo 2017. La tesis fue de tipo aplicada, del nivel explicativo y del diseño pre experimental. Como método general utilizamos el método científico, con ello examinamos detenidamente los diferentes aspectos del proceso con el fin de percibir, registrar y sistematizar sus características, de igual manera utilizamos el método analítico en el primer capítulo para formular el problema a estudiar, delimitarla y formular los objetivos a alcanzar en la tesis, también se utilizó el método descriptivo en el capítulo dos, describiendo los antecedentes internacionales y nacionales, el desarrolló del marco teórico para conocer claramente las variables habilidades directivas y solución de problemas, así como, la definición de conceptos claves en el desarrollo de la tesis y finalmente utilizamos el método estadístico en la recolección de datos; la tabulación, en la medición de los datos y finalmente desarrollamos la inferencia estadística, para explicar el resultado de nuestra investigación. Se concluyó, que el diseño de la nueva distribución de planta tiene un impacto significativo en la eficiencia de la producción de calzados en la empresa CALZADOS D'KAL.

Santisteban (2018) en su tesis Redistribución del área de operaciones usando simulación para mejorar el servicio al cliente de Platinum Auto Spa S.R.L, 2017. Enmarcado en las teorías de la Distribución de planta, Estudio de tiempos, Simulación; para lo cual empleó el método deductivo, aplicándolo a una muestra de 21 actividades y 384 clientes. Para lo cual empleó diagrama de análisis de actividades, diagrama de recorrido, estudio de tiempos, simulación en promodel y la metodología SLP (Planificación sistemática de la distribución de planta. Obteniendo como principales resultados que con la propuesta e redistribución de las áreas se lograría un aumento del 42.86% en utilización de espacio, aumento de los ingresos en 35.37%, reducción del 69.63% en distancia de recorrido, y principalmente un aumento del 38.46% en el nivel del servicio de atención al cliente. Se concluyó, que la redistribución del área de operaciones usando simulación permitirá mejorar el servicio al cliente en la empresa Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Ospina (2016) en su tesis Propuesta de distribución de planta, para aumentar la productividad en una empresa metalmecánica en Ate Lima, Perú. Tiene como objetivo es realizar una propuesta de distribución de planta en base a la teoría de ingeniería, para así mejorar la seguridad de todo el personal de la planta como también la capacidad de producción. Como problema principal esta investigación tiene los problemas de producción, movimientos innecesarios y una distribución de planta no apta para los trabajadores, esto generaba demoras en cada uno de los procedimientos básicos para la fabricación de los productos. Los operarios no se encontraban cómodos en ninguna de las áreas ya que se acumulaban los materiales y productos en el suelo de la planta distribuyéndose en cualquier lugar, se observaba constantemente muchos accidentes como tropiezos o cortes generando ausentismo en la empresa. Para resolver estos problemas se emplearon las herramientas de ingeniería industrial que se implementaron como los diagramas de Pareto, recorrido, actividades, diagrama de causa y efecto y flujogramas en el presente trabajo permitieron hacer una correcta recolección de datos para así analizarlos y dar propuestas a los problemas actuales de la empresa. Su metodología fue aplicada. Posteriormente este proyecto planteo la mejor alternativa para resolver el problema principal, de ellos se escogerá la opción más rentable que pueda obtener la empresa con el fin de operar de una manera más eficiente, reduciendo costos y aumentando la calidad de los productos entregados a los clientes. Se concluyó, que implementando una distribución por procesos o función la empresa podría resolver los principales problemas expuestos anteriormente, la nueva propuesta genera un flujo de

producción más dinámico puesto que el recorrido de los materiales, productos, operarios y herramientas entre las áreas es lineal reduciendo los tiempos muertos.

### **1.3 Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1 Variable Independiente: Distribución de planta**

García (2015) indicó:

La distribución de planta es la colocación física ordenada de los medios industriales, tales como maquinarias, equipos, trabajadores, espacio requeridos para el movimiento de materiales y su almacenaje, además de conservar el espacio necesario para la mano de obra indirecta, servicios auxiliares y los benéficos correspondientes. (p. 143)

El autor argumentó, una buena distribución de planta optimiza los procesos productivos dentro de la organización, permitiendo reducir las distancias innecesarias y mejorando los tiempos de entrega de productos terminados, asegurando un flujo continuo durante la fabricación. Pérez (2016) mencionó: La distribución de planta o layout, es un proceso donde se ordenan a todos los componentes de un proceso productivo, para ocupar cierto espacio físico ya determinado, la cual allí tienen que estar de forma ordenada, adecuada y contar con la mayor eficiencia posible de la utilización del espacio, ya que es importante contar con una decisión correcta para las operaciones que intervienen dentro del proceso donde ayudara a la organización a obtener mejores resultados positivos (p. 534).

Toda empresa manufacturera tiene que tener en cuenta al momento de elegir la distribución adecuada de sus áreas operativas, ya que de estas van a depender la continuidad de flujo de la producción, esta decisión debe ser tomada por expertos que tengan la capacidad de analizar el proceso y recorrido de la transformación del producto. Según Pantoja, Orejuela y Bravo (2017) explicaron: En todas las empresas dedicadas al rubro metalmecánico tienen un tipo de trabajo Job Shop o mejor llamado trabajo por talleres, tienen en funcionamiento un número de maquinarias y productos con la cual se dificulta ir de un área a otra y la ruta que se escoge no es la correcta para fabricar el producto y el flujo es complicado. Dado el caso obliga a saber colocar o distribuir a la planta de procesamientos, cada área con sus maquinaria, herramienta o equipos a utilizar teniendo en cuenta el proceso de fabricación del producto y acomodándolo de una forma conveniente el obtener resultados óptimos (p. 134).



Las empresas que fabrican transformadores trifásicos pertenecen al rubro metalmecánicos, para su fabricación se necesita diversas máquinas y diversos procesos, por lo cual una mala distribución de las áreas, maquinarias y lugares de almacén perjudicaría el fluido de la fabricación. Según Pérez (2016): “La necesidad de una redistribución se presenta, entonces, cuando se detectan reservas de mejora de la productividad como resultado de un proceso de evaluación del layout” (p. 534).

Cuando una organización empieza a aumentar su productividad y volumen de producción se planifica un rediseño de planta para poder abastecer las necesidades que se van a requerir como nuevas maquinarias, nueva infraestructura y espacios para poder realizar un flujo continuo de producción. Según Rodríguez, Mejía, Pantoja, Quevedo y Grisales (2016) indicaron: Para llegar a una correcta distribución de planta y solucionar la problemática existente en un proceso de producción, se cuentan dos métodos, el primero es el cuantitativo donde se verán o reflejarán resultados numéricos minimizando costos de transporte, mano obra o producción y el segundo es el cualitativo donde se verán incluidas las razones por la cual las áreas deben estar juntas o separadas durante el proceso de producción, esto ayudara a llevar y conseguir la distribución correcta (p. 319).

### **Quadratic Assignment Problem (QAP)**

Según Alvarez (2008) mencionó: Fue creado por Koopman y Beckman en el año 1957, es utilizado en todas las organizaciones que están en pleno inicio de la creación de un proyecto, ya que se implementará para poder elegir la correcta localización de la distribución de las fabricas con todos los elementos que se utilicen por cada departamento que contendrá. Esta metodología asume que todas las áreas que se emplearan en la fábrica contarán con la misma dimensión, por ello estas áreas deben estar bien planificadas para cualquier tipo de contingencia (p. 2).

El autor explica que esta metodología de distribución de plantas está relacionada con la localización de instalaciones o centros de distribución donde llega asumir en un punto que todas las instalaciones o áreas dentro de una empresa deben contar con el mismo espacio físico para trabajar en ellas. Así como también Pantoja et al. (2017) mencionaron: El QAP tiene una alta complejidad que puede desencadenar infactibilidades y altos tiempos computacionales. Es por ello que las agrupaciones de productos y de máquinas,

equipos u utensilios previo al uso del QAP, representan estrategias que ayudaran a disminuir la complejidad de la distribución (p. 132).

Por ello Tarazona, Rodríguez y Ocha (2014) explicaron: El objetivo del QAP es dar la asignación de elementos a lugares específicos, consiguiendo minimizar una función que se puede expresar en costos, procesos o distancias (p.4). Llegando a ser de vital importancia la reducción de costos dentro de una empresa, siguiendo el flujo del proceso que se realiza para conseguir el producto final y a la vez la distancia recorrida por las personas que laboran dentro de ella, ayudando así a contar con una correcta distribución con cada área de trabajo, también interviniendo las maquinarias que se utilizaran dentro de una empresa, así como Salazar, Vargas, Añasco, Orejuela (2013) describieron: El modelo aceptado para que se resuelvan problemas, es el QAP ya que ayudara a determinar el espacio que se debe utilizar para cada área específica dentro del proceso de producción y a la vez dicho modelo encontrara el lugar correcto o espacio físico que ocupara cada maquinarias, equipos o utensilios a utilizar dentro del proceso. Los resultados serán en la minimización máxima de los costos asociados a la producción son, distancias recorridas, flujos del proceso (p. 164).

### **Computarized Relationship Layout Planning (CORELAP)**

El CORELAP es un algoritmo basado en las relaciones de diseños de distribución de planta, donde toma de vital importancia al primer proceso relacionado con la creación del bien que realiza dicha entidad, como procedencia tendrá a los otros procesos según sea el orden de algún instrumento que emplee la entidad para contar con la relación por área de cada una de ellas como según Alvarez (2008) explicó: Este algoritmo llamado CORELAP ayuda a llevar de forma cualitativa a la metodología utilizada por el SLP, Planificación Sistemática del Diseño que es cuantitativa con las tablas de valoraciones asignadas en su metodología, el algoritmo CORELAP ayuda dar la distribución física y adecuada para los departamentos en una distribución de planta, realizando un prototipo de las ubicaciones gracias a su algoritmo utilizado (p. 2).

El algoritmo Planificación de Diseño de Relaciones Computarizadas, donde sus siglas conocidas en el ámbito de diseños es el CORELAP, según las referencias utilizadas en el marco teórico, para que se realice la implementación del algoritmo, primero se tiene que llevar a cabo la metodología SLP, ya que, de los cuadros de cogido de razones e

importancia, se desarrolla el gráfico final de la metodología, una vez obtenida ella se procederá con desarrollo del algoritmo.

Lo primero que se tiene que evaluar es el cuadro final desarrollado por la metodología SLP, donde los datos ingresados a allí tanto los números y letras (la cual tienen un significado específico, ya indicado en cada una de sus tablas), después utilizar los resultados por área en metros cuadrados obtenidos en el método Guerchet, los dos elementos más el nombre de cada área del proceso de producción, son los que se utilizarán para el ingreso de datos en la primera pestaña del algoritmo CORELAP.

Una vez obtenidos los datos, la segunda pestaña nos solicitará las letras específicas y los valores de los números de la cual tendrán un valor designado en el algoritmo, para que se pueda calcular el índice TCR (Ratio Total de Proximidad), donde su metodología para calcular este índice ya se encuentra programada y directa para un desarrollo en la pestaña del algoritmo y con solo colocar el clic en el botón de seguir los resultados serán automáticos.

Como resultado emitirá la primera pestaña del LAYOUT ADECUADO, la cual indica cómo es que debe estar representada la planta con las distribuciones de cada una de sus áreas que comprenden en su proceso productivo, al lado izquierdo de la pantalla los procesos serán cambiados según el orden ingresado por números y en la parte inferior se puede observar las iteraciones de como el algoritmo llegó a hallar matemáticamente el resultado y mostrar el layout adecuado.

### **Computerized Relative Allocation of Facilities (CRAFT)**

El algoritmo GRAF define como su factor principal a disminución de costos dentro de toda operación o proceso que se realice dentro de una empresa, llegando a tener como importantes al transporte, personal y materiales se requieren para lograr el bien de cada una de ellas, ya que se sabe en toda producción lo que se solicita es la minimización de costos y una mayor productividad, así como según Ruiz (2015) describió: La metodología CRAFT fue introducido en 1964 por Armour, Buffa y Vollman, y es uno de los algoritmos pioneros utilizados para la distribución de planta. Tiene como objetivo minimizar los costos totales de los transportes internos en la nave industrial (transporte de personas, material, indistintamente). El costo del transporte entre dos zonas se define como el producto del número de viajes realizados entre ellos por un valor específico de costo por unidad de distancia (p. 47).

La distribución de planta es aquella que ayuda a realizar una correcta distribución de todas las áreas dentro de una empresa, la cual comprende a las maquinarias, equipos y/o utensilios que se requieran para llegar a una correcta organización de todos los elementos por ello, Tarazona et al. (2015) mencionaron lo siguiente: La distribución de planta es el concepto relacionado con la ordenación de las maquinarias, los departamentos, las zonas de trabajo, las áreas de almacén, los pasillos y los espacios comunes dentro de una fábrica productiva propuesta o que ya existe. La finalidad fundamental de la distribución en planta consiste en organizar de forma ordenada estos elementos de manera que asegure la fluidez del flujo de trabajo, materiales, personas e información a través del sistema productivo (p. 1).

Para la distribución de planta pueda ser medida se tiene que realizar un análisis previo de relaciones entre áreas para que se llegue a conseguir la distribución correcta, proponiendo una nueva a base de un estudio realizado y comprobando el correcto flujo de los materiales que se requieran para la producción por ello Díaz, Jarufe y Noriega (2017) explicaron: En el análisis de las relaciones entre las tareas es un paso previo a la propuesta de distribución generalizada de la planta. Este análisis permitirá desarrollar la propuesta de distribución, tomando en cuenta toda la importancia relativa de la cercanía entre distintas áreas, no solo productiva si no también administración y de servicios de la organización, por donde no existe flujo de materiales para un trabajo determinado (p. 303).

### **Dimensión 1: Método de Guerchet**

El método Guerchet es el que ayudó en la disposición del espacio físico, para ello se evaluará las diferentes características en la planta donde se mejorara la distribución, se tiene que contar con la información necesaria y principal de las maquinarias que irán para cada proceso, ya que están ayudaran a valorar el espacio en físico que se requiere para cada instalación de ellas y del proceso, según Díaz et al. (2017) explicó: Para que se disponga adecuadamente cada elemento de la producción en la planta se debe analizar todas sus características diferentes; así se lograra una información del número de máquinas equipos utensilios, se podrá evaluar la necesidad básicas del espacio requerido para las ubicaciones. Existen una variedad de métodos para la evaluación del espacio físico que se requiere; se representara el método de Guerchet que da una buena aproximación del área requerida (p. 287).

Para el cálculo del método Guerchet se quiere de una fórmula y datos específicos de las maquinarias o equipos que comprenden en todos los procesos, con la información exacta de cada proceso se obtendrán los resultados más exactos por ello Díaz et al. (2017) mencionaron los siguientes parámetros:

De acuerdo a la descripción de los autores para evaluar una correcta distribución de planta se requiere una información exacta de la cantidad de máquinas que se utilizan dentro de todos los procesos, ya que lo primordial en toda producción son los equipos o maquinarias que se utilizaran dentro de ella, donde para el cálculo se muestra la siguiente operación. (p. 287)

$$St = n (Ss + Sg + Se)$$

Dónde:

St = Superficie Total

n = Número de elementos móviles o estáticos de un tipo

Ss = Superficie Estática

Sg = Superficie de Gravitación

Se = Superficie de Evolución

La fórmula que se muestra explica como hallar las superficies totales y a la vez indica cuales son los datos que se requieren para hallar los resultados finales, donde para ello se tiene que hacer diversas mediciones y análisis del área o proceso a implementar, según las maquinarias, equipos, herramientas o utensilios que se utilizaran para llegar a realizar el producto final, según ello se podrá tener la superficie total, donde el resultado se mediará en las unidades de metros cuadrados.

La superficie estática está dada por la simbología Ss, la cual es la que interviene en el cálculo de la superficie física que requiere para cada área, la cual comprende el largo y ancho total que ocúpenlas maquinas o equipos, teniendo en cuenta los lados más largos de ellas, contando a la vez sí que tienen alguna abertura para su funcionamiento o complemento que ayudara en el proceso por ello Díaz et al. (2017) describieron: Superficie estática (Ss), es correspondida al área de terreno que ocupan los utensilios, maquinarias y equipos, etc. Esta debe ser verificada en la posición de uso de la máquina o equipo, lo que da a entender es la utilización de las bandejas de depósito, las planchas,

los tableros, los pedales y demás objetos necesarios para su manejo de ellas.  $S_s = \text{largo} \times \text{ancho}$  (p. 288).

Para el cálculo de la superficie estática se tienen que hacer mediciones por el largo y ancho más largo que se tiene en cada uno de los equipos, maquinarias, herramientas o utensilios, donde se hará el uso de un flexómetro, una vez que se tenga las medidas del ancho y largo se llevaran a un formato donde la multiplicación será de las medidas, para que se puede obtener el resultado final se sumaran todos los totales con los ítems ingresados, así se obtendrá el metro cuadro que se requiere por área.

La superficie de gravitación, está dada por la simbología  $S_g$ , donde comprende de hallar los lados utilizables por el hombre, como bien se sabe una máquina o equipo tiene que ser manipulado ya sea para su funcionamiento o mantenimiento, es por ello que la formula comprenderá de la multiplicación de la superficie estática por el número de lados utilizables que será denominado en adelante como  $N$ , en esta intervendrán solo los datos utilizable si no también todos los elementos a utilizar en el proceso, así como mencionaron Díaz et al. (2017): Superficie de gravitación ( $S_g$ ), es la superficie utilizada por el trabajador y por el material en uso para las operaciones en curso alrededor de las áreas de trabajo. Esta superficie se obtiene, para componente, multiplicando la superficie estática ( $S_s$ ) por el número de lados utilizados en los muebles o maquinarias.  $S_g = S_s \times N$ , siendo  $N = \text{números de lados}$  y  $S_s = \text{superficie estática}$  (p. 288).

Como se mencionó líneas arriba, para hallar la superficie de gravitación se tiene que tener la información de los lados a utilizar por el hombre en cada uno de los ítems ingresados en el cuadro para hallar la superficie estática, a la vez también tienen que intervenir los lados donde se colocarán las personas al momento de hacer el mantenimiento o reparación de ellas después, hacer un análisis de donde se colocara físicamente lo insumos que intervendrán en la fabricación del bien o producto, ya que ello también cuenta porque siempre ira a un lado de la máquina para que sea de fácil acceso y esta pueda hacer su ingreso para su respectivo proceso. Al contar con todos los datos se realizará la multiplicación de los lados a utilizar por la superficie estática.

La superficie de evolución está dada por la simbología  $S_e$ , donde dará a conocer parámetros de desplazamientos para cada proceso, sobre todo del transporte y flujo de los materiales requeridos, donde el coeficiente de evolución es  $K$ , este tiene parámetros ya ponderados con respecto a los elementos móviles y estáticos como lo explicaron Díaz et

al. (2017): La superficie de evolución es la que dará a cada puesto de trabajo el espacio necesario para el transporte del personal, los equipos, el transporte que se utiliza para el movimiento de los materiales de un área a otra, este factor es el K, donde representa el coeficiente de evolución, donde su fórmula es:  $Se = (Ss + Sg) k$  (p. 288).

Una vez que se obtuvo los resultados de las superficies estáticas y gravitatorias, se tiene que hallar el K que es igual al espacio estandarizado por industrias, ya que este coeficiente comprende desde las medidas de 0.05 hasta 3.00 metros, este es el que indicara el espacio necesario para el transporte de los colaboradores de un área a otra o muchas veces incluso de los productos en procesos. Por ello la formula comprende en la adición de las superficies estáticas y gravitatorias, con el resultado se debe multiplicar el coeficiente K mínimo y máximo elegido según el tipo de industria, automáticamente se obtendrá el resultado de la Se.

Según los resultados que se hallaron de las tres superficies mencionadas (estática, gravitatoria y evolutiva) se deberán sumar y el resultado de cada una tiene que ser multiplicado por la cantidad de máquinas, equipos, herramientas o utensilios a utilizar en el proceso, repetir la misma actividad por todos los datos ingresados. Cuando se hallan realizado todas las operaciones mencionadas se obtendrá el cálculo de la superficie total mínima y máxima en metros cuadrado.

## **Dimensión 2: Planificación Sistemática del Diseño SLP**

Existen una variedad de técnicas de diseños de distribución de plantas, donde para realizar la distribución física se tiene que contar con un previo análisis de acuerdo al proceso de fabricación del bien que está realizando la entidad para ofrecerlo a la sociedad, por ello esta técnica explica que deja al criterio de las personas encargadas del proceso estratégico y buena gestión de la empresa para analizar las relaciones de cada uno de los procesos, así como Alvarez (2008) detallaron: La metodología SLP es una de las más empleadas para la distribución de una organización. Munther es el creador de esta metodología de análisis que es muy práctico al utilizarlo por cualquier experto en la materia y así ayudar a una mejor distribución de planta (p. 2).

La tabla de proximidad involucrada en la metodología SLP está dada por rangos involucrados a las proximidades pertinentes por cada área de proceso, donde las que se relacionen o tengan ciertas dependencias irán más cerca por su importancia debida y sustentada, así como Díaz et al. (2017) manifestaron: La tabla de valor de proximidad

constituye una poderosa herramienta para elaborar un planteamiento de mejora en la distribución, pues permite mezclar los servicios productivos, los servicios anexos y operacionales; también permite predecir la disposición de las oficinas y servicios. Cada casilla presenta el cruce de dos actividades, a su vez cada casilla está separada horizontalmente en dos; la parte de arriba r representa el valor de aproximación y la parte de abajo nos proporciona las razones que han inducido a elegir ese valor. La ponderación de valores para la proximidad de las operaciones queda indicada por las letras A, E, I, O, U, X; donde cada una de ellas tiene el siguiente valor (p. 304).

**Tabla 2.** *Tabla de Proximidades*

<b>Letra</b>	<b>Orden de proximidad</b>	<b>Valor de Líneas</b>
<b>A</b>	Absolutamente importante	4 líneas
<b>E</b>	Especialmente importante	3 líneas
<b>I</b>	Importante	2 líneas
<b>O</b>	Ordinaria	1 línea
<b>U</b>	Sin importancia	
<b>X</b>	Indeseable	1 Línea cursiva
<b>XX</b>	Muy indeseable	1 Líneas cursivas

Fuente: Metodología de Alvarez 2008

La tabla de razones o motivos puede ser elaboración propia o bajo cierto autor ya que cada empresa maneja sus propios motivos de proximidad para la evaluación de cada proceso, por ello se muestra un listado de posibles razones comunes en la producción de un bien o servicio elaborado como lo manifestó Díaz et al. (2017):

Tabla de razones o motivos, con respecto a la lista de razones o motivos para el sustento del valor de proximidad, es recomendable la elaborarla en forma independiente por cada tipo de empresa que se esté analizando. A continuación, se muestra una lista general de razones:

Importancia de los contactos directos

Importancia de los contactos administrativos o de información

Utilización de los mismo equipos industriales

Utilización de impresos o formatos comunes

Utilización del mismo personal



Conveniencias personales o deseos de la dirección.

Inspección o control

Condiciones ambientales

Distracciones, interrupciones

Recorrido de los productos (p. 304)

**Tabla 3.** *Tabla de Código de Razones*

<b>Código de Razones</b>	
<b>Número</b>	<b>Razón</b>
<b>1</b>	Por control
<b>2</b>	Por higiene
<b>3</b>	Por proceso
<b>4</b>	Por conveniencia
<b>5</b>	Por seguridad

Fuente: Metodología de Alvarez 2008

El diagrama relacional de recorrido, es la técnica que comprende visualizar gráficamente al proceso de producción, ya que su estudio está relacionado con la proximidad e intensidad del recorrido del producto interviniendo todos los procesos relacionados en ello, para minimizar las distancias recorridas en el trabajo, así lo mencionaron Díaz et al. (2017):

Diagrama relacional de recorrido o actividades, es una técnica que permite observar gráficamente todas las actividades en estudio de acuerdo con su grado o valor de proximidad entre ellos. En caso se tome como valor de proximidad la intensidad de recorrido, el diagramado estará representado la necesidad de minimizar las distancias entre áreas de trabajo. (p. 306)

El SLP, Systematic Layout Planning o Planificación Sistemática del Diseño, es una metodología creada por Muther, donde se basa en formar bajo el multicriterio de un evaluador a la distribución de planta, pero ya con una planificación de áreas y el espacio requerido que llevara cada una de ellas en el área o puesto de trabajo para la producción. Por ello esta metodología cuenta con dos tablas para su uso y desarrollo; donde la primera será dada por la de proximidades, esta nos da valores en letras la cual cada una de ellas tiene un significado para poder desarrollarla en el cuadro o diagrama final de la

metodología, esta numeración ira en la parte superior de la tabla triangular; se tiene también a la tabla de razones, donde esta especifica las razones por la cual las áreas deben tener una cercanía durante el proceso.

Ya con las dos tablas especificadas se tendrá el desarrollo del diagrama SLP, donde se utilizará la tercera columna de la tabla de proximidades, valor de líneas, esta nos ayudara a tener una representación graficas por las mismas proximidades la cual se colocó al desarrollar la metodología.

### **1.3.2 Variable Dependiente: Tiempo de espera (lead time)**

Según Sievers, Seifert, Franzen, Schembecker, y Bramsiepe (2017) manifestaron:

Se hace evidente que el tiempo de espera es un elemento central para la evaluación económica y la comparación de los conceptos de producción modular y convencional. Hay diferentes fases del proyecto, que constituyen el tiempo de entrega. Un ejemplo de una diferenciación típica de las fases del tiempo de entrega se da, por ejemplo, por Bramsiepe et al. (2014). La primera evaluación económica que ya incluye una estimación del tiempo de espera se realiza durante un estudio de factibilidad en la fase de concepto del proceso (Navarette, 2009). Esta evaluación apunta a elegir una de las alternativas de proceso desarrolladas, por ejemplo, Un enfoque modular frente a un enfoque convencional. (p. 97)

En toda organización el tiempo de espera es un factor que aturde a los procesos, áreas y departamentos, para posteriormente insatisfacer las necesidades del cliente, perdiendo un gran valor económico y prestigio de la empresa, por eso es de gran importancia analizar y gestionar e implar mejoras para reducir los tiempos de espera producidos por algún factor ya sea de producción o administrativo.

Según Bramsiepe, Krasberg, Fleischer, Hohmann, Kockmann y Schembecker (2014) Encontró que para las plantas convencionales en esta fase solo se realiza una estimación aproximada para la estimación del tiempo de entrega porque especialmente durante el diseño temprano del proceso, solo se dispone de poca información sobre el proceso bajo investigación, por lo que la decisión pro o contra el proceso Se debe hacer una alternativa basada en el conocimiento práctico en lugar de cálculos detallados (p. 977).

Para que se determine una solución a los tiempos de espera se debe formular detalladamente los problemas causantes con una información verídica y exacta, esto va conlleva a una buena planeación de la solución de los tiempos de espera en la producción. Según Sievers et al. (2017): “Para la estimación del tiempo de espera, primero, las fases de un proyecto de ingeniería tienen que ser definidas. Después de que un método de cálculo tiene que ser desarrollado que permite determinar la duración de cada una de las fases [...] La reducción del esfuerzo de ingeniería y construcción ayuda a disminuir los plazos de entrega y, por lo tanto, el tiempo de comercialización, lo que puede mejorar sustancialmente la economía al generar ventas más tempranas” (p. 97).

Para reducir los tiempos de espera se debe pronosticar los posibles hechos que pueden afectar, ya sea por una mala planificación de producción y hasta una mala distribución de las áreas, lo cual genera retrasos en la productividad y esto lleva a que se alarguen los tiempos de espera.

### **Dimensión 1: Tiempo de Procesamiento**

Los tiempos de procesos en toda organización están todos por estudios realizados en conjunto con las actividades que se realizan dentro de ella y si desea contar con un estudio más finito deberá realizarse un estudio más fino para cada proceso de manera independiente, teniendo en cuenta la capacidad de los colaboradores, materiales, maquinarias así como lo manifiesta y las condiciones de trabajo, donde siempre se tendrá un estudio ya planificado, por otro lado los resultados reales, después de ello se evaluará la variación con el cociente de la fracción así como lo mencionaron Díaz, Soler y Molina (2017):

Según el autor, el crecimiento empresarial que necesita la empresa Kaia Bordados estará basada en mejorar la productividad y eficiencia de la organización a través de estudios de tiempos de producción en planta para así poder ser capaces de mejorar los procesos, tiempos de producción, así como el bienestar del factor humano. Con el estudio de tiempo y movimientos realizados el autor espera economizar el esfuerzo humano para reducir fatiga, crear mejores condiciones de trabajo y ser capaz de ahorrar el uso de materiales, máquinas y recursos humanos. (p. 41)

## **Diagrama de Análisis de procesos**

Según García (2015): El diagrama de análisis de procesos representa una gráfica de pasos que realiza una organización para crear un producto o un servicio, lo cual sigue una secuencia ordenada ilustrando mediante símbolos los recorridos del proceso ya sea de transporte, demora e inspección, etc. Lo cual proporciona tiempos, distancias durante la elaboración del diagrama. Este diagrama es muy detallado en información para poder medir y establecer mejor durante el proceso, es una de las herramientas más utilizadas en para el estudio de tiempos y recorridos (p.42).

Para para que se realice el diagrama de analices de procesos se debe tener en cuenta seis aspectos para obtener una formidable interpretación estos símbolos van a detallar la operación que se va a realizar que su símbolo es un circulo, trasporte es el recorrido que se genera durante el proceso o el traslado del material a su área, su símbolo es una flecha ala derecha, la demora se puede generar por un cuello de botella durante el proceso y se representa por la mitad de un circulo a la derecha, la inspección se realiza durante cada proceso terminado y se representa con un cuadrado.

El diagrama análisis de procesos

Operación

Transporte

Demora

Inspección

Almacenaje

Tiempos

Distancias

### **Dimensión 2: Tiempo de Trabajo**

El tiempo de trabajo es evaluado por cada empresa donde dependerá de acuerdo a como este dado el método de trabajo dentro de una organización, para ello cada proceso debe contar con un flujograma, donde este describirá cada actividad que se realiza dentro del área de trabajo, esto será evaluado para conseguir simplificar y reducir el tiempo de

trabajo implementando mejoras, así como lo describen Díaz et al. (2017): El tiempo de trabajo es muy indispensable medirlo, ya que es la única manera de como un colaborador o máquina demora al realizar una actividad durante el trabajo y a su vez como poder mejorar estos tiempos, para obtener una alta productividad se empleando diversos métodos para la recolección de estos tiempos como son los códigos GSD que este sistema es muy simple y de comprensión fácil. Estos códigos pueden ser empleados en diversos sectores como metal mecánica, textil, etc. Las obtenciones de los tiempos de trabajo realizados posteriormente equilibran la productividad en cualquier empresa manufacturera (p. 42).

### **Tiempo Estándar**

Según Salvendy (2008): El tiempo estándar que se estudia para la operación es igual a la suma de los tiempos estándar elementales. Se puede definir como el tiempo que requiere un operador medio, debidamente preparado, para ejecutar el trabajo y que opera a un ritmo normal para realizar la operación (p. 617).

$$T.S. = T.N. \times (1 + \text{suplemento})$$

TS = Tiempo Estándar

TN = Tiempo Normal

Según Salvendy (2008):

Los tiempos elementales que se permiten se calculan a partir de los tiempos promedio de los elementos. Esos valores medios se multiplican por un factor de conversión, que es igual al producto del factor de rendimiento por uno o más el porcentaje de la tolerancia que corresponda. (p.617)

De lo mencionado el tiempo estándar está involucrado los suplementos del personal durante el proceso, este suplemento puede ser el reposo del colaborador, ir al baño o alguna necesidad fisiológica que requiera durante el proceso, por lo tanto, este tiempo es uno de los más completos para poder determinar el tiempo del proceso.

$$T.S. = T.N. \times (1 + \text{suplemento})$$

TS = Tiempo Estándar

TN = Tiempo Normal

### **1.3.3 Otras teorías relacionadas al tema:**

#### **Simulación**

Según Sutcu, Tanritanir, Durmusoglu, Koruc (2011) afirmaron:

La simulación es una herramienta útil para el análisis de sistemas complejos. Shannon [16] define como la simulación del proceso de diseño de un modelo de un sistema real y llevar a cabo experimentos con el modelo con el fin de entender el comportamiento del sistema y / o la evaluación de diferentes estrategias para la operación del sistema. En este estudio, una hoja de ruta fácil de usar que utiliza la simulación, considera diferentes escenarios, y permite que las aplicaciones manuales en las que el tomador de decisiones tiene un control completo, ha sido desarrollado para rediseñar talleres. (p. 185)

La simulación de plantas de procesos de producción ayuda a toda empresa dedicada a la fabricación de productos o atención de servicios en la organización de la distribución de sus áreas, dentro del espacio físico que obtengan como su centro laboral, para que se pueda lograr a utilizar el espacio óptimo se requiere de estudios anteriores, con especialistas, donde se realizaran simulaciones con diversos parámetros que intervendrán en la simulación, así como Nguyen (2009) manifestó:

Un estudio de simulación no solo puede ayudar a los ingenieros a descubrir mejores opciones para desarrollar equipo eficiente, pero también puede ahorrar tiempo y dinero de errores en el rediseño y equipo de re-fabricación en comparación con los métodos convencionales que en su mayor parte fueron basados en experiencia en ingeniería. (p. 80)

Uno de los factores básicos y más importantes que se detectan en la simulación de procesos son los cuellos botella, estos resultados son vistos una vez que ya se ingresaron los datos y se ejecutó la simulación de cada proceso como lo mencionó Al-Haro (2012):

El simulador ofrece un importante conjunto de resultados. Sólo los más significativos se presentan aquí. Al final de una ejecución de la simulación, la secuencia de lotes, el inicio / final de los tiempos de tratamiento para cada operación, y el tiempo de ciclo se computan para cada producto. Otra información relativa a los equipos (uso y número de operación) es útil para detectar cuellos de botella. (p. 5731)

Los resultados que presente un simulador de acuerdo a los datos ingresados según los usuarios, primero se tiene que tener la idea del proyecto estabilizada con toda la información, para que según los requisitos ingresados al software nos den los resultados con mejor aprovechamiento del espacio y la optimización en la distribución de planta, segundo contar con diferentes diseños visionarios de la distribución, como indicaron Zhang et al. (2019):

Para obtener el diseño óptimo de todo el plan basado en la simulación, los expertos primero necesita tener una idea de cómo deben entender los resultados de salida de la simulación. Entonces, varios ensayos, la comparación y el análisis desde varios ángulos son una necesidad. (p. 1224)

Así como los simuladores pueden tener diferentes resultados y se pueda escoger al más representativo y el que generara a la empresa mayores beneficios, también al momento de identificar los datos se tiene que tener en cuenta la precisión de todos ellos para identificar al más preciso, como lo Sutcu et al. (2011) mencionaron.

Un modelo de simulación requiere relaciones definidas con precisión entre los datos recogidos y los elementos del sistema. Incluso si el modelo se desarrolla perfectamente, un practicante no puede esperar para obtener datos precisos de salida a menos que el modelo utiliza datos de entrada precisos. (p. 188)

El propósito de los simuladores y las estrategias que se manejan dentro de ellas son diferentes, por ello Hovanec, Píla, Korba y Pacaiov (2015) comentaron lo siguiente:

El propósito de ejecutar simulaciones varía de táctica estratégica para hasta objetivos operacionales. Desde un punto de vista estratégico, los usuarios responder a preguntas como qué fábrica en qué país se adapta mejor para producir la próxima generación de productos teniendo en cuenta factores como las consecuencias para la logística, la eficiencia de los trabajadores, los tiempos de parada, la flexibilidad, los costos de almacenamiento, etc., que buscan en las estrategias de producción para los próximos años. En este contexto, los usuarios también evalúan la flexibilidad del sistema de producción, por ejemplo, por cambios significativos de los números de producción - un tema que se vuelve más y más importante. (p. 187)

En la actualidad todas las empresas empiezan a crear los diseños de planta, siempre tratan de contar con una simulación, realizando su planificación más detallada para que en el adelante ello no cause consecuencias económicas y así puedan mejorar sus diferentes procesos como lo explicaron Siderska (2016): en el mundo cambiante dinámica contemporánea, el acceso a los datos de producción en la vida real es necesario planificar adecuadamente, simular y supervisar la producción. Las empresas que operan en diferentes sectores de la economía son cada vez más comunes el uso de soluciones de TI para optimizar los sistemas logísticos, mejorando el manejo de materiales y parámetros de rendimiento. Las simulaciones por ordenador son las técnicas y herramientas que se utilizan con mayor frecuencia en la ingeniería de producción en un sentido amplio, la logística o ingeniería industrial (p. 64).

Es así, que se llegan a utilizar un software de simulación, que estas cuentan con ventajas, así como Siderska (2016) indicaron:

Por lo tanto, las simulaciones por ordenador deben ser entendidas como métodos que permiten poner a prueba las soluciones previstas en un modelo digital, virtual antes de su aplicación en el mundo real. El artículo analiza las posibles aplicaciones de software Tecnomatix Plant Simulation para simular los procesos de producción y hace hincapié en las ventajas de la aplicación de tales simulaciones. También introduce algunas herramientas de optimización integradas y herramientas analíticas avanzadas para optimizar el rendimiento y el funcionamiento de las plantas de producción y los procesos logísticos virtuales indicación y minimizar el trabajo en proceso. (p. 65)

Según las pasando los años, todos softwares de simulación se encuentra con constantes cambios para que el caso haya nuevos parámetros de ingresos, estos programas se encuentren aptos para que se realicen los cambios a pesar de ello también está el incremento de nuevos softwares de simulación de diseños de planta de producción ayudante a reducir y controlar tiempos mal utilizados, así como Jia y Jiang (2017) manifestaron:

Debido a la complejidad de flujo de trabajo de centro de distribución, la simulación por ordenador se ha convertido en una herramienta importante para el análisis y la optimización de tales sistemas [2, 3]. A través del modelado y simulación para el centro de distribución, los parámetros del sistema y la configuración se pueden optimizar de



acuerdo con los resultados de retroalimentación de simulación, así como para mejorar la eficiencia del sistema. Hay muchas herramientas de simulación logística, tales como Flexsim, Testigo, y Automod, que a menudo se utilizan para encontrar el problema de cuello de botella [4], mejorar la capacidad de transporte [5], mejorar la eficiencia de los trabajadores [6], analizar la eficiencia de diferentes estrategias de picking [7], y optimizar la configuración del sistema de logística [8]. (p. 675)

Para llegar a la simulación óptima, se tiene que contar con una variedad de parámetros ingresados al software, es por ello que Jia, Yu y Zhang (2015) explicaron:

El enfoque de simulación puede intuitivamente describir y reflejar las características del sistema logístico complejo con numerosos factores. Sin embargo, el modelo de simulación no puede optimizar el sistema. Por lo tanto, se combinó

el método de simulación y optimización juntos, y utilizar la salida de la simulación para guiar el algoritmo de optimización para encontrar el valor óptimo, por lo que la respuesta de salida mejorará constantemente en el entorno de simulación, con el objetivo de lograr la optimización del sistema actuación. Un montón de académicos han estudiado. (p. 853)

El software que se utilizó para desarrollar la tesis es el FlexSim, donde este cuenta con las facilidades de poder realizar una breve simulación del proceso de producción, Pare ello se quieren datos específicos de cada una de las áreas que interviene para la elaboración del transformador trifásico en aceite. Así como Simón, Santana, Granillo & Piedra (2013) lo mencionaron: Bill Nordgren, Cliff King, Roger Hullinger, Eamonn Lavery y Anthony Johnson, fueron quienes crearon y desarrollaron este simulador, donde permitirá tener una visión más clara y precisa de cómo se desarrollará en adelante cada uno de los procesos, este software es un beneficio, ya que no se necesita la programación complicada, esta requiere solo del ingreso de datos exactos para el desarrollo de la simulación (p. 41).

Según Lesks & Chen (2015) mencionaron, el programa de simulación FlexSim se utiliza principalmente para modelar, simular y visualizar de procesos de negocio. Es importante destacar que puede ayudar a resolver el inventario y el trabajo en progreso (WIP) problemas, para optimizar la línea de producción, para determinar el rendimiento del negocio, para gestionar cuellos de botella, para probar nuevas prácticas de planificación, para justificar la productividad y el gasto de capital. FlexSim permite realizar y animar

modelos 3D y crear modelos directamente usando C ++ (p. 51). Por ello la utilización del simulador permitirá el ingreso de los datos para que se puedan ver los procesos e identificar la actividad crítica, a la vez se tendrá un prototipo de cómo será el proceso en adelante donde es de gran beneficio para que se determine el rendimiento de la producción.

Por ello es simulador FlexSim permite ver de forma gráfica 3D todo el proceso de producción, la cual el modelamiento que se realice se evaluara si es conveniente o no, bajo el sustento de los resultados que emita el simulador. Así como Wang & Chen (2016) afirmaron lo siguiente, software de simulación Flexsim puede poner de relieve el efecto de visualización 3D para los objetos de simulación, y hacer el modelado y la depuración fácil y conveniente. Además, el modelo escalabilidad es fuerte, que es fácil de usar cooperativamente con otro software [12, 13]. Los pasos básicos de la simulación se pueden dividir en seis pasos: la construcción de la maqueta, que definen los procesos de logística, el ajuste de parámetros, compilar y ejecutar el modelo, mostrar los resultados y análisis de los resultados de la simulación [14] (p. 734).

### **Estrategias de Demanda**

Todas las empresas dedicadas a la atención de clientes y de acuerdo al producto o servicio que ofrecen, cuentan con una demanda o pronostico diseñado para poder cumplir con los requerimientos del mercado es por ello que se crean las estrategias del punto de desacople, por ello según Según Andreev y Koleva (2014) nos mencionaron:

CODP significa “pedido del cliente desacoplamiento Point”. A menudo, para el mismo sentido, muchos autores utilizan diferentes términos y abreviaturas, como “personalización instantánea” (Ramachandran al. Al, 2002) “Retardo de diferenciación de producto” (Gupta y Benjaafar, 2004), “Punto de aplazamiento” (Feitzinger y Lee, 1997), Orden Penetración Point (Olhager, 2003; Panayotova y Andreev, 2012), etc. (p. 141)

Esta estrategia atención personalizada al cliente, se da pensando en ellos, para que puedan intervenir en como desean o de qué manera estarían satisfechos con la entrega de su producto final, ya que también cuenta mucho la apariencia con la que presenta al momento de ser entregado al cliente, según lo afirmaron Andreev et al. (2014):

CODP define la etapa en la cadena de valor de fabricación, donde un producto en particular está vinculado a un pedido de cliente específico. De hecho, se marca el lugar (la operación, la fase del proceso, etc.), donde se produce la intervención del cliente, con el fin de definir el modo de final y la apariencia del producto final (sin producto mater o servicio), de acuerdo con su / sus deseos y preferencias. (p. 142)

Todas empresas para empezar a fabricar o a brindar el servicio distinguido por cada una de ellas, tienen que contar con pedidos del cliente y hacer que ellos se cumplan para la entrega con la fecha pactada al momento de la compra donde Harrison y Skipworth (2008) mencionan: “El CODP desacopla las operaciones de predicción impulsado que se ejecutan en previsión de pedidos de los clientes y las operaciones dirigidos por órdenes que se basan en lo pedidos del cliente (Van Hoek 2001)” (p. 174).

Este punto hace interviniente a la cadena de valor generada en cada producción, ya que el producto está vinculado con un cliente específico y esto realiza que toda la cadena de producción empiece a producir, así como lo mencionó, Según Olhager (2003):

El OPP es tradicionalmente definida como el punto en la cadena de valor de fabricación de un producto, donde el producto está vinculado a un pedido de cliente fi específico. A veces, la OPP se denomina punto de pedidos de clientes de desacoplamiento (CODP) para resaltar la participación de un pedido del cliente. Diferentes situaciones de fabricación tales como MTS, ATO, MTO y el ingeniero-a-orden (ETO) se refieren todas a diferentes posiciones de la OPP. (p. 320)

Cuando las empresas trabajan mediante una demanda cambiante, dada por los clientes que maneja cada una de ellas, esta no maneja un pronóstico adecuado y solo se abastece de los pedidos que lleguen a realizar así como Saeed, Loya y Loya (2016) indicaron que “Sin embargo, en entornos MTO fluctuaciones de la demanda son gestionados por los cambios en la cartera de pedidos, es decir, aumentando o disminuyendo la cartera de pedidos, que por supuesto afecta a los plazos de entrega y la fiabilidad [9]” (p. 243).

Por otro lado, se encuentra con la estrategia ETO donde esta da a entender una atención de pedidos, como según el cliente lo haya solicitado y con las características definidas en su orden, así como Gosling, Hewlett y Naim (2017) sustentaron:

Wikner y Rudberg (2005) se expanden esta línea de argumento, dando modelos detallados para el desacoplamiento de la ingeniería y de las actividades relacionadas con la producción de la cadena de suministro. Una dimensión y la dimensión de ingeniería de producción se defienden con la dimensión de ingeniería que van desde ETO, donde un nuevo producto está diseñado y ETS, donde un diseño ya está “en stock. (p. 406)

## **1.4 Formulación del Problema**

### **1.4.1 Problema General**

¿En qué medida se propone la distribución de Planta basado en el simulador FlexSim para reducir los Tiempos de Espera en la empresa Eléctrica Optimización S.A., SJL, 2019?

### **1.4.2 Problemas Específicos**

¿En qué medida se propone la metodología idónea para mejorar la distribución de Planta basado en el simulador FlexSim para reducir los Tiempos de Espera en la empresa Eléctrica Optimización S.A., SJL, 2019?

¿En qué medida la distribución de Planta basado en el simulador FlexSim reduce los Tiempos de Espera en la empresa Eléctrica Optimización S.A., SJL, 2019?

### **1.4.3 Justificación del Estudio**

#### **1.4.4 Justificación teórica**

La empresa, presentó una problemática con respecto a la distribución y orden en la planta donde realiza todo su proceso de producción, la cual se revisó teorías relacionadas al tema utilizando metodologías para contrastar en la práctica ,también crear una reflexión de los resultados reafirmando las teorías relacionadas y con ello la tesis servirá como un sustento teórico para estudios posteriores , según Bernal (2010) mencionó: Investigación presenta una justificación teórica cuando el propósito del estudio es generar pensamiento y debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados o hacer epistemología del conocimiento existente. (p. 106), esta investigación se justifica teóricamente ya que, mediante la investigación científica realizada por artículos indexados, se dará un aporte de conocimiento teórico para las empresas dedicadas a la elaboración de transformadores trifásicos en aceite, donde se logrará demostrar una distribución de planta adecuada para el rubro.

#### **1.4.5 Justificación Práctica**

La empresa presentó una problemática con respecto a la distribución y orden en la planta donde realiza todo su proceso de producción, la cual para ello se está aplicando a la práctica metodologías lo cual nos proporcionarían las mejoras correspondientes al problema a solucionar. Esto conllevó a una justificación práctica donde se ayudó a mejorar la problemática, así como lo explicó Sáenz (2012): proponen estrategias que de aplicarlas contribuirán a resolver, o bien describen o analizan un problema o bien plantean estrategias que podrían solucionar problemas reales si se llevaran a cabo. (p. 20), donde explica que se describe y analiza el problema para dar una solución en base a una estrategia de estudio y están ayudaran a resolver la problemática.

#### **1.4.6 Justificación Metodológica**

La tesis se justificó como metodológica ya que se utilizó instrumentos validados por expertos lo cual será utilizado posteriormente por otros investigadores utilizando distintas metodologías para determinar la mejor propuesta de distribución, dejando un aporte científico para los siguientes investigadores. Bernal (2010) mencionó:

La justificación metodológica del estudio se da cuando el proyecto que se va a realizar propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento válido y confiable (p.107). También Gómez (2006) indicó:

Unidad metodológica responde a las siguientes interrogantes ¿La investigación ayuda a la definición de un concepto, ambiente, contexto, variable o relación entre variables?, ¿sugiere cómo estudiar más adecuadamente una población?: (p.207).

La tesis propuso la mezcla de dos metodologías como el SLP Y EL CORELAP, que posteriormente para otros investigadores le servirá como un marco teórico y metodológico para nuevas investigación y aplicaciones con respecto a la distribución de planta para una empresa de transformadores trifásicos en aceite.

#### **1.4.7 Justificación Económica**

La tesis presento una justificación económica ya que, al proponer y utilizar un simulador para reducir los gastos por penalidad y de una mala aplicación de la distribución ya que el simulador nos ayudó a realizar la distribución de una forma virtual, obteniendo los beneficios que se puede brindar.

Según Gómez (2006) indicó: La justificación económica radica en los beneficios y utilidades que reporta para la población, constituye base esencial y punto de partida para realizar proyectos de mejoramientos económicos (p.84).

Con la aplicación de las metodologías de distribución de planta, mejorará los tiempos de entrega de los productos terminados, lo cual se evitará pagar penalidades de retraso con el cliente y esto generará mayor rentabilidad para la organización.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo General**

Determinar en qué medida se propone la distribución de planta basado en el simulador FlexSim para reducir los Tiempos de Espera en la empresa Eléctrica Optimización S.A., SJL, 2019.

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

Los objetivos específicos son los siguientes:

OE1: Determinar que metodología propone la distribución idónea de Planta basado en el simulador FlexSim para reducir los Tiempos de Espera en la empresa Eléctrica Optimización S.A., SJL, 2019.

OE2: Describir como la distribución de planta basado en el simulador FlexSim reduce los Tiempos de Espera en la empresa Eléctrica Optimización S.A., SJL, 2019.

## **II. MÉTODO**

## 2.1 Diseño de la Investigación

### **Tipo de investigación:** Básica

La investigación que se realizó es de tipo básica, ya que se utilizaron metodologías ya establecidas para constatar la teoría existente para una posterior aplicación con la finalidad de la obtención y recopilación de información que sirva para construir una base de conocimiento desde la que parte la investigación aplicada para la buena distribución de planta empleado la teoría en una forma aplicada y estructura para la obtención de la mejor propuesta de distribución de planta en la empresa ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S. A.

Tam, Vera y Oliveros (2018) mencionaron:

Tiene como objetivo mejorar el conocimiento, más que generar resultados o tecnologías que benefician a la sociedad en el futuro inmediato. Este tipo de investigación es esencial para el beneficio socioeconómico a largo plazo, pero no es normalmente aplicable directamente al uso tecnológico. (p.146)

### **Nivel de investigación:** Descriptivo y Explicativo

La tesis fue de nivel descriptivo y explicativo, porque se midió, describió y evaluó los fenómenos presentes en la empresa, para su posterior análisis al identificar las causas del problema que alteran a la variable. En la investigación se recolectó datos actuales del segundo semestre del año 2019 para poder realizar la redistribución como las dimensiones de las máquinas y áreas de cada proceso que se realiza para la fabricación de transformadores trifásicos en aceite. Existen tres tipos de diseños transaccionales los cuales pueden ser exploratorios, descriptivos- comparativos y correlacionales causales.

Hernández et al. (2014) explicaron: Los diseños transeccionales descriptivo tienen como finalidad de buscar las diversas cosas que pasan con las variables o sus alteraciones de una forma teórica y explicativa en una determina población. Lo cual busca indicar y agrupar una o varias variables en una población y describirlas. Este estudio es únicamente descriptivo y si no necesariamente tienen hipótesis, pero en el caso de tenerlas son netamente descriptivas con fuentes teóricas comprobadas (p. 155).

Esta tesis tuvo como diseño transaccional descriptivo-comparativo, lo cual se estudió de manera descriptiva las variables y las posibles propuestas de redistribución se compararon



y se optó por la mejor alternativa y explicativo porque mediante la espina de pescado explicamos las causas que se originan.

**Enfoque de investigación:** Cuantitativo

El enfoque de la investigación fue cuantitativo, debido a que se recolectó datos reales de la empresa como información para desarrollar sus resultados.

Hernández et al. (2014) mencionaron:

Existen dos tipos de enfoque cualitativo y cuantitativo, este caso se detalla el enfoque cuantitativo que tiene como finalidad una secuencia ordenada y probatoria, lo cual no se puede eludir ninguna etapa. Se debe seguir ordenadamente sin pasarse ninguna etapa ya que este enfoque es un conjunto de actividades establecidas, posteriormente se establecen objetivos e interrogantes, lo cual se investiga literaturas para elaborar una perspectiva teórico o un marco (p.4). El enfoque que se empleó en esta tesis es cuantitativo ya que se va a medir las variables y realizar una comprobación de resultados con un simulador de distribución de planta para obtener la mejor alternativa.

**Diseño:** No experimental

El diseño que se empleó para esta tesis fue de diseño no experimental, ya que se realizó propuestas para una redistribución de planta, se escogió y evaluó la mejor alternativa con respecto al diseño no experimental, Hernández, Fernández y Baptista (2014) mencionaron: Existen dos tipos de diseño experimental y no experimental, el primer diseño se realiza un invento e experimento nuevo que favorezca a los investigadores ya a la investigación científica. Por otro lado, el diseño no experimental no se elabora ningún experimento o creación del aun invento, si no que se realizan actividades ya existentes para la conveniencia del investigador y su aplicación de teorías existentes para su aplicación, lo cual las variables no sufren una alteración particular al momento de manipularlas la investigación no experimental se realiza con la fusión de diversos estudios cuantitativos como las técnicas de encuestas y estudios prospectivos (p. 152).

En este caso las propuestas de redistribución de planta, con la ayuda de un simulador nos proporcionó las mejores alternativas, sin la necesidad de variar o alterar las variables por ello decimos que es un diseño no experimental, posteriormente con la aceptación de las propuestas de redistribución en un futuro se empleará un diseño experimental.

El tipo de diseño fue descriptivo lo cual se observó, fundamentó y describió los aspectos de la variable. Este diseño no manipula la variable determinando la frecuencia en que ocurre el hecho y clasifican la información

### **Alcance Temporal:**

El alcance es transversal, porque se recolecto información actual del problema a solucionar como, las dimensiones de las maquinarias y las áreas de cada puesto de trabajo para poder realizar la mejor aplicación de las metodologías para obtener la mejor propuesta de distribución de planta.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) explicaron: El diseño es transversal o transeccional cuando se obtienen o recolectan información en un solo momento y en un tiempo único. Su principal objetivo es describir todas las variables y posteriormente analizarlas su comportamiento durante la aplicación e interrelación en un momento dado. Como ejemplo es retratar un paisaje en el mismo momento que sucede (Liu, 2008 y Tucker, 2004) (p. 154).

## **2.2 Variables, Operacionalización**

### **2.2.1 Variables**

Definición conceptual de las variables

#### **Variable Independiente: Distribución planta**

Según García (2015):

La distribución de planta es la colocación física ordenada de los medios industriales, tales como maquinaria equipos, trabajadores, espacio requeridos para el movimiento de materiales y su almacenaje, además de conservar el espacio necesario para la mano de obra indirecta, servicios auxiliares y los benéficos correspondientes. (p. 143)

#### **Variable Dependiente: Tiempos de Espera (Lead Time)**

Según Sievers et al. (2017):

Se hace evidente que el tiempo de espera es un elemento central para la evaluación económica y la comparación de los conceptos de producción modular y convencional.

Hay diferentes fases del proyecto, que constituyen el tiempo de entrega. Un ejemplo de una diferenciación típica de las fases del tiempo de entrega se da, por ejemplo, por Bramsiepe et al. (2013). La primera evaluación económica que ya incluye una estimación del tiempo de espera se realiza durante un estudio de factibilidad en la fase de concepto del proceso (Navarette, 2009). Esta evaluación apunta a elegir una de las alternativas de proceso desarrolladas, por ejemplo, Un enfoque modular frente a un enfoque convencional. (p.97)

## **2.2.2 Operacionalización de las Variables**

### **Variable Independiente: Distribución planta**

Díaz et al. (2017):

El análisis de las relaciones entre las actividades es un paso previo a la propuesta de distribución general. Este análisis permitirá desarrollar la propuesta de distribución, tomando en cuenta la importancia relativa de la cercanía entre distintas áreas, no solo productiva si no también administrativas y de servicios, por donde no existe flujo de materiales. (p. 303)

### **Dimensión 1: Método Guerchet**

Díaz et al. (2017):

Para disponer adecuadamente los elementos de la producción en la planta debemos analizar sus diferentes características; así, a partir de la información del número de máquinas, podemos evaluar las necesidades básicas del espacio requerido para su ubicación. Existen varios métodos para la evaluación del espacio físico; aquí representaremos el método de Guerchet que da una buena aproximación del área requerida. (p. 287)

### **Indicador:**

Díaz et al. (2017):

De acuerdo a la descripción de los autores para evaluar una correcta distribución de planta se requiere una información exacta de la cantidad de máquinas que se utilizan dentro de todos los procesos, ya que lo primordial en toda producción son los equipos o maquinarias

que se utilizaran dentro de ella, donde para el cálculo se muestra la siguiente operación.  
(p. 287)

## **Dimensión 2: Planificación Sistemática del Diseño (SLP)**

Alvarez (2008):

SPL es la técnica más utilizada en la actualidad para analizar o diseñar la distribución física de una fábrica. Fue creada por R. Munther en 1973. Es una técnica de análisis básicamente cualitativo que debe ser realizado por personal de la empresa. (p. 2)

### **Indicador:**

Díaz (2017):

Diagrama relacional de recorrido o actividades, es una técnica que permite observar gráficamente todas las actividades en estudio de acuerdo con su grado o valor de proximidad entre ellos. En caso se tome como valor de proximidad la intensidad de recorrido, el diagramado estará representado la necesidad de minimizar las distancias entre áreas de trabajo. (p. 306)

### **Variable Dependiente: Tiempos de Entrega**

En toda organización el tiempo de espera es un factor que aturde a los procesos, áreas y departamentos, para posteriormente insatisfacer las necesidades del cliente, perdiendo un gran valor económico y prestigio de la empresa, por eso es de gran importancia analizar y gestionar e implar mejoras para reducir los tiempos de espera producidos por algún factor ya sea de producción o administrativo.

## **Dimensión 1: Tiempo de Trabajo**

Díaz, Soler y Molina (2017):

La tesis referida explica la importancia que es medir el tiempo de trabajo, así como la manera en cómo una persona realiza una actividad en su área de trabajo y como este puede ser mejorado para ser más eficiente en lo que hace, al analizar los métodos que utiliza. El autor describe los códigos de GSD y de cómo este sistema puede ser utilizado en operaciones de corte, costura, planchado, inspección y empaque, todo con el objetivo de

mejoras los procesos de trabajos. El objetivo deseado por GSD era de conseguir un sistema simple, fácil de entender, pero que equilibrara los requisitos y la productividad del mismo. Tiene relación con el artículo a describir ya que es una forma de guía para las personas y las empresas de cómo utilizar el sistema de tiempos predeterminados y los datos generales de costuras, principalmente a las empresas manufactureras. (p. 42)

### **Indicador:**

Según García (2015)

El diagrama de análisis de procesos representa una gráfica de pasos que realiza una organización para crear un producto o un servicio, lo cual sigue una secuencia ordenada ilustrando mediante símbolos los recorridos del proceso ya sea de transporte, demora e inspección, etc. Lo cual proporciona tiempos, distancias durante la elaboración del diagrama. Este diagrama es muy detallado en información para poder medir y establecer mejor durante el proceso, es una de las herramientas más utilizadas en para el estudio de tiempos y recorridos (p.42).

### **Dimensión 2: Tiempo de Procesamiento**

Díaz, Soler y Molina (2017)

Según el autor de esta tesis, el crecimiento empresarial que necesita la empresa Kaia Bordados estará basada en mejorar la productividad y eficiencia de la organización a través de estudios de tiempos de producción en planta para así poder ser capaces de mejorar los procesos, tiempos de producción, así como el bienestar del factor humano. Con el estudio de tiempo y movimientos realizados el autor espera economizar el esfuerzo humano para reducir fatiga, crear mejores condiciones de trabajo y ser capaz de ahorrar el uso de materiales, máquinas y recursos humanos. (p. 41)

### **Indicador**

Salvendy (2008)

El tiempo estándar que se estudia para la operación es igual a la suma de los tiempos estándar elementales. Se puede definir como el tiempo que requiere un operador medio, debidamente preparado, para ejecutar el trabajo y que opera a un ritmo normal para realizar la operación (p. 617).

## 2.2.3 Matriz de Operacionalización de las Variables

**Tabla 4.** Matriz de Operacionalización de las Variables

Propuesta de distribución de planta para reducir los tiempos de espera en una empresa de transformadores trifásicos en aceite									
Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de los indicadores	Técnica	Instrumento	Unidad de medida	Fórmula
Variable Independiente Distribución de Planta	Según García et al. (2015), la distribución de planta es la colocación física ordenada de los medios industriales, tales como maquinaria equipos, trabajadores, espacio requeridos para el movimiento de materiales y su almacenaje, además de conservar el espacio necesario para la mano de obra indirecta, servicios auxiliares y los benéficos correspondientes. (p. 143)	Según Díaz, Jarufe y Noriega (2017): El análisis de las relaciones entre las actividades es un paso previo a la propuesta de distribución general. Este análisis permitirá desarrollar la propuesta de distribución, tomando en cuenta la importancia relativa de la cercanía entre distintas áreas, no solo productiva si no también administrativas y de servicios, por donde no existe flujo de materiales (p. 303)	Método Guerchet	Superficie Total	Razón	Observación	Hoja de Registros	Metros (m2)	$St = n (Ss + Sg + Se)$ <p>St = Superficies Total  n = Número de elementos móviles o estáticos de un tipo  Ss = Superficie Estática  Sg = Superficie de Gravitación  Se = Superficie de Evolución</p>
			Planificación Sistemática del Diseño SLP	Recorrido Establecido por Área de Trabajo	Razón	Observación	Hoja de Registros	Metros (m2)	$\sum \text{Recorrido Establecido} \times \text{Área}$ <p><b>Código de Razones</b></p> <p>1= Por control  2= Por higiene  3= Por proceso  4= Por conveniencia  5= Por seguridad</p> <p><b>Tabla de Proximidad y líneas</b></p> <p>A= Absolutamente importante ---&gt; 4 líneas  E= Específicamente Importante --&gt; 3 líneas  I= Importante -----&gt; 2 línea  O= Ordinaria -----&gt; 1 línea  U= Sin importancia -----&gt; Sin línea  X= Indeseable -----&gt; 1 línea cursiva  XX= Muy indeseable -----&gt; 2 líneas cursivas</p>

Variable Dependiente Tiempos de Espera	Según Sievers, Seifert, Franzen, Schembecker, y Bramsiepe (2017) “Se hace evidente que el tiempo de espera es un elemento central para la evaluación económica y la comparación de los conceptos de producción modular y convencional. Hay diferentes fases del proyecto, que constituyen el tiempo de entrega. Un ejemplo de una diferenciación típica de las fases del tiempo de entrega se da, por ejemplo, por Bramsiepe et al. (2013). La primera evaluación económica que ya incluye una estimación del tiempo de espera se realiza durante un estudio de factibilidad en la fase de concepto del proceso (Navarette, 2009). Esta evaluación apunta a elegir una de las alternativas de proceso desarrolladas, por ejemplo, Un enfoque modular frente a un enfoque convencional” (p.97).	Para reducir los tiempos de espera se debe pronosticar los posibles hechos que pueden afectar, ya sea por una mala planificación de producción y hasta una mala distribución las áreas, lo cual genera retrasos en la productividad y esto lleva a que se alarguen los tiempos de espera	Tiempo de Trabajo	Tiempo Estándar	Razón	Observación	Hoja de Registros	Tiempo (Minutos)	<b>Tiempo Estándar</b> $T.S. = T.N. \times (1 + S)$ TS = Tiempo Estándar TN = Tiempo Normal S= Suplemento
			Tiempo de Procesamiento	Diagrama de Análisis de Operaciones	Razón	Observación	Hoja de Registros	Metros (m2)  Tiempo (Minutos)	$\sum$ Tiempo Trabajado  $\sum$ Distancias Recorridas  Diagrama de Análisis de Operaciones D.A.P.  - Operación - Transporte - Demora - Inspección - Almacenaje - Tiempos - Distancias

Fuente: Elaboración propia

## **2.3 Población y Muestra**

### **Población:**

La tesis tuvo como población de ocho áreas o secciones que intervienen en el proceso de producción de la empresa Eléctrica Optimización S.A., soldadura 1, soldadura 2, pintura, núcleo, bobinado, montaje y conexiones, horno y sala de pruebas los cuales intervienen 59 máquinas, equipos, y utensilios que se utiliza para la realización de los transformadores trifásicos.

Según Gómez, Villasís-Keever, Novales (2016) sustentaron: La población no necesariamente puede ser cantidad de personas también ser animales, cosas, empresas, hospitales, colegios, universidades, institutos, etc. Puede ser cualquier agrupación que se pueda medir o contar. La población es accesible, definido y limitado lo cual será parte de para la elección de una muestra si es el caso de una población muy enumerada, si la población no cumple con una determinada cantidad, se puede decir que la población es igual a la muestra, pero si la población es muy grande, se utilizará una fórmula para obtener la muestra de estudio (p. 202).

Como mencionaron los autores, la población está dada por una agrupación de maquinarias, equipos, herramientas y utensilios al cual se utilizó en la fabricación de los transformadores trifásicos en aceite, y se realizó la intervención de todas ellas ya que para la adecuada distribución se requirió la información global.

### **Muestra:**

La empresa Eléctrica Optimización S.A., solo realiza un tipo de transformador, lo cual para el estudio que se realizó en esta tesis se tomó como muestra todas las áreas o secciones del proceso de producción los cuales son 8 , soldadura 1, soldadura 2 , pintura, núcleo, bobinado, montaje y conexiones, horno y sala de pruebas, para la realización del transformador trifásico en aceite y para fabricarlo necesita de todas las áreas o secciones existentes en la producción, incluyendo a las maquinarias, equipos y utensilios, según lo mencionado en la población.

Hernández, Fernández y Baptista (2014) definieron Como concepto de la muestra es una parte o porción, escogida de la población. Enfocamos esta parte como un sub conjunto de elementos que tiene un conjunto ya definido con sus propias propiedades y características la cual se llamara población (p. 208).



La muestra que se seleccionó dentro de la población de la fabricación de los transformadores trifásicos en aceite, no tuvo exactamente una fórmula específica que se desarrolló ya que para definir las no se realizó alguna de ellas, porque todas las herramientas, equipos, maquinarias y utensilios fueron utilizados en el estudio e intervinieron en el resultado.

### **Muestreo:**

El muestreo es una técnica empleada para escoger mediante un análisis el grupo a estudiar, donde para llegar a ello se tiene dos tipos de muestreos, cada uno con diferentes horizontes y métodos a evaluar, son los siguientes probabilísticos y no probabilísticos. Esta investigación se dio por el muestreo no probabilístico, así como lo sustenta Valderrama (2007): la elección de los elementos de estudio no dependerá de la probabilidad, porque lo que se estudia con relación a las ciertas actividades tendrán que ser tomada la decisión por un grupo de personas o expertos, a la vez evaluando criterios de concordancia en los procesos a realizar (p. 170).

La empresa ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A. tuvo un muestreo no probabilístico, donde se cuenta con 8 áreas en el proceso productivo, 53 máquinas, equipos y elementos que involucran a la producción. Ya que se realizó una distribución de planta y para ello no se tiene una fórmula evaluadora, los integrantes de la investigación bajo el sustento bibliográfico de Valderrama, se tomó como muestreo absolutamente a todos los procesos intervinientes en la producción.

### **Unidad de Estudio:**

La tesis tuvo como unidad de estudio a la empresa de fabricadora de transformadores trifásico ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A., específicamente al área de producción, porque es allí donde se refleja la realidad problemática, la distribución de planta es muy importante para que se puedan mejorar los tiempos de espera en la empresa.

## **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

En esta fase de la investigación se dará a conocer de dónde y cómo se obtendrán los datos e información que se requiere para realizar el proyecto de investigación que consta de la realización de transformadores trifásicos en aceite, se recolectará según los instrumentos establecidos líneas abajo, intervendrán todas las áreas productivas, maquinarias y equipos del proceso de producción.

### **Técnica de recolección de datos:**

De acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (2014) mencionaron: Todo tipo de investigación científica se tiene que emplear diversos instrumentos y métodos para obtener y recolectar información adecuada y con un gran índice de confiabilidad de las variables a medir, en ciertas ocasiones se combinan las diferentes técnicas de recolección de información o datos (p. 217). Para poder recolectar datos según nuestras variables (independiente y dependiente) se tendrán que realizar formatos de acuerdo al tiempo y distancia de cada proceso que interviene en la realización del producto elegido en la muestra del proyecto de investigación. El instrumento a utilizar es la DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS Y FORMATO DE TOMA DE TIEMPOS.

### **Observación:**

Hernández, Fernández y Baptista (2014) menciona: Unos de los métodos más utilizados para la recolección de información, es hacer un registro confiable de situaciones observables sistemático, empleando categorías de acuerdo al nivel que se recolectar como también se pueden registrar sub categorías (p. 252). La observación será el método en la presente investigación, para que se puedan registrar todos los datos correspondientes a cada una de las variables, donde Los formatos tienen la información necesaria.

### **Instrumentos y procedimientos específicos propios de cada disciplina:**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) explica: Durante el pasar del tiempo se han implementado métodos valiosos para la recolección de información en diferentes áreas que se quieren recolectar, respecto a variables específicas a tratar (p. 253). Se afirma que toda área que realiza ciertas actividades tiene funciones específicas, donde estas se muestran a través de un procedimiento, flujograma o DAP dentro del proyecto de investigación, la cual servirá para seguir registrando información según los formatos realizados para la obtención de datos pertinentes.

### **Validez y Confiabilidad:**

Para demostrar la validez y confiabilidad de este de la investigación tuvo que ser evaluado, así como Hernández, Fernández y Baptista (2014) menciona “Un instrumento de medición puede ser confiable, pero no necesariamente válido (un aparato, por ejemplo, quizá sea consistente en los resultados que produce, pero puede no medir lo que pretende). Por ello es requisito que el instrumento de medición demuestre ser confiable y válido” (p. 204).

### **Validación:**

Se dio por juicio de expertos, donde se hace la presentación de los instrumentos de recolección que se utilizaran en el desarrollo del proyecto, los documentos serán presentados a tres especialistas en la materia y a la vez son expertos por los años de experiencia en el área de producción, dando lugar a que puedan revisar y se reciba opiniones de los instrumentos presentados, según ello se podrá dar la validación.

**Tabla 5.** Validez de los instrumentos por juicio de expertos de la Universidad César Vallejo

Experto	Grado de Instrucción	Resultados
Luz Graciela Sánchez Ramírez	Doctora	Aplicable
Javier Francisco Panta Salazar	Doctor	Aplicable
Romel Dario Bazán Robles	Magister	Aplicable
Marcial Rene Zuñiga Muñoz	Magister	Aplicable
Walter Leoncio Quiroz Rodríguez	Magister	Aplicable

Fuente: Elaboración propia

### **Confiabilidad:**

Hernández et al. (2014) menciono:

La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales (Hernández-Sampieri et al., 2013; Kellstedt y Whitten, 2013; y Ward y Street, 2009). Por ejemplo, si se midiera en este momento la temperatura ambiental usando un termómetro y éste indicara que hay 22°C, y un minuto más tarde se consultara otra vez y señalara 5°C tres minutos después se observara nuevamente y éste indicara 40°C, dicho termómetro no sería confiable, ya que su aplicación repetida produce resultados distintos.

El autor mencionó que la confiabilidad es el grado de aceptación y verificación de los instrumentos a utilizar dando el mismo resultado el momento de la medición. En la tesis se utilizó instrumentos como cronometro y distanciómetro laser que tiene un margen de error mínimo de  $\pm 0,3$  mm/m por lo cual por la marca y el control de calidad de esta se da una confiabilidad al instrumento.

Para que un instrumento de recolección de datos pueda ser confiable tiene que ser verificable, ya que en el estudio se realizarán diversas mediciones y toma de tiempos, se contara con un

distanciómetro y cronómetros calibrados por una empresa certificadora, así se tendrá la confiabilidad de los datos recolectados.

## **2.5 Métodos de Análisis de Datos**

Una vez obtenido los datos y registrados correctamente en una base datos según se crea correspondiente se debe proceder analizar, así como lo mencionan Hernández, Fernández y Baptista (2014): Obteniendo los datos enumerados, llevarlos a una matriz y archivándolos corrigiendo todos los errores, el investigador sigue con el siguiente paso de analizarlos (p. 272). Así es que se empieza buscar un software de análisis de datos donde en esta investigación será dado por el simulador de diseños de planta FlexSim, en este software de hará el ingreso y análisis de todos los datos, así como lo confirma Hernández et al. (2014): En su gran mayoría no utilizan fórmulas ni manualmente, pero hay consideradamente en volumen de datos. Por otro lado, una gran variedad de instituciones ya se de nivel superior o de educación media, organizaciones, centros de investigación y hasta agrupaciones de colaboradores en una organización (sindicato) utilizan los sistemas de cómputo para analizar y archivar datos (p. 272).

### **2.5.1 Análisis Descriptivo**

El análisis descriptivo ayudó a conseguir los datos resultantes donde, de la evaluación dada por las distancias y tiempos recolectados en la empresa ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A., ya que se ingresó tres registros obtenidos según la toma de tiempos y nuevas distancias encontradas, de acuerdo a las metodologías esta nos dio el resultado final con cada una de ellas,

Según Valderrama (2007): la estadística descriptiva se utiliza para el análisis e interpretación de datos, cuando se obtienen los resultados, esta analiza el resultado final, dando las características del resultado en la evaluación dada (p. 150).

Por ello la utilización del software de simulación FlexSim, es quien dará los resultados, ya que estudio a las variables que ingresaron a la simulación las cuales fueron tiempos y distancias en cada proceso hasta llegar a terminar el producto final. Cuando se tuvo los datos resultantes se evaluó cada una de las hipótesis formuladas para la investigación, dando una descripción de cada una de ellas bajo el sustento de los resultados que se obtuvieron en el simulador.

## **2.6 Aspectos Éticos**

La presente investigación cuenta con la aprobación de la entidad donde se está realizando el estudio de la problemática planteada a inicios del trabajo para conformidad, verificar el Anexo N° 60 y a la vez cada recolección de dato está siendo la verídica y encontrada en el momento de la observación para que pueda ingresar al análisis de datos a través del software de simulación de diseños de plantas FlexSim 2018. Así mismo se da el cumplimiento y conformidad al artículo 14 del Código de Ética de la Investigación de la UCV, aprobado con la resolución de Consejo Universitario N° 0126-2017/UCV del 23 de mayo de 2017.

### **III. RESULTADOS**

### **3.1 Situación Actual de la Empresa**

#### **3.1.1 Generalidades**

Eléctrica Optimización S.A es una empresa manufacturera pequeña dedicada a la fabricación de transformadores trifásico en aceite, teniendo como principal materia prima el cobre lo cual va ser conductor de la energía eléctrica.

Eléctrica Optimización S.A se dedica a la fabricación de transformadores trifásicos en aceite del rubro metal mecánica, la cual tiene en el mercado 20 años brindando el producto a empresas ABB, Alicorp, Inka, Hersil, Kolpa, Topitop, La Calera, minera Santa Lucia G entre otras organizaciones.

La empresa se enfoca en el mercado peruano con aspiraciones a exportar a países como Bolivia, Ecuador y otros países de Sudamérica su principal mercado son las empresas manufactureras y las minas de todo el Perú.

La empresa no ha empleado en más de 15 años una redistribución en el área de producción, habiendo un incremento de producción y teniendo una mayor demanda para abastecer. Lo cual ha generado inconvenientes con los clientes en la hora de la entrega del transformador trifásico en aceite.

La aplicación de diferentes metodológicos como el método Guerchet, SLP Y EL CORRELAP tiene como propósito proponer y solucionar las deficiencias de la empresa Eléctrica Optimización S.A. Con el fin de reducir las distancias de recorrido durante el proceso y entregar un producto a tiempo.

#### **Misión**

Satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes con un producto de alta calidad, precio competitivo y alta eficiencia. Cumplir con los estándares de calidad, las normas nacionales e internacionales para la fabricación de nuestros productos. Fomentar la capacitación profesional de nuestros empleados, acompañando al desarrollo de los entornos sociales en los que operamos. Utilizar de manera responsables los recursos necesarios para nuestra actividad.

## **Visión**

Eléctrica Optimización S.A. es una empresa 100% peruana especializada en transformadores de distribución y potencia que aspira ser reconocida por la calidad, precio y eficiencia en sus productos y servicios.

## **Valores**

Responsabilidad y seguimiento de los pedidos en proceso para su correcta entrega al cliente

Confianza y coordinación en el trabajo conjuntamente con todos los colaboradores involucrados.

Puntualidad en la entrega de los pedidos a los clientes

Lealtad y confiabilidad con los clientes y los productos entregando cumpliendo con las garantías y convenios realizados.

## **Organización de la Empresa**

Eléctrica Optimización S.A. está estructurada funcionalmente de la siguiente manera: área de producción, área de logística, área comercial, Control de calidad, área financiera y administrativa. A continuación, se detalló una breve explicación de cada una de las áreas:

**Área de Producción:** Su principal objetivo es la transformación de la materia prima, manipulada por los operarios, en productos finales; es decir, transformadores.

**Área Logística:** Esta área se encarga de conseguir la materia prima y de la búsqueda de proveedores; además, se encarga de las cotizaciones de los proveedores.

**Área Comercial:** Esta área se encarga de cotizar el producto con el cliente o cualquier solicitud que acuerden.

**Área Control de Calidad:** Esta área se encarga de la supervisión e inspección del producto final con el fin de garantizar su buen uso.

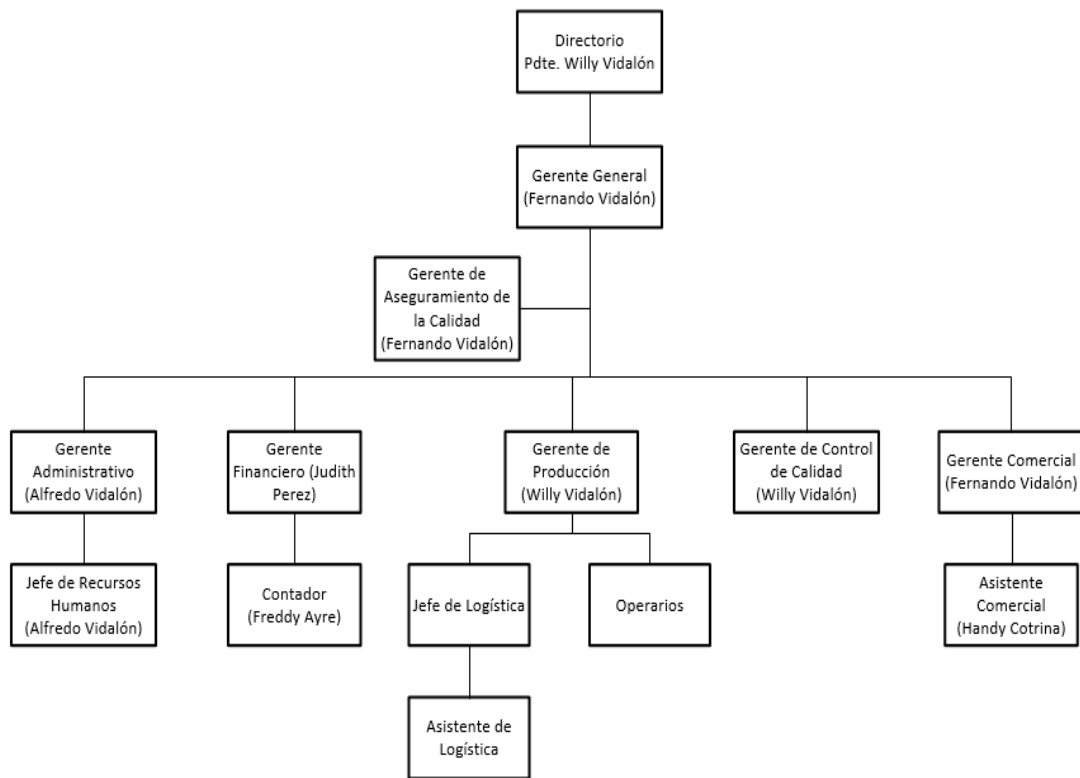
**Área Financiera:** Es la sección que se encarga de los recursos financieros como el capital, la facturación, los pagos, el flujo de la caja, etc.

**Área Administrativa:** esta área nos ayuda a operar de forma eficiente y efectiva el manejo de los recursos y la entrega de los productos finales.

En relación a lo anterior, se presenta el organigrama de la empresa:



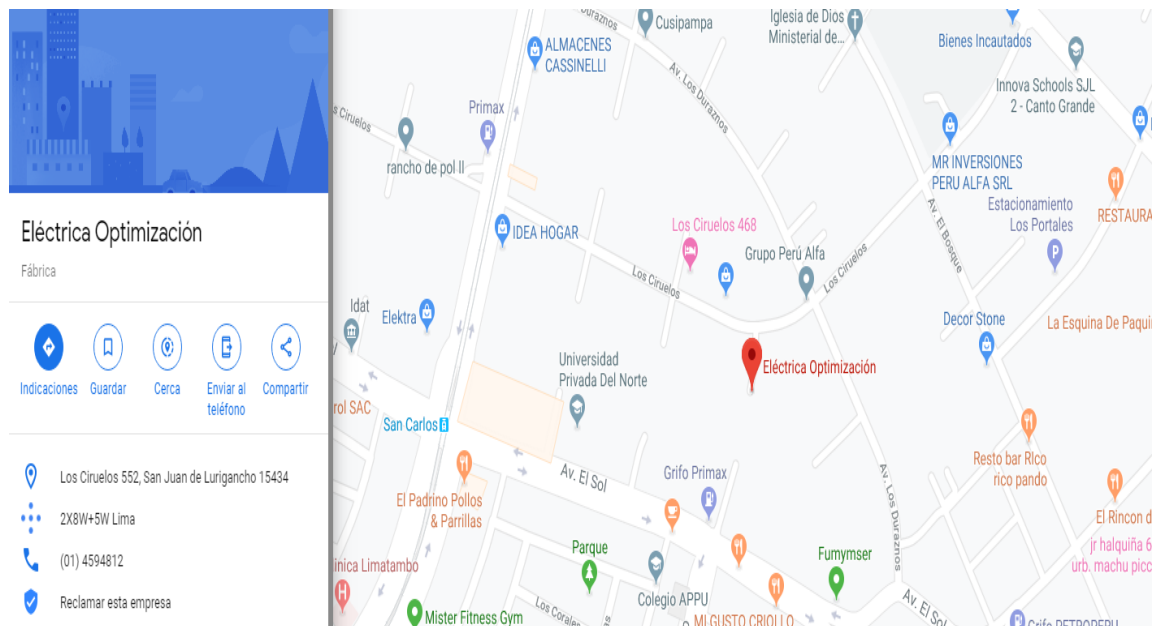
## Organigrama de Eléctrica Optimización S.A.



**Figura 4.** Organigrama de *ELECTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.*, 2019

## Ubicación de la Empresa

Eléctrica Optimización S.A. es una empresa peruana ubicada en Jr. Los Ciruelos 552, distrito de San Juan de Lurigancho



**Figura 5.** Ubicación de *ELECTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.*

## Historia

La empresa en la cual se aplicó la mejora, es Eléctrica Optimización S.A una empresa peruana que suministra transformadores de distribución y potencia desde el año 1995 a la fecha, habiendo fabricado más de 3500 transformadores de diversos tipos según normas nacionales e internacionales C.E.I. Pub. 76 e ITINTEC 370.002 desde 5 hasta 5000 KVA y hasta 34 500V. Los cuales, a la fecha, operan satisfactoriamente.

Además, Eléctrica Optimización S.A. es una empresa peruana ubicada en Jr. Los Ciruelos 552, distrito de San Juan de Lurigancho. Esta pertenece al rubro metalmecánica, la cual se encarga de fabricar diversos transformadores por pedido como; por ejemplo, de distribución y de potencia. Dicha empresa está a cargo del ing. Willy Vidalón Galvez, dueño de la empresa, y del ing. Fernando Vidalón Pérez, gerente general. Asimismo, se cuenta con una gama de colaboradores profesionales lo cual cooperan con el crecimiento de la organización.

El producto a fabricar y sus características:

El producto bandera de Eléctrica Optimización es el transformador trifásico en aceite, como se pueden observar en la figura N° 6 y 7, los cuales varían de acuerdo a la potencia, pues esta depende del cliente; estos productos son elaborados con materiales selectos, los cuales permiten garantizar que los artículos finales sean de calidad y cumplan con las expectativas de los compradores. Asimismo, dicha producción está dirigida a empresas mineras, eléctricas, textiles, entre otras.



*Figura 6. Transformador trifásico en acetite de 2500 KVA*



**Figura 7.** *Trasformador en marcha*

Los transformadores son fabricados con materiales 100% nuevos y de primera categoría a nivel mundial como el fierro silicoso de grano orientado japonés; papel - cartón Presspan suizo, alemán y americano; aceite dieléctrico americano y europeo; aisladores, conmutadores, termómetros, relés, entre otros accesorios americanos.

Los transformadores trifásicos se caracterizan por tener los siguientes componentes internamente y externamente como:

**Tabla 6.** *Características de un Transformador Trifásico en Aceite*

Cuadro Característico	
Potencia	KVA
Numero de fases	1-3
Altura de operación	m.s.n.m
Frecuencia	50-60Hz
Tensión del primario	en voltios
Tensión del secundario	en voltios
Grupo de conexión	li0, Yd5, Dy5, etc
Ejecución	li0, Yd5, Dy5, etc

Fuente: Elaboración propia

Los accesorios incluidos en el transformador trifásico normalmente en la ejecución básica son: Placa de características, Bornes de salida sobre la tapa para AT y BT según normas

DIN, Conmutador de tomas  $\pm 2 \times 2.5\%$  para arrollamientos de 10 y 22.9 KV. Conservador de aceite para transformadores trifásicos en aceite 10 y 22.9 KV, o transformadores de BT/BT de más de 100KVA, Indicador de nivel de aceite, Válvula de vaciado y muestreo de aceite, Tapón de llenado de aceite, Orejas de izamiento para la parte activa o el transformador completo, Canal U en la base para transformadores trifásicos, orejas de fijación en aceite, Dotación de aceite.

Accesorios opcionales: Juego de ruedas bidireccionales, Desecador de silicagel, Termómetro con o sin contactos, Válvula de seguridad con o sin contactos, Relé Buchholz, Relé de imagen térmica, Indicador de nivel de aceite con contactos, Cajuela de bornes, Embalaje.

### **Partes principales del transformador trifásico en aceite**

#### **Núcleo:**

El núcleo está conformado por láminas de fierro silicoso de espesor de 0.25 mm de forma escalonado de acuerdo al diseño del transformador, el núcleo son de tres columnas lo cual forma parte del centro de la parte activa. Donde descansaran las bobinas, el corte de las láminas se realiza a  $90^\circ$  y  $45^\circ$ .

#### **Bobinas:**

Para cada transformador se fabrican tres bobinas lo cual son arrollamientos concéntricos de baja tensión que en su mayoría son de platina de cobre forrado de papel kraft y en bobinado de alta tensión se utiliza alambres esmaltados clase F o H. Se utiliza papel y cartón Presspan para el aislamiento y enfriamiento de las bobinas y para que soporten eventuales sobrecargas y cortocircuito

#### **Tanque:**

Se fabrican con planchas de fierro con espesores y esfuerzos adecuados para las exigencias de servicio, manipuleo y transporte. La tapa se fija al tanque por medio de pernos y una empaquetadura en todo el perímetro.

La parte activa está sujeta a la tapa y mediante soportes de izamiento, se puede retirar del tanque el diseño del tanque es de acuerdo a las características que el cliente lo requiera lo cual es de ejecución robusta y hermeticidad comprobada. También el tanque pasa por un proceso de arenado y aplicación de 2 capas de pintura anticorrosiva y 2 capas de pintura de acabado tipo epóxica.

**Aisladores:**

Estos componentes permiten tener acceso exterior a las derivaciones de las bobinas. Los aisladores están puestos sobre la tapa con un empaque, un ajuste adecuado y con excelente aislamiento y hermeticidad.

**Aceite:**

El aceite dieléctrico es utilizado en los transformadores para un excelente aislamiento y refrigeración de la parte activa, asimismo, son aislantes de las partes metálicas. El aceite empleado cumple con las normas CEI.

**Conservador de aceite:**

Este conservador ayuda a minimizar el contacto con el aire y produzca su oxidación, para bajar la humedad del aire que ingresa al conservador se puede utilizar el desecador de silicagel.





**Conmutador de tomas:**

Para poder maniobrar el conmutador el transformador no debe estar en funcionamiento. Este componente es empleado para compensar las variaciones de tensión en la red.



*Figura 8. Parte activa del Transformador Trifásico*

**Tabla 7.** Partes del Transformador Trifásico en Aceite.

<b>Partes del Transformador</b>	
<b>Núcleo</b>	
<b>Perfiles</b>	
<b>Tapa</b>	
<b>Tanque</b>	

---

**Bobinas**



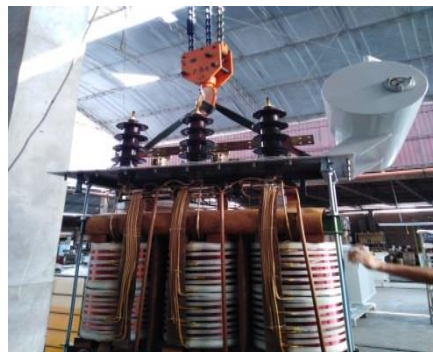
---

**Conexionado**



---

**Montaje**



---

**Llenado**



---

Fuente: Elaboración propia

## Máquinas, equipos y herramientas utilizadas en diversas áreas de producción

Inventario de las máquinas y elementos que ocupan un espacio determinado durante el proceso de fabricación del transformador trifásico en aceite.

**Tabla 8.** Listado de máquinas, equipos y herramientas

Ítem	Sección de trabajo	Equipos y Maquinas	Largo(m)	Ancho(m)
1		Bobinadora 1	2.80	0.74
2		Pallet 1	2.80	0.95
3		Templador 1	1.23	1.10
4		Caballote 1	2.00	1.13
5		Mesa de apoyo	0.45	0.35
6		Mesa 1	1.21	0.85
7		Bobinadora 2	2.80	1.32
8		Pallet 2	2.20	0.65
9		Templador 2	2.31	1.03
10		Caballote 2	3.89	1.11
11	Bobinado	Caballote rollos de papel	1.27	0.81
12		Mesa de apoyo 2	0.60	0.50
13		Mesa 2	1.56	0.83
14		Cizalla manual	1.40	0.62
15		Bobinadora 3	3.40	0.87
16		Pallet 3	3.00	0.80
17		Templador 3	3.00	0.92
18		Caballote 3	2.52	1.12
19		Mesa de apoyo 3	0.46	0.46
20		Mesa 3	1.47	0.93
21		Pallet para molde	2.30	0.54
22		Mesa para moldes	2.08	0.62
23		Cizalla Eléctrica	2.05	0.85
24		Mesa	2.17	1.03
25		Armario	1.28	0.54
26	Montaje y Conexiones	Estantería ligera	3.43	0.55
27		Estantería ligera	2.48	1.03
28		Cizalla manual	1.05	0.60
29		Tornillo de banco	0.80	0.60
30		Pallet para papel	1.13	1.07
31		Estantería para papel	1.15	0.55
32		Mesa de pruebas	2.41	0.70
33		Armario	0.83	0.38
34	Sala de Pruebas	Transformador de baja tensión	1.10	0.64
35		Transformador de alta tensión	0.80	0.51






36		Máquina Espinterómetro	0.50	0.45
37		Auto clave	5.80	3.50
38	Horno	Horno eléctrico	2.50	1.80
39		Refiltrador	1.19	1.00
40		Caballote alimentador	1.00	0.61
41		Cizalla pedal 1	1.46	0.61
42		Cizalla pedal 2	1.53	1.00
43		Mesa (para colocar láminas)	2.41	1.23
44	Núcleo	Mesa alimentadora	1.20	0.60
45		Mesa de armado	1.60	1.21
46		Cizalla semi automático	8.80	1.90
47		Alimentador	1.33	0.87
48		Mesa (para colocar laminas)	2.20	0.56
49	Pintura	Extractor	2.02	1.80
50		Compresora	1.00	0.75
51		Mesa	2.41	1.20
52	Soldadura 1	Máquina de soldar	0.75	0.45
53		Taladro vertical	1.15	0.95
54		Mesa	2.41	1.20
55		Máquina de soldar	0.75	0.45
56		Roladora	1.52	0.50
57		Taladro de banco vertical	0.80	0.40
58	Soldadura 2	Estantería ligera	2.56	11.22
59		Estantería ligera	3.00	0.73
60		Cizalla manual	0.92	0.39
61		Tronzadora	1.80	0.95
62		Dobladora	2.40	0.68
63		Auto clave	2.10	1.25

Fuente: Elaboración propia

## Listado descriptivo de Máquinas y Elementos que involucran en la Fabricación

Tabla 9. Listado de máquinas en el área de Bobinado

Área de Bobinado		
Máquina	Descripción	Función
	<p>Ancho: 0.85mt</p> <p>Largo: 1.21mt</p> <p>Numero de lados: 4</p>	<p>Sirve para el apoyo de materiales como los papeles cortados, espaciadores aislantes.</p>
	<p>Ancho: 1.03mt</p> <p>Largo: 2.31mt</p> <p>Numero de lados: 2</p>	<p>Sirve para templar las platinas de cobre y alambres esmaltados al momento de bobinar. Tiene una parte móvil lo cual direcciona las platinas hacia la maquina bobinadora.</p>
	<p>Ancho: 1.12mt</p> <p>Largo: 2.52mt</p> <p>Numero de lados: 4</p>	<p>Sirve para colocar los carretes de platino de cobre y poder alimentar a la maquina bobinadora pasando por el templador.</p>



Ancho: 0.81mt

Largo: 1.27mt

Numero de lados: 1

Sirve para colocar los rollos de papel craft de diferentes espesores como; 0.20, 0.25, 0.30, 0.38 y 0.50 se utiliza un tecele de media tonelada para la colocación de estos rollos.



Ancho: 0.87mt

Largo: 3.40mt

Numero de lados: 4

Sirve para bobinar, colocando un molde de madera con soportes metálicos lo cual van sujetados entre puntas de la maquina bobinadora, esta máquina tiene una caja de cambios que regula la velocidad de acuerdo al trabajo que se va realizar.



Ancho: 0.54mt

Largo: 2.30mt

Numero de lados: 1

Sirve para colocar los moldes de madera con soportes metálicos de diferentes medidas para bobinar.



Ancho: 0.83mt

Largo: 1.56mt

Numero de lados: 4

Sirve para el apoyo de materiales como los papeles cortados, espaciadores aislantes.



Ancho: 0,92mt

Largo: 3.00mt

Numero de lados: 2

Sirve para templar las platinas de cobre y alambres esmaltados al momento de bobinar. Tiene una parte móvil lo cual direcciona las platinas hacia la maquina bobinadora.



Ancho: 1.32mt

Largo: 2.80mt

Numero de lados: 4

Sirve para bobinar, colocando un molde de madera con soportes metálicos lo cual van sujetos entre puntas de la maquina bobinadora, esta máquina tiene una caja de cambios que regula la velocidad de acuerdo al trabajo que se va realizar.

---

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 10. Listado de máquinas en el área de Montaje y Conexiones**

<b>Área de Montaje y Conexiones</b>		
<b>Máquina</b>	<b>Descripción</b>	<b>Función</b>
	<p>Ancho: 0.85mt</p> <p>Largo: 2.05mt</p> <p>Numero de lados: 4</p>	<p>Sirve para cortar los espaciadores aislantes de cartón de expresores como (1, 2,3,4) mm. Tiene un regulador en la parte de atrás para poder calcular la dimensión exacta del corte</p>
	<p>Ancho: 0.55mt</p> <p>Largo: 3.43mt</p> <p>Numero de lados: 1</p>	<p>Sirve para colocar papel cortado, instrumentos, empaquetaduras, accesorios u otros objetos que involucran en la fabricación del transformador trifásico en aceite.</p>



Ancho: 0.54mt

Largo: 1.28mt

Número de lados: 1

Sirve para guardar las herramientas como, llaves mixtas, francesas, estilson, alicates, destornilladores, dobladoras de platina entre otros.



Ancho: 1.03mt

Largo: 2.48mt

Número de lados: 1

Sirve para almacenar todas las planchas de cartón craft de expresores (1, 2, 3,4) mm.



Ancho: 0.60mt

Largo: 1.05mt

Numero de lados: 4

Sirve para cortar el papel craft según las dimensiones requeridas en el bobinado, tiene una regla móvil, lo cual sirve de guía para el corte del papel.



Ancho: 1.07mt

Largo: 1.13mt

Número de lados: 1

Sirve como almacenaje de los rollos de papel craft de diferentes dimensiones.



Ancho: 0.60mt

Largo: 0.80mt

Número de lados: 4

Sirve para la sujeción de materiales para doblar platinas y soldar los espigos con platinas de cobre y alambre esmaltado de cobre.



Ancho: 0.55mt

Largo: 1.15



Número de lados: 1

Sirve para almacenar los retazos que sobran al cortar el papel craft.

---

Fuente: Elaboración Propia

*Tabla 11. Listado de máquinas en el área de Soldadura 1 y 2*

<b>Área de Soldadura 1 y 2</b>		
<b>Máquina</b>	<b>Descripción</b>	<b>Función</b>
	Ancho: 0.95mt Largo: 1.52mt Número de lados: 4	Sirve para poder taladrar los perfiles y tapas del transformador trifásico.
	Ancho: 0.45mt Largo: 0.75mt Número de lados: 1	Sirve para poder soldar con un material de aporte, la tapa, conservador y soporte de sujeción.





Ancho: 1.20mt

Largo: 2.41mt

Número de lados: 4

Sirve para poder marcar, trazar y granetear los perfiles. tapa y entre otros trabajos que se realiza en el área de soldadura.



Ancho: 0.50mt

Largo: 1.52mt

Número de lados: 4

Sirve para pasar una plancha de fierro y hacerla de forma circular lo cual servirá para la fabricación del conservador.



Ancho: 0.73mt

Largo: 3.00mt

Número de lados: 1

Sirve para almacenar la planchas de fierro, perfiles y tubos.



Ancho: 0.68mt

Largo: 2.40

Número de lados: 4

Sirve para doblar cualquier tipo de plancha de fierro, cobre y aluminio con un máximo de espesor de 10 mm.



Ancho: 0.40mt

Largo: 0.80mt

Número de lados: 4

Sirve para poder taladrar los perfiles y tapas del transformador trifásico.



Ancho:

Largo:

Número de lados:

Sirve para doblar las banderas de cobre a 45°.



Ancho: 0.95mt


Largo: 1.80mt

Número de lados: 4

Sirve para poder cortar varillas roscadas, platinas de cobre, perfiles angulares, tubos a 45° entre otros .

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 12.** Listado de máquinas en el área de Núcleo

<b>Área de Núcleo</b>		
<b>Máquina</b>	<b>Descripción</b>	<b>Función</b>
	<p>Ancho: 1.90mt</p> <p>Largo: 8.80mt</p> <p>Número de lados: 4</p>	<p>Sirve para poder cortar las láminas de fierro silicoso de una forma semiautomática.</p>



Ancho: 0.87mt

Largo: 1.33mt

Número de lados: 2

Sirve para alimentar a la maquina selladora semiautomática, lo cual estas dos deben estar sincronizadas.

---

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 13.** Listado de materiales utilizados en el área de Bobinado

<b>Área de Bobinado</b>	
<b>Platina de cobre</b>	 <p>Es utilizado para el enrollamiento de las bobinas para la baja tensión del transformador trifásico en aceite.</p>
<b>Alambre de cobre</b>	 <p>Es utilizado para el enrollamiento de las bobinas para la alta tensión del transformador trifásico en aceite.</p>
<b>Papel kraf</b>	 <p>Es utilizado para la separación entre capas en el bobinado, como aislante eléctrico, se emplea en 5 espesores diferentes ( 0.20, 0.25, 0.30, 0.38 y 0.50) mm.</p>
<b>Cartón kraf</b>	 <p>Es utilizado como separaciones entre las capas de baja y alta tensión, se corta dimensiones de 12 mm por el largo de acuerdo al diseño de la bobina se cuenta con los siguientes espesores 1, 2, 3, 4 mm.</p>

---

**Espaguetti  
aislante**



Se coloca en las derivaciones de las bobinas como aislante, ya que si fibra de vidrio resiste altas temperaturas.

---

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 14.** Listado de materiales utilizados en el área de Montaje y Conexiones

---

**Área de montaje y conexiones**

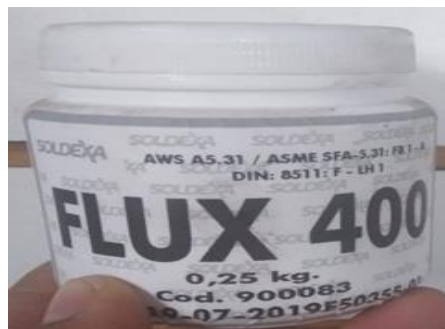
---

**Soldadura de  
plata**



Es utilizado como material de aporte al momento de soldar las derivaciones hacia el conmutador y banderas de los aisladores.

**Bórax**



Es utilizado como fundente para soldar los espigos de bronce.

**Estaño**



Es utilizado como material de aporte al momento de soldar las derivaciones al conmutador.

---

**Conmutador**



Es utilizado para cambiar 5 posiciones de voltaje de acuerdo a las especificaciones del diseño.

---

**Aislador de baja tensión**



Es utilizado para proporcionar la carga transformada en baja tensión.

---

**Aislador de alta tensión**



Estos componentes permiten tener acceso exterior a las derivaciones de las bobinas. Los aisladores están puestos sobre la tapa con un empaque, un ajuste adecuado y con excelente aislamiento y hermeticidad.

---

**Terminales espigos de bronce**



Se coloca en los aisladores de alta tensión y se suelda con las derivaciones de la bobina.

---

**Banderas de cobre**



Se utiliza como terminales de los aisladores de baja de tensión para su conexión con las derivaciones de la bobina.

---

**Plantina de cobre en barra**



Se utiliza para fabricar las banderas y como conductor al conectar en baja tensión de las bobinas del transformador.

---

Fuente: Elaboración propia

*Tabla 15. Listado de materiales utilizados en el área de Pintura*

---

**Área de pintura**

---

**Pintura base**



Se utiliza para la primera pasada de pintura como base y prevención de la corrosión.

---

**Pintura acabado**



Se utiliza para dar el acabado final del transformador, dándole un color tenaz y resistente a la humedad.

---



---

**Thinner**



Se utiliza para el lavado de los instrumentos de pintura, como soplete, brochas entre otros, también para limpieza de los perfiles.

---

**Diluyente**



Sirve para diluir las pinturas de base y de acabado de acuerdo al requerimiento y dimensión del transformador a pintar.

---

**Solvente dieléctrico**



Sirve para limpiar y quitar la humedad de cualquier componente eléctrico.

---

Fuente: Elaboración propia

*Tabla 16. Listado de materiales utilizados en el área de Núcleo*

---

**Área de núcleo**

---

**Láminas de fierro silicoso**



Se utiliza en la elaboración del núcleo del transformador trifásico, hay dos tipos de medida, 0.27 y 0.25.

---

**Perfiles de fierro**



Se utiliza para el apoyo y sujeción del núcleo del transformador trifásico en aceite.

---

Fuente: Elaboración propia

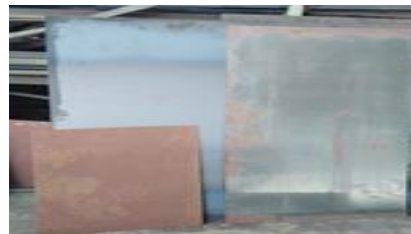
*Tabla 17. Listado de materiales utilizados en el área de Soldadura 1 y2*

---

**Área de Soldadura 1 y 2**

---

**Planchas de fierro**



Se utiliza para elaboración del conservador de aceite del transformador trifásico.

---

**Electrodos**



Se utiliza como el material de aporte para soldar el conservador, las partes de sujeción y refuerzos de la tapa.

---

**Brocas**


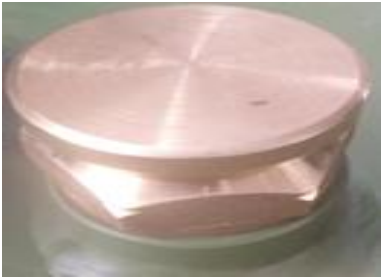




Se utiliza para realizar agujeros de diferentes diámetros en la tapa y en los perfiles.

---

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 18.** Listado de materiales utilizados en el área de Horno

<b>Área de Horno</b>	
<b>Válvula compuerta</b>	 <p>Es utilizado para el pase de aceite y para realizar las respectivas pruebas de viscosidad y eléctrica.</p>
<b>Válvula de seguridad</b>	 <p>Sirve como seguridad para elevado presión que se pueda generar en el funcionamiento del transformador, está colocada en la tapa.</p>
<b>Nivel de aceite</b>	 <p>Sirve como indicador del nivel de aceite que se ubica en la parte frontal del conservador.</p>
<b>Cordón de nitrilo</b>	 <p>Sirve como empaque, se coloca en el perímetro del tanque evitar las fugas de aceite.</p>

---

**Teflón de aceite**



Sirve como empaque en las válvulas compuertas y de seguridad.

---

**Pernos**



Se utiliza para colocar en el perímetro del transformador para su ajuste.

---

**Tuercas**



Se utiliza para colocar en los pernos del perímetro del transformador y ajustarlas.

---

**Relé Buchholz**



Se utiliza como componente de seguridad de sobrepresiones y escases de aceite del conservador.

---

---

**Disecador**

Se utiliza para la absorción de la humedad del aceite , está ubicado en al frente del conservador.

---

**Partes metálicas**

Se utiliza como soporte y fijación de los aisladores de alta tensión.

---

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.2 Proceso de Producción

#### Núcleo

Para la elaboración del núcleo se realiza las siguientes operaciones. Analizar el plano de corte de núcleo observando las dimensiones de las planchas a cortar y armar, luego se procede habilitar las máquina cizalladora a pedal calibrando las chuchillas para que al momento del corte no produzca rebabas en las láminas de fierro silicoso, posteriormente se coloca el molde en la máquina de acuerdo a la medida que se va a cortar este molde sirve como tope para que las láminas de fierro silicoso se asiente y sea cortado a 90°, luego se procede a enrollar el fierro silicoso en un carrete con ayuda de un encarretador. Se coloca el carrete lleno de fierro silicoso al caballete que va alimentar a la máquina cizalladora, luego se procede a cortar las láminas de fierro silicoso de acuerdo a la cantidad establecida en el plano, las láminas cortadas se colocan en una mesa según las medias.

Para el armado del núcleo se acondiciona la mesa colocando los perfiles de fierro de sujeción , los soportes de las columnas y las maderas de apoyo de los perfiles , luego se cierra la primera capa calculando las distancias entre los huecos de sujeción de los perfiles

,posteriormente se procede a armar de dos en dos láminas de fierro en forma de un cuadrado con un columna en el medio , se arma de un manera escalonada de acuerdo al diseño del transformador , una vez armado se procede a chancar y nivelar las planchas de fierro , luego se colocan los perfiles superiores , los soportes de las columnas y se procede a colocar los largueros roscados para el ajuste del núcleo, luego en la parte inferior se coloca dos soportes que van a servir como patas del núcleo, luego se prepara el pox-bax para poder pintar el núcleo antes de esto se para el núcleo en forma vertical con la ayuda de un elevador hidráulico, una vez colocado en un pallet se procede a pintar dejando libre la parte superior del núcleo, esta pintura demora en secar 16 horas luego de esto se traslada al área de montaje y conexiones, ver Anexo N° 10.

### **Bobinado**

Para la elaboración de las bobinas del transformador trifásico, empieza con analizar el plano del diseño de bobinado, luego se procede a habilitar los papales, cartón para cortarlos, se habilita la máquina cizalla manual colocando las medidas establecidas en el plano para cortar el papel aislante, luego se recogen los materiales del almacén como; platinas de cobre y alambres esmaltados de cobre, los carretes de platina de cobre se coloca en el caballete con ayuda de un teclé manual, luego se jala la platina para que pase por el templador y se vaya directo a la maquina bobinadora posteriormente se acondiciona la maquina bobinadora colocando un molde de madera con soportes metálicos con la sujeción entre puntas de la máquina, luego se coloca un cartón de 1 mm. En todo el diámetro del molde, luego se dobla la platina a 90° y se fija en el molde, se prende la máquina y se empieza a bobinar la parte de la baja tensión colocando entre capas papel aislante y espaciadores de cratón aislante, una vez terminado el enrollamiento de la baja tensión se procede a bobinar la parte de la alta tensión lo cual se realiza con el alambre esmaltado de cobre siguiendo los mismos procedimientos del bobinado anterior, una vez terminado el enrollamiento de la alta tensión se envuelve con cinta poliéster cubriendo todo el alambre esmaltado de cobre, se mide la continuidad de las derivaciones de la bobina con la ayuda del multímetro, para finalizar se baja la bobina con la ayuda de un montacarga de 7 toneladas y se traslada al área de montaje y conexiones, ver Anexo N° 17.

### **Soldadura 1**

Para la elaboración de los perfiles para el soporte y sujeción del núcleo, se corta perfiles en forma de “u” de acuerdo al plano, se quitan las rebabas de los filos de los perfiles cortados

luego se traslada a la mesa de trabajo, se traza los perfiles según las dimensiones del plano posteriormente se granatea para poder realizar los agujeros correspondientes, luego se habilita el taladro vertical de banco colocando la broca adecuada para realizar el agujero según la medida del plano, se procede a taladrar en todas las partes que han sido granateados luego se coloca el avellanador al taladro y se empieza a quitar todas las rebabas de los agujeros, se procede a cortar planchas de fierro según las medidas del perfil para luego soldar como soporte en el perfil, luego se traslada al área de pintura, ver Anexo N° 15.

## **Soldadura 2**

Para la elaboración de la tapa y el conservador de aceite, con la llegada del tanque se realiza la prueba de hermetismo para verificar fugas o porosidades de la soldadura, luego se retira la tapa y se procede a trazar la tapa según las dimensiones del plano, luego se procede a granatear lo cual se sirve como guía del compás del soplete, se prepara el equipo acetileno limpiando el soplete de las escorias, se procede a prender el soplete y con ayuda del compás se empieza a cortar en forma circular en las partes donde se granateo, luego se quita todas las escorias e impurezas que dejó el corte con el soplete, se sueldan los soportes de elevación hacia la tapa, se corta una plancha de fierro para la elaboración del conservador luego se habilita la máquina roladora y se coloca la plancha de fierro y se empieza a rolar, una vez tenida la circunferencia se suelda toda la vértice luego se colocan las tapas inferior y superior soldándolas luego el conservador ya elaborado se suelda mediante unos soportes a la tapa, se traslada fuera de la empresa para que realicen el servicio de arenado que luego se traslada al área de pintura, ver Anexo N° 16.

## **Montaje y Conexiones**

Para el montaje y conexionado del transformador, se retira la parte superior del núcleo para introducir las bobinas, luego se cortan tacos de maderas para el apoyo de las bobinas también se cortan cuñas de cartón de 4 mm. y se cortan lengüetas con papel aislante luego se procede a colocar las lengüetas y cuñar, posteriormente se empieza a cerrar todo el núcleo, colocando las varillas de sujeción de la tapa, colocar la tapa y fijarla teniendo en cuenta la altura del tanque luego se procede a colocar los aisladores y conmutador, se procede a soldar los terminales de la bobina hacia el conmutador y hacia las banderas de los aisladores de baja tensión, se coloca papel aislante en el medio de las bobinas luego se inspecciona los puntos soldados, se procede a forrar con papel craft, se realizan las pruebas de relación con el multitester

luego se traslada al horno eléctrico y se coloca en el horno a una temperatura de 120 ° C. por dos días, ver Anexo N° 11.

### **Horno**

Para el llenado del transformador se retira la parte activa del horno eléctrico con ayuda de un teche eléctrico de 15 toneladas, se procede a ajustar toda la parte activa y colocar los empaques y aisladores correspondientes luego se coloca la tapa y se fija en parte activa se termina de colocar los aisladores, conmutador nivel de aceite, válvula de seguridad luego en el tanque se coloca la válvula compuerta, se limpia internamente el tanque con la ayuda de una aspiradora industrial, se coloca en el perímetro del tanque una empaquetadura de nitrilo luego se introduce la parte activa hacia el tanque, se coloca los pernos y tuercas en todo el perímetro y se procede a ajustar según el torque correspondiente, luego se habilita la maquina refiltradora de aceite, se coloca las mangueras hacia la válvula compuerta del transformador y se procede a llenar con aceite dieléctrico, por último se verifica cualquier tipo de fuga que existiera y se traslada al área de pruebas, ver Anexo N° 12.

### **Sala de Pruebas**

Se realiza las pruebas de corto circuito y simulación del voltaje nominal se coloca cables en la entrada de los aisladores de alta tensión y se miden las pruebas en baja tensión luego se aplica la tensión nominal para verificar alguna vibración que se pueda originar dentro del transformador trifásico, pasado todas pruebas se traslada al área de pintura, ver Anexo N° 21.

### **Pintura**

Se procede a pintar los perfiles la tapa y los tanques del transformador trifásico, se prepara una mezcla de pintura base y se pinta los componentes ya mencionados se espera cuatro horas de secado al medio ambiente luego se prepara la pintura base se deja reposar 30 minutos y luego se pinta de acabado dándole dos pasadas de pintura de acabado luego se traslada fuera de la planta de producción para su debido secado, ver Anexo N° 22.



# Flujograma del Transformador Trifásico

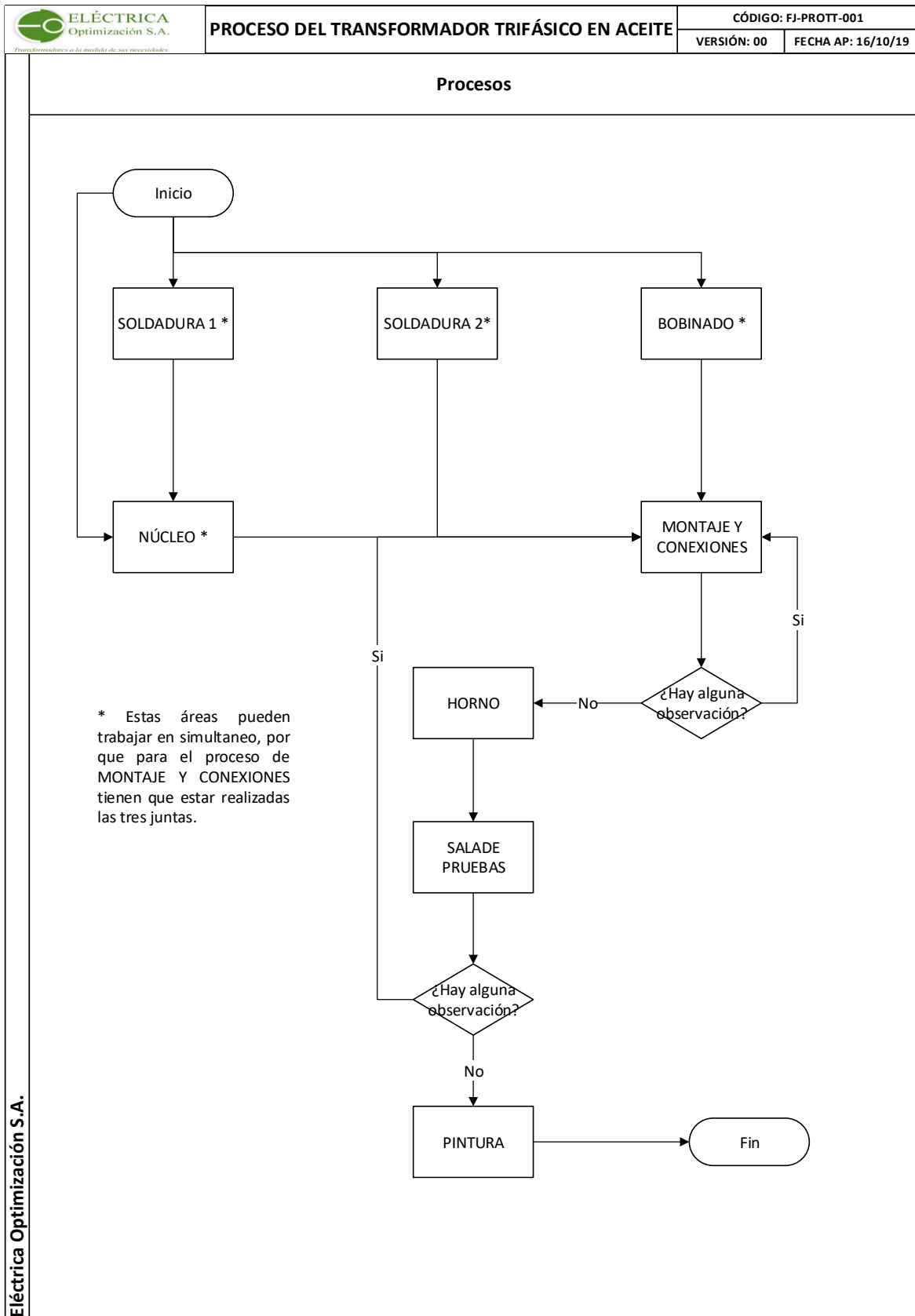


Figura 9. Proceso del Transformador Trifásico en Aceite

### 3.1.3 Actividades Críticas del Proceso de Producción

La empresa ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A. durante la fabricación de los transformadores trifásicos en aceite cuenta con las áreas de núcleo, bobinado, montaje y llenado, soldadura, llenado, pintura y sala de pruebas, lo cual en el proceso de la elaboración del producto se genera diversos inconvenientes como la falta de personal operativo cuando se eleva la productividad en las áreas de núcleo y bobinado lo cual genera retrasos para continuar la siguiente operación. A su vez la falta de herramientas adecuadas y la mala manipulación de estas, hacen que el colaborador demore en su trabajo.

#### Carencia de espacio en el lugar de trabajo

es muy notoria ya que para realizar las actividades cotidianas no se tiene el espacio suficiente e incluso se improvisa lugares de trabajo para realizar actividades como para el armado del núcleo, se coloca una mesa adicional fuera de la sección que le corresponde para poder realizar el armado de núcleo.



*Figura 10. Evidencia de carencia de espacio en el lugar de trabajo*

### **La congestión durante el traslado de material**

Es frecuente, por falta de organización y distribución de los materiales como los cilindros de aceite, transformadores en reparación, o sub productos que están en lugares que no le corresponden obstaculizando el camino para trasladar los sub productos a los diferentes puestos de trabajo.



*Figura 11. Congestión durante el traslado de material*

### **La distribución de la planta es desorganizada**

La distribución se hizo de una manera empírica, sin tener en cuenta los riesgos que se pueden producir al juntar dos áreas como el área de soldadura 1 y al área de pintura, esto genera un peligro ya que puede generar un incendio y perjudicar a toda la organización, a su vez no se tiene un tipo de distribución establecido.



*Figura 12. Distribución de planta desorganizada en el área de Pintura*



*Figura 13. Distribución de planta desorganizada en el área de Soldadura*

### **Recorridos innecesarios durante el proceso**

Por las distancias prolongadas que existen entre las áreas que se tienen mayor importancia durante el proceso de fabricación.



*Figura 14. Recorridos innecesarios durante el proceso*

### **Maquinarias y equipos mal ubicados**

Las maquinas no cumplen con las distancias y separaciones respectivas que debe existir, por ahorrar espacio algunas máquinas están juntas e incluso obstaculizan a los técnicos operativos a realizar sus funciones.



*Figura 15. Maquinarias y equipos mal ubicados, evidencia 1*

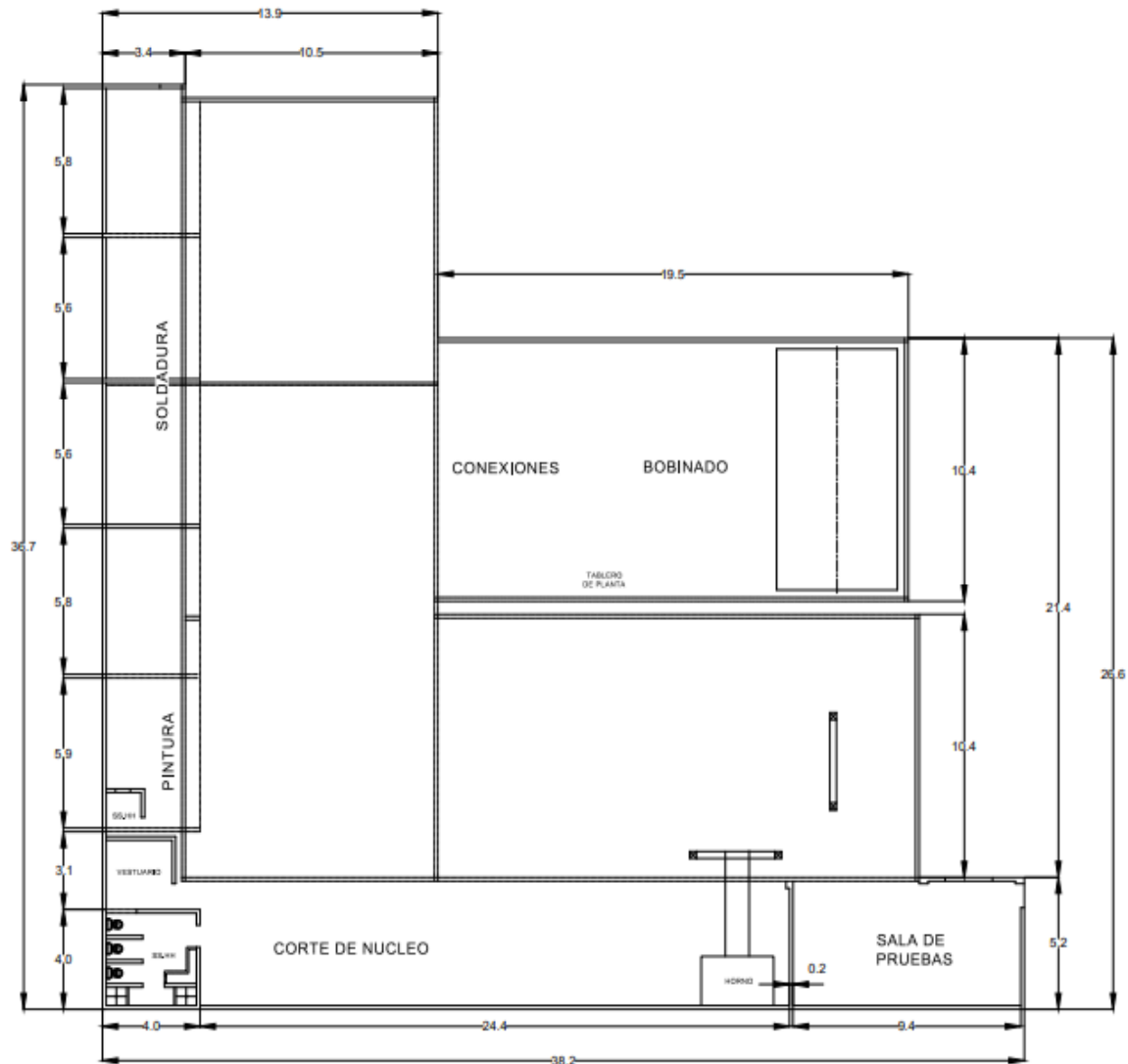


*Figura 16. Maquinarias y equipos mal ubicados, evidencia 2*

### **3.2 Situación Propuesta en la Empresa**

Para poder solucionar el problema que se determinó que fue el retraso de la entrega de los productos terminados, se utilizó tres tipos de metodologías, la primera el método Guerchet que nos proporcionó la dimensión teóricamente de cada área en metros cuadrados que

involucra la separación entre, máquinas y movimientos que se pueden generar ya sea para realizar las actividades del proceso o como realizar los mantenimientos correspondientes luego se empleó el método SLP que al criterio del experto y con ayuda de una tabla de valores se diseñó la distribución de áreas de todo el proceso y por último el método CORELAP para convertir nuestro resultado en una forma cuantitativa.



**Figura 17.** Layout de ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.

### 3.2.1 Aplicación del Método Guerchet

Obtenido todos los datos necesarios como el alto, largo y números de movimientos se procedieron a realizar el método Guerchet con las formulas empleadas líneas más arriba

$$St = n (Ss + Sg + Se)$$

Dónde:

St = Superficie Total

n = Número de elementos móviles o estáticos de un tipo

Ss = Superficie Estática

Sg = Superficie de Gravitación

Se = Superficie de Evolución

Para determinar la superficie estática (Ss.), es área neta correspondiente a cada elemento que se va a distribuir (máquinas, muebles, instalaciones, etc).

$$Ss = L * A$$

L = Largo

A= Ancho

Para poder determinar Superficie de Gravitación (Sg), es el área reservada para el manejo de la máquina y para los materiales que se están procesando.

$$Sg=Ss*N$$

Para poder determinar superficie de evolución (Se), es el área reservada para el desplazamiento de los materiales y el personal entre las estaciones de trabajo. Se obtiene multiplicando las sumas de las superficies estáticas y de gravitación por un coeficiente K que depende del tipo de industria (K varia de 0,7 a 2,5).

$$Se = (Ss + Sg) * K$$

Valores de K:

Industria Relojera 0,7 – 1,00; Pequeña industria metal mecánica 1,0 – 1,25; Gran industria metal mecánica 2,0 – 2,50

Ya determinado el procedimiento para realizar el método Guerchet y con la recolección de datos mencionados y detallados reemplazamos en las formulas empleadas para determinar el área requerida por cada puesto de trabajo y el total del área requerida:

## Área de Bobinado

	<b>FORMATO DEL CÁLCULO DE SUPERFICIE</b>	<b>CÓDIGO:</b>	FM-PROT-003
		<b>FECAH DE AP:</b>	17/06/2019
		<b>VERSIÓN:</b>	00


<b>OBSERVADOR:</b>	José Auris Goicochea
<b>FECHA:</b>	7/10/2019
<b>HORA DE INICIO:</b>	8:00 a. m.

ÁREA / SECCIÓN	MÁQUINA	CANTIDAD (n)	LARGO (m)	ANCHO (m)	DIAMETRO	N	kmin	1	"K" COEFICIENTE			
							kmax	1.25	Ss	Sg	Se min	Se max
B O B I N A D O	Bobinadora 1	1	2.80	0.74	-	4	2.07	8.29	10.36	12.95	20.72	23.31
	Pallet 1	1	2.80	0.95	-	1	2.66	2.66	5.32	6.65	10.64	11.97
	Templador 1	1	1.23	1.10	-	2	1.35	2.71	4.06	5.07	8.12	9.13
	Caballote 1	1	2.00	1.13	-	4	2.26	9.04	11.30	14.13	22.60	25.43
	Mesa de apoyo	1	0.45	0.35	-	4	0.16	0.63	0.79	0.98	1.58	1.77
	Mesa 1	1	1.21	0.85	-	2	1.03	2.06	3.09	3.86	6.17	6.94
	Bobinadora 2	1	2.80	1.32	-	4	3.70	14.78	18.48	23.10	36.96	41.58
	Pallet 2	1	2.20	0.65	-	1	1.43	1.43	2.86	3.58	5.72	6.44
	Templador 2	1	2.31	1.03	-	2	2.38	4.76	7.14	8.92	14.28	16.06
	Caballote 2	1	3.89	1.11	-	4	4.32	17.27	21.59	26.99	43.18	48.58
	Caballote rollos de papel	1	1.27	0.81	-	1	1.03	1.03	2.06	2.57	4.11	4.63
	Mesa de apoyo 2	1	0.60	0.50	-	2	0.30	0.60	0.90	1.13	1.80	2.03
	Mesa 2	1	1.56	0.83	-	4	1.29	5.18	6.47	8.09	12.95	14.57
	Cizalla manual	1	1.40	0.62	-	4	0.87	3.47	4.34	5.43	8.68	9.77





## Área de Montaje y Conexiones


		FORMATO DEL CÁLCULO DE SUPERFICIE					CÓDIGO: FM-PROT-003		FECAH DE AP: 17/06/2019		VERSIÓN: 00	
<b>OBSERVADOR:</b> José Auris Goicochea <b>FECHA:</b> 7/10/2019 <b>HORA DE INICIO:</b> 8:00 a. m.												
ÁREA / SECCIÓN	MÁQUINA	CANTIDAD (n)	LARGO (m)	ANCHO (m)	DIAMETRO	N	kmin	1	"K" COEFICIENTE			
							kmax	1.25	Ss	Sg	Se min	Se max
M O N T A J E  Y  C O N E X I O N E S	Cizalla eléctrica	1	2.05	0.85	-	4	1.74	6.97	8.71	10.89	17.43	19.60
	Mesa	1	2.17	1.03	-	4	2.24	8.94	11.18	13.97	22.35	25.14
	Armario	1	1.28	0.54	-	1	0.69	0.69	1.38	1.73	2.76	3.11
	Estantería ligera	1	3.43	0.55	-	1	1.89	1.89	3.77	4.72	7.55	8.49
	Estantería ligera	1	2.48	1.03	-	1	2.55	2.55	5.11	6.39	10.22	11.49
	Cizalla manual	1	1.05	0.60	-	4	0.63	2.52	3.15	3.94	6.30	7.09
	Tornillo de banco	1	0.80	0.60	-	2	0.48	0.96	1.44	1.80	2.88	3.24
	Pallet para papel	1	1.13	1.07	-	1	1.21	1.21	2.42	3.02	4.84	5.44
	Estantería para papel	1	1.15	0.55	-	1	0.63	0.63	1.27	1.58	2.53	2.85
<b>TOTAL</b>											<b>77</b>	<b>86</b>



*Figura 19. Cálculo de superficies en el área de Montaje y Conexiones*

Mediante la recolección de medidas se obtiene el largo y ancho de cada máquina o elemento que ocupa un lugar en el puesto de trabajo, la sección de bobinado se inventarió 9 elementos en lo cual se aplicó el método Guerchet para obtener el área mínima y máxima en metros cuadrados lo cual fue como 77 y 86 metros cuadrados que se requiere para el puesto de trabajo de montaje y conexiones.

## Área de Sala de Pruebas


		<b>FORMATO DEL CÁLCULO DE SUPERFICIE</b>					CÓDIGO: FM-PROT-003						
							FECAH DE AP: 17/06/2019						
							VERSIÓN: 00						
OBSERVADOR: José Auris Goicochea													
FECHA: 7/10/2019													
HORA DE INICIO: 8:00 a. m.													
							kmin	1	"K" COEFICIENTE				
							kmax	1.25					
ÁREA / SECCIÓN	MÁQUINA	CANTIDAD (n)	LARGO (m)	ANCHO (m)	DIAMETRO	N	Ss	Sg	Se min	Se max	ST MIN	ST MAX	
S P A R L U A E B D A E S	Mesa de pruebas	1	2.41	0.70	-	3	1.69	5.06	6.75	8.44	13.50	15.18	
	Armario	1	0.83	0.38	-	1	0.32	0.32	0.63	0.79	1.26	1.42	
	Transformador de baja tensión	1	1.10	0.64	-	2	0.70	1.41	2.11	2.64	4.22	4.75	
	Transformador de alta tensión	1	0.80	0.51	-	2	0.41	0.82	1.22	1.53	2.45	2.75	
	Máquina espinterometro	1	0.50	0.45	-	1	0.23	0.23	0.45	0.56	0.90	1.01	
<b>TOTAL</b>										<b>22</b>	<b>25</b>		



**Figura 20.** Cálculo de superficies en el área de Sala de Pruebas

Mediante la recolección de medidas se obtiene el largo y ancho de cada máquina o elemento que ocupa un lugar en el puesto de trabajo, la sección de bobinado se inventarió 5 elementos en lo cual se aplicó el método Guerchet para obtener el área mínima y máxima en metros cuadrados lo cual fue como 22 y 25 metros cuadrados que se requiere para el puesto de trabajo de sala de pruebas.

## Área de Horno


		<b>FORMATO DEL CÁLCULO DE SUPERFICIE</b>					CÓDIGO: FM-PROT-003		FECAH DE AP: 17/06/2019		VERSIÓN: 00		
OBSERVADOR: José Auris Goicochea													
FECHA: 7/10/2019													
HORA DE INICIO: 8:00 a. m.													
							kmin	1	"K" COEFICIENTE				
							kmax	1.25					
ÁREA / SECCIÓN	MÁQUINA	CANTIDAD (n)	LARGO (m)	ANCHO (m)	DIAMETRO	N	Ss	Sg	Se min	Se max	ST MIN	ST MAX	
H O R N O	Auto clave	1	5.80	3.50	-	4	20.30	81.20	101.50	126.88	203.00	228.38	
	Horno eléctrico	1	2.50	1.80	-	4	4.50	18.00	22.50	28.13	45.00	50.63	
	Reflitador	1	1.19	1.00	-	4	1.19	4.76	5.95	7.44	11.90	13.39	
<b>TOTAL</b>											<b>260</b>	<b>292</b>	



**Figura 21.** Cálculo de superficies en el área de Horno

Mediante la recolección de medidas se obtiene el largo y ancho de cada máquina o elemento que ocupa un lugar en el puesto de trabajo, la sección de bobinado se inventarió 3 elementos en lo cual se aplicó el método Guerchet para obtener el área mínima y máxima en metros cuadrados lo cual fue como 260 y 292 metros cuadrados que se requiere para el puesto de trabajo del horno.

## Área de núcleo


		FORMATO DEL CÁLCULO DE SUPERFICIE					CÓDIGO:	FM-PROT-003					
							FECAH DE AP:	17/06/2019					
							VERSIÓN:	00					
OBSERVADOR:		José Auris Goicochea											
FECHA:		7/10/2019											
HORA DE INICIO:		8:00 a. m.											
							kmin	1	"K" COEFICIENTE				
							kmax	1.25					
ÁREA / SECCIÓN	MÁQUINA	CANTIDAD (n)	LARGO (m)	ANCHO (m)	DIAMETRO	N	Ss	Sg	Se min	Se max	ST MIN	ST MAX	
N Ú C L E O	Caballote alimentador	1	1.00	0.61	-	2	0.61	1.22	1.83	2.29	3.66	4.12	
	Cizalla pedal 1	1	1.46	0.61	-	2	0.89	1.78	2.67	3.34	5.34	6.01	
	Cizalla pedal 2	1	1.53	1.00	-	2	1.53	3.06	4.59	5.74	9.18	10.33	
	Mesa (para colocar láminas)	1	2.41	1.23	-	4	2.96	11.86	14.82	18.53	29.64	33.35	
	Mesa alimentadora	2	1.20	0.60	-	4	1.44	5.76	7.20	9.00	14.40	16.20	
	Mesa de armado	1	1.60	1.21	-	4	1.94	7.74	9.68	12.10	19.36	21.78	
	Cizalla semi automático	1	8.80	1.90	-	4	16.72	66.88	83.60	104.50	167.20	188.10	
	Alimentador	1	1.33	0.87	-	2	1.16	2.31	3.47	4.34	6.94	7.81	
	Mesa (para colocar láminas)	1	2.20	0.56	-	4	1.23	4.93	6.16	7.70	12.32	13.86	
<b>TOTAL</b>											<b>268</b>	<b>302</b>	


  
 ELÉCTRICA Optimización S.A.

**Figura 22.** Cálculo de superficies en el área de Núcleo

Mediante la recolección de medidas se obtiene el largo y ancho de cada máquina o elemento que ocupa un lugar en el puesto de trabajo, la sección de bobinado se inventarió 9 elementos en lo cual se aplicó el método Guerchet para obtener el área mínima y máxima en metros cuadrados lo cual fue como 268 y 302 metros cuadrados que se requiere para el puesto de trabajo de núcleo.

## Área de Pintura


		FORMATO DEL CÁLCULO DE SUPERFICIE					CÓDIGO:	FM-PROT-003					
							FECAH DE AP:	17/06/2019					
							VERSIÓN:	00					
OBSERVADOR:		José Auris Goicochea											
FECHA:		7/10/2019											
HORA DE INICIO:		8:00 a. m.											
							kmin	1	"K" COEFICIENTE				
							kmax	1.25					
ÁREA / SECCIÓN	MÁQUINA	CANTIDAD (n)	LARGO (m)	ANCHO (m)	DIAMETRO	N	Ss	Sg	Se min	Se max	ST MIN	ST MAX	
P I N T U R A	Extractor	2	2.02	1.80	-	2	7.27	14.54	21.82	27.27	43.63	49.09	
	Compresora	1	1.00	0.75	-	2	0.75	1.50	2.25	2.81	4.50	5.06	
<b>TOTAL</b>										<b>48.13</b>	<b>54.15</b>		



**Figura 23.** Cálculo de superficies en el área de Pintura

Mediante la recolección de medidas se obtiene el largo y ancho de cada máquina o elemento que ocupa un lugar en el puesto de trabajo, la sección de bobinado se inventarió 3 elementos en lo cual se aplicó el método Guerchet para obtener el área mínima y máxima en metros cuadrados lo cual fue como 48 y 54 metros cuadrados que se requiere para el puesto de trabajo de pintura.

## Área de soldadura 1

		FORMATO DEL CÁLCULO DE SUPERFICIE					CÓDIGO:	FM-PROT-003				
							FECAH DE AP:	17/06/2019				
							VERSIÓN:	00				
<b>OBSERVADOR:</b> José Auris Goicochea <b>FECHA:</b> 7/10/2019 <b>HORA DE INICIO:</b> 8:00 a. m.												
ÁREA / SECCIÓN	MÁQUINA	CANTIDAD (n)	LARGO (m)	ANCHO (m)	DIAMETRO	N	kmin	1	"K" COEFICIENTE			
							kmax	1.25	Ss	Sg	Se min	Se max
S O L D A D U R A  1	Mesa	1	2.41	1.20	-	4	2.89	11.57	14.46	18.08	28.92	32.54
	Máquina de soldar	1	0.75	0.45	-	1	0.34	0.34	0.68	0.84	1.35	1.52
	Taladro vertical	1	1.15	0.95	-	4	1.09	4.37	5.46	6.83	10.93	12.29
<b>TOTAL</b>									<b>41</b>	<b>46</b>		




ELÉCTRICA Optimización S.A.

**Figura 24.** Cálculo de superficies en el área de Soldadura 1

Mediante la recolección de medidas se obtiene el largo y ancho de cada máquina o elemento que ocupa un lugar en el puesto de trabajo, la sección de bobinado se inventarió 3 elementos en lo cual se aplicó el método Guerchet para obtener el área mínima y máxima en metros cuadrados lo cual fue como 41 y 46 metros cuadrados que se requiere para el puesto de trabajo de soldadura 1.

## Área de soldadura 2

		FORMATO DEL CÁLCULO DE SUPERFICIE					CÓDIGO:	FM-PROT-003						
							FECAL DE AP:	17/06/2019						
							VERSIÓN:	00						
<b>OBSERVADOR:</b> José Auris Goicochea <b>FECHA:</b> 7/10/2019 <b>HORA DE INICIO:</b> 8:00 a. m.														
						kmin 1 kmax 1.25		"K" COEFICIENTE						
ÁREA / SECCIÓN	MÁQUINA	CANTIDAD (n)	LARGO (m)	ANCHO (m)	DIAMETRO	N	Ss	Sg	Se min	Se max	ST MIN	ST MAX		
S O L D A D U R A  2	Mesa	1	2.41	1.20	-	4	2.89	11.57	14.46	18.08	28.92	32.54		
	Máquina de soldar	1	0.75	0.45	-	1	0.34	0.34	0.68	0.84	1.35	1.52		
	Roladora	1	1.52	0.50	-	4	0.76	3.04	3.80	4.75	7.60	8.55		
	Taladro de banco vertical	1	0.80	0.40	-	4	0.32	1.28	1.60	2.00	3.20	3.60		
	Estantería ligera	1	2.56	11.22	-	1	28.72	28.72	57.45	71.81	114.89	129.25		
	Estantería ligera	1	3.00	0.73	-	2	2.19	4.38	6.57	8.21	13.14	14.78		
	Cizalla manual	1	0.92	0.39	-	4	0.36	1.44	1.79	2.24	3.59	4.04		
	Tronzadora	1	1.80	0.95	-	4	1.71	6.84	8.55	10.69	17.10	19.24		
	Dobladora	1	2.40	0.68	-	4	1.63	6.53	8.16	10.20	16.32	18.36		
	Auto clave	1	2.10	1.25	-	4	2.63	10.50	13.13	16.41	26.25	29.53		
<b>TOTAL</b>											<b>232</b>	<b>261</b>		



**Figura 25.** Cálculo de superficies en el área de Soldadura 2

Mediante la recolección de medidas se obtiene el largo y ancho de cada máquina o elemento que ocupa un lugar en el puesto de trabajo, la sección de bobinado se inventarió 10 elementos en lo cual se aplicó el método Guerchet para obtener el área mínima y máxima en metros cuadrados lo cual fue como 232 y 261 metros cuadrados que se requiere para el puesto de trabajo de soldadura 2.



Mediante la recolección de medidas se obtiene el largo y ancho de cada máquina o elemento que ocupa un lugar en el puesto de trabajo, la sección de bobinado se inventarió 10 elementos en lo cual se aplicó el método Guerchet para obtener el área mínima y máxima en metros cuadrados lo cual fue como 232 y 261 metros cuadrados que se requiere para el puesto de trabajo de soldadura 2.

Por lo tanto, para determinar el área de producción total se suma las áreas de trabajo como soldadura 1, soldadura 2, pintura, núcleo, montaje y conexiones, bobinado, Horno y sala de pruebas.

**Tabla 19.** Área mínima y máxima según el Método Guerchet

<b>Áreas de trabajo</b>	<b>Área determinado mínimo m2</b>	<b>Áreas determinado máximo m2</b>
Soldadura 1	41	46
Soldadura 2	232	261
Pintura	48	54
Núcleo	260	292
Bobinado	318	357
Montaje y Conexiones	77	86
Horno	260	302
Sala de pruebas	22	25
<b>Total</b>	<b>1258</b>	<b>1423</b>

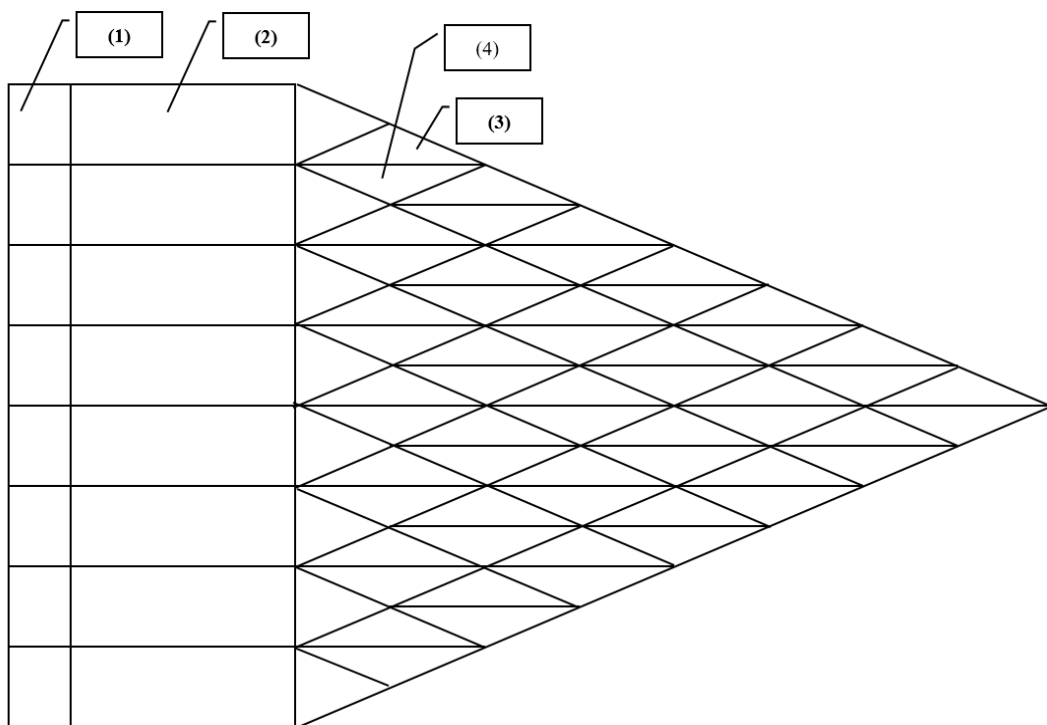
Fuente: Elaboración propia

Por la tanto según el método Guerchet teóricamente el área que se determinó como mínimo es de 1258 m2 y como máximo a utilizar es de 1423 m2 para el área de producción.

### 3.2.2 Aplicación de la Metodología SLP

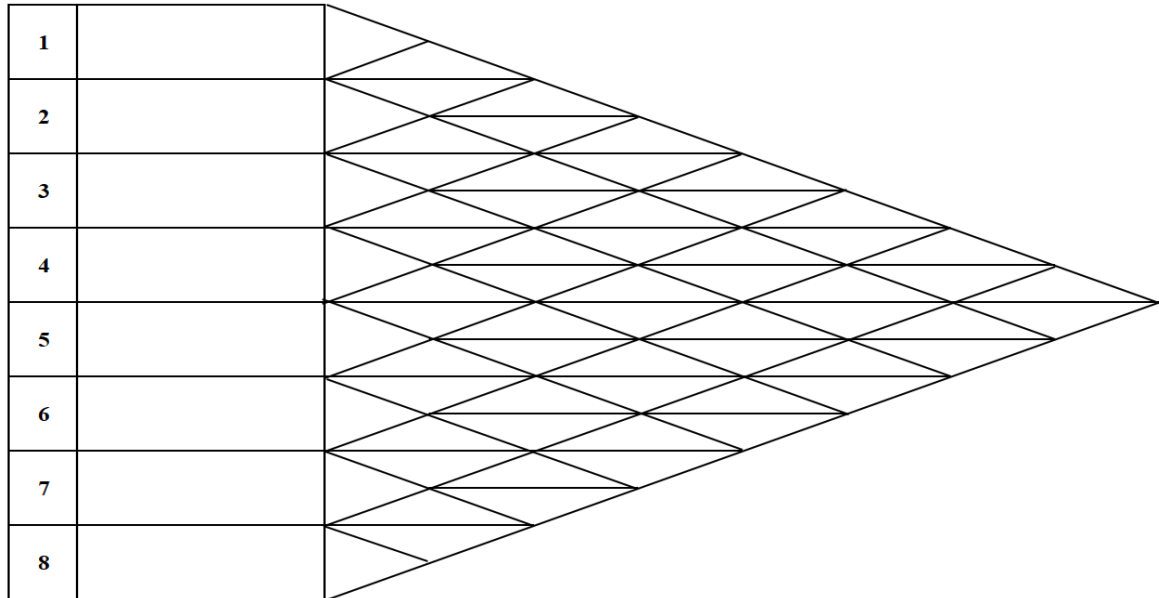
Se realizó la metodología Planificación Sistemática del Diseño, Systematic Layout Planning o también conocido como el SLP, donde para que se pueda llegar a concluir se hizo el análisis bajo el criterio propio de los integrantes de la tesis, antes de ello se analizó cada proceso que interviene en la elaboración del transformador trifásico en aceite y según cada caso presentado se dio un resultado, se llegó al consenso de la importancia de cada proceso, con la opinión conjunta se empezó a utilizar las tablas que intervinieron en esta metodología según base de los autores mencionados en el marco teórico.

El diagrama SLP, donde se representó según el formato del triángulo invertido para el lado derecho, la cual en la parte izquierda se colocó las áreas/secciones enumeradas (1) por los procesos (2) que intervienen en la fabricación del producto final, cada triangulo que junto a los procesos en el diagrama está dividido en dos partes; en la parte superior se colocó las letras bajo criterio de la proximidad (3) dando a entender cuál es la importancia de ir juntas o separadas; en la parte inferior se rellenó bajo el criterio de la tabla de código de razones, donde se detalla cada una de las razones (4) dando a entender cuál es la importancia de ir juntas o separada.



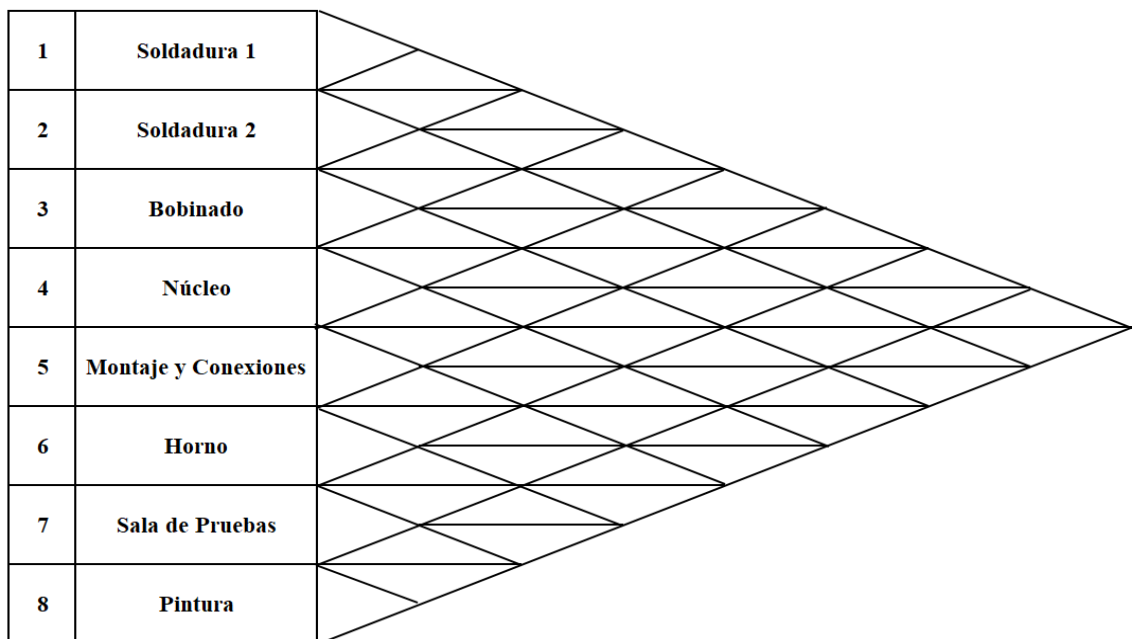
*Figura 26. Modelo del gráfico SLP*

Como se explicó en el primer párrafo sobre metodología SLP, se colocó en la matriz la numeración del total de las áreas o secciones que existen en la fabricación de transformador trifásico en aceite.



**Figura 27.** Paso 1 de la metodología SLP en ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.

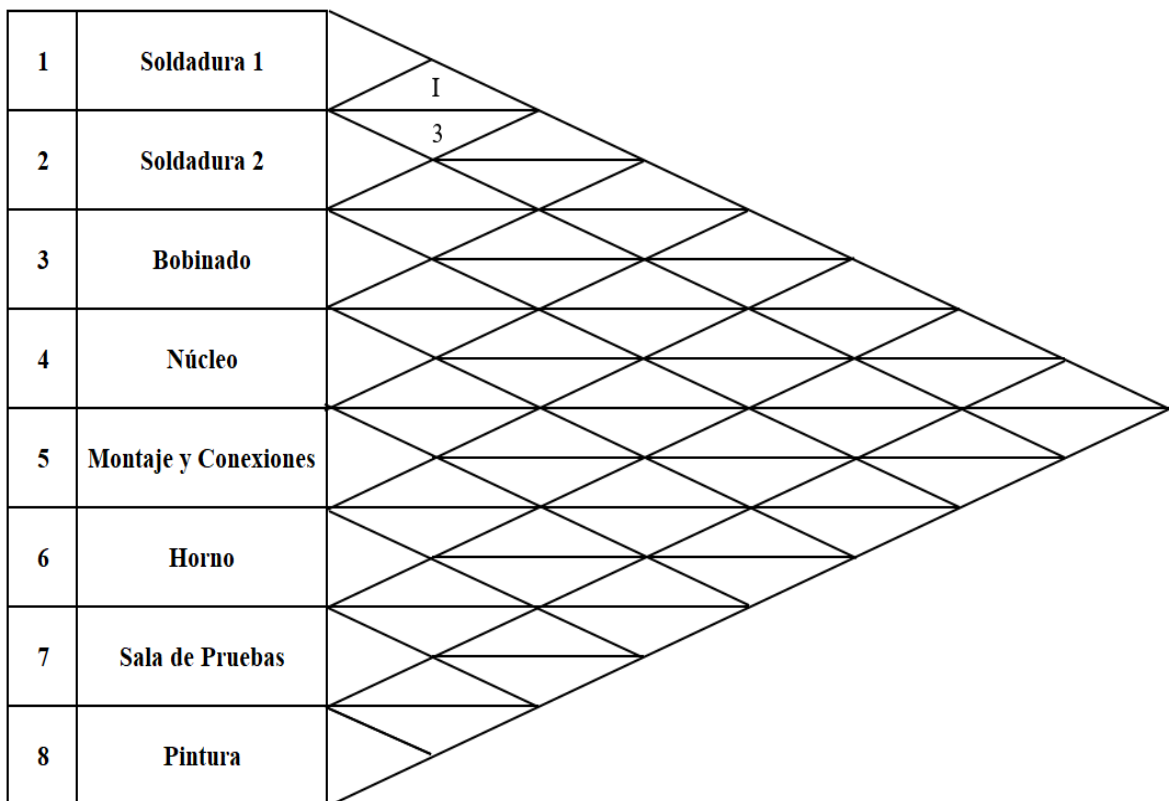
En la segunda parte se colocó el nombre de cada una de las áreas o secciones que intervienen para la fabricación de los transformadores trifásicos en aceite, la cual están relacionados numéricamente según orden de su elaboración y se empezó con el análisis.



**Figura 28.** Paso 2 de la metodología SLP en ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.

El paso que prosiguió en la elaboración de la metodología SLP, es la intervención de las tablas de códigos de razones y proximidades, en la parte superior se colocó la letra que corresponde a la proximidad según la relación de soldadura 1 y 2. Se tuvo la intervención de la letra I, la cual detalla su proximidad por importancia entre las áreas que se analizaron, en la parte inferior se tiene al número 3, donde para su colocación se utilizó la tabla de código de razones, la cual sustenta su cercanía por proceso.

Una vez realizado el análisis entre las áreas o secciones se prosiguió a analizar la proximidad que debería de haber entre cada una de ellas y la razón la por la cual deberían estar juntas en la distribución de planta, donde se siguió utilizando las tablas que intervienen en la metodología, para que se pueda proseguir con el orden se realizó primero con el área o sección número uno y después se conjugo con las demás sus posibles proximidades y razones de cercanía.



**Figura 29.** Paso 3 de la metodología SLP en ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.





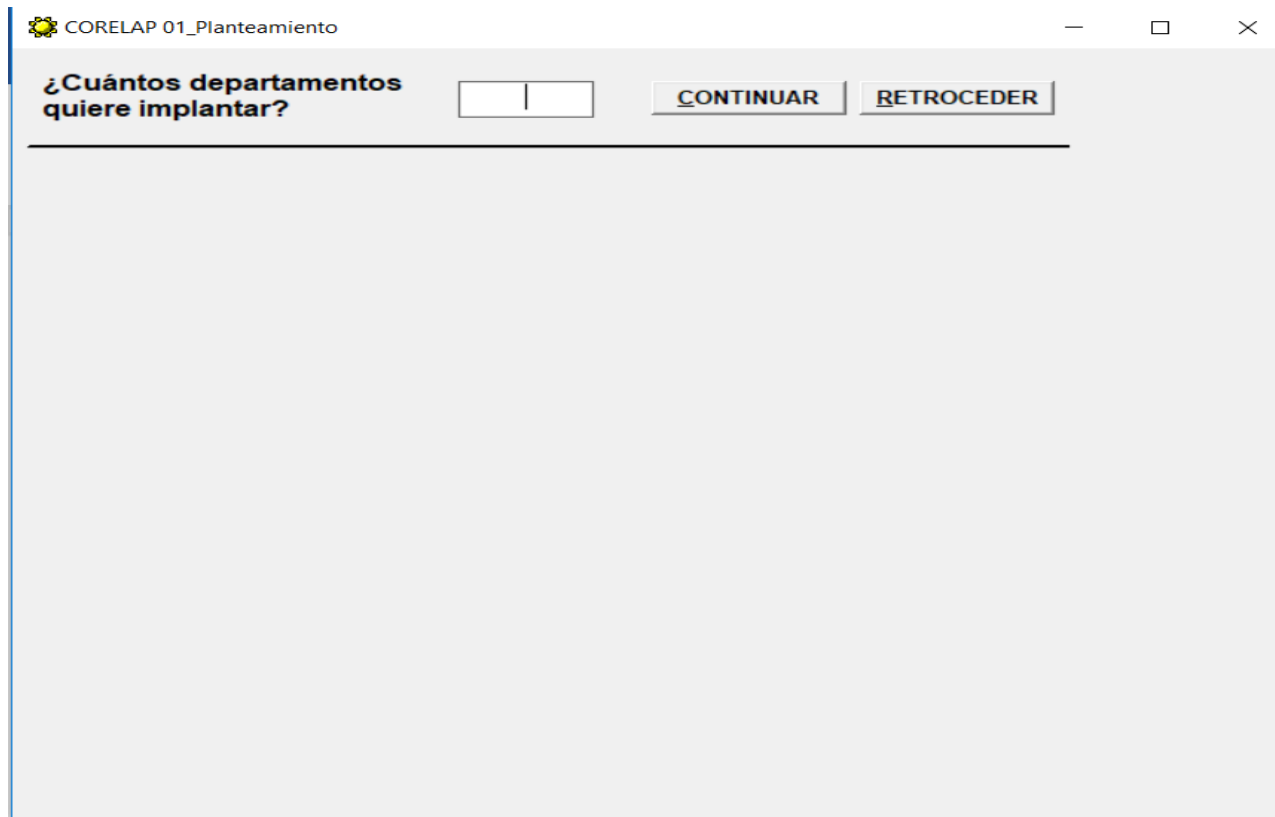
### 3.2.3 Aplicación de la Metodología CORELAP

Paso 1, se descargó el programa CORELAP, donde para ello se realizó una breve búsqueda de cuál sería fuente confiable y para ello se hizo la utilización del internet, donde se encontró al programa Corelap en la versión 01 creada por Lee y More en el año 1967, donde está basado en algoritmos de datos y parámetros que ingresaron en la utilización de este software, para ello una vez obtenido se hizo clic en el icono del mismo y apareció la pantalla que se muestra en la figura N° 33 , después de ello se presionó con el mouse en nuevo.



*Figura 33. Ingreso al software CORELAP*

Paso 2, después de hacer clic en nuevo automáticamente apareció la Figura N° 34, donde muestra 3 datos, el primero empezando del lado izquierdo dice ¿Cuántos departamentos quiere implantar?, al costado apareció un cuadro vacío y es allí donde se debe colocar la cantidad de departamentos (áreas o secciones como especifica la tesis), que intervienen en la fabricación del transformador trifásico en aceite, después de ello sigue el campo continuar y retroceder, en el caso se hizo clic en CONTINUAR.



The image shows a screenshot of a software application window. The title bar at the top reads "CORELAP 01\_Plantamiento" and includes standard window control icons (minimize, maximize, close). The main content area features a text prompt "¿Cuántos departamentos quiere implantar?" on the left. To the right of this text is a rectangular input field. Further to the right are two buttons: "CONTINUAR" and "RETROCEDER". A horizontal line is drawn below the input field and buttons.

**Figura 34.** Pantalla de cantidad de departamentos, CORELAP



Paso 3, después de ingresar la cantidad de departamentos que intervienen en la fabricación del transformador donde son ocho, hacer clic en continuar y apareció automáticamente la Figura N° 35, donde muestra la solicitud de nombres de los departamentos de cada uno de ellos, el tamaño por departamento en metros cuadrados, la superficie disponible y la definición de los parámetros que determine el peso de las relaciones.

¿Cuántos departamentos quiere implantar?

	Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

Superficie Disponible :

**Definición de los parámetros que determinan el peso de las relaciones.**

A =	6
E =	5
I =	4
O =	3
U =	2
X =	1

El chart de relaciones se rellena asignando una de estas 6 constantes a la relación entre cada 2 departamentos. El valor de cada constante puede ser modificado en esta tabla.

*Figura 35. Pantalla de ingreso nombres de los departamentos, CORELAP*

Paso 4, después que se analizó los datos que solicita el software, se ingresó el nombre de cada uno de los departamentos (áreas o secciones como menciona la tesis), la cual se requieren en la fabricación del transformador trifásico en aceite; según el orden que se le dio en la metodología SLP, ya que en ella se definió el número de cada uno de los departamentos, según los nombres pertenecientes en cada una de ellas.

The screenshot shows a software window titled "CORELAP 01\_Planteamiento". At the top, it asks "¿Cuántos departamentos quiere implantar?" with a text box containing the number "8". There are "CONTINUAR" and "RETROCEDER" buttons. Below this is a table with two columns: "Nombre Departamento" and "Tamaño Depart. m2". The table lists eight departments: SOLDADURA 1, SOLDADURA 2, BOBINADO, NÚCLEO, MON. y CONX., HORNO, SALA DE PRUEBA, and PINTURA. To the right of the table, there is a "Superficie Disponible:" field, a section titled "Definición de los parámetros que determinan el peso de las relaciones." with a list of constants (A=6, E=5, I=4, O=3, U=2, X=1), and a descriptive paragraph. At the bottom right, there are "CONTINUAR" and "RETROCEDER" buttons.

	Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2
1	SOLDADURA 1	
2	SOLDADURA 2	
3	BOBINADO	
4	NÚCLEO	
5	MON. y CONX.	
6	HORNO	
7	SALA DE PRUEBA	
8	PINTURA	

Superficie Disponible :

**Definición de los parámetros que determinan el peso de las relaciones.**

A =	6
E =	5
I =	4
O =	3
U =	2
X =	1

El chart de relaciones se rellena asignando una de estas 6 constantes a la relación entre cada 2 departamentos. El valor de cada constante puede ser modificado en esta tabla.

Figura 36. Ingreso de los nombres de los departamentos, CORELAP

Paso 5, después de colocar los nombres de los departamentos solicitados por el software, se procedió a colocar el tamaño de los departamentos (áreas o secciones como menciona la tesis) en metros cuadrados. Estos datos se colocaron según los resultados analizados en el método Guerchet, ya que allí se realizó un breve estudio del espacio ocupado por todas las maquinarias, equipos, herramientas y utensilios a utilizar dentro de cada proceso, donde los resultados fueron en metros cuadrados.

¿Cuántos departamentos quiere implantar?

	Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2
1	SOLDADURA 1	47
2	SOLDADURA 2	262
3	BOBINADO	358
4	NÚCLEO	302
5	MON. y CONX.	87
6	HORNO	293
7	SALA DE PRUEBA	26
8	PINTURA	30

Superficie Disponible :

**Definición de los parámetros que determinan el peso de las relaciones.**

A =	<input type="text" value="6"/>
E =	<input type="text" value="5"/>
I =	<input type="text" value="4"/>
O =	<input type="text" value="3"/>
U =	<input type="text" value="2"/>
X =	<input type="text" value="1"/>

El chart de relaciones se rellena asignando una de estas 6 constantes a la relación entre cada 2 departamentos. El valor de cada constante puede ser modificado en esta tabla.

Figura 37. Ingreso de área en m2 por cada departamento, CORELAP

Paso 6, después de tener los datos de nombre de departamentos y tamaño de departamentos en metros cuadrados, se procedió a colocar el total de superficie disponible en dentro del área de producción de transformadores trifásicos en aceite, para ello se realizó un dibujo CAD, donde se hizo según las medidas que corresponden a cada proceso que se tiene, el resultado de dicho dibujo y realizado un análisis previo de espacios disponibles fue de 2000 metros cuadrados.

The screenshot shows the 'CORELAP 01\_Plantamiento' window. At the top, it asks '¿Cuántos departamentos quiere implantar?' with the number '8' entered in a text box. Below this is a table of departments with their respective sizes in square meters. To the right, the 'Superficie Disponible' is set to '2000'. Below that, there is a section for defining relationship parameters (A, E, I, O, U, X) with values 6, 5, 4, 3, 2, and 1 respectively. A descriptive text explains that these constants are used to fill a relationship chart. At the bottom, there are 'CONTINUAR' and 'RETROCEDER' buttons.

	Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2
1	SOLDADURA 1	47
2	SOLDADURA 2	262
3	BOBINADO	358
4	NÚCLEO	302
5	MON. y CONX.	87
6	HORNO	293
7	SALA DE PRUEBA	26
8	PINTURA	30

Superficie Disponible : 2000

**Definición de los parámetros que determinan el peso de las relaciones.**

A =	6
E =	5
I =	4
O =	3
U =	2
X =	1

El chart de relaciones se rellena asignando una de estas 6 constantes a la relación entre cada 2 departamentos. El valor de cada constante puede ser modificado en esta tabla.

Figura 38. Ingreso de la superficie disponible, CORELAP

Paso 7, como ya se tuvo los datos de nombre de departamentos, tamaño de departamentos en metros cuadrados, superficie disponible, se procedió a colocar los datos referentes a la definición de los parámetros que determinan el peso de las relaciones, para ello los datos ingresado fueron los siguientes A=125, E=25, I=5, O=1, U=0, X=-125, donde estos valores vienen de la tabla de proximidades generadas en la metodología SLP, después de ello se colocó clic en CONTINUAR.

The screenshot shows the 'CORELAP 01\_Plantamiento' window. At the top, it asks '¿Cuántos departamentos quiere implantar?' with a text box containing '8' and buttons for 'CONTINUAR' and 'RETROCEDER'. Below this is a table with two columns: 'Nombre Departamento' and 'Tamaño Depart. m2'. The table lists 8 departments with their respective sizes. To the right of the table, there is a 'Superficie Disponible' field set to '2000'. Below that, a section titled 'Definición de los parámetros que determinan el peso de las relaciones.' contains a table of parameters: A=125, E=25, I=5, O=1, U=0, and X=-125. A descriptive text explains that these constants are used to fill a relationship chart. At the bottom right, there are 'CONTINUAR' and 'RETROCEDER' buttons.

	Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2
1	SOLDADURA 1	47
2	SOLDADURA 2	262
3	BOBINADO	358
4	NÚCLEO	302
5	MON. y CONX.	87
6	HORNO	293
7	SALA DE PRUEBA	26
8	PINTURA	30

Superficie Disponible : 2000

**Definición de los parámetros que determinan el peso de las relaciones.**

A =	125
E =	25
I =	5
O =	1
U =	0
X =	-125

El chart de relaciones se rellena asignando una de estas 6 constantes a la relación entre cada 2 departamentos. El valor de cada constante puede ser modificado en esta tabla.

Figura 39. Ingreso de parámetros del peso de relaciones, CORELAP

Paso 8, cuando se colocó clic en CONTINUAR en la pantalla, aprecio el requerimiento de los datos ingresado en la metodología SLP según análisis multicriterio de los integrantes de la tesis, para ello se utilizó la tabla de código proximidades, donde su método de uso fue explicado en el marco teórico según fuentes libros y artículos científicos, como resultado se tuvo al diagrama de la Figura N° 35, donde todo el ingreso de datos se colocó en esta parte de software, según corresponde el orden y al finalizar hacer clic en SEGUIR.

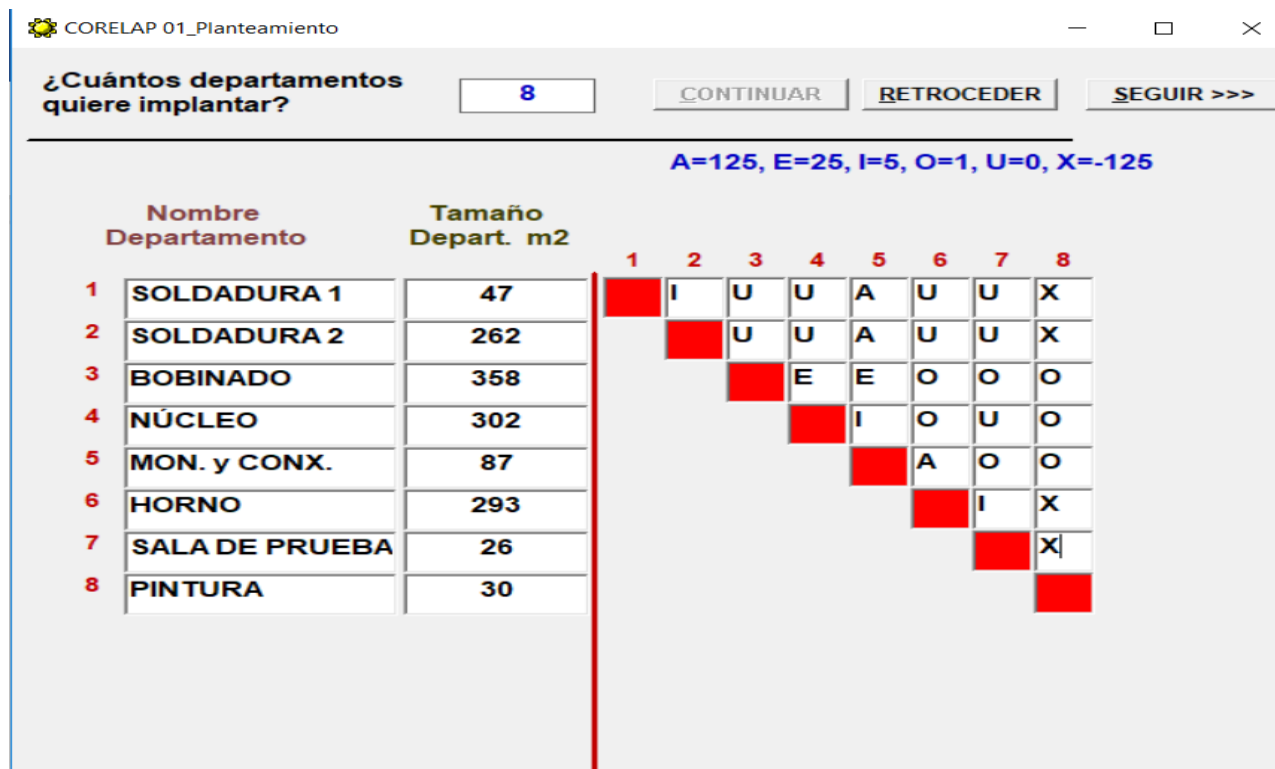


Figura 40. Ingreso de datos según el SLP al CORELAP

Paso 9, al terminar con el ingreso de información de los datos del diagrama SLP, se colocó en SEGUIR y pareció la siguiente pantalla del software donde dio la información de la Superficie Requerida, la cual no se diferencia mucho a lo evaluado en el método Guerchet, dado el caso también se apreció los resultados TCR, datos con la cual se hicieron las iteraciones del CORELAP, aquí se presionó calcular iteraciones y después de ello un clic en Solución Gráfica.

Orden	Nombre	TCR	Superficie m2
1.-	MON. y CONX.	407	87
2.-	BOBINADO	53	358
3.-	NÚCLEO	32	302
4.-	HORNO	7	293
5.-	SOLDADURA 2	5	262
6.-	SOLDADURA 1	5	47
7.-	SALA DE PRUEBA	-118	26
8.-	PINTURA	-497	30

**Solución Gráfica**

**Calcular Iteraciones**

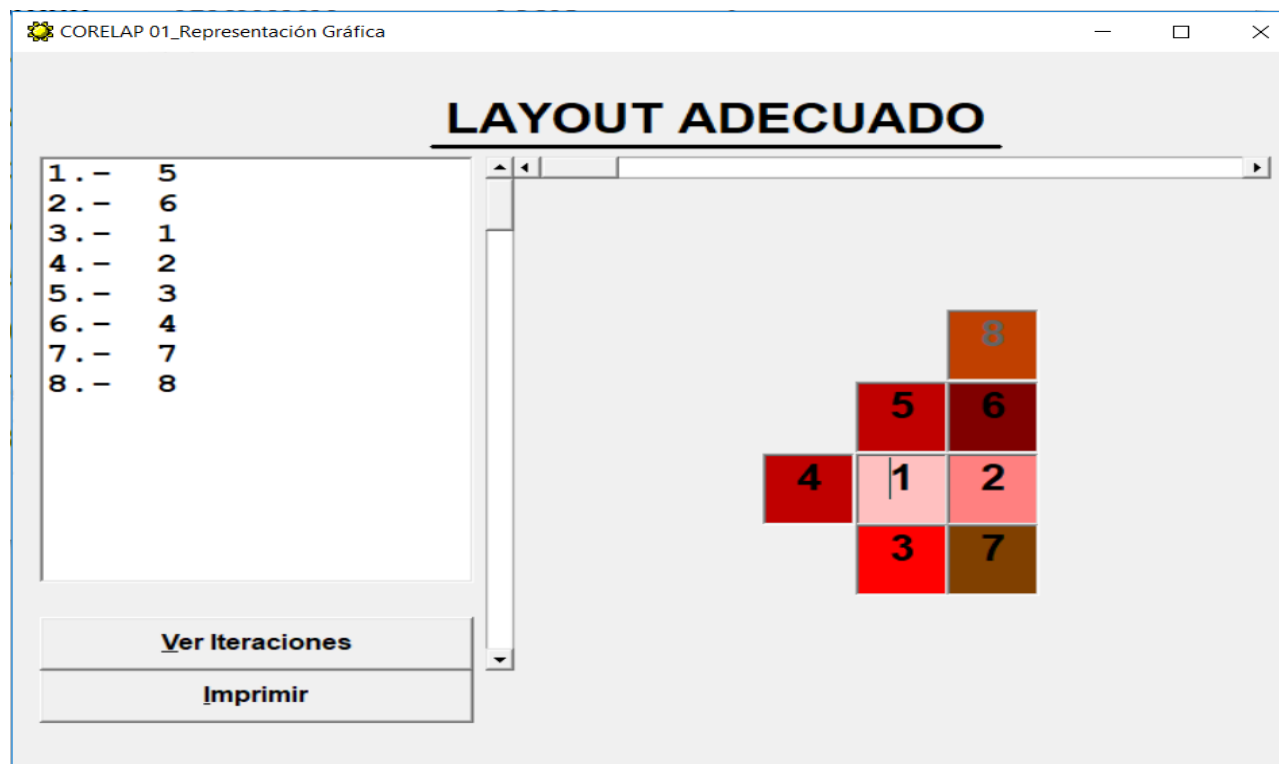
Superficie Requerida < Superficie Disponible

Superficie Requerida: 1405

Superficie Disponible: 2000

*Figura 41. Resultados de la ordenación según importancia de los departamentos, CORELAP*

Paso 11, como se aprecia en el software apareció el layout adecuado para la fabricación de los transformadores trifásicos en aceite, donde para llegar a estos resultados sirvió con gran utilidad los datos realizados en la metodología SLP, ya que allí se dieron los parámetros de cercanía según la tabla de proximidades y sus valores, fueron colocados en este software para contar con un modelo de layout posible dentro del área de producción de la empresa ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN.



*Figura 42. Layout adecuado según el CORELAP*



## Iteraciones de la Metodología CORELAP

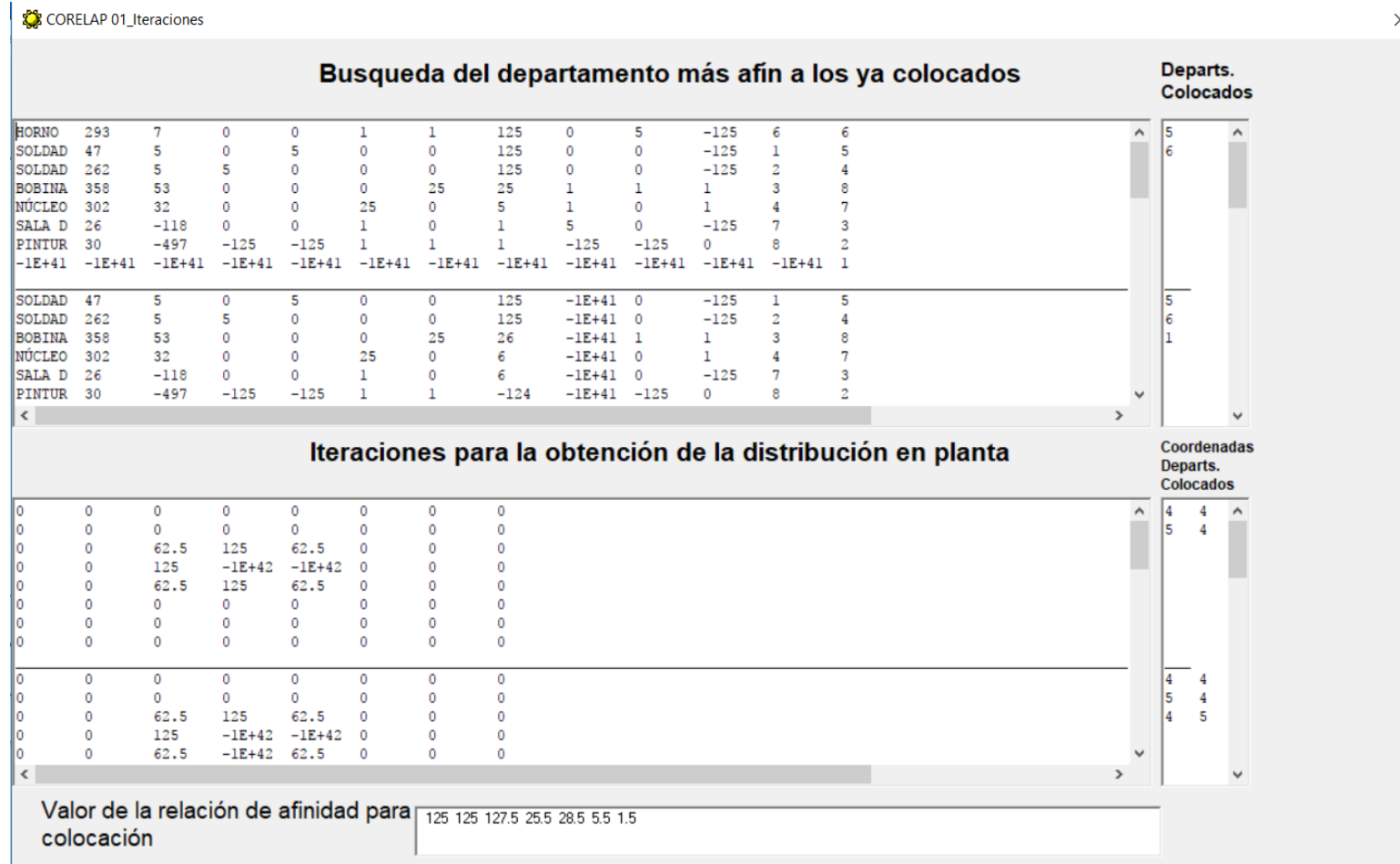


Figura 43. Iteración 1, CORELAP

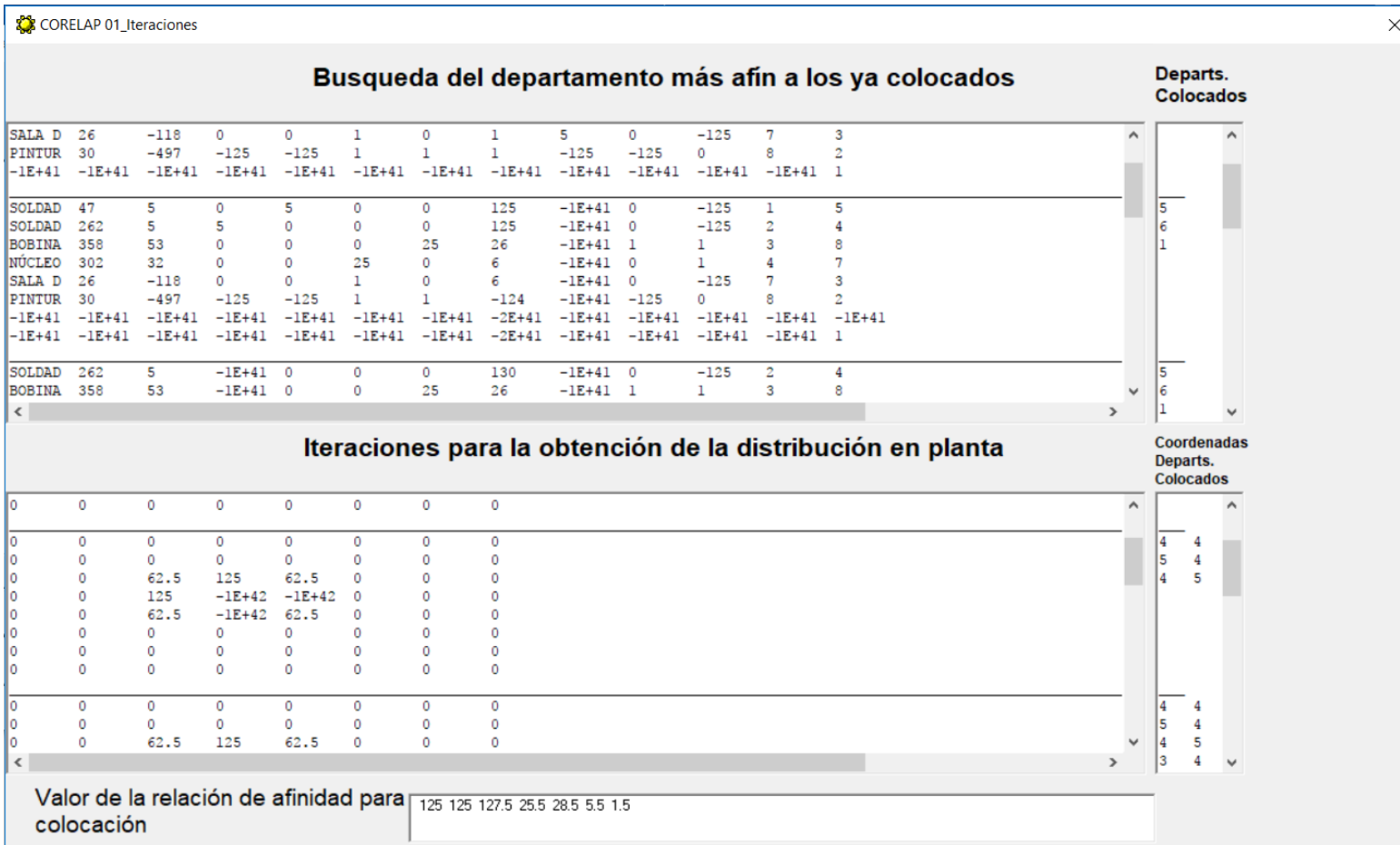


Figura 44. Iteración 2, CORELAP

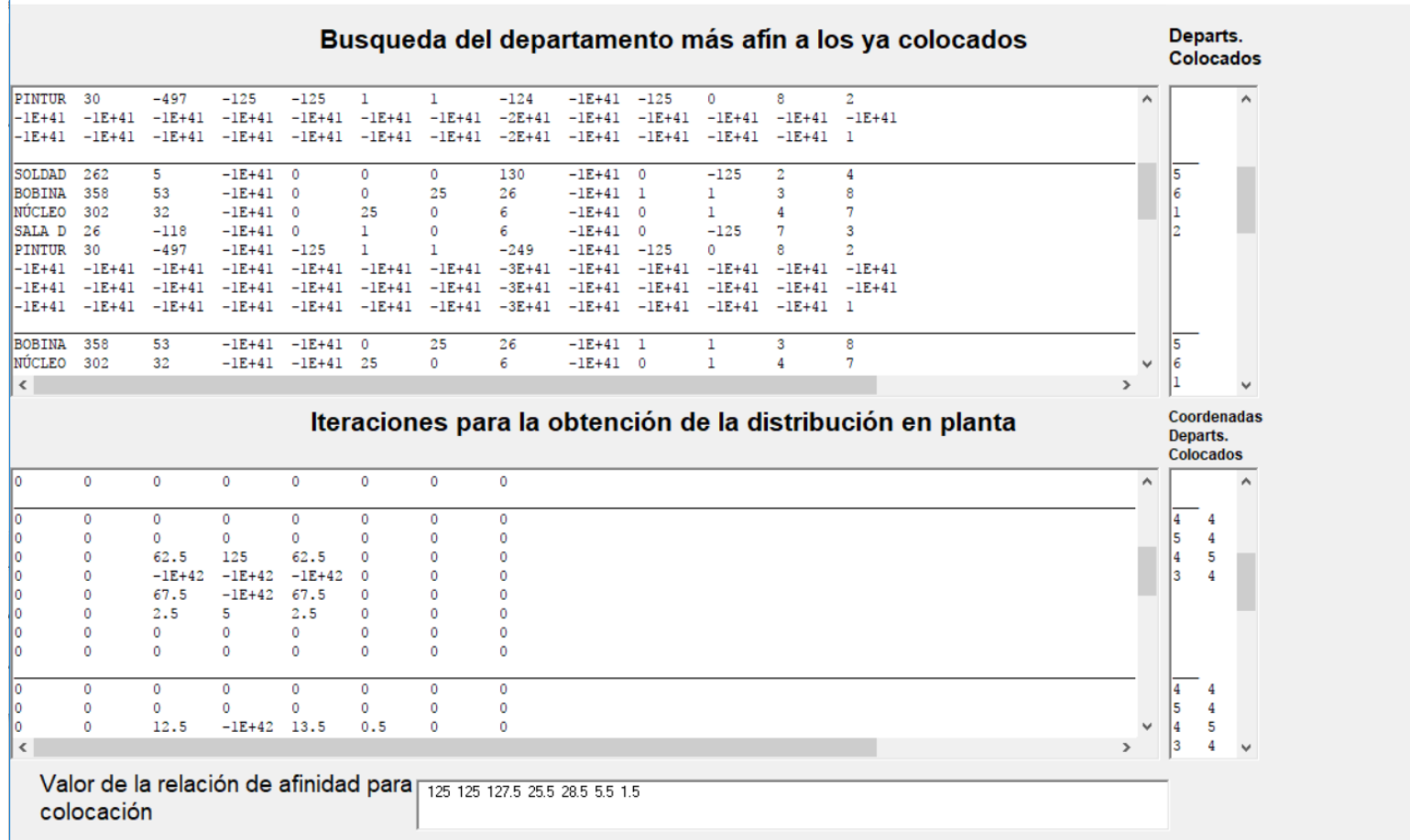


Figura 45. Iteración 3, CORELAP

### Busqueda del departamento más afín a los ya colocados

-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-3E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-3E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-3E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	1

BOBINA	358	53	-1E+41	-1E+41	0	25	26	-1E+41	1	1	3	8
NÚCLEO	302	32	-1E+41	-1E+41	25	0	6	-1E+41	0	1	4	7
SALA D	26	-118	-1E+41	-1E+41	1	0	6	-1E+41	0	-125	7	3
PINTUR	30	-497	-1E+41	-1E+41	1	1	-374	-1E+41	-125	0	8	2
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-4E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-4E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-4E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-4E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	1

NÚCLEO	302	32	-1E+41	-1E+41	-1E+41	0	31	-1E+41	0	1	4	7
SALA D	26	-118	-1E+41	-1E+41	-1E+41	0	7	-1E+41	0	-125	7	3

**Departs. Colocados**  

5
6
1
2
3
5
6
1

### Iteraciones para la obtención de la distribución en planta

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	12.5	-1E+42	13.5	0.5	0	0	0	0	0	0	0
0	0	-1E+42	-1E+42	-1E+42	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	12.5	-1E+42	13.5	0.5	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	12.5	25	12.5	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	27.5	-1E+42	-1E+42	0.5	0	0	0	0	0	0	0

**Coordenadas Departs. Colocados**  

4	4
5	4
4	5
3	4
4	3
5	3
4	4
5	4
4	5
3	4

**Valor de la relación de afinidad para colocación**

	125 125 127.5 25.5 28.5 5.5 1.5
--	---------------------------------

Figura 46. Iteración 4, CORELAP

Búsqueda del departamento más afín a los ya colocados

-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-4E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-4E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	1
NÚCLEO	302	32	-1E+41	-1E+41	-1E+41	0	31	-1E+41	0	1	4	7	
SALA D	26	-118	-1E+41	-1E+41	-1E+41	0	7	-1E+41	0	-125	7	3	
PINTUR	30	-497	-1E+41	-1E+41	-1E+41	1	-373	-1E+41	-125	0	8	2	
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-5E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-5E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-5E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-5E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-5E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	1
SALA D	26	-118	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	7	-1E+41	0	-125	7	3	
PINTUR	30	-497	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-372	-1E+41	-125	0	8	2	
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-6E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41

Iteraciones para la obtención de la distribución en planta

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	12.5	25	12.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	27.5	-1E+42	-1E+42	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	-1E+42	-1E+42	-1E+42	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	2.5	-1E+42	3.5	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0.5	1	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<b>Valor de la relación de afinidad para colocación</b>	125 125 127.5 25.5 28.5 5.5 1.5
---	---------------------------------

	Departs. Colocados
	5
	6
	1
	2
	3
	4
	5
	6
	1
	2

	Coordenadas Departs. Colocados
	4 4
	5 4
	4 5
	3 4
	4 3
	5 3
	5 5
	4 4
	5 4
	4 5

Figura 47. Iteración 5, CORELAP



### Busqueda del departamento más afín a los ya colocados

Departs.  
Colocados

-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-6E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-6E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-6E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-6E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	1
PINTUR	30	-497	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-497	-1E+41	-1E+41	0	8	2
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-7E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-7E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-7E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-7E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-7E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-7E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-7E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-7E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	1

< \_\_\_\_\_ >

2  
3  
4  
7

5  
6  
1  
2  
3  
4  
7  
8

---

### Iteraciones para la obtención de la distribución en planta

Coordenadas  
Departs.  
Colocados

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0.5	1.5	-1E+42	0.5	0	0	0	0	0	0	0
0	-62.5	-123.5	-1E+42	-1E+42	-61.5	0	0	0	0	0	0	0
0	-125	-1E+42	-1E+42	-1E+42	-187	0	0	0	0	0	0	0
0	-62.5	-249.5	-1E+42	-1E+42	-187.5	0	0	0	0	0	0	0
0	0	-62.5	-187.5	-187.5	-62.5	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

< \_\_\_\_\_ >

4 3  
5 3  
5 5

4 4  
5 4  
4 5  
3 4  
4 3  
5 3  
5 5  
5 2

Valor de la relación de afinidad para colocación

	125 125 127.5 25.5 28.5 5.5 1.5
--	---------------------------------




Figura 49. Iteración 7, CORELAP

### 3.3 Aplicación del Simulador FlexSim en las Propuestas

Se utilizó el simulador FlexSim en la versión 2018, donde para que se puedan ingresar los datos se hizo un análisis previo con los tipos de metodologías de distribución de planta y con la que contaba el proceso de producción, todos los datos se encuentran dentro del punto 3.2. Donde el Método Guerchet dio como resultados el área optima por cada proceso de producción, para la fabricación del transformador trifásico en aceite, donde se llegaron a medir todas las maquinarias, equipos, herramientas y utensilios a que intervienen, a la vez ocupando un espacio físico dentro del área.

En la Metodología SLP, se evaluó la importancia de cercanía y la razón por la cual deben ir juntas, cada una de las áreas que interviene en el proceso de proceso de producción, para llegar al resultado óptimo, se utilizaron las tablas de código de razones y proximidades. En la metodología CORELAP, se tuvo como referencia a los resultados del SLP, ya que contiene los datos que deben ingresar al software y con ello se obtuvo resultados óptimos de la distribución.

**Tabla 20.** Recursos utilizados del simulador

Recurso	Nombre	Utilización
	Fuente de entrada	Es de donde se empieza a alimentar o provisionar los elementos correspondientes al proceso.
	Procesador	Se coloca dentro de la programación, para que pueda ejecutar el proceso correspondiente.
	Fuente de salida	Es el lugar donde se almacenarán los productos finales del proceso ejecutado.

Fuente: Elaboración propia



Paso 1, se colocó las dimensiones (metros y minutos) con las que se trabajó.

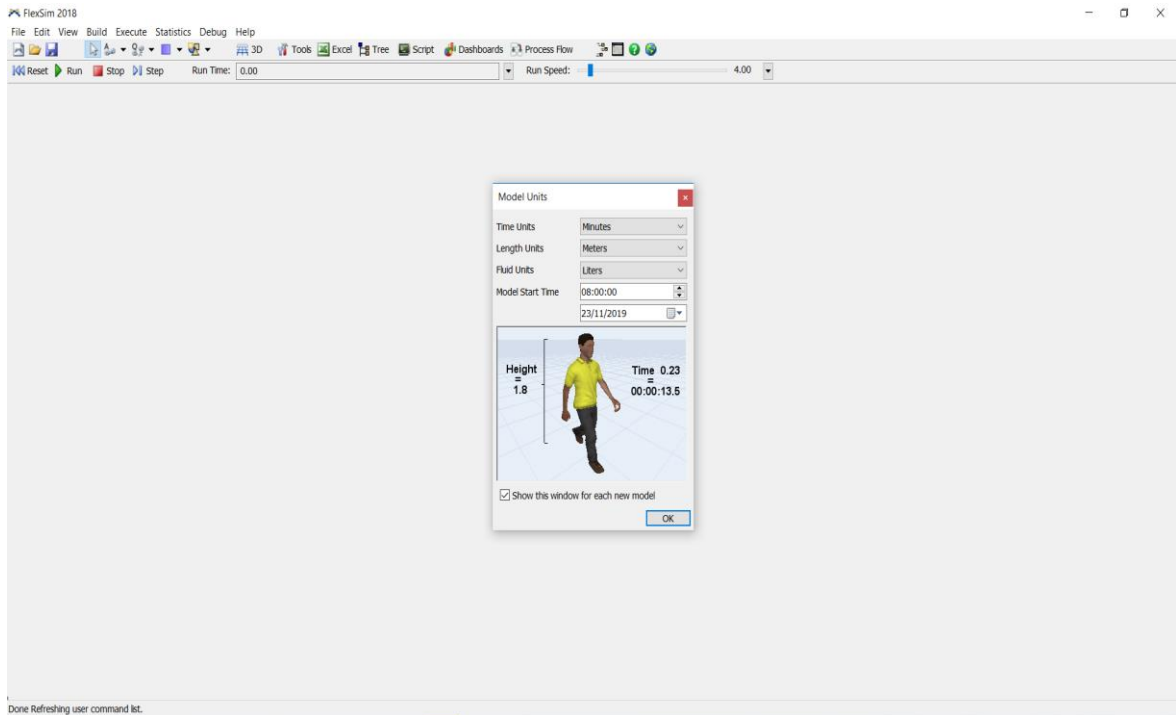


Figura 50. Ingreso de dimensiones, FlexSim

Paso 2, hoja de trabajo del simulador

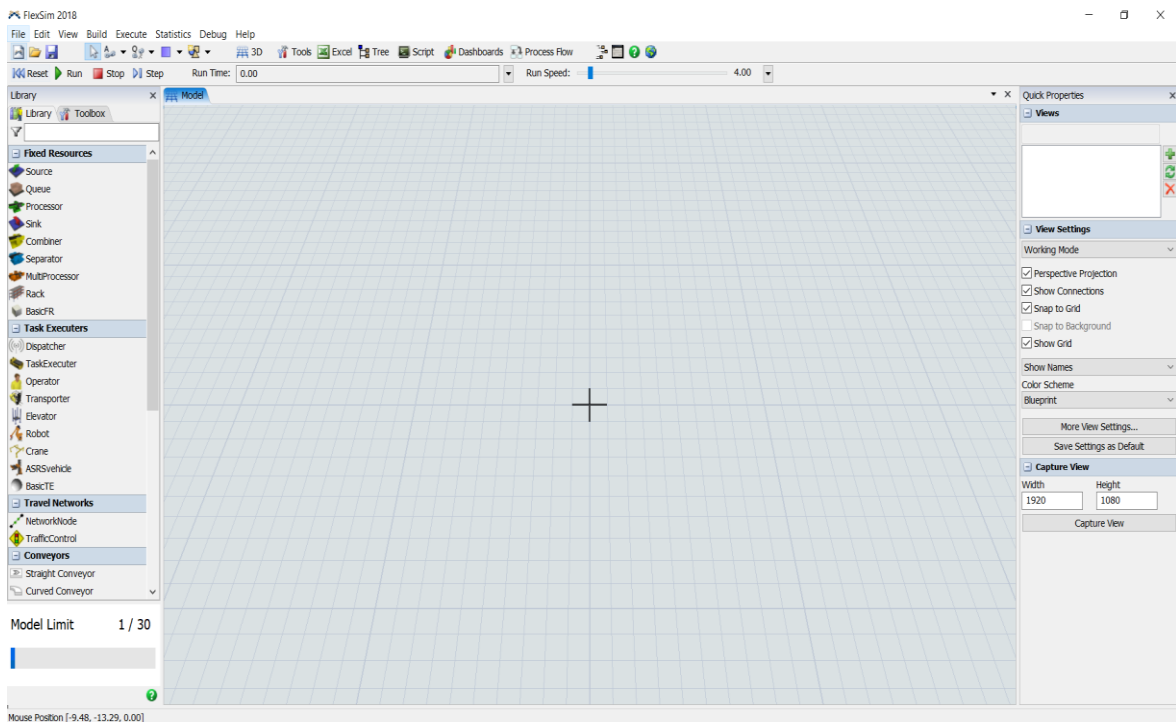


Figura 51. Hoja de trabajo, FlexSim

Paso 3, se colocó los procesos que intervienen en el proceso de producción.

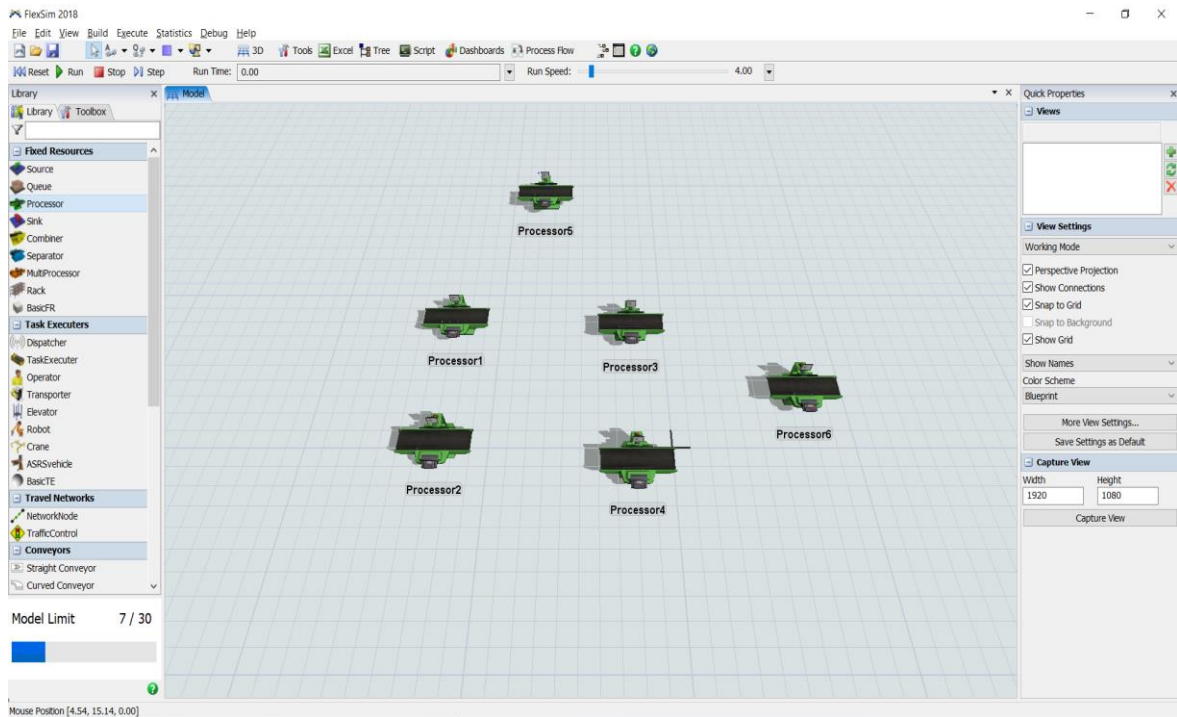


Figura 52. Ingreso de procesos, FlexSim

Paso 4, uso de las fuentes de entrada y salida.

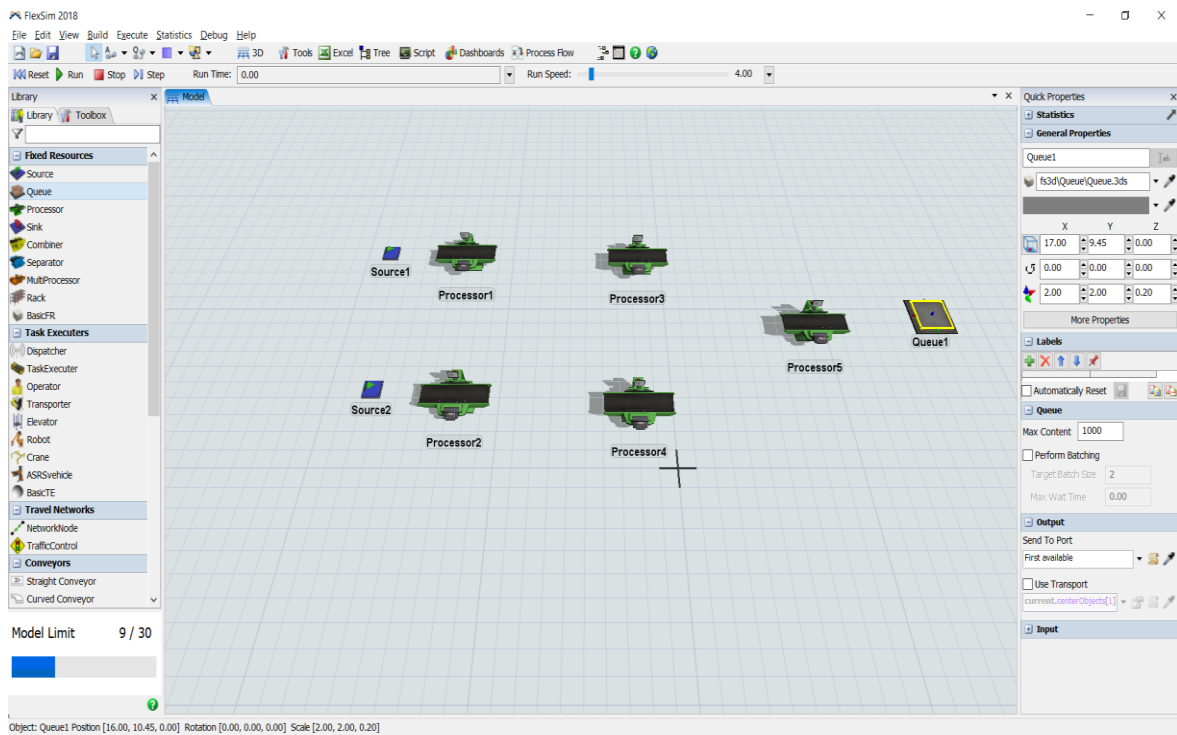


Figura 53. Ingreso de entradas y salidas, FlexSim

Paso 5, se conectó los procesos según flujograma.

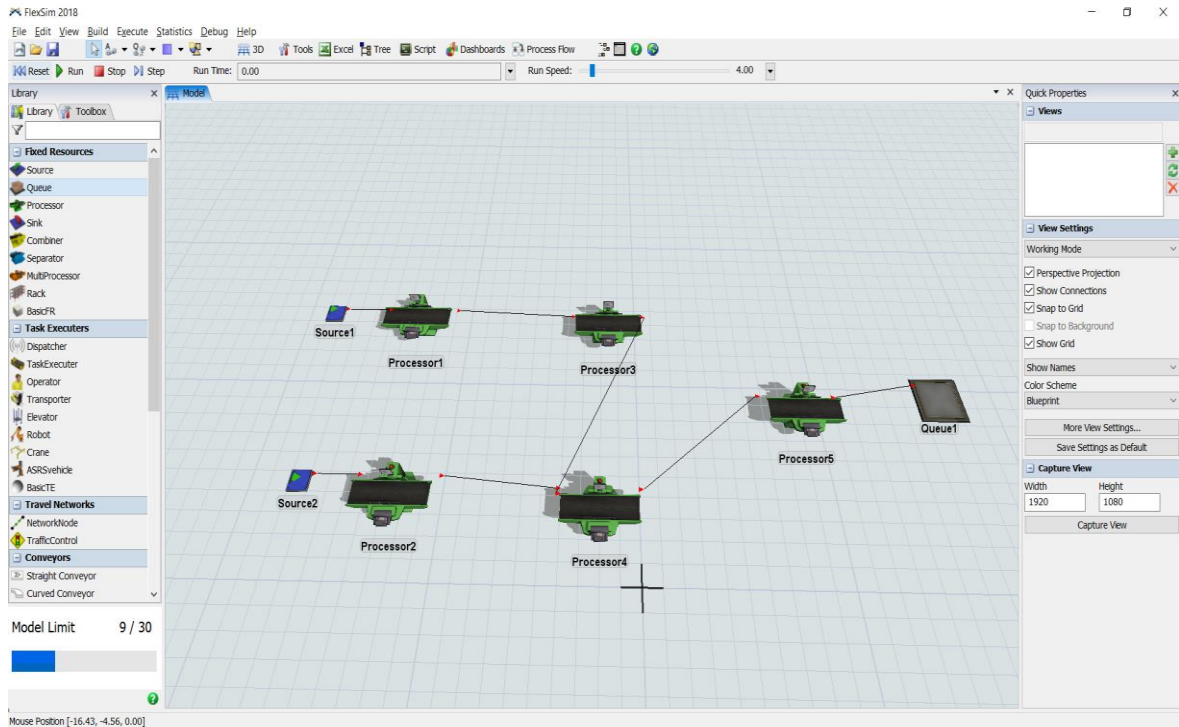


Figura 54. Conexiones entre áreas, FlexSim

Paso 6, Ingreso de nombre y tiempo de los procesos.

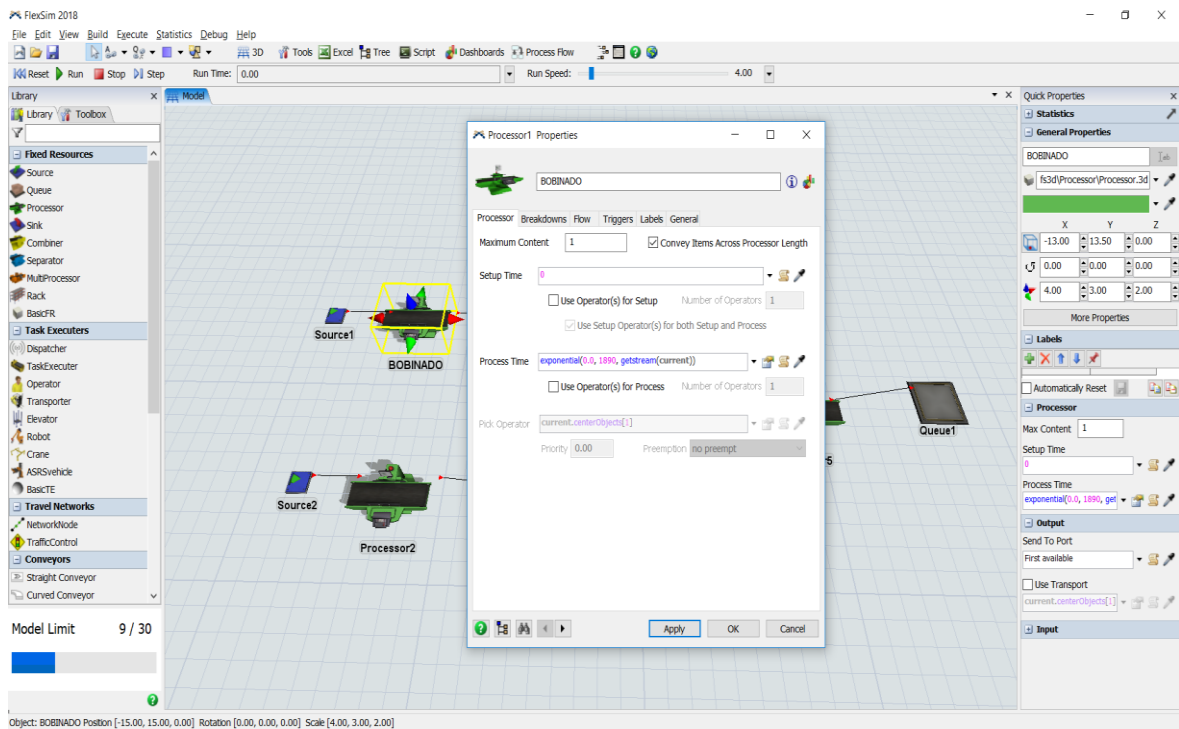


Figura 55. Ingreso de nombres y tiempos por proceso, FlexSim

Paso 7, se hizo la utilización de los datos estadísticos.

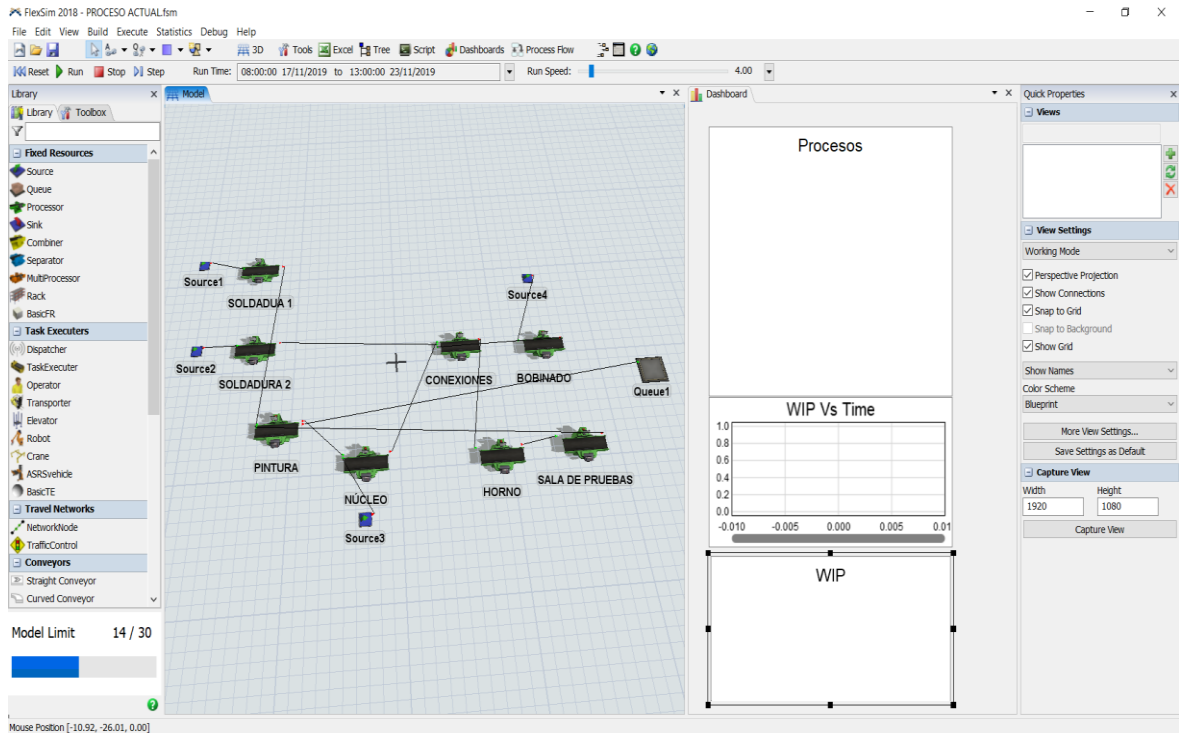


Figura 56. Uso de los datos estadísticos, FlexSim

Paso 8, se parametrizo el horario de trabajo por semana.

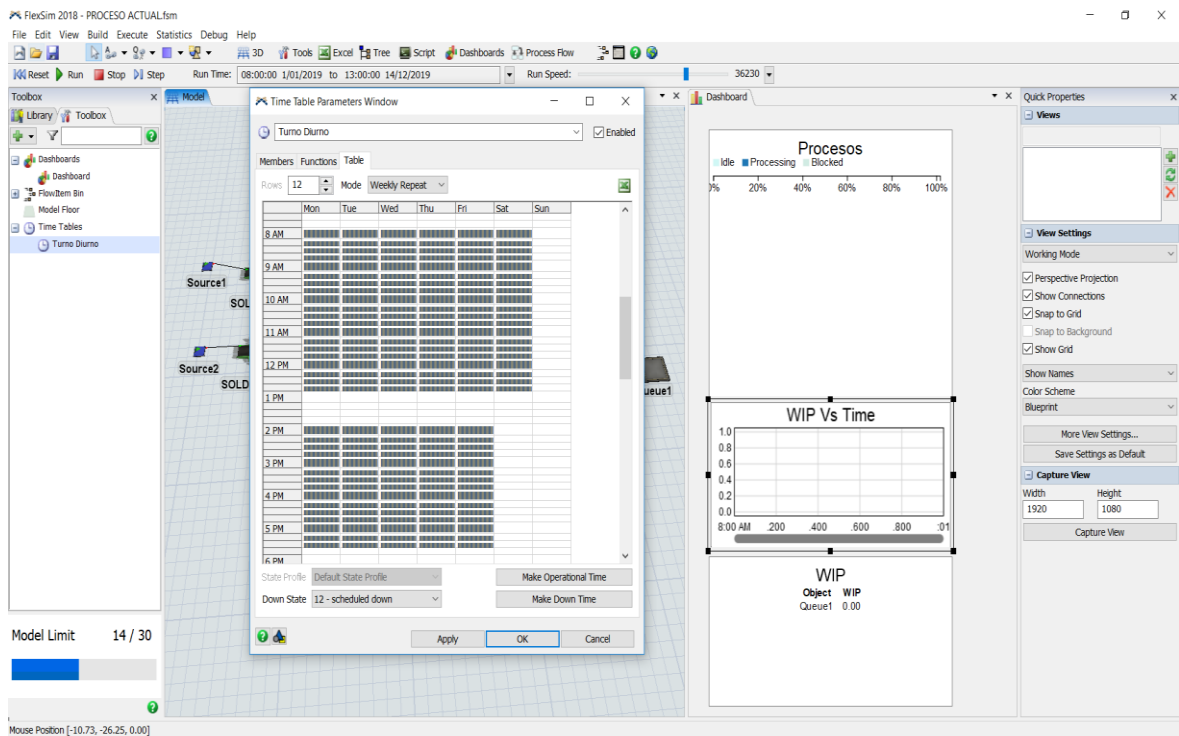


Figura 57. Ingreso de horario de trabajo, FlexSim

## Resultado de una semana con los parámetros según DAP

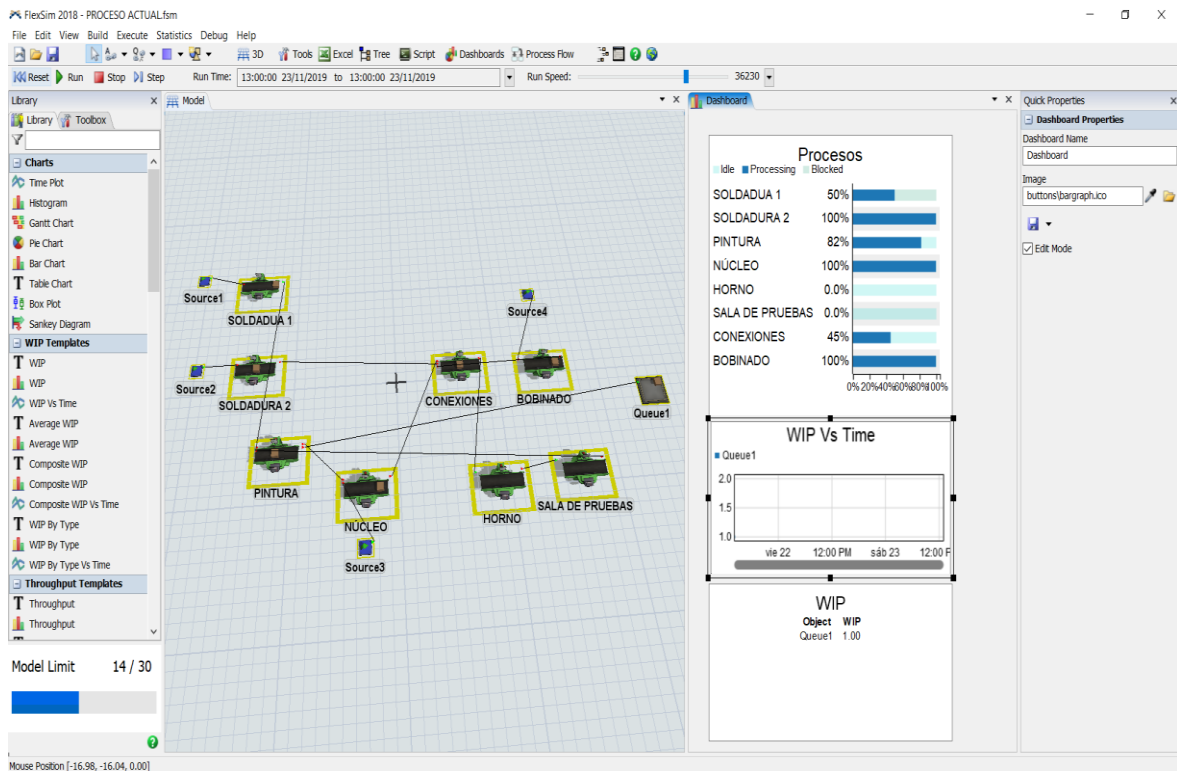


Figura 58. Resultado según DAP a una semana, FlexSim

## Resultado de un mes con los parámetros según DAP

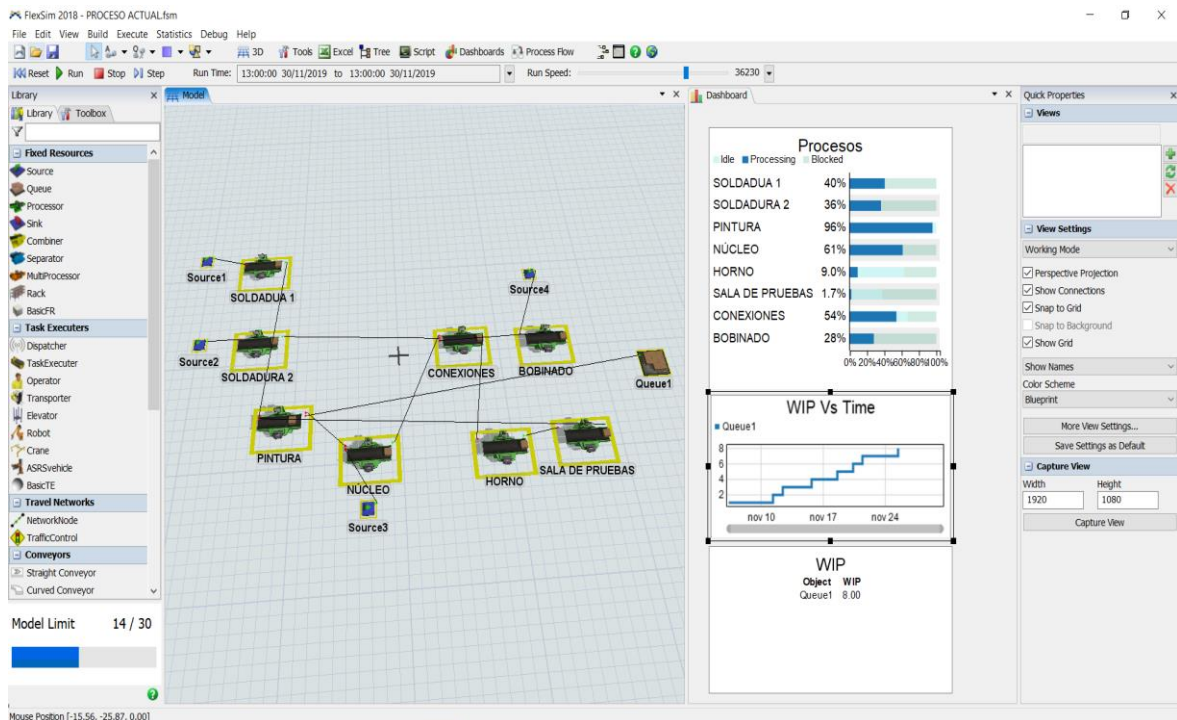
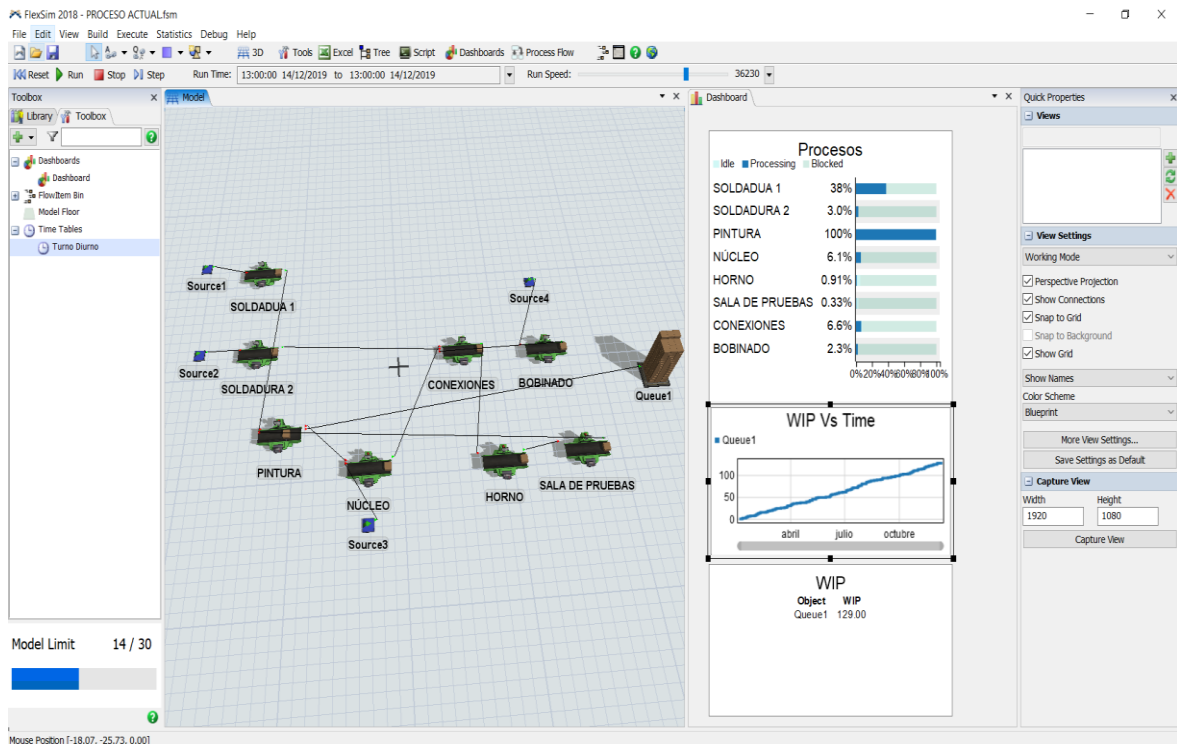


Figura 59. Resultado según DAP a un mes, FlexSim

## Resultado de un año con los parámetros según DAP



**Figura 60.** Resultado según DAP a un año, FlexSim

Según los datos recolectados con los formatos del Diagrama de Análisis de Procesos y Toma de Tiempos por cada proceso, se ingresaron los resultados finales al software de simulación, donde para la cual se realizó una formación dentro del simulador, asemejándose lo más cercano posible y según el layout que presentaba la empresa al momento de la recolección de datos y los resultados fueron los siguientes:

**Tabla 21.** Resultados según DAP en el simulador FlexSim

Resultados de Producción	
Tiempo	Cantidad producida
1 Semana	1 TTA
1 Mes	8 TTA
1 Año	129 TTA

Fuente: Datos obtenidos del simulador FlexSim

## Resultado de una semana con los parámetros de la metodología SLP

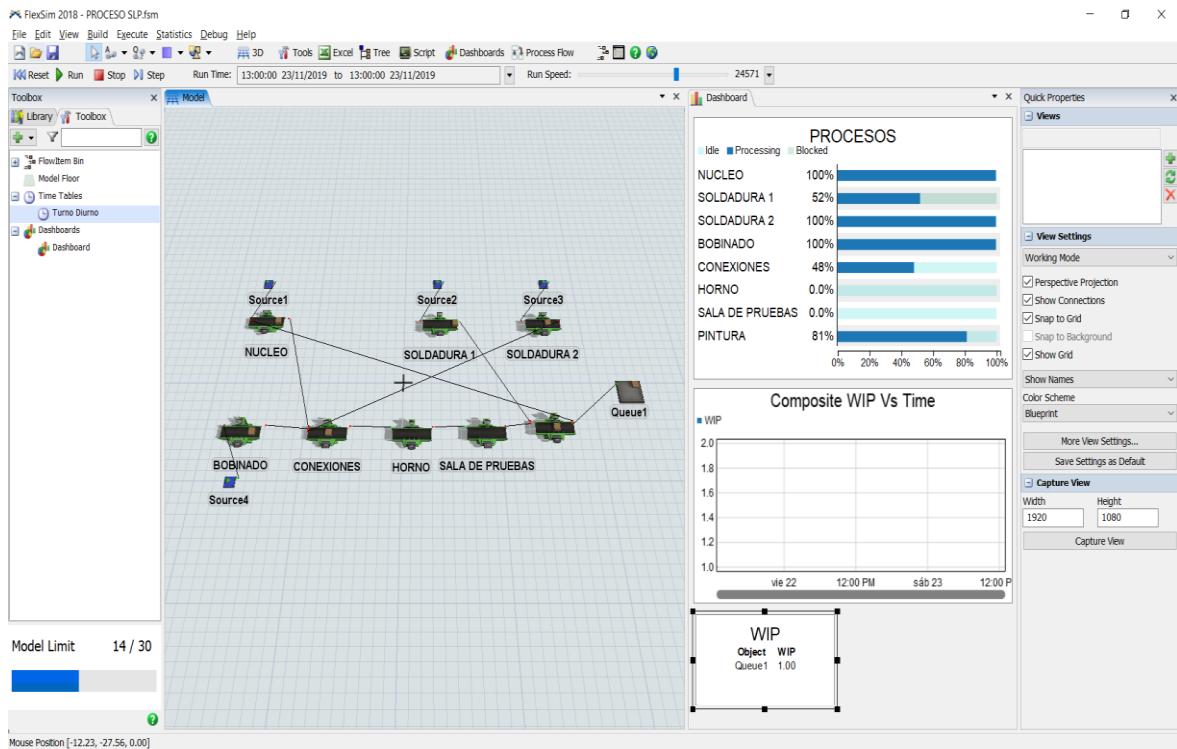


Figura 61. Resultado según SLP a una semana, FlexSim

## Resultado de un mes con los parámetros de la metodología SLP

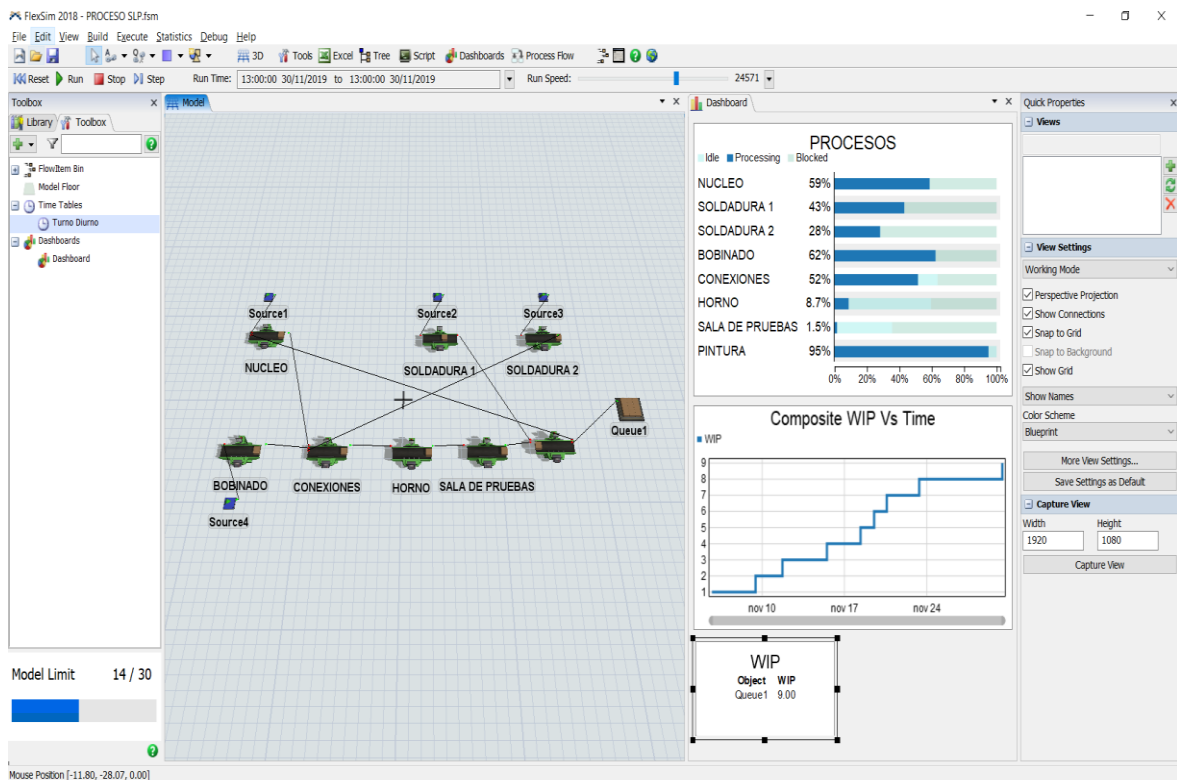
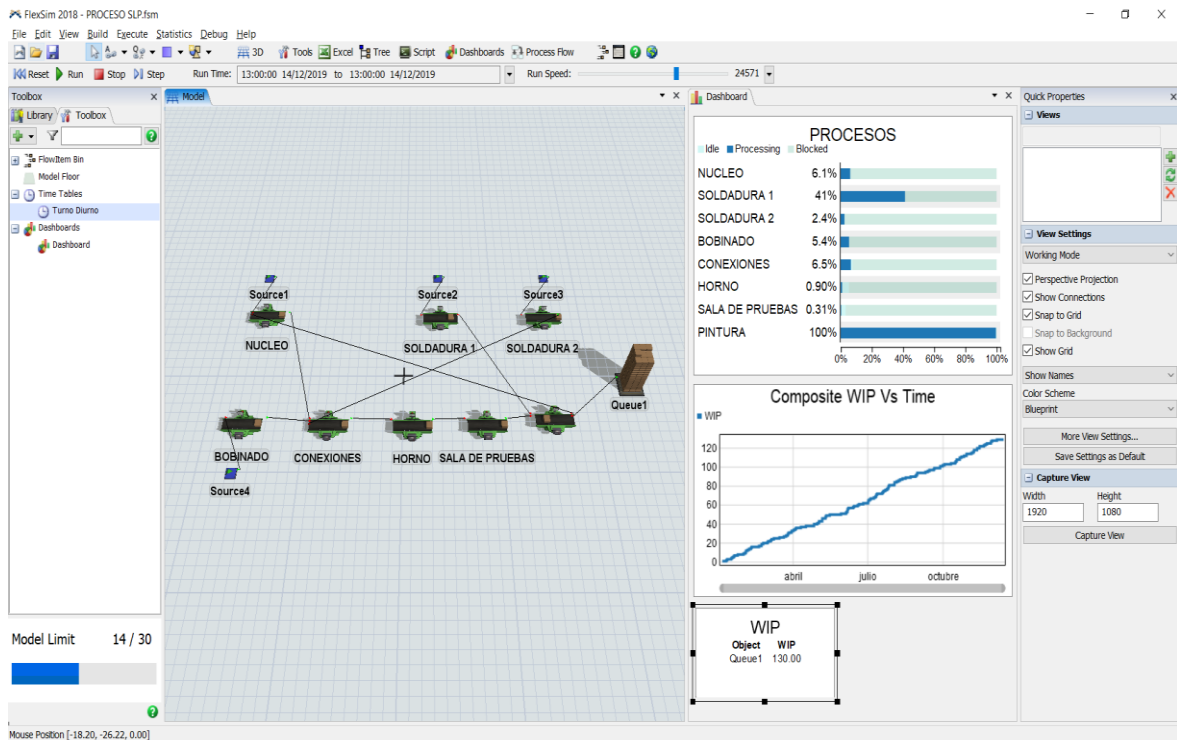


Figura 62. Resultado según SLP a un mes, FlexSim

## Resultado de un año con los parámetros de la metodología SLP



**Figura 63.** Resultado según SLP a un año FlexSim

Según los datos recolectados con los formatos del Diagrama de Análisis de Procesos y Toma de Tiempos por cada proceso, se ingresaron los resultados finales al software de simulación, donde para la cual se realizó una formación dentro del simulador, asemejándose lo más cercano posible y según el layout realizado después de los cambios de ubicación de las áreas de la empresa según la metodología SLP, los resultados fueron los siguientes:

**Tabla 22.** Resultados según SLP en el simulador FlexSim

Resultados de Producción	
Tiempo	Cantidad producida
1 Semana	1 TTA
1 Mes	9 TTA
1 Año	130 TTA

Fuente: Datos obtenidos del simulador FlexSim



## Resultado de una semana con los parámetros de la metodología CORELAP

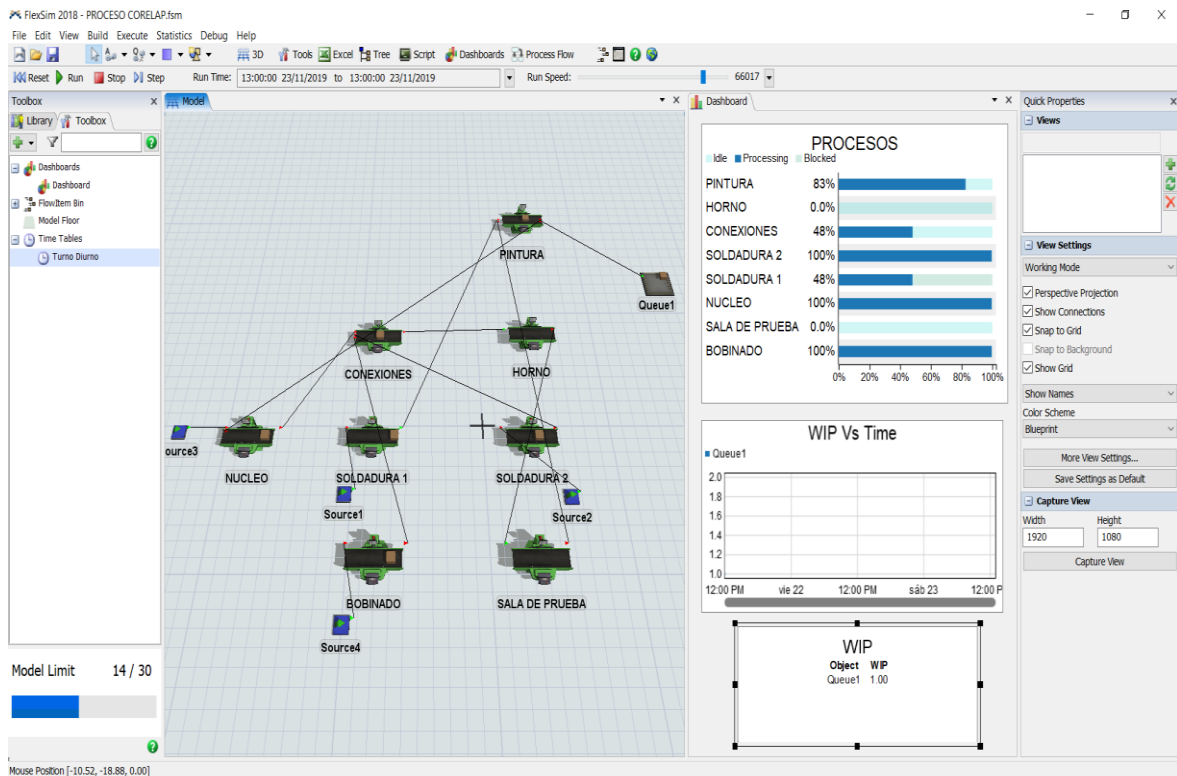


Figura 64. Resultado según CORELAP a una semana, FlexSim

## Resultado de un mes con los parámetros de la metodología CORELAP

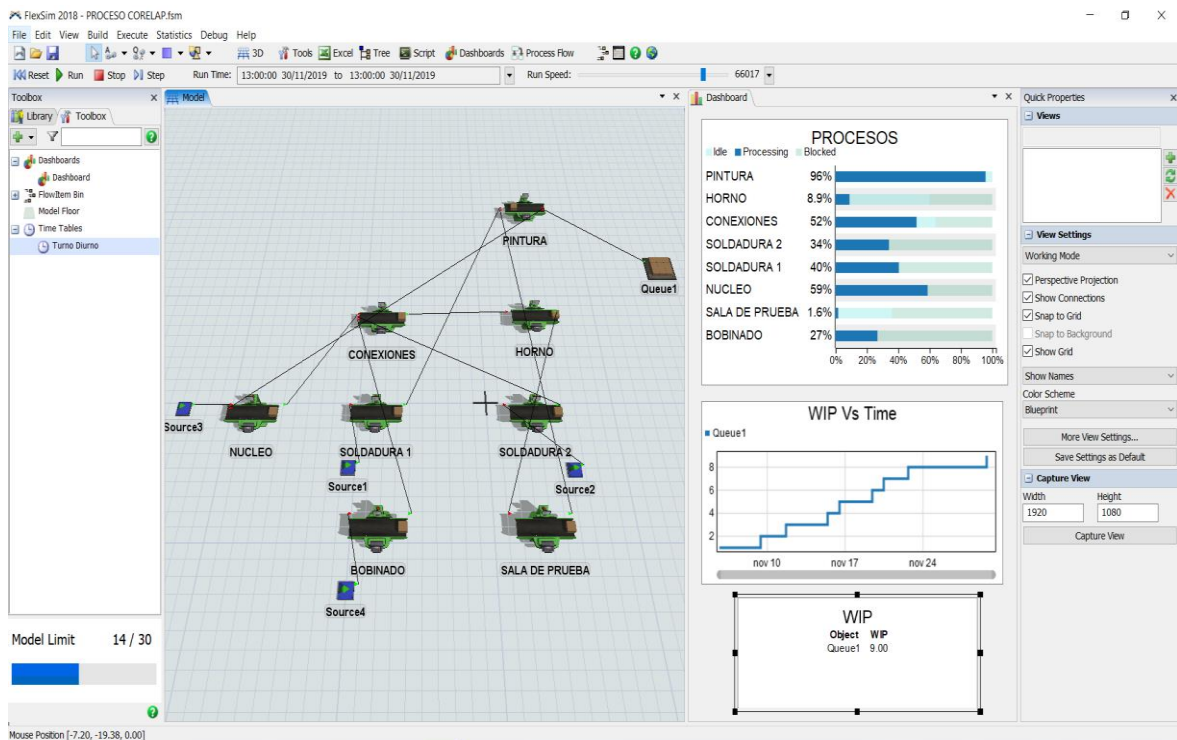
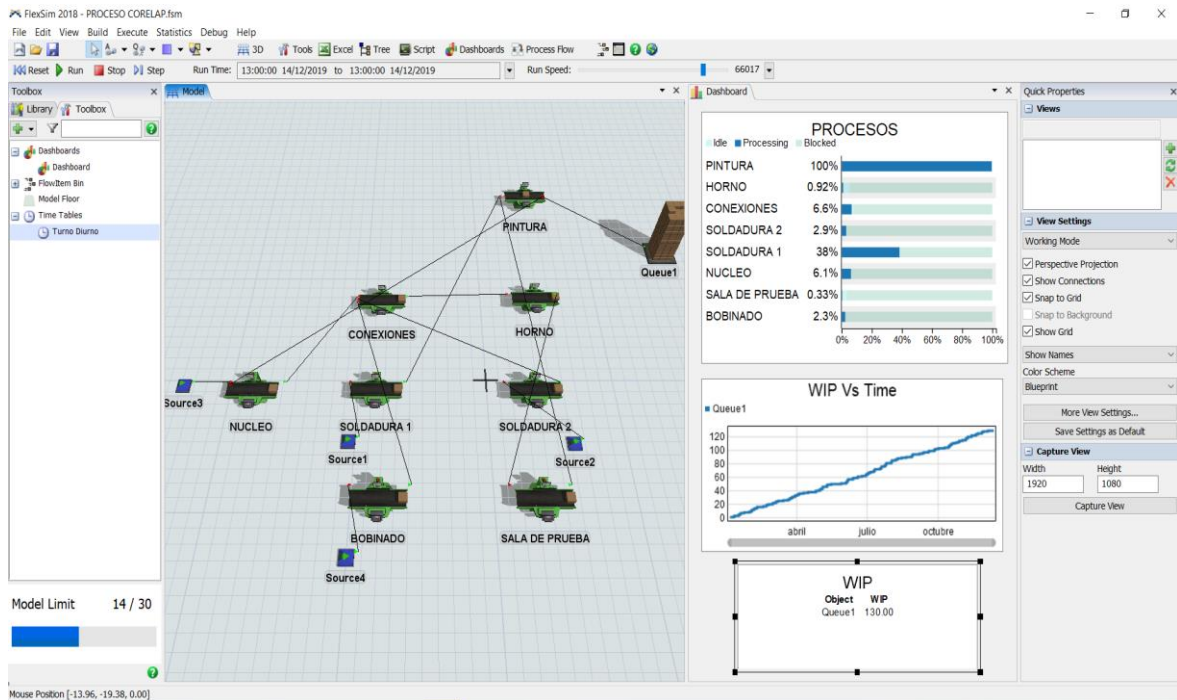


Figura 65. Resultado según CORELAP a un mes, FlexSim

## Resultado de un año con los parámetros de la metodología CORELAP



**Figura 66.** Resultado según CORELAP a un año, FlexSim

Según los datos recolectados con los formatos del Diagrama de Análisis de Procesos y Toma de Tiempos por cada proceso, se ingresaron los resultados finales al software de simulación, donde para la cual se realizó una formación dentro del simulador, asemejándose lo más cercano posible y según el layout realizado después de los cambios de ubicación de las áreas de la empresa según la metodología CORELAP, los resultados fueron los siguientes:

**Tabla 23.** Resultados según CORELAP en el simulador FlexSim

Resultados de Producción	
Tiempo	Cantidad producida
1 Semana	1 TTA
1 Mes	9 TTA
1 Año	130 TTA

Fuente: Datos obtenidos del simulador FlexSim

### 3.4 Análisis de Resultados

#### Análisis de Distribución de Planta

Las simulaciones que se realizaron con el proceso que llevaba la empresa en el momento de la recolección de datos, fueron la base principal para empezar con los respectivos desarrollos de cada una de las metodologías SLP y CORELAP que indicaron según sus resultados, cuáles fueron las mejores ubicaciones de las áreas o secciones intervinientes en el proceso, por ello una vez obtenido el dibujo CAD correspondiente, se dieron a trazar las conexiones entre área dependientes una de otra según muestra el flujograma, cómo se tenía el dato de las distancias y tiempos recolectados se procedió a calcular la velocidad para que sean multiplicadas con las nuevas distancias que se contaban según layout, donde los resultados fueron:

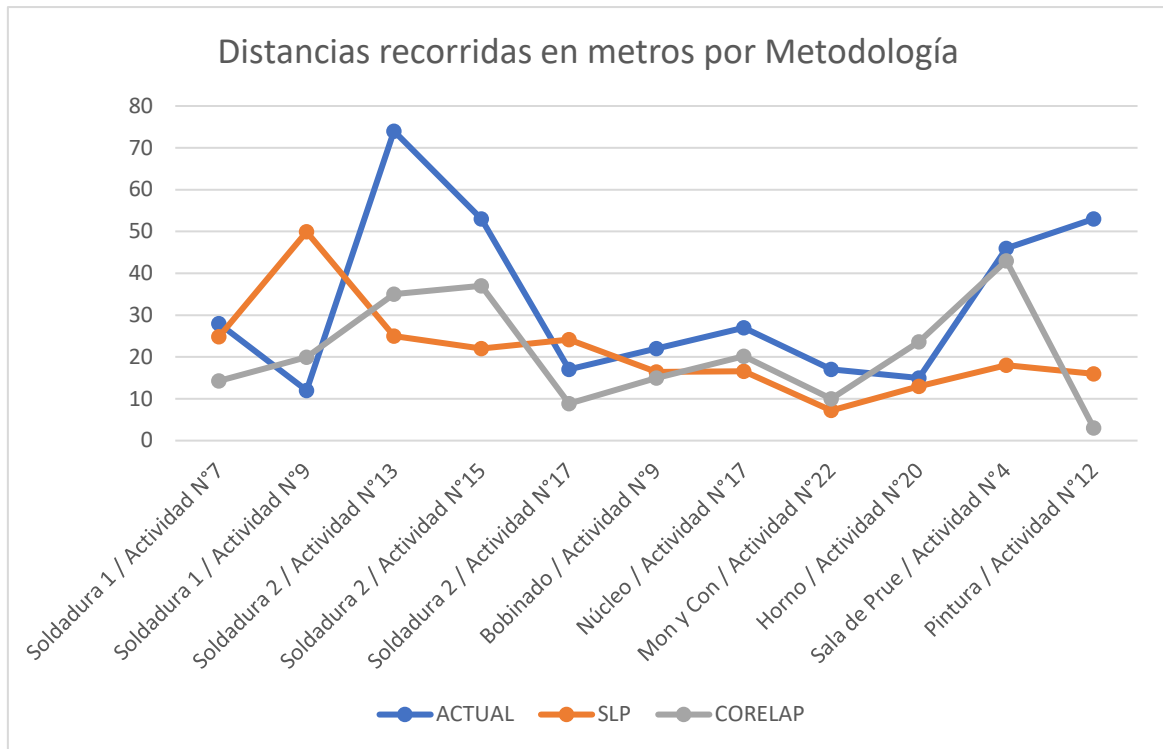
**Tabla 24.** Comparación de tiempos y distancias con las metodologías SLP y CORELAP

Cambios de Tiempos y Distancias									
Área	Actividad N°	ACTUAL			Velocidad=d/(t*60)	SLP		CORELAP	
		Tiempos (min)	Distancias (m)	Distancias (m)		Tiempos (min)	Distancias (m)	Tiempos (min)	
Soldadura 1	7	19	28	0.025	25	17	14	10	
Soldadura 1	9	11	12	0.018	50	47	20	19	
Soldadura 2	13	22	74	0.056	25	7	35	10	
Soldadura 2	15	22	53	0.040	22	9	37	15	
Soldadura 2	17	13	17	0.022	24	18	9	7	
Bobinado	9	12	22	0.031	16	9	15	8	
Núcleo	17	20	27	0.022	17	12	20	15	
Mon y Con	22	27	17	0.011	7	11	10	18	
Horno	20	14	15	0.0184	13	12	24	22	
Sala de Prue	4	20	46	0.038	18	8	43	19	
Pintura	12	23	53	0.038	16	7	3	1	
Total		203	364 (100%)		233 (64.01%)	158	230 (63.19)	144	

Fuente: Datos obtenidos del según layout de las metodologías

En la tabla se colocó como datos a los a las actividades que contenían un transporte específico en el formato de Diagrama de Análisis de Procesos, obtenido los datos se procedió a la dar la métrica por cada transporte realizado durante el proceso de producción por ello se llegaron a obtener los resultados de los tiempos mostrados en la tabla anterior, notándose una clara diferencia con la metodología CORELAP para el análisis de tiempos.

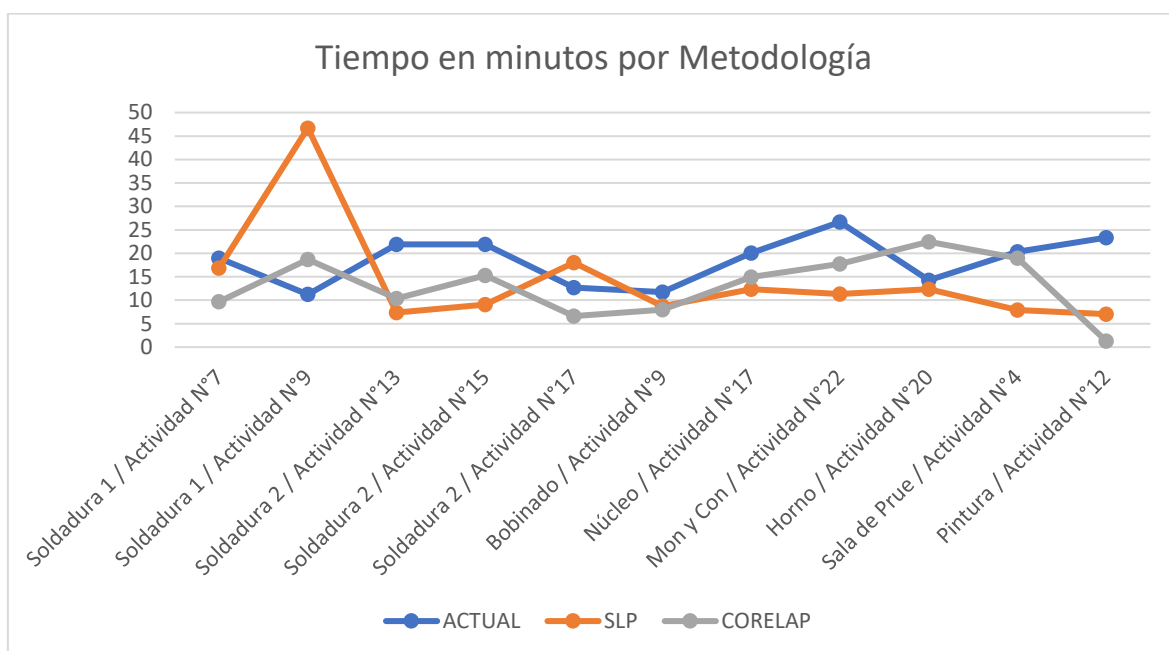
**Gráfica 1.** Variaciones de las distancias recorridas por cada Metodología



Fuente: Datos obtenidos del según layout de las metodologías

Según el gráfico N° 1, se comparó los resultados de las distancias recorridas por los datos recolectados en el tiempo establecido y la distribución en la que se encontró a la empresa, se tuvo a las líneas que se encuentran de color azul y con un resultado de 364 metros recorridos observándose su grafica en línea sobre las otras dos metodologías. En cuanto a la metodología SLP se tuvo un resultado de 233 metros recorridos, observándose su grafica en línea de color anaranjado entre los otros dos datos ingresados; la metodología CORELAP con un total de 230 metros recorridos en la nueva distribución del layout obtenido a través de su software, encontrados su grafico en línea de color plomo por debajo de los datos ingresados de las distancias actuales y con la metodología SLP.

**Gráfica 2. Variaciones de los tiempos por cada Metodología**



Fuente: Datos obtenidos de la tabla N° 24

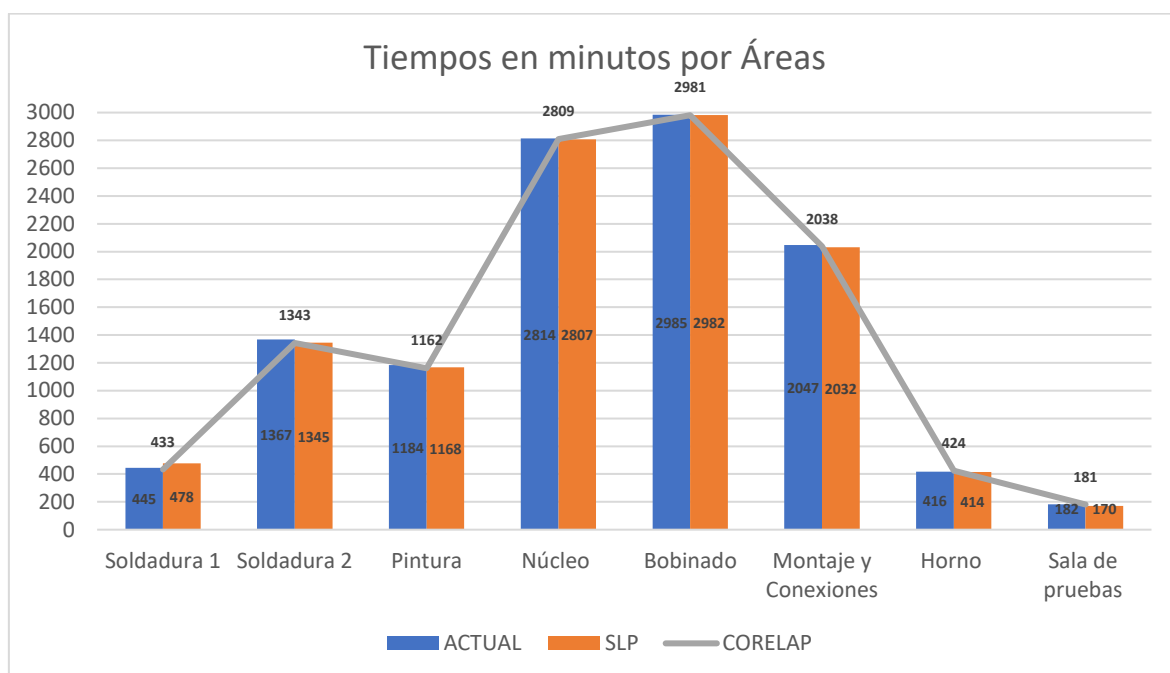
Según el gráfico N° 2 se muestra el tiempo en minutos invertido en el transporte, con los datos en el que se encontró en la empresa al momento de la recolección de datos con un total de 203 minutos, con la metodología SLP en su gráfica en línea de color anaranjado con 158 y el CORELAP en su gráfica en línea de color plomo con total de tiempo en minutos de 144, haciendo la notable diferencia la última metodología con los otros dos datos recolectados uno con la distribución de planta que contaba la empresa y el otro dato con la metodología SLP empleada.

**Tabla 25. Comparaciones del tiempo de realización por transformador Trifásico en Aceite**

Tiempos para realizar un Transformador Trifásico en Aceite en minutos			
Área / Sección	ACTUAL	SLP	CORELAP
Soldadura 1	445	478	433
Soldadura 2	1367	1345	1343
Pintura	1184	1168	1162
Núcleo	2814	2807	2809
Bobinado	2985	2982	2981
Montaje y Conexiones	2047	2032	2038
Horno	416	414	424
Sala de Pruebas	182	170	181
<b>Total</b>	<b>11440</b>	<b>11396</b>	<b>11371</b>

Fuente: Resultados del DAP

**Gráfica 3. Comparación de tiempos en cada una de las metodologías**



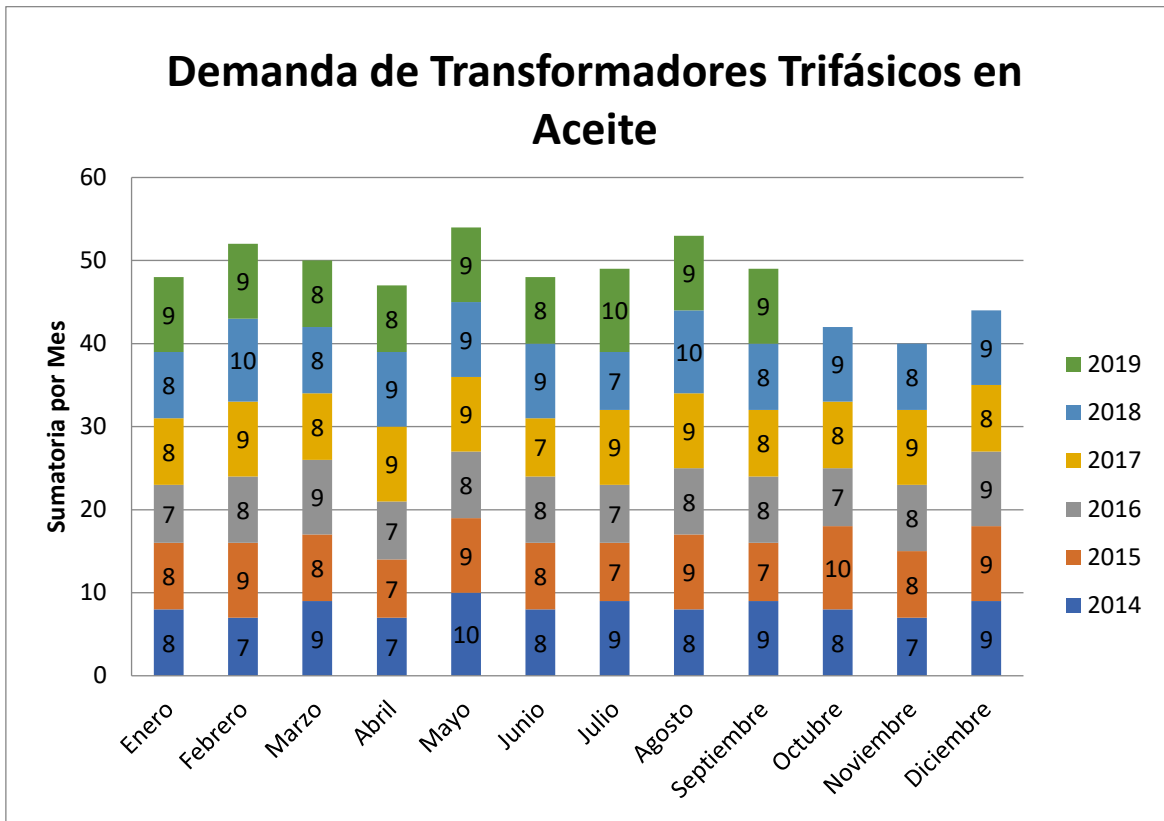
Fuente: Datos obtenido de la tabla N° 25

En la tabla mostrada fueron reemplazados los datos que se obtuvieron, con los nuevos resultados de los tiempos obtenidos al realizar los cambios de ubicaciones según las metodologías, se realizó la sumatoria correspondiente por cada área / sección del proceso, como se observa se obtuvo un total de 11440 minutos en el proceso actual para la creación de un transformador; con la metodología SLP se tuvo 11369 minutos para la creación de un transformador; con la metodología CORELAP se tuvo 11371 minutos para la creación de un transformador. Se dio a conocer la diferencia con el tiempo de transporte, actividades e inspecciones actuales de 44 minutos con la primera metodología y con la segunda de 69 minutos, se pudo determinar que con una hora y nueve minutos menos se puede empezar con la fabricación de otro transformador, llegando así a cumplir con el tiempo de entrega y disminuir los tiempos de espera dentro de la producción.

### **Análisis de Tiempos de Espera**

Se realizó el análisis de la demanda de los transformadores en los últimos 5 años atrás y el año 2019, donde para ello se recolectó los datos de los productos totales realizados por cada año, como muestra el gráfico en los 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 y con las cantidades en el mismo orden 99, 99, 94, 101, 104, 79, teniendo en ellas una varianza correlativa en incremento según han pasado los años.

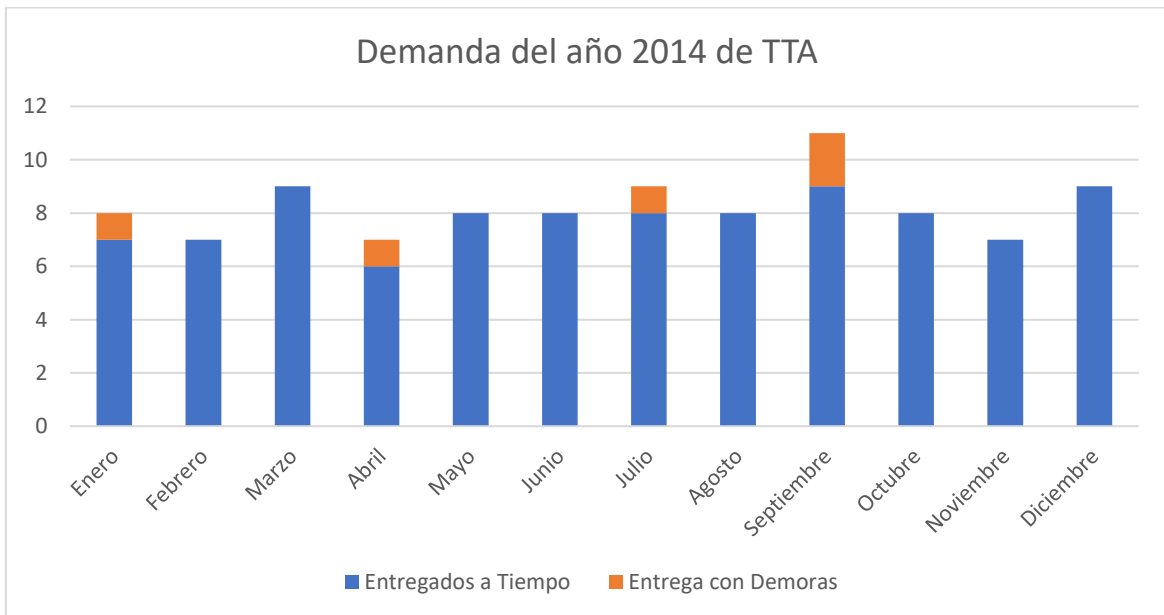
**Gráfica 4. Demanda de Transformadores Trifásicos en Aceite**



Fuente: Datos obtenidos de ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.

Representación gráfica de la demanda del año 2014, donde solo 94 transformadores se entregaron a tiempo y los 5 sobrantes con demora.

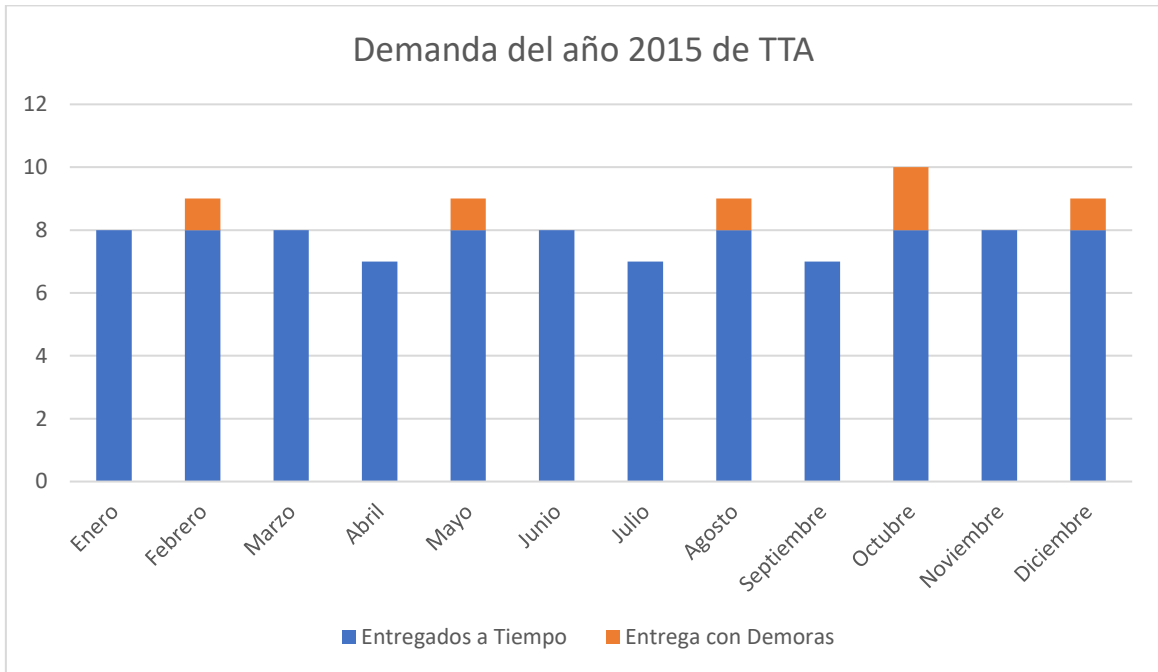
**Gráfica 5. Demanda del año 2014**



Fuente: Datos obtenidos de ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.

Representación gráfica de la demanda del año 2015, donde solo 93 transformadores se entregaron a tiempo y los 6 sobrantes con demora.

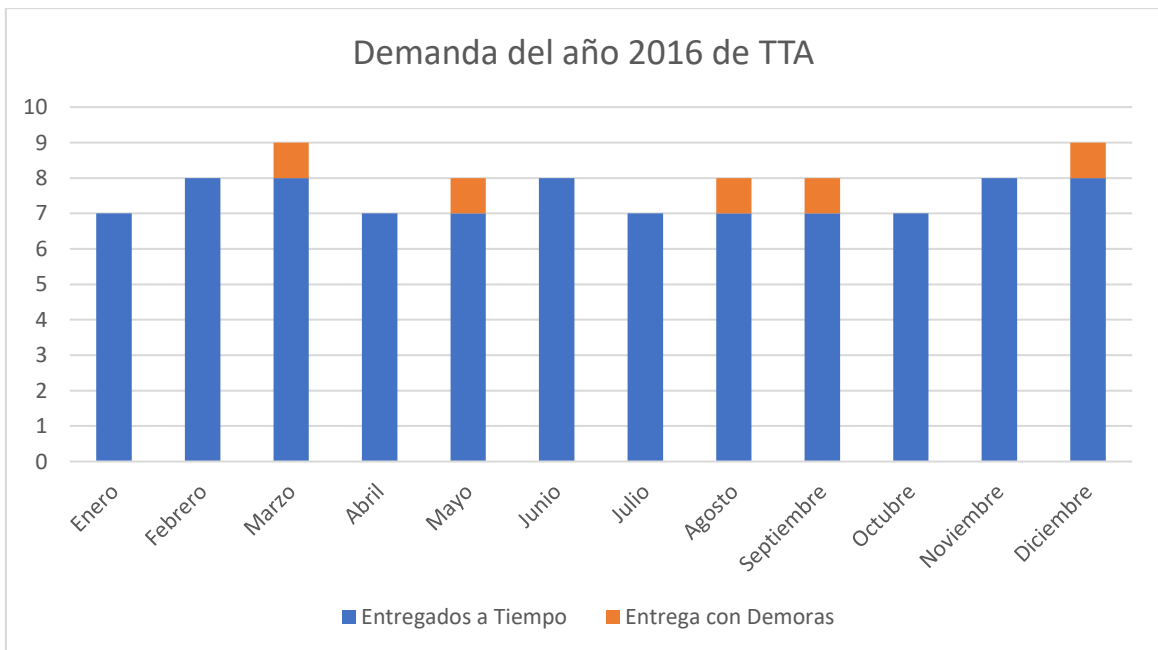
**Gráfica 6. Demanda del año 2015**



Fuente: Datos obtenidos de ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.

Representación gráfica de la demanda del año 2016, donde solo 89 transformadores se entregaron a tiempo y los 5 sobrantes con demora.

**Gráfica 7. Demanda del año 2016**

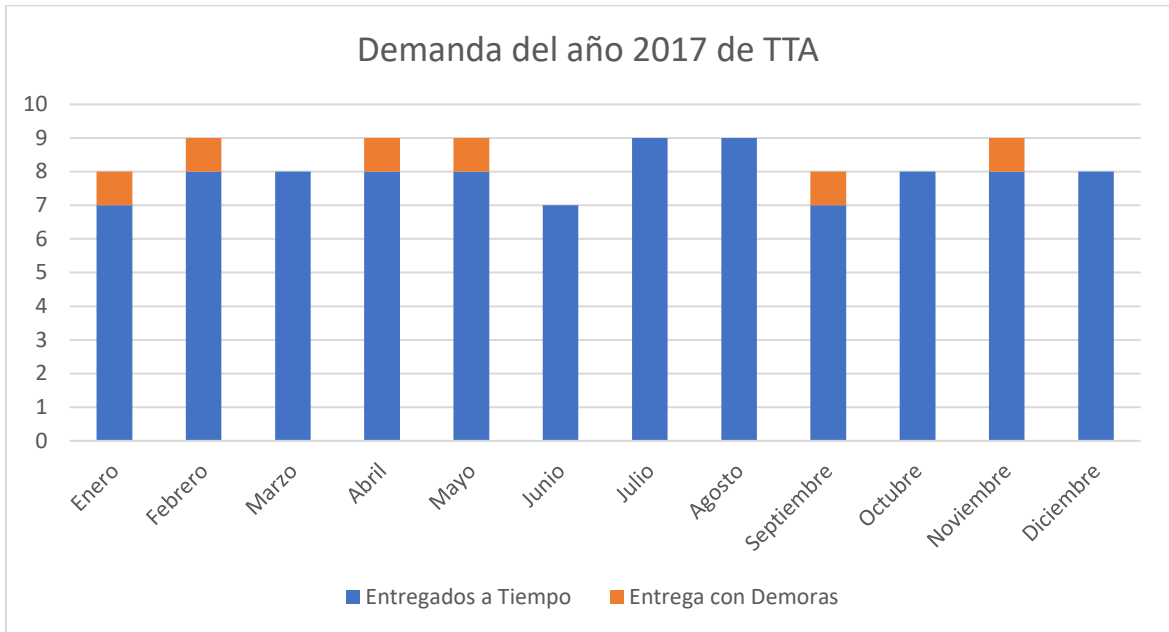


Fuente: Datos obtenidos de ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.



Representación gráfica de la demanda del año 2017, donde solo 95 transformadores se entregaron a tiempo y los 6 sobrantes con demora.

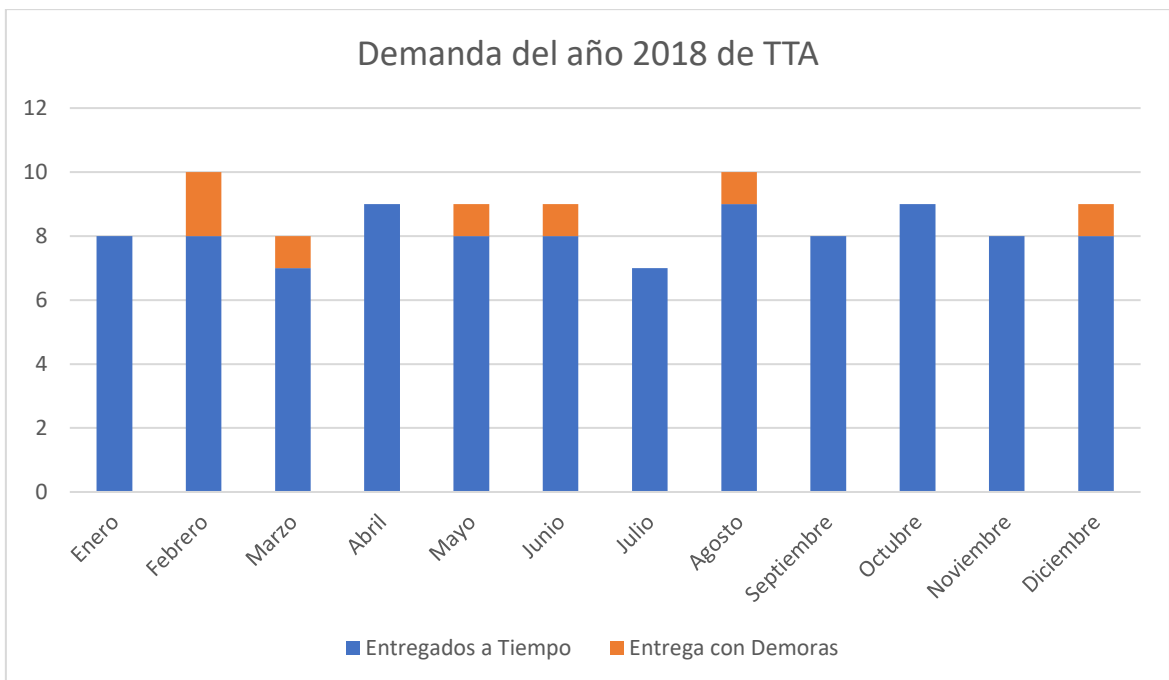
**Gráfica 8. Demanda del año 2017**



Fuente: Datos obtenidos de ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.

Representación gráfica de la demanda del año 2018, donde solo 97 transformadores se entregaron a tiempo y los 7 sobrantes con demora.

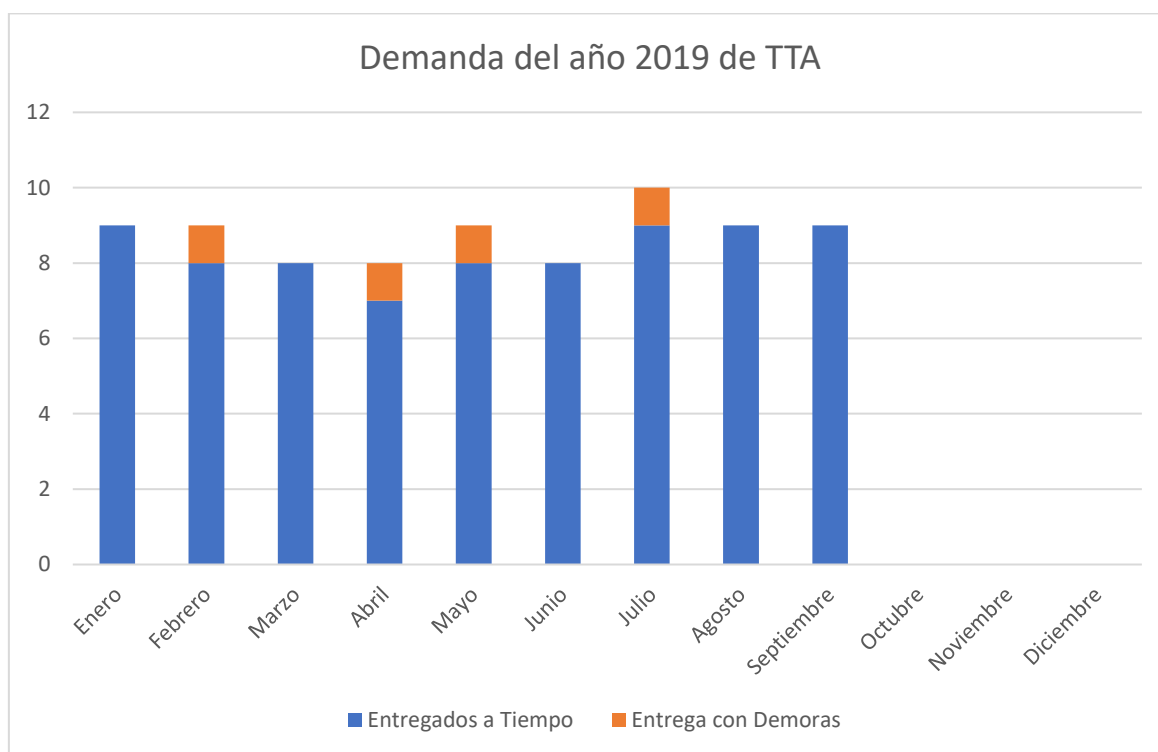
**Gráfica 9. Demanda del año 2018**



Fuente: Datos obtenidos de ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.

Representación gráfica de la demanda del año 2019 hasta el mes de Setiembre, donde solo 75 transformadores se entregaron a tiempo y los 4 sobrantes con demora.

**Gráfica 10. Demanda del año 2019**



Fuente: Datos obtenidos de ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.

En la tabla se observa la fecha y hora de termino de los transformadores trifásicos en aceite, el tiempo que trabajo que se colocó para obtener los resultados fueron del 1 de enero del 2019 hasta el 14 de diciembre del 2019, con un trabajo semanal de 48 horas.

**Tabla 26. Tiempos de término por cada Transformador Trifásico en Aceite**

Datos del Simulador FlexSim					
ACTUAL		SLP		CORELAP	
Fecha	Salida	Fecha	Salida	Fecha	Salida
4/01/2019 12:23	1	4/01/2019 12:42	1	4/01/2019 11:56	1
9/01/2019 10:41	2	9/01/2019 10:36	2	9/01/2019 09:41	2
10/01/2019 12:55	3	10/01/2019 12:40	3	10/01/2019 11:41	3
15/01/2019 11:58	4	15/01/2019 12:17	4	15/01/2019 10:20	4
16/01/2019 14:45	5	16/01/2019 14:55	5	16/01/2019 11:55	5
18/01/2019 08:54	6	18/01/2019 08:54	6	17/01/2019 16:35	6
19/01/2019 09:53	7	19/01/2019 09:45	7	18/01/2019 17:23	7
23/01/2019 09:07	8	23/01/2019 08:41	8	22/01/2019 16:13	8
30/01/2019 11:32	9	30/01/2019 10:24	9	29/01/2019 17:40	9
1/02/2019 11:40	10	1/02/2019 10:17	10	31/01/2019 17:27	10

Datos del Simulador FlexSim					
ACTUAL		SLP		CORELAP	
Fecha	Salida	Fecha	Salida	Fecha	Salida
2/02/2019 12:02	11	2/02/2019 10:31	11	1/02/2019 17:39	11
4/02/2019 08:49	12	2/02/2019 12:17	12	2/02/2019 09:39	12
4/02/2019 15:00	13	4/02/2019 12:24	13	4/02/2019 09:45	13
6/02/2019 12:19	14	6/02/2019 10:30	14	5/02/2019 17:30	14
8/02/2019 16:04	15	8/02/2019 12:59	15	8/02/2019 10:08	15
9/02/2019 11:31	16	9/02/2019 09:21	16	8/02/2019 16:14	16
18/02/2019 11:56	17	18/02/2019 09:01	17	16/02/2019 10:52	17
21/02/2019 12:14	18	21/02/2019 08:57	18	20/02/2019 15:25	18
21/02/2019 14:45	19	21/02/2019 10:27	19	20/02/2019 16:54	19
25/02/2019 10:31	20	23/02/2019 11:57	20	23/02/2019 08:33	20
1/03/2019 11:16	21	28/02/2019 16:57	21	28/02/2019 12:23	21
2/03/2019 08:29	22	1/03/2019 14:06	22	1/03/2019 09:30	22
5/03/2019 11:01	23	4/03/2019 16:24	23	4/03/2019 11:43	23
6/03/2019 09:57	24	5/03/2019 15:13	24	5/03/2019 10:30	24
8/03/2019 15:45	25	8/03/2019 09:58	25	7/03/2019 15:53	25
15/03/2019 14:58	26	15/03/2019 08:32	26	14/03/2019 14:12	26
21/03/2019 14:35	27	20/03/2019 17:20	27	20/03/2019 12:04	27
25/03/2019 11:29	28	23/03/2019 10:13	28	22/03/2019 15:35	28
25/03/2019 17:02	29	25/03/2019 09:42	29	23/03/2019 10:18	29
26/03/2019 12:45	30	25/03/2019 16:06	30	25/03/2019 10:40	30
27/03/2019 12:32	31	26/03/2019 15:45	31	26/03/2019 10:17	31
1/04/2019 09:23	32	29/03/2019 17:13	32	29/03/2019 11:36	32
1/04/2019 14:38	33	30/03/2019 11:40	33	29/03/2019 16:47	33
2/04/2019 12:50	34	1/04/2019 15:30	34	1/04/2019 09:50	34
4/04/2019 11:46	35	3/04/2019 14:12	35	3/04/2019 08:26	35
5/04/2019 16:04	36	4/04/2019 17:21	36	4/04/2019 11:31	36
11/04/2019 10:38	37	10/04/2019 11:25	37	9/04/2019 16:10	37
17/04/2019 12:56	38	16/04/2019 14:08	38	15/04/2019 17:40	38
27/04/2019 12:03	39	26/04/2019 11:13	39	25/04/2019 15:23	39
27/04/2019 12:06	40	26/04/2019 11:17	40	25/04/2019 15:27	40
1/05/2019 12:00	41	30/04/2019 10:52	41	29/04/2019 14:55	41
3/05/2019 11:15	42	2/05/2019 09:53	42	1/05/2019 12:51	42
3/05/2019 17:10	43	2/05/2019 15:43	43	2/05/2019 08:55	43
7/05/2019 14:34	44	6/05/2019 11:51	44	4/05/2019 10:56	44
7/05/2019 15:25	45	6/05/2019 12:41	45	4/05/2019 11:46	45
7/05/2019 15:51	46	6/05/2019 14:07	46	4/05/2019 12:12	46
13/05/2019 09:19	47	10/05/2019 12:07	47	9/05/2019 15:47	47
13/05/2019 12:56	48	10/05/2019 16:41	48	10/05/2019 09:34	48
14/05/2019 08:07	49	11/05/2019 10:49	49	10/05/2019 14:26	49
17/05/2019 09:17	50	15/05/2019 16:21	50	15/05/2019 09:05	50
30/05/2019 12:37	51	29/05/2019 08:40	51	28/05/2019 10:41	51
5/06/2019 17:14	52	4/06/2019 11:40	52	3/06/2019 14:28	52
6/06/2019 15:15	53	5/06/2019 09:36	53	4/06/2019 11:21	53
7/06/2019 14:13	54	6/06/2019 08:27	54	5/06/2019 10:10	54
7/06/2019 14:55	55	6/06/2019 09:09	55	5/06/2019 10:52	55

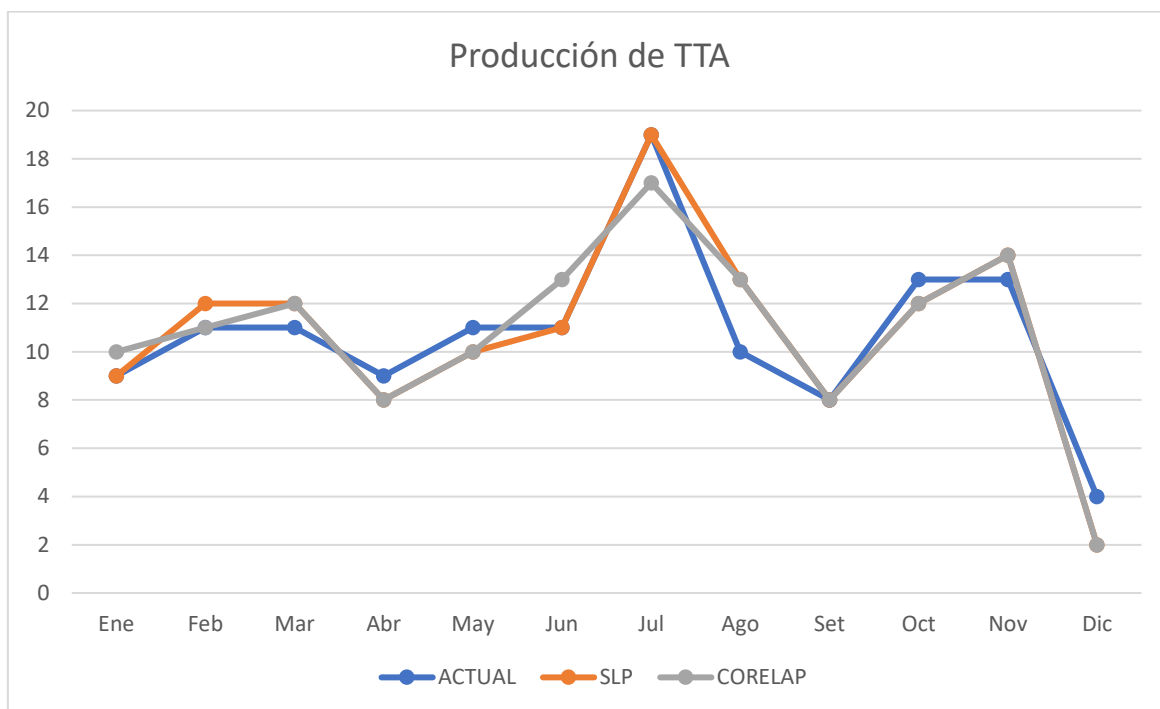
Datos del Simulador FlexSim					
ACTUAL		SLP		CORELAP	
Fecha	Salida	Fecha	Salida	Fecha	Salida
8/06/2019 11:15	56	6/06/2019 16:09	56	6/06/2019 08:05	56
10/06/2019 10:28	57	7/06/2019 10:34	57	6/06/2019 12:14	57
14/06/2019 15:11	58	13/06/2019 08:44	58	12/06/2019 10:12	58
17/06/2019 10:11	59	14/06/2019 09:37	59	13/06/2019 11:02	59
20/06/2019 14:35	60	18/06/2019 17:21	60	18/06/2019 08:52	60
21/06/2019 16:19	61	20/06/2019 09:11	61	19/06/2019 10:24	61
27/06/2019 09:55	62	25/06/2019 12:03	62	24/06/2019 14:05	62
3/07/2019 09:23	63	1/07/2019 10:59	63	29/06/2019 08:04	63
3/07/2019 14:33	64	1/07/2019 16:05	64	29/06/2019 12:09	64
3/07/2019 16:01	65	1/07/2019 17:32	65	1/07/2019 08:36	65
4/07/2019 17:42	66	3/07/2019 09:20	66	2/07/2019 10:05	66
6/07/2019 12:04	67	4/07/2019 14:16	67	3/07/2019 14:57	67
10/07/2019 10:01	68	8/07/2019 10:56	68	5/07/2019 17:31	68
12/07/2019 08:56	69	10/07/2019 09:37	69	9/07/2019 10:08	69
13/07/2019 09:33	70	11/07/2019 10:07	70	10/07/2019 10:34	70
13/07/2019 11:41	71	11/07/2019 12:13	71	10/07/2019 12:40	71
15/07/2019 16:10	72	12/07/2019 11:50	72	11/07/2019 12:14	72
22/07/2019 09:59	73	18/07/2019 15:47	73	17/07/2019 15:58	73
23/07/2019 11:57	74	19/07/2019 17:37	74	19/07/2019 08:00	74
23/07/2019 14:46	75	20/07/2019 09:40	75	19/07/2019 09:47	75
24/07/2019 11:16	76	22/07/2019 10:49	76	19/07/2019 16:54	76
26/07/2019 15:16	77	24/07/2019 14:32	77	23/07/2019 14:31	77
29/07/2019 09:24	78	25/07/2019 14:33	78	24/07/2019 14:29	78
29/07/2019 15:35	79	26/07/2019 09:54	79	25/07/2019 09:49	79
29/07/2019 15:43	80	26/07/2019 10:03	80	25/07/2019 09:57	80
30/07/2019 15:02	81	27/07/2019 09:15	81	26/07/2019 09:07	81
5/08/2019 15:55	82	2/08/2019 09:34	82	1/08/2019 09:14	82
6/08/2019 12:49	83	2/08/2019 17:07	83	1/08/2019 16:45	83
6/08/2019 14:04	84	2/08/2019 17:22	84	1/08/2019 17:00	84
7/08/2019 11:08	85	5/08/2019 09:20	85	2/08/2019 14:56	85
10/08/2019 08:54	86	7/08/2019 16:32	86	6/08/2019 16:00	86
13/08/2019 12:04	87	9/08/2019 15:43	87	8/08/2019 15:06	87
14/08/2019 15:05	88	12/08/2019 11:35	88	9/08/2019 16:55	88
19/08/2019 16:29	89	16/08/2019 08:47	89	14/08/2019 17:42	89
24/08/2019 12:16	90	22/08/2019 08:46	90	20/08/2019 17:28	90
30/08/2019 15:03	91	28/08/2019 09:58	91	27/08/2019 08:43	91
2/09/2019 11:57	92	29/08/2019 12:42	92	28/08/2019 11:24	92
2/09/2019 17:09	93	30/08/2019 08:06	93	28/08/2019 16:31	93
3/09/2019 12:07	94	30/08/2019 12:45	94	29/08/2019 11:24	94
11/09/2019 17:29	95	9/09/2019 11:16	95	6/09/2019 15:36	95
16/09/2019 09:53	96	12/09/2019 09:19	96	10/09/2019 17:16	96
18/09/2019 10:19	97	14/09/2019 09:31	97	12/09/2019 17:23	97
23/09/2019 16:29	98	19/09/2019 15:10	98	18/09/2019 12:06	98
24/09/2019 12:10	99	20/09/2019 10:47	99	19/09/2019 08:41	99
1/10/2019 12:00	100	27/09/2019 09:56	100	25/09/2019 17:21	100

<b>Datos del Simulador FlexSim</b>					
<b>ACTUAL</b>		<b>SLP</b>		<b>CORELAP</b>	
<b>Fecha</b>	<b>Salida</b>	<b>Fecha</b>	<b>Salida</b>	<b>Fecha</b>	<b>Salida</b>
1/10/2019 15:14	101	27/09/2019 12:09	101	26/09/2019 09:48	101
3/10/2019 11:15	102	30/09/2019 12:43	102	27/09/2019 16:17	102
7/10/2019 09:06	103	2/10/2019 16:17	103	1/10/2019 12:45	103
15/10/2019 09:19	104	10/10/2019 15:42	104	9/10/2019 11:52	104
18/10/2019 17:36	105	15/10/2019 17:31	105	14/10/2019 14:31	105
19/10/2019 10:39	106	16/10/2019 10:32	106	14/10/2019 17:17	106
21/10/2019 16:41	107	17/10/2019 11:40	107	16/10/2019 08:37	107
22/10/2019 10:10	108	17/10/2019 15:52	108	16/10/2019 11:47	108
24/10/2019 08:54	109	21/10/2019 08:23	109	18/10/2019 10:13	109
24/10/2019 09:16	110	21/10/2019 08:44	110	18/10/2019 10:35	110
26/10/2019 09:53	111	23/10/2019 09:06	111	21/10/2019 15:36	111
31/10/2019 08:49	112	26/10/2019 12:37	112	25/10/2019 09:13	112
1/11/2019 14:33	113	29/10/2019 12:10	113	28/10/2019 08:42	113
2/11/2019 09:04	114	29/10/2019 17:23	114	28/10/2019 12:53	114
7/11/2019 14:11	115	4/11/2019 11:15	115	1/11/2019 12:35	115
11/11/2019 09:11	116	6/11/2019 12:00	116	5/11/2019 08:14	116
12/11/2019 12:08	117	7/11/2019 15:47	117	6/11/2019 10:58	117
12/11/2019 12:12	118	7/11/2019 15:51	118	6/11/2019 11:02	118
14/11/2019 14:25	119	11/11/2019 10:48	119	8/11/2019 11:53	119
15/11/2019 08:25	120	11/11/2019 15:30	120	8/11/2019 16:34	120
19/11/2019 10:06	121	14/11/2019 12:06	121	13/11/2019 08:02	121
19/11/2019 12:24	122	14/11/2019 15:22	122	13/11/2019 10:18	122
23/11/2019 11:17	123	19/11/2019 17:33	123	18/11/2019 12:18	123
26/11/2019 10:00	124	21/11/2019 11:20	124	19/11/2019 16:47	124
28/11/2019 09:59	125	23/11/2019 11:05	125	21/11/2019 16:26	125
3/12/2019 08:50	126	28/11/2019 09:31	126	26/11/2019 14:43	126
3/12/2019 11:06	127	28/11/2019 11:45	127	26/11/2019 16:56	127
4/12/2019 16:42	128	29/11/2019 17:10	128	28/11/2019 11:32	128
10/12/2019 16:44	129	5/12/2019 16:39	129	4/12/2019 10:49	129
		12/12/2019 09:40	130	10/12/2019 14:21	130

Fuente: Datos obtenidos del simulador FlexSim

Todos los datos obtenidos en tabla N° 26, con respecto a las fechas de términos y la cantidad producida de transformadores trifásicos en aceite, son recolectado del simulador FlexSim 2018, de acuerdo a lo ingresado según los tiempos cambiantes según la metodología ACTUAL, SLP Y CORELAP, las evidencias se mostraron en el Anexo N° 62, 63 Y 64.

**Gráfica 11.** Cantidad de Transformadores realizados por mes según el simulador FlexSim



Fuente: Datos obtenidos de la tabla 26

En la gráfica N°11, se muestra la cantidad de transformadores realizados con el simulador del software FlexSim en la versión 2018 por mes enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto, setiembre, octubre, noviembre y diciembre, cuando se cumplen y respetan todos los tiempos datos según el formato DAP realizado en la recolección de datos del proceso, y cuáles fueron los resultados según las metodologías aplicadas al simulador, por ello se tuvo un resultado de 129 transformadores con los datos actuales respetando el orden de los meses, y con las metodologías SLP y CORELAP, representándose en la gráfica un total por cada mes mencionado y como según corresponde en la entrega final de los transformadores trifásicos en aceite se obtendría un total de 130 transformadores al año realizados y entregados durante el periodo. En el caso la empresa esta decida e empezar con el nuevo cambio, la inversión para ello es de S/. 107200.00, solo para el proceso de evaluación y adquisición del software de simulación.

Descripción	Costos(\$)	Costos(S/)	Cantidad	Total
Contratación de un experto en simulación		S/ 5,000.00	1	S/ 5,000.00
Capacitación y entrenamiento al personal		S/ 100.00	5	S/ 500.00
Adquisición del software FlexSim	\$ 30,000.00	S/ 101,700.00	1	S/ 101,700.00
Tipo de cambio	3.39		Total	S/ 107,200.00

En el caso la empresa EÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A., opte por considerar las distribuciones planteadas según las metodologías demostradas, donde cada una de ellas sustento un cambio positivo, sobre todo el CORELAP, ya que va a recorrer en menor tiempo las distancias, según los layout formado. Se presenta los resultados según el ingreso de las ventas por el costo del transformador trifásico en aceite.

**Gráfica 12.** Ingreso por Ventas, en comparación



Fuente: Datos obtenidos de ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.

Como se observa en el gráfico N° 12, los ingresos anuales entre los años 2014 hasta el 2018 han sido bajos teniendo un tope máximo de S/. 280,720.00, en comparación a los nuevos ingresos según las metodologías de distribución SLP y CORELAP, dado el caso las cantidades monetarias en comparación a los años anteriores ese encuentra en el intervalo de S/. 700,180.00 hasta los S/. 900,000.00 de diferencia e ingresos para una mejor economía.

## **IV. DISCUSIÓN**



### Primera Discusión:

De acuerdo con tabla N°24 , se evidencio respecto a las distancias recorridas de los nuevos layout generados a través de las metodologías SLP y CORELAP, con la ayuda del dibujo CAD se logró obtener cada una de las distancias, que intervienen en el proceso de transporte, por las áreas o secciones entre procesos para la creación del transformador trifásico en la creación en aceite, donde los resultados finales de recorrido en distancias con la unidad de metros; en los datos recolectados con la metodología SLP se obtuvo disminución de 35.99% con una distancia recorrida de 233 metros; la metodología CORELAP en 36.81% con una distancia recorrida de 230 metros en comparación con la que se encontró al momento de la recolección de datos la cual fue de 364 metros de recorrido, obteniendo la mejora con la última metodología mencionada. Santisteban (2018) en su tesis Redistribución del área de operaciones usando simulación para mejorar el servicio al cliente de Platinum Auto Spa S.R.L, 2017; que forma parte de la presente investigación y que concluye como principales resultados que con la propuesta e redistribución de las áreas se lograría un aumento del 42.86% en utilización de espacio, aumento de los ingresos en 35.37%, reducción del 69.63% en distancia de recorrido, y principalmente un aumento del 38.46% en el nivel del servicio de atención al cliente. Se concluyó, que la redistribución del área de operaciones usando simulación permitirá mejorar el servicio al cliente en la empresa Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

### Segunda Discusión:

De acuerdo con la tabla N°25 se logra evidenciar con la comparación de tiempos de los datos recolectados en según el Diagrama de Análisis de Procesos, al proceso ACTUAL, SLP y CORELAP, donde para llegar a los resultados se hizo la comparación de los tiempos obtenidos y distancias que intervinieron en cada una de las metodologías, por ello se logran los siguientes resultados en minutos 11440, 11396 y 11371, según el orden, notándose una diferencia de con la metodología SLP de 44 minutos y con el CORELAP una diferencia de 69 minutos por cada transformador realizado, siendo con el menor tiempo de fabricación la última metodología ya tiene el menor tiempo. Julca & Soto (2017) en su tesis Influencia de la mejora del diseño y distribución de planta en los costos de Producción, Catsol SRL, Cajamarca – 2017; que forma parte de la presente investigación y que concluye Se concluyó, en esta investigación determinaron las áreas de la planta y su distribución, los tiempos de producción, el ciclo, el desplazamiento y sus costos, y la iluminación, además, se hizo una

evaluación a la planta y sus colaboradores. Con la aplicación de la propuesta las distancias de desplazamiento reducirían en un 28%, equivalentes a 21,87m por lote unitario de producción de los tres productos, obteniendo un ahorro en costos de desplazamiento de S/.876, 32 nuevos soles anuales.

#### Tercera Discusión:

De acuerdo a los gráficos de demanda según los años 2014 hasta 2019, se puede observar que no se han estado cumpliendo con los tiempos de entrega pactados, por ello a la toma de tiempos realizados en la recolección de datos, se dio a conocer que en realidad la empresa respetando y cumpliendo los tiempos estimados puede llegar a realizar 129 transformadores al año, a comparación de su historial donde su máxima capacidad ha sido de 104 transformadores en el año 2018, dado el caso en las metodologías se puede evidenciar la realización de 130 transformadores, organizando su distribución de planta ya que puede disminuir tiempos y distancias; sobre todo en el factor costos por que cada uno esta con el precio promedio de compra en de \$25000.00 a \$30000.00 en el mercado nacional. Castillo (2016) en su tesis Propuesta de Redistribución de Planta para la reducción de Costos Operacionales y aumento en la tasa de cumplimiento de Órdenes de Entrega en una empresa metalúrgica; que forma parte de la presente investigación y que concluyó que mediante la redistribución de planta se puede obtener una reducción del tiempo en el proceso en un 18.14% simulando la distribución actual con la distribución propuesta.

## **V. CONCLUSIONES**

### Primera Conclusión

La aplicación del estudio del trabajo, disminuye la distancia del recorrido de trabajo, lo cual se puede evidenciar en la tabla N°24 donde se puede observar que se obtuvo disminución de 35.99% con una distancia recorrida de 233 metros; la metodología CORELAP en 36.81% con una distancia recorrida de 230 metros en comparación con la que se encontró al momento de la recolección de datos la cual fue de 364 metros de recorrido, por lo tanto se opta por la metodología CORELAP la cual proporciona una menor distancia recorrida.

### Segunda Conclusión:

La aplicación del estudio del trabajo, disminuye el tiempo de fabricación del transformador trifásico en aceite, lo cual se puede evidenciar en la N°25 donde se puede observar con la comparación de tiempos de los datos recolectados en según el Diagrama de Análisis de Procesos, el proceso ACTUAL es de 11440 minutos empleados, aplicando la metodologías SLP se reduce a 11396 minutos y CORELAP a 11371 minutos, notándose una diferencia de con la metodología SLP de 44 minutos y con el CORELAP una diferencia de 69 minutos por cada transformador realizado, siendo con el menor tiempo de fabricación la metodología CORELAP ya que tiene el menor tiempo.

### Tercera Conclusión

La aplicación del estudio del trabajo, aumenta el índice de fabricación de transformadores trifásicos en aceite durante los periodos anuales, como se puede evidenciar en los gráficos de demanda según los años 2014 hasta 2019, se puede observar que no se han estado cumpliendo con los tiempos de entrega pactados, por ello en la toma de tiempos realizados en la recolección de datos, se dio a conocer que en realidad la empresa respetando y cumpliendo los tiempos estimados puede llegar a realizar 129 transformadores al año, a comparación de su historial donde su máxima capacidad ha sido de 104 transformadores en el año 2018, mediante la aplicación de la metodología CORELAP se puede evidenciar la realización de 130 transformadores,; sobre todo en el factor costos por que cada uno esta con el precio promedio de compra en de \$25000.00 a \$30000.00 en el mercado nacional.

## **VI. RECOMENDACIONES**

#### Primera Recomendación:

Después de concluir la presenta tesis y de obtener resultados mediante la aplicación de metodologías de distribución para obtener la mejor propuesta se evidencia que una buena elección de distribución de planta mejora el flujo del proceso reduciendo distancias entre áreas y tiempos de recorridos durante el proceso de fabricación del transformador trifásico en aceite, es por ello, que se recomienda lo siguiente para la empresa y posteriores investigaciones.

#### Segunda Recomendación:

Se recomienda a la empresa ELÉCTRICA Optimización S.A., la aplicación de la propuesta obtenida para mejorar los tiempos de entrega y reducir las distancias recorridas durante la fabricación del transformador trifásico en aceite utilizando la propuesta de la metodología CORELAP lo que cual proporciona un menor tiempo de recorrido y distancias.

Para la implantación de nuevas máquinas o equipos de trabajo que ocupan un lugar en el área de trabajo, se recomienda seguir los mismos métodos para determinar la mejor distribución y antes de ponerlo en marcha simularlo en el software FlexSim para detallar si la propuesta es la correcta y así evitar gastos o pérdidas por una distribución inadecuada.

#### Tercera Recomendación

Se debe realizar capacitaciones para la utilización del software FlexSim, lo cual es de gran importancia ya que este software también proporciona pronósticos de producción y estimaciones, lo cual ayuda a la empresa a saber cuánto es la capacidad de fabricación durante los meses posteriores a la ejecución.

#### Cuarta Recomendación:

Para poder cumplir el pronóstico de producción que se estima en el simulador se debe contar con un flujo de producción continuo sin tener fallas producidas por un mantenimiento correctivo, por lo cual se recomienda gestionar y aplicar el mantenimiento preventivo que va ayudar a reducir las fallas durante el proceso de fabricación, a su vez cumplir con del mantenimiento autónomo lo cual lo realiza cada técnico operativo en su puesto de trabajo.

#### Quinta Recomendación:

Se recomienda informar a todos los trabajadores de los cambios y mejoras que se van obteniendo, lo cual genera un compromiso global de toda la empresa.

## **VII. REFERENCIAS**

- Al-Haro, L., Azzaro-Pantel, C., Pibouleau, L., & Domenech, S. (2002). Multiobjective Batch Plant Design: a two-stage Methodology. 1. Development of a Design-Oriented Discrete-Event Simulation Model. *Industrial & engineering chemistry research*, 41(23), 5727-5742
- Alvarez, A. (2008). *SPL: Una Forma Sencilla de Analizar la Distribución Física de su Fábrica*. *Ingeniería Industrial*, 29(2), 1-9.
- Andreev, O., & Koleva, N. (2014). Opportunities for Applying Customer Order Decoupling Point Approach in Bulgarian SMEs from Furniture Sector. In Conference Proceedings Chapters (pp. 139-153)
- Banks, J. (1998). Handbook of simulation. Wiley Interscience.
- Beléndez, A. (2008). The Unification of Light, Electricity and Magnetism: Maxwell's Electromagnetic Synthesis. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 30(2), 2601-1.
- Bernal, C. (2010) “Método de la investigación – administración económica, humanidades y ciencias sociales” (3º Edición) Colombia, Pearson Educación.
- Gómez, M. (2006) “Introducción a la metodología de la investigación científica. Córdova: Filipinas, Editorial Brujas.
- Bramsiepe, C., Krasberg, N., Fleischer, C., Hohmann, L., Kockmann, N., & Schembecker, G. (2014). Information Technologies for Innovative Process and Plant Design. *Chemie Ingenieur Technik*, 86(7), 966-981.
- Calderón, O. V. (2018). Diseño de la Distribución en Planta para la Línea de Producción en la Empresa Tejidos Marko's (Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador).
- Cárdenas, D. (2017). Propuesta de Distribución de Planta y de Ambiente de Trabajo para la Nueva Instalación de la Empresa MV Contrucciones LTDA de la Comuna de Llanquihue. (Tesis de pregrado, Universidad Austral de Chile, Puerto Montt, Chile).
- Carpio, L, A. (2016). Propuesta de Redistribución de Planta para una Empresa de Confección Textil (Tesis de pregrado, Universidad Católica San Pablo, Arequipa, Perú)



- Castillo, J. (2016). Propuesta de Redistribución de Planta para la Reducción de Costos Operacionales y Aumento en la tasa de Cumplimiento de Órdenes de Entrega en una Empresa Metalúrgica (Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia).
- Chávez, G. D. (2018). Modelo de Distribución de Planta y Eficiencia en la Producción de Calzados de la Empresa D'KAL, del Distrito de El Tambo, en el Periodo 2017. (Tesis de pregrado, Universidad Peruana de los Andes, Huancayo, Perú).
- Córdova, C., & Gonzalo, B. (2016). Estudio de la Distribución de Planta de la Empresa Auto Fast Reparaciones y su Incidencia en la Productividad (Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica Indoamérica, Ambato, Ecuador).
- Díaz, B., Jarufe, B., & Noriega, M. (2007). Disposición de planta. Lima: Universidad de Lima.
- Díaz, N. L. T., Soler, V. G., & Molina, A. I. P. (2017). *Metodología de Estudio de Tiempo y Movimiento: Introducción al GSD. 3c Empresa: Investigación y Pensamiento Crítico, (1)*, 39-49.
- Feitzinger, E., & Lee, L. (1997). Mass Customization at Hewlett-Packard: The Power of Postponement. *Harvard business review*, 75(1), 116-123.
- García, R. (2015). Estudio del Trabajo. McGraw-Hill.
- Gómez, J., Villasís-Keever, Á., & Novales, M. (2016). *El Protocolo de Investigación III: la Población de Estudio. Revista Alergia México*, 63(2), 201-206.
- Gosling, J., Hewlett, B., & Naim, M. M. (2017). Extending Customer Order Penetration Concepts to Engineering Designs. *International Journal of Operations & Production Management*, 37(4), 402-422.
- Gupta, S. Benjaafar, S (2004), Make-to-Order, Make-to-Stock, or Delay Product Differentiation? A Common Framework for Modeling and Analysis. *IIE Transactions*, 36(6), 529-546.

- Harrison, A., & Skipworth, H. (2008). Implications of Form Postponement to Manufacturing: a Cross case Comparison. *International Journal of Production Research*, 46(1), 173-195.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación (6ª ed.). México D. F.: McGraw Hill.
- Hovanec, M., Píla, J., Korba, P., & Pacaiová, H. (2015). Plant Simulation as an Instrument of Logistics and Transport of Materials in a Digital Factory/Simulacija Postrojenja kao Instrumenta logistike i Prijevoza Materijala u Digitalnoj Tvornici. *Nase More*, 62(3), 187-192.
- Jia, M., Yu, C., & Zhang, C. (2015). The Simulation and Optimization on The Certain Type Fuel Pump Assembly Line Balance based on flexsim. *Applied Mechanics and Materials*, 741(1), 850-855.
- Jia, Y., & Jiang, F. (2017). The Application of Simulation Technology in Distribution Center. *Applied Mechanics and Materials*, 865(1), 675-680.
- Julca, G. R., y Soto, L. F. (2017). Influencia de la Mejora del Diseño y Distribución de Planta en los Costos de Producción, Catsol SRL, (tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte, Cajamarca-Perú).
- Koopmans, T & Beckmann, M (1957). "Assignment problems and the location of economic activities". *Econometrica*, 25,(1) , 53-76.
- Leks, D., & Gwiazda, A. (2015). Application of flexsim for modelling and simulation of the production process. *Selected Engineering Problems*.
- López, I., & López, P. (2014). Uso Secuencial de Herramientas de Control de Calidad en Procesos Productivos: Una Aplicación en el Sector Agroalimentario. *Pecunia*, 1 (18), 73-95.
- Navarette, F. (2009). Planning, Estimating, and Control of Chemical Construction Projects. Peters, M.S., Timmerhaus, K.D., West

- Nguyen, M. (2009). Empirical Manufacturing Line Designs in Japanese Automobile Plants. *International Journal of Simulation Modelling (IJSIMM)*, 8(2), 69–80.
- Olhager, J. (2003). Strategic Positioning of The Order Penetration Point. *International Journal of Production Economics*, 85(3), 319-329.
- Ospina, J. P. (2016). Propuesta de Distribución de Planta, Para Aumentar la Productividad en una Empresa Metalmecánica en Ate-Lima, Perú. (Tesis de pregrado, Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, Perú)
- Panayotova T. & Andreev, O. (2012), *Defining Permissible Customer Penetration Zone in Managing Complex Projects, Management of Public and Business Administration Processes by Means of Collaboration and Knowledge, “e-Governance” Conference Proceedings*, ISSN 1313-8774, pp. 160-168.
- Pantoja, C., Orejuela, J. P., & Bravo, J. J. (2017). *Metodología de distribución de plantas en ambientes de agrupación celular*. *Estudios Gerenciales*, 33(143), 132-140.
- Pérez, A. (2016). Evaluación de la Distribución Espacial de Plantas Industriales Mediante un Índice de Desempeño. *RAE-Revista de Administração de Empresas*, 56(5), 533-546.
- Ramachandran, K., Whitman, B. Ramachandran, (2002), *Criteria for Determining the Push – Pull Boundary*. Wichita State University, Kansas, USA.
- Rodríguez, P., Mejía, P., Pantoja, C., Quevedo, P., y Grisales, A. (2016). Rediseño de Una Planta Productora de Lácteos Mediante la Utilización de las Metodologías SLP, CRAFT y QAP. *Scientia et Technica*, 21(4), 318-327
- Ruiz, M. (2015). Diseño de la distribución en planta (Layout) para un garaje de nueva construcción en la ENM (Tesis de pregrado, Universidad de Vigo, Pontevedra, España)
- Saeed, M., Loya, S., & Loya, A. (2016). A Review on Strategic Positioning of Bottleneck Around The Customer Order Decoupling Point and Issues on Production Planning in Supply chain. *Journal for Manufacturing Science and Production*, 16(4), 243-254.

- Sáenz, K. (2012). Metodología para Investigaciones de Alto Impacto en las Ciencias Sociales. Madrid: Editorial Dykinson.
- Sáez, A., & García, P. (2016). Protocolo: Evaluación de los Riesgos del Flujo de Material en el Diseño de Instalaciones. *Working Papers on Operations Management*, 7(2), 43-63.
- Salazar, F., Vargas, C., Añasco, E., Orejuela, P. (2013). Propuesta de una Distribución en Planta Bietapa en Ambientes de Manufactura Flexible. *Revista EIA*, 14(1), 161– 175.
- Salvendy, G. (2008). Manual de Ingeniería Industrial. México D.F.: Limusa.
- Santisteban, A. (2018). Redistribución del Área de Operaciones Usando Simulación Para Mejorar el Servicio al Cliente de Platinum Auto Spa SRL, 2017 (Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, Perú).
- Shannon, R.E., 1998. Introduction to The art and Science of Simulation, In: D.J. Medeiros, E.F. Watson, J.S. Carson & M.S. Manivannan (eds), *Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference, Piscataway, NJ, IEEE*, 1(1), 7-14.
- Siderska, J. (2016). Application of Tecnomatix Plant Simulation For Modeling Production and Logistics Processes. *Business, Management and Education*, 14(1), 64-73.
- Sievers, S., Seifert, T., Franzen, M., Schembecker, G., & Bramsiepe, C. (2017). Lead Time Estimation for Modular Production Plants. *Chemical Engineering Research & Design: Transactions of the Institution of Chemical Engineers Part A*, 128(1), 96–106.
- Simonassi, L. E. (2009). Capacitación Laboral: Análisis con el Diagrama Causa-Efecto. *Temas de Administración*, 7(1), 18-22.
- Simón-Marmolejo, I., Santana-Robles, F., Granillo-Macías, R., & Piedra-Mayorga, V. M. (2013). La simulación con FlexSim, una fuente alternativa para la toma de decisiones en las operaciones de un sistema híbrido. *Científica*, 17(1), 39-49.

- Sly, P. (1996). A Systematic Approach to factory Layout and Design With FactoryPlan, FactoryOpt, and FactoryFlow. *Proceedings of the 1993 Winter Simulation Conference, 1(1)*, 584-587.
- Sutcu, A., Tanritanir, E., Durmusoglu, B., & Koruca, H. I. (2011). An Integrated Methodology For Layout Design and Work Organisation in a Furniture manufacturing plant. *South African Journal of Industrial Engineering, 22(1)*, 183-198.
- Taborda, O. y Tocancipa, F. (2017). Desarrollo de un Sistema de Programación de Producción de Pastas Alimenticias Soportado por un Modelo de Simulación (Tesis de Postgrado, Pontificia Universidad Javeriana, Santiago de Cali, Colombia).
- Tarazona, G., Rodríguez, L., y Ocha, J (2014) "Optimization Models in Layout," *Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), 9(1)*, 1-6.
- Tam, J. Vera, G., y Olivros, R.(2008) . Tipos, Métodos y Estrategias de Investigación. *Pensamiento y Acción 5(1)*.145-154.
- Van Hoek, I., (2001). The Rediscovery of Postponement. A Literature Review and Directions for Research. *J. Oper. Manage, 19(1)*, 161–184.
- Wang, Guoxin; Yan, Yan; Zhang, Xiang; Ning, Ruxinand Wu, Zhijun (2008). “Integrating simulation optimization with VR for facility layout evaluation”, International Conference on Information Management and Industrial Engineering. Taipei (19-21 December).
- Wang, Y. R., & Chen, A. N. (2016). Production logistics simulation and optimization of industrial enterprise based on Flexsim. *International Journal of Simulation Modelling, 15(4)*, 732-741.
- Wikner, J., & Rudberg, M. (2005). Integrating production and engineering perspectives on the customer order decoupling point. *International Journal of Operations & ProductionManagement, 25(7)*, 623-641.
- Yanes, M., & Gaitan, G. (2005). Herramientas para la Gestión Energética Empresarial. *Scientia et technica, 3(29)*, 169-174.

Zhang, Z., Wang, X., Wang, X., Cui, F., & Cheng, H. (2019). A Simulation-Based Approach for Plant layout Design and Production Planning. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 10(3), 1217-1230.

## **ANEXOS**

*Anexo 1 Matriz de Consistencia*

Propuesta de distribución de planta para reducir los tiempos de espera en una empresa de transformadores trifásicos en aceite							
Preguntas de investigación	Objetivos	Hipótesis	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de los indicadores	Técnica
<b>General</b>	<b>General</b>	<b>Principal</b>	Según Diaz, Jarufe y Noriega (2007): El análisis de las relaciones entre las actividades es un paso previo a la propuesta de distribución general. Este análisis permitirá desarrollar la propuesta de distribución, tomando en cuenta la importancia relativa de la cercanía entre distintas áreas, no solo productiva si no también administrativas y de servicios, por donde no existe flujo de materiales (p. 303	Método Guerchet	Superficie Total	Razón	Observación
¿En qué medida se propondrá la mejor distribución de planta que reducirá los tiempos de espera en una empresa de transformadores trifásicos en aceite?	Determinar en qué medida se propondrá la mejor distribución de planta que reducirá los tiempos de espera en una empresa de transformadores trifásicos en aceite.	La adecuada propuesta de distribución de planta reducirá los tiempos de espera en una empresa de transformadores trifásicos en aceite.					
<b>Específicas</b>	<b>Específicos</b>	<b>Secundarias</b>	Para reducir los tiempos de espera se debe pronosticar los posibles hechos que pueden afectar, ya sea por una mala planificación de producción y hasta una mala distribución las áreas, lo cual genera retrasos en la productividad y esto lleva a que se alarguen los tiempos de espera	Systematic Layout Planning SLP Planificación Sistemática del Diseño	Recorrido Establecido por Área de Trabajo	Razón	Observación
¿En qué medida las metodologías de distribución de planta reducirá los tiempos de espera en una empresa de transformadores trifásicos en aceite?	Explicar cómo las metodologías de distribución de planta reducirá los tiempos de espera en una empresa de transformadores trifásicos en aceite.	La utilización de metodologías de distribución de planta reducirá los tiempos de espera en una empresa de transformadores trifásicos en aceite.					
¿En qué medida la distribución de planta reducirá los tiempos de espera en una empresa de transformadores trifásicos en aceite?	Describir como la distribución de plantas reducirá los tiempos de espera en la fabricación de los transformadores trifásicos en aceite.	La distribución de planta reducirá los tiempos de espera en una empresa de transformadores trifásicos en aceite.	Para reducir los tiempos de espera se debe pronosticar los posibles hechos que pueden afectar, ya sea por una mala planificación de producción y hasta una mala distribución las áreas, lo cual genera retrasos en la productividad y esto lleva a que se alarguen los tiempos de espera	Tiempo de Trabajo	Tiempo Estándar	Razón	Observación
				Tiempo de Procesamiento	Diagrama de Análisis de Operaciones	Razón	Observación

**Tabla 27** Matriz de Consistencia



## Anexo 2 Validación del Instrumento Mediante el Juicio de Expertos



### CARTA DE PRESENTACIÓN

Dra. Ing. Luz Graciela Sánchez Ramírez

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, nosotros José Miguel de Santa María Auris Goicochea y Mayra Stephany Solano Castro, siendo estudiantes del programa de formación de pre grado de Ingeniería Industrial en la sede Lima Este, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optaremos el grado de Título.

El título de mi tesis es: "**Propuesta de Distribución de Planta para Reducir los Tiempos de Espera en una empresa de transformadores trifásicos en aceite**", y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

Auris Goicochea José Miguel de Santa María Solano Castro Mayra Stephany  
D.N.I: 7639275

D.N.I: 74690279

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:  
"Propuesta de Distribución de Planta para Reducir los Tiempos de Espera en una empresa de trasformadores trifásicos en aceite"**

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: Distribución de Planta</b>  <b>DIMENSIÓN 1: Método Guerchet</b> $St = n (Ss + Sg + Se)$  St = Superficies Total n = Número de elementos móviles o estáticos de un tipo Ss = Superficie Estática Sg = Superficie de Gravitación Se = Superficie de Evolución	✓		✓		✓		
2	<b>DIMENSIÓN 2: Systematic Layout Planning – SLP – Planificación Sistemática del Diseño</b>  $\sum$ Recordito Establecido x Área <b>Código de Razones</b>  1= Por control 2= Por higiene 3= Por proceso 4= Por conveniencia 5= Por seguridad  <b>Tabla de Proximidad y líneas</b>  A= Absolutamente importante --> 4 líneas E= Específicamente Importante --> 3 líneas I= Importante -----> 2 línea O= Ordinaria -----> 1 línea U= Sin importancia -----> Sin línea X= Indeseable -----> 1 línea cursiva XX= Muy indeseable -----> 2 líneas cursivas	✓		✓		✓		

VARIABLE DEPENDIENTE : Tiempo de Espera							
1	<b>DIMENSION 1: Tiempo de Trabajo</b>	SI	No	SI	No	SI	No
	<b>Tiempo Estándar</b>  $T.S. = T.N. \times (1 + S)$  TS = Tiempo Estándar TN = Tiempo Normal S= Suplemento	✓		✓		✓	
2	<b>DIMENSION 2 : Tiempo de Procesamiento</b>	SI	No	SI	No	SI	No
	$\sum$ Tiempo Trabajado $\sum$ Distancias Recorridas  Diagrama de Análisis de Operaciones D.A.P.  - Operación - Transporte - Demora - Inspección - Almacenaje - Tiempos - Distancias	✓		✓		✓	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SE HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad:    **Aplicable [X]**    **Aplicable después de corregir [ ]**    **No aplicable [ ]**

Apellidos y nombres del juez validador: Dra. Ing. Luz Graciela Sánchez Ramírez    DNI. 38771174  
 Especialidad del validador: GESTION DE OPERACIONES Y PRODUCTIVIDAD

Lima 04 de Octubre del 2019

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

  
 \_\_\_\_\_  
 Firma del Experto Informante.

### Anexo 3 Validación del Instrumento Mediante el Juicio de Expertos



#### CARTA DE PRESENTACIÓN

Mg. Ing. Romel Dario Bazan Robles

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, nosotros José Miguel de Santa María Auris Goicochea y Mayra Stephany Solano Castro, siendo estudiantes del programa de formación de pre grado de Ingeniería Industrial en la sede Lima Este, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optaremos el grado de Título.

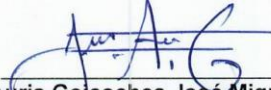
El título de mi tesis es: "**Propuesta de Distribución de Planta para Reducir los Tiempos de Espera en una empresa de transformadores trifásicos en aceite**", y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

  
Auris Goicochea José Miguel de Santa María  
D.N.I: 7639275



Solano Castro Mayra Stephany  
D.N.I: 74690279

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:**

**“Propuesta de Distribución de Planta para Reducir los Tiempos de Espera en una empresa de trasformadores trifásicos en aceite”**

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: Distribución de Planta</b>							
1	<b>DIMENSIÓN 1: Método Guerchet</b>							
	<p><b>St = n (Ss + Sg + Se)</b></p> <p>St = Superficies Total  n = Número de elementos móviles o estáticos de un tipo  Ss = Superficie Estática  Sg = Superficie de Gravitación  Se = Superficie de Evolución</p>	✓		✓		✓		
2	<b>DIMENSIÓN 2: Systematic Layout Planning – SLP – Planificación Sistemática del Diseño</b>							
	<p><math>\sum</math> Recorrido Establecido x Área</p> <p><b>Código de Razones</b></p> <p>1= Por control  2= Por higiene  3= Por proceso  4= Por conveniencia  5= Por seguridad</p> <p><b>Tabla de Proximidad y líneas</b></p> <p>A= Absolutamente importante ---&gt; 4 líneas  E= Específicamente Importante --&gt; 3 líneas  I= Importante -----&gt; 2 línea  O= Ordinaria -----&gt; 1 línea  U= Sin importancia -----&gt; Sin línea  X= Indeseable -----&gt; 1 línea cursiva  XX= Muy indeseable -----&gt; 2 líneas cursivas</p>	✓		✓		✓		

VARIABLE DEPENDIENTE: Tiempo de Espera							
1	<b>DIMENSIÓN 1: Tiempo de Trabajo</b>	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>Tiempo Estándar</b> $T.S. = T.N. \times (1 + S)$ TS = Tiempo Estándar TN = Tiempo Normal S= Suplemento	✓		✓		✓	
2	<b>DIMENSIÓN 2: Tiempo de Procesamiento</b>	Si	No	Si	No	Si	No
	$\sum$ Tiempo Trabajado $\sum$ Distancias Recorridas Diagrama de Análisis de Operaciones D.A.P. - Operación - Transporte - Demora - Inspección - Almacenaje - Tiempos - Distancias	✓		✓		✓	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable     Aplicable después de corregir [ ]    No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador: Mg. Ing. Romel Dario Bazan Robles    DNI: 41091024  
 Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo  
**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Lima, 09 de Octubre del 2019  
  
 Firma del Experto Informante.

## Anexo 4 Validación del Instrumento Mediante el Juicio de Expertos



### CARTA DE PRESENTACIÓN

Dr. Ing. Javier Francisco Panta Salazar

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, nosotros José Miguel de Santa María Auris Goicochea y Mayra Stephany Solano Castro, siendo estudiantes del programa de formación de pre grado de Ingeniería Industrial en la sede Lima Este, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optaremos el grado de Título.

El título de mi tesis es: "**Propuesta de Distribución de Planta para Reducir los Tiempos de Espera en una empresa de transformadores trifásicos en aceite**", y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Auris Goicochea José Miguel de Santa María Solano Castro Mayra Stephany  
D.N.I: 7639275



D.N.I: 74690279

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:

“Propuesta de Distribución de Planta para Reducir los Tiempos de Espera en una empresa de transformadores trifásicos en aceite”

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: Distribución de Planta</b>							
1	<b>DIMENSIÓN 1: Método Guerchet</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
	<p><b>St = n (Ss + Sg + Se)</b></p> <p>St = Superficies Total  n = Número de elementos móviles o estáticos de un tipo  Ss = Superficie Estática  Sg = Superficie de Gravitación  Se = Superficie de Evolución</p>	✓		✓		✓		
2	<b>DIMENSIÓN 2: Systematic Layout Planning – SLP – Planificación Sistemática del Diseño</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
	<p><math>\sum</math> Recorrido Establecido x Área</p> <p><b>Código de Razones</b></p> <p>1= Por control  2= Por higiene  3= Por proceso  4= Por conveniencia  5= Por seguridad</p> <p><b>Tabla de Proximidad y líneas</b></p> <p>A= Absolutamente importante ---&gt; 4 líneas  E= Específicamente Importante --&gt; 3 líneas  I= Importante -----&gt; 2 línea  O= Ordinaria -----&gt; 1 línea  U= Sin importancia -----&gt; Sin línea  X= Indeseable -----&gt; 1 línea cursiva  XX= Muy indeseable -----&gt; 2 líneas cursivas</p>	✓		✓		✓		





VARIABLE DEPENDIENTE: Tiempo de Espera							
1	DIMENSIÓN 1: Tiempo de Trabajo	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>Tiempo Estándar</b>  $T.S. = T.N. \times (1 + S)$  TS = Tiempo Estándar TN = Tiempo Normal S= Suplemento	✓		✓		✓	
2	DIMENSIÓN 2: Tiempo de Procesamiento	Si	No	Si	No	Si	No
	$\sum$ Tiempo Trabajado $\sum$ Distancias Recorridas  Diagrama de Análisis de Operaciones D.A.P.  - Operación - Transporte - Demora - Inspección - Almacenaje - Tiempos - Distancias	✓		✓		✓	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad:    **Aplicable [X]**    **Aplicable después de corregir [ ]**    **No aplicable [ ]**

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. Ing. Javier Francisco Panta Salazar    DNI. 02636381

Especialidad del validador..... Ing. Industrial

Lima 10 de octubre del 2019

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto Informante.

## Anexo 5 Validación del Instrumento Mediante el Juicio de Expertos



### CARTA DE PRESENTACIÓN

Mg. Ing. Marcial Rene Zuñiga Muñoz

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, nosotros José Miguel de Santa María Auris Goicochea y Mayra Stephany Solano Castro, siendo estudiantes del programa de formación de pre grado de Ingeniería Industrial en la sede Lima Este, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optaremos el grado de Título.

El título de mi tesis es: "**Propuesta de Distribución de Planta para Reducir los Tiempos de Espera en una empresa de transformadores trifásicos en aceite**", y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

Auris Goicochea José Miguel de Santa María Solano Castro Mayra Stephany  
D.N.I: 7639275

Solano Castro Mayra Stephany  
D.N.I: 74690279

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:**
**“Propuesta de Distribución de Planta para Reducir los Tiempos de Espera en una empresa de transformadores trifásicos en aceite”**

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: Distribución de Planta</b>							
<b>1</b>	<b>DIMENSIÓN 1: Método Guerchet</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	
	<b>St = n (Ss + Sg + Se)</b>  St = Superficies Total n = Número de elementos móviles o estáticos de un tipo Ss = Superficie Estática Sg = Superficie de Gravitación Se = Superficie de Evolución	✓		✓		✓		
<b>2</b>	<b>DIMENSIÓN 2: Systematic Layout Planning – SLP – Planificación Sistemática del Diseño</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	
	$\sum$ Recorrido Establecido x Área <b>Código de Razones</b>  1= Por control 2= Por higiene 3= Por proceso 4= Por conveniencia 5= Por seguridad  <b>Tabla de Proximidad y líneas</b>  A= Absolutamente importante ---> 4 líneas E= Específicamente Importante --> 3 líneas I= Importante -----> 2 línea O= Ordinaria -----> 1 línea U= Sin importancia -----> Sin línea X= Indeseable -----> 1 línea cursiva XX= Muy indeseable -----> 2 líneas cursivas	✓		✓		✓		

VARIABLE DEPENDIENTE: Tiempo de Espera								
1	<b>DIMENSIÓN 1: Tiempo de Trabajo</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>Tiempo Estándar</b> $T.S. = T.N. \times (1 + S)$ TS = Tiempo Estándar TN = Tiempo Normal S= Suplemento	✓		✓		✓		
2	<b>DIMENSIÓN 2: Tiempo de Procesamiento</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
	$\sum$ Tiempo Trabajado $\sum$ Distancias Recorridas Diagrama de Análisis de Operaciones D.A.P. - Operación - Transporte - Demora - Inspección - Almacenaje - Tiempos - Distancias	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): si hay suficiencia.

Opinión de aplicabilidad:    **Aplicable [ X ]**            **Aplicable después de corregir [ ]**            **No aplicable [ ]**

Apellidos y nombres del juez validador. Mg. Ing. Marcial Rene Zuñiga Muñoz            DNI.....06105724.....  
 Especialidad del validador.....Ing. INDUSTRIAL.....

Lima...10...de octubre...del 2019

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

  
 -----  
**Firma del Experto Informante.**

## Anexo 6 Validación del Instrumento Mediante el Juicio de Expertos



### CARTA DE PRESENTACIÓN

Mg. Ing. Walter Leoncio, Quiroz Rodriguez

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, nosotros José Miguel de Santa María Auris Goicochea y Mayra Stephany Solano Castro, siendo estudiantes del programa de formación de pre grado de Ingeniería Industrial en la sede Lima Este, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optaremos el grado de Título.

El título de mi tesis es: "**Propuesta de Distribución de Planta para Reducir los Tiempos de Espera en una empresa de transformadores trifásicos en aceite**", y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

Auris Goicochea José Miguel de Santa María Solano Castro Mayra Stephany  
D.N.I: 7639275







D.N.I: 74690279

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:**  
**“Propuesta de Distribución de Planta para Reducir los Tiempos de Espera en una empresa de transformadores trifásicos en aceite”**

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: Distribución de Planta</b>  <b>DIMENSIÓN 1: Método Guerchet</b> $St = n (Ss + Sg + Se)$  St = Superficies Total n = Número de elementos móviles o estáticos de un tipo Ss = Superficie Estática Sg = Superficie de Gravitación Se = Superficie de Evolución	Si	No	Si	No	Si	No	
		✓		✓		✓		
2	<b>DIMENSION 2: Systematic Layout Planning – SLP – Planificación Sistemática del Diseño</b>  $\sum$ Recorrido Establecido x Área <b>Código de Razones</b>  1= Por control 2= Por higiene 3= Por proceso 4= Por conveniencia 5= Por seguridad  <b>Tabla de Proximidad y líneas</b>  A= Absolutamente importante --> 4 líneas E= Específicamente Importante --> 3 líneas I= Importante -----> 2 línea O= Ordinaria -----> 1 línea U= Sin importancia -----> Sin línea X= Indeseable -----> 1 línea cursiva XX= Muy indeseable -----> 2 líneas cursivas	Si	No	Si	No	Si	No	
		✓		✓		✓		









Anexo 7 Diagrama de Análisis de Procesos de Soldadura 1







 <b>DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO</b>		Cuadro Resumen							
Nombre de la empresa	ELECTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.	Actividad	Sumatoria	Minutos	Distancias				
Proceso	SOLDADURA 1	Operación	7	415	0				
Fecha de Creación:	28/10/2019	Transporte	2	30	40				
Código:	FM-PROT-001	Demora	0	0	0				
Elaborado:	Mayra Solano Castro	Inspección	0	0	0				
Revisado:	Jose Auris Goicochea	Almacenaje	0	0	0				
Aprovado:	Jose Auris Goicochea	<b>Totales</b>	<b>9</b>	<b>445</b>	<b>40</b>				
Nº	Descripción de la actividad	Símbolos					Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Observaciones
		Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenaje			
									
1	Cortar ángulos	X					22		
2	Trazar y agranetar	X					33		
3	Habilitar taladro vertical	X					7		
4	Taladrar	X					32		
5	Cortar refuerzo	X					48		
6	Soldar refuerzos sobre los perfiles	X					92		
7	Trasladar al área de pintura	X	X				19	28	
8	Pintura base	X					180		
9	Trasladar al área de núcleo		X				11	12	










Anexo 8 Diagrama de Análisis de Procesos de Soldadura 2

		<b>DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO</b>				<b>Cuadro Resumen</b>			
Nombre de la empresa		ELECTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.				Actividad	Sumatoria	Minutos	Distancias
Proceso		SOLDADURA 2				Operación	12	1094	0
Fecha de Creación:		28/10/2019				Transporte	4	64	144
Código:		FM-PROT-001				Demora	0	209	0
Elaborado:		Mayra Solano Castro				Inspección	1	0	0
Revisado:		Jose Auris Goicochea				Almacenaje	0	0	0
Aprovado:		Jose Auris Goicochea				<b>Totales</b>	<b>17</b>	<b>1367</b>	<b>144</b>
Nº	Descripción de la actividad	Símbolos					Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Observaciones
		Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenaje			
									
1	Ingreso de tanque y tapa (TERCERO)		X				8		
2	Inspeccionar fugas (pruebas herméticas) del tanque				X		209		
3	Retirar tapa	X					46		
4	Trazar y granetear	X					66		
5	Hacer huecos (equipo acetileno)	X					91		
6	Soldar soporte de fijación	X					270		
7	Habilitar material para el conservador de aceite	X					48		
8	Cortar planchas de fierro	X					21		
9	Rolar la plancha para el conservador	X					92		
10	Soldar conservador	X					91		
11	Fijar el conservador en la tapa	X					47		
12	Marcar orden de fabricación	X					52		
13	trasladar al despacho		X				22	74	

		<b>DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO</b>				Cuadro Resumen			
Nombre de la empresa		ELECTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.				Actividad	Sumatoria	Minutos	Distancias
Proceso		SOLDADURA 2				Operación	12	1094	0
Fecha de Creación:		28/10/2019				Transporte	4	64	144
Código:		FM-PROT-001				Demora	0	209	0
Elaborado:		Mayra Solano Castro				Inspección	1	0	0
Revisado:		Jose Auris Goicochea				Almacenaje	0	0	0
Aprovado:		Jose Auris Goicochea				<b>Totales</b>	<b>17</b>	<b>1367</b>	<b>144</b>
Nº	Descripción de la actividad	Símbolos					Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Observaciones
		Operación 	Transporte 	Demora 	Inspección 	Almacenaje 			
14	Arenado de tapa	X					179		
15	trasladar al área de pintura		X				22	53	
16	Pintura base	X					90		
17	trasladar al área de montaje y conexiones		X				13	17	







  
 ELÉCTRICA Optimización S.A.

Anexo 9 Diagrama de Análisis de Procesos de Bobinado

		<b>DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO</b>			<b>Cuadro Resumen</b>				
Nombre de la empresa		ELECTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.			Actividad	Sumatoria	Minutos	Distancias	
Proceso		BOBINADO			Operación	6	2958	0	
Fecha de Creación:		28/10/2019			Transporte	1	12	22	
Código:		FM-PROT-001			Demora	0	0	0	
Elaborado:		Mayra Solano Castro			Inspección	2	15	0	
Revisado:		Jose Auris Goicochea			Almacenaje	0	0	0	
Aprovado:		Jose Auris Goicochea			<b>Totales</b>	<b>9</b>	<b>2985</b>	<b>22</b>	
Nº	Descripción de la actividad	Símbolos					Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Observaciones
		Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenaje			
									
1	Analizar plano				X		8		
2	Habilitar aislamiento (papel y cartón)	X					21		
3	Cortar aislamiento	X					532		
4	Acondicionar máquina bobinadora	X					9		
5	Colocar molde	X					7		
6	Bobinar	X					2382		
7	Verificar dimensiones (diámetro int, ext, altura)				X		8		
8	Colocar orden de fabricación	X					6		
9	Trasladar al área de montaje y conexiones		X				12	22	







  
**ELÉCTRICA**  
 Optimización S.A.

Anexo 10 Diagrama de Análisis de Procesos Núcleo

		<b>DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO</b>			<b>Cuadro Resumen</b>				
<b>Nombre de la empresa</b>		<b>ELECTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.</b>			<b>Actividad</b>	<b>Sumatoria</b>	<b>Minutos</b>	<b>Distancias</b>	
<b>Proceso</b>		<b>NÚCLEO</b>			Operación	14	2786	0	
<b>Fecha de Creación:</b>		28/10/2019			Transporte	1	20	27	
<b>Código:</b>		FM-PROT-001			Demora	0	8	0	
<b>Elaborado:</b>		Mayra Solano Castro			Inspección	2	0	0	
<b>Revisado:</b>		Jose Auris Goicochea			Almacenaje	0	0	0	
<b>Aprovado:</b>		Jose Auris Goicochea			<b>Totales</b>	<b>17</b>	<b>2814</b>	<b>27</b>	
<b>Nº</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Símbolos</b>					<b>Tiempo (minutos)</b>	<b>Distancia (metros)</b>	<b>Observaciones</b>
		Operación 	Transporte 	Demora 	Inspección 	Almacenaje 			
1	Analizar plano				X		3		
2	Acondicionar máquina (cizalla)	X					4		
3	Colocar molde	X					4		
4	Encarretar fierro silicoso	X					5		
5	Colocar carrete al alimentador	X					4		
6	Cortar	X					534		
7	Verificar medidas y cantidades				X		5		
8	Acondicionar mesa de armado	X					5		
9	Ingreso de perfiles (SOLDADURA 1)	X					5		
10	Armar núcleo	X					1988		
11	Medir dimensiones de capas según niveles	X					6		
12	Ajustar perfiles para compactar	X					32		
13	Colocar soporte (patas)	X					22		

### DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO







### Cuadro Resumen







Nombre de la empresa		ELECTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.					Actividad	Sumatoria	Minutos	Distancias
Proceso	NÚCLEO					Operación	14	2786	0	
Fecha de Creación:	28/10/2019					Transporte	1	20	27	
Código:	FM-PROT-001					Demora	0	8	0	
Elaborado:	Mayra Solano Castro					Inspección	2	0	0	
Revisado:	Jose Auris Goicochea					Almacenaje	0	0	0	
Aprovado:	Jose Auris Goicochea					<b>Totales</b>	<b>17</b>	<b>2814</b>	<b>27</b>	
Nº	Descripción de la actividad	Símbolos					Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Observaciones	
		Operación 	Transporte 	Demora 	Inspección 	Almacenaje 				
14	Pintar parte inferior (poxback)	X					8			
15	Parar núcleo (vertical)	X					46			
16	Pintar núcleo	X					125			
17	Trasladar al área de montaje y conexiones		X				20	27		



ELÉCTRICA  
Optimización S.A.







Anexo 11 Diagrama de Análisis de Procesos Montaje y Conexiones

		DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO					Cuadro Resumen			
Nombre de la empresa		ELECTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.					Actividad	Sumatoria	Minutos	Distancias
Proceso		MONTAJE Y CONEXIONES					Operación	18	1960	0
Fecha de Creación:		28/10/2019					Transporte	1	27	17
Código:		FM-PROT-001					Demora	0	0	0
Elaborado:		Mayra Solano Castro					Inspección	3	61	0
Revisado:		Jose Auris Goicochea					Almacenaje	0	0	0
Aprovado:		Jose Auris Goicochea					Totales	22	2047	17
Nº	Descripción de la actividad	Símbolos					Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Observaciones	
		Operación 	Transporte 	Demora 	Inspección 	Almacenaje 				
1	Ingreso del núcleo	X					21			
2	Retirar sujetador y perfil superiores	X					91			
3	Retirar yugos (parte superior del núcleo)	X					91			
4	Cortar aislamientos y cuñas aislantes	X					50			
5	Medir y colocar aislamiento				X		32			
6	Montar bobinas al núcleo	X					65			
7	Colocar aislamiento (lenguetas), maderas	X					21			
8	Cuñar	X					51			
9	Cerrar núcleo (colocar el yugo retirado)	X					356			
10	Colocar perfiles y barillas roscadas	X					271			
11	Ajustar perfiles	X					33			
12	Colocar tapa	X					46			
13	Ajustar y medir altura del tanque				X		22			

 <b>DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO</b>		Cuadro Resumen							
Nombre de la empresa		ELECTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.		Actividad	Sumatoria	Minutos	Distancias		
Proceso		MONTAJE Y CONEXIONES		Operación	18	1960	0		
Fecha de Creación:		28/10/2019		Transporte	1	27	17		
Código:		FM-PROT-001		Demora	0	0	0		
Elaborado:		Mayra Solano Castro		Inspección	3	61	0		
Revisado:		Jose Auris Goicochea		Almacenaje	0	0	0		
Aprovado:		Jose Auris Goicochea		<b>Totales</b>	<b>22</b>	<b>2047</b>	<b>17</b>		
Nº	Descripción de la actividad	Símbolos					Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Observaciones
		Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenaje			
									
14	Colocar aisladores y conmutador	X					31		
15	Analizar plano de conexiones				X		7		
16	Soldar la baja tensión	X					267		
17	Habilitar conmutador	X					90		
18	Soldar derivaciones	X					282		
19	Forrar empalmes	X					124		
20	Prueba de relación	X					51		
21	Retirar aisladores	X					18		
22	Llevar al horno		X				27	17	


Anexo 12 Diagrama de Análisis de Procesos Horno






		<b>DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO</b>					<b>Cuadro Resumen</b>			
Nombre de la empresa		ELECTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.					Actividad	Sumatoria	Minutos	Distancias
Proceso		HORNO					Operación	17	334	0
Fecha de Creación:		28/10/2019					Transporte	1	14	15
Código:		FM-PROT-001					Demora	0	0	0
Elaborado:		Mayra Solano Castro					Inspección	2	67	0
Revisado:		Jose Auris Goicochea					Almacenaje	0	0	0
Aprovado:		Jose Auris Goicochea					<b>Totales</b>	<b>20</b>	<b>416</b>	<b>15</b>
Nº	Descripción de la actividad	Símbolos					Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Observaciones	
		Operación 	Transporte 	Demora 	Inspección 	Almacenaje 				
1	Retirar del horno (parte activa)	X					17			
2	Desajustar perfiles	X					9			
3	Nivelar núcleo	X					8			
4	Ajustar parte activa (perfiles roscados)	X					11			
5	Colocar base de los aisladores de baja tensión	X					4			
6	Colocar tapa	X					22			
7	Medir y ajustar la altura del tanque				X		21			
8	Colocar aisladores debaja y alta tensión	X					32			
9	Colocar nivel de aceite	X					17			
10	Colocar valvula de seguridad	X					10			
11	Limpiar tanque	X					4			
12	Preparar empaque del perímetro del tanque	X					23			
13	Pegar empaque	X					17			





## DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO







### Cuadro Resumen

Nombre de la empresa		ELECTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.					Actividad	Sumatoria	Minutos	Distancias
Proceso		HORNO					Operación	17	334	0
Fecha de Creación:		28/10/2019					Transporte	1	14	15
Código:		FM-PROT-001					Demora	0	0	0
Elaborado:		Mayra Solano Castro					Inspección	2	67	0
Revisado:		Jose Auris Goicochea					Almacenaje	0	0	0
Aprovado:		Jose Auris Goicochea					<b>Totales</b>	<b>20</b>	<b>416</b>	<b>15</b>
Nº	Descripción de la actividad	Símbolos					Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Observaciones	
		Operación 	Transporte 	Demora 	Inspección 	Almacenaje 				
14	Colocar válvula compuerta	X					7			
15	Introducir parte activa al tanque inspeccionado	X					23			
16	Colocar y ajustar los pernos del perímetro del tanque	X					25			
17	Acondicionar máquina re filtradora	X					9			
18	Llenado de aceite	X					96			
19	Verificación de fugas				X		46			
20	Trasladar al área de pruebas	X					14	15		









ELÉCTRICA Optimización S.A.

Anexo 13 Diagrama de Análisis de Procesos de Sala de Pruebas

		DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO					Cuadro Resumen			
Nombre de la empresa		ELECTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.					Actividad	Sumatoria	Minutos	Distancias
Proceso		SALA DE PRUEBAS					Operación	0	0	0
Fecha de Creación:		28/10/2019					Transporte	1	20	46
Código:		FM-PROT-001					Demora	0	0	0
Elaborado:		Mayra Solano Castro					Inspección	3	162	0
Revisado:		Jose Auris Goicochea					Almacenaje	0	0	0
Aprovado:		Jose Auris Goicochea					<b>Totales</b>	<b>4</b>	<b>182</b>	<b>46</b>
Nº	Descripción de la actividad	Símbolos					Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Observaciones	
		Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenaje				
										
1	Realizar prueba de corto circuito				X		95			
2	Realizar relación de transformación				X		46			
3	Realizar prueba de corriente de magnetización				X		22			
4	Trasladar al área de pintura		X				20	46		

  
 ELÉCTRICA Optimización S.A.

Anexo 14 Diagrama de Análisis de Procesos de Pintura

 <b>DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO</b>		Cuadro Resumen							
Nombre de la empresa	ELECTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.	Actividad	Sumatoria	Minutos	Distancias				
Proceso	PINTURA	Operación	10	1142	0				
Fecha de Creación:	28/10/2019	Transporte	1	23	53				
Código:	FM-PROT-001	Demora	0	0	0				
Elaborado:	Mayra Solano Castro	Inspección	1	16	0				
Revisado:	Jose Auris Goicochea	Almacenaje	0	0	0				
Aprobado:	Jose Auris Goicochea	<b>Totales</b>	<b>12</b>	<b>1181</b>	<b>53</b>				
Nº	Descripción de la actividad	Símbolos					Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Observaciones
		Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenaje			
									
1	Preparar la zona a pintar	X					50		
2	Forrar los aisladores , nivel y comnutador	X					133		
3	Lijar partes ásperas	X					181		
4	Preparar la pintura	X					68		
5	Purgar compresora	X					13		
6	Prender las extractoras	X					3		
7	Regular la pistola de pintura				X		16		
8	Cerrar la camara de pintura	X					4		
9	Pintar de acabado	X					208		
10	Secar temperatura ambiente			X			353		
11	Retocar pintura	X					133		
12	Trasladar ala zona de despacho		X				23	53	

  
**ELÉCTRICA Optimización S.A.**

Anexo 15 Formato de Toma de Tiempos del Proceso de Soldadura 1

	<b>FORMATO DE TOMA DE TIEMPOS</b>	CÓDIGO:	FM-PROT-002
		FECHA DE AP:	17/06/2019
		VERSIÓN	00

OBSERVADOR: Jose Auris Goicochea

FECHA: 4/11/2019

HORA DE INICIO: 09:45:00

PROCESO: SOLDADURA 1

LEYENDA
Tiempo = minutos (min)

TOMA DE TIEMPOS														
ACTIVIDAD	TIEMPO OBSERVADO (TO1+ TO2+ TO3+ TO4+ TO5 +TO6)/6							TIEMPO NORMAL (T.N) (T.O. x Factor de Valoración)			TIEMPO ESTANDAR			
N°	TO 1	TO 2	TO 3	TO 4	TO 5	TO 6	Prom. de Tiempo Observado	TIEMPO OBSERVADO	FACTOR DE VALORACIÓN	RESULTADO T.N.	TIEMPO NORMAL	1	SUPLEMENTO	RESULTADO
1	15.0	15.5	14.5	16.4	16.1	14.1	15.27	15.27	1.18	17.96	17.96	1	0.25	22
2	22.5	21.4	23.5	22.2	24.3	21.6	22.58	22.58	1.18	26.57	26.57	1	0.25	33
3	5.2	4.3	6.1	5.5	3.7	4.1	4.82	4.82	1.18	5.67	5.67	1	0.25	7
4	20.0	21.5	23.3	20.4	24.3	22.5	22.00	22.00	1.18	25.88	25.88	1	0.25	32
5	30.5	31.5	30.3	32.5	35.4	34.2	32.40	32.40	1.18	38.12	38.12	1	0.25	48
6	62.0	63.5	61.3	62.6	64.1	61.5	62.50	62.50	1.18	73.53	73.53	1	0.25	92
7	13.5	12.4	12.5	13.3	12.5	13.2	12.89	12.89	1.18	15.16	15.16	1	0.25	19
8	120.5	121.1	123.5	122.3	123.5	124.2	122.52	122.52	1.18	144.14	144.14	1	0.25	180
9	7.34	8.23	7.13	7.45	7.55	8.11	7.64	7.64	1.18	8.98	8.98	1	0.25	11


  
**ELÉCTRICA**  
 Optimización S.A.

Anexo 16 Formato de Toma de Tiempos del Proceso de Soldadura 2

	<b>FORMATO DE TOMA DE TIEMPOS</b>	CÓDIGO:	FM-PROT-002
		FECHA DE AP:	17/06/2019
		VERSIÓN	00

OBSERVADOR: Jose Auris Goicochea

FECHA: 4/11/2019

HORA DE INICIO: 08:50:00

PROCESO: SOLDADURA 2

<b>LEYENDA</b>
Tiempo = minutos (min)

TOMA DE TIEMPOS														
ACTIVIDAD	TIEMPO OBSERVADO (TO1+ TO2+ TO3+ TO4+ TO5 +TO6)/6							TIEMPO NORMAL (T.N) (T.O. x Factor de Valoración)			TIEMPO ESTANDAR			
	N°	TO 1	TO 2	TO 3	TO 4	TO 5	TO 6	Prom. de Tiempo Observado	TIEMPO OBSERVADO	FACTOR DE VALORACIÓN	RESULTADO T.N.	TIEMPO NORMAL	1	SUPLEMENTO
1	6.70	6.30	5.20	4.50	5.50	3.60	5.30	5.30	1.18	6.24	6.24	1	0.25	8
2	140.20	141.50	143.20	142.60	140.40	143.60	141.92	141.92	1.18	166.96	166.96	1	0.25	209
3	30.30	31.60	33.20	32.50	30.60	31.30	31.58	31.58	1.18	37.16	37.16	1	0.25	46
4	45.00	46.20	44.50	43.30	45.50	44.10	44.77	44.77	1.18	52.67	52.67	1	0.25	66
5	60.25	62.50	61.20	64.30	63.50	61.50	62.21	62.21	1.18	73.19	73.19	1	0.25	91
6	185.20	186.10	182.50	180.50	183.30	184.20	183.63	183.63	1.18	216.04	216.04	1	0.25	270
7	30.00	33.10	30.50	32.20	35.20	34.10	32.52	32.52	1.18	38.25	38.25	1	0.25	48
8	15.02	15.60	16.30	14.50	13.20	12.50	14.52	14.52	1.18	17.08	17.08	1	0.25	21
9	61.20	60.60	63.20	62.50	65.20	64.30	62.83	62.83	1.18	73.92	73.92	1	0.25	92
10	60.00	61.20	63.10	62.50	60.50	64.20	61.92	61.92	1.18	72.84	72.84	1	0.25	91
11	30.25	30.50	33.20	31.50	34.10	32.30	31.98	31.98	1.18	37.62	37.62	1	0.25	47
12	35.20	36.10	34.30	33.50	35.20	36.50	35.13	35.13	1.18	41.33	41.33	1	0.25	52
13	15.34	14.45	15.55	14.12	14.34	15.45	14.88	14.88	1.18	17.50	17.50	1	0.25	22

## FORMATO DE TOMA DE TIEMPOS

CÓDIGO:	FM-PROT-002
FECHA DE AP:	17/06/2019
VERSIÓN	00

OBSERVADOR: Jose Auris Goicochea

FECHA: 4/11/2019

HORA DE INICIO: 08:50:00

PROCESO: SOLDADURA 2

LEYENDA

Tiempo = minutos (min)

## TOMA DE TIEMPOS

ACTIVIDAD	TIEMPO OBSERVADO (TO1+ TO2+ TO3+ TO4+ TO5 +TO6)/6							TIEMPO NORMAL (T.N) (T.O. x Factor de Valoración)			TIEMPO ESTANDAR			
	N°	TO 1	TO 2	TO 3	TO 4	TO 5	TO 6	Prom. de Tiempo Observado	TIEMPO OBSERVADO	FACTOR DE VALORACIÓN	RESULTADO T.N.	TIEMPO NORMAL	1	SUPLEMENTO
14	120.50	121.20	123.10	122.50	120.30	124.10	121.95	121.95	1.18	143.47	143.47	1	0.25	179
15	14.12	14.34	15.34	14.45	15.55	15.45	14.88	14.88	1.18	17.50	17.50	1	0.25	22
16	60.00	61.20	63.30	59.60	62.50	60.50	61.18	61.18	1.18	71.98	71.98	1	0.25	90
17	8.45	8.31	9.10	8.18	9.51	8.19	8.62	8.62	1.18	10.15	10.15	1	0.25	13



ELÉCTRICA  
Optimización S.A.

Anexo 17 Formato de Toma de Tiempos del Proceso de Bobinado

	<b>FORMATO DE TOMA DE TIEMPOS</b>	CÓDIGO:	FM-PROT-002
		FECHA DE AP:	17/06/2019
		VERSIÓN	00

OBSERVADOR: Jose Auris Goicochea

FECHA: 4/11/2019

HORA DE INICIO: 09:00:00

PROCESO: BOBINADO

LEYENDA
Tiempo = minutos (min)

TOMA DE TIEMPOS														
ACTIVIDAD	TIEMPO OBSERVADO (TO1+ TO2+ TO3+ TO4+ TO5 +TO6)/6							TIEMPO NORMAL (T.N) (T.O. x Factor de Valoración)			TIEMPO ESTANDAR			
N°	TO 1	TO 2	TO 3	TO 4	TO 5	TO 6	Prom. de Tiempo Observado	TIEMPO OBSERVADO	FACTOR DE VALORACIÓN	RESULTADO T.N.	TIEMPO NORMAL	1	SUPLEMENTO	RESULTADO
1	5.2	6.1	3.5	4.5	6.5	5.5	5.22	5.22	1.18	6.14	6.14	1	0.25	8
2	15.5	16.1	14.2	12.6	13.5	15.2	14.52	14.52	1.18	17.08	17.08	1	0.25	21
3	360.5	362.3	361.1	363.5	359.2	364.1	361.78	361.78	1.18	425.63	425.63	1	0.25	532
4	7.4	6.5	7.3	5.2	4.5	6.2	6.18	6.18	1.18	7.27	7.27	1	0.25	9
5	4.3	3.5	5.2	7.1	6.3	4.1	5.08	5.08	1.18	5.98	5.98	1	0.25	7
6	1620.3	1619.2	1615.5	1618.3	1622.1	1623.2	1619.77	1619.77	1.18	1905.61	1905.61	1	0.25	2382
7	5.0	5.5	4.6	6.2	3.6	6.5	5.23	5.23	1.18	6.16	6.16	1	0.25	8
8	2.5	2.2	3.4	5.2	4.3	6.1	3.95	3.95	1.18	4.65	4.65	1	0.25	6
9	8.5	7.3	7.1	8.6	8.3	8.1	7.96	7.96	1.18	9.36	9.36	1	0.25	12

  
 ELÉCTRICA  
 Optimización S.A.

Anexo 18 Formato de Toma de Tiempos del Proceso Núcleo

	<b>FORMATO DE TOMA DE TIEMPOS</b>	CÓDIGO:	FM-PROT-002
		FECHA DE AP:	17/06/2019
		VERSIÓN	00

OBSERVADOR: Jose Auris Goicochea

FECHA: 05/11/2019

HORA DE INICIO: 09:15:00

PROCESO: NÚCLEO

LEYENDA
Tiempo = minutos (min)

TOMA DE TIEMPOS														
ACTIVIDAD	TIEMPO OBSERVADO (TO1+ TO2+ TO3+ TO4+ TO5 +TO6)/6							TIEMPO NORMAL (T.N) (T.O. x Factor de Valoración)			TIEMPO ESTANDAR			
	N°	TO 1	TO 2	TO 3	TO 4	TO 5	TO 6	Prom. de Tiempo Observado	TIEMPO OBSERVADO	FACTOR DE VALORACIÓN	RESULTADO T.N.	TIEMPO NORMAL	1	SUPLEMENTO
1	1.2	2.2	1.6	3.2	2.1	2.6	2.15	2.15	1.18	2.529411765	2.5	1	0.25	3
2	2.3	1.9	2.5	3.2	2.1	3.3	2.55	2.55	1.18	3.00	3.0	1	0.25	4
3	2.4	3.2	2.2	1.9	2.0	3.6	2.55	2.55	1.18	3.00	3.0	1	0.25	4
4	3.0	2.8	3.5	5.1	4.3	2.4	3.52	3.52	1.18	4.14	4.1	1	0.25	5
5	1.0	1.5	2.2	2.5	4.0	3.3	2.42	2.42	1.18	2.84	2.8	1	0.25	4
6	362.5	360.1	363.5	364.5	365.1	361.5	362.87	362.87	1.18	426.90	426.9	1	0.25	534
7	3.3	4.2	5.1	2.6	3.1	2.2	3.41	3.41	1.18	4.01	4.0	1	0.25	5
8	2.2	2.3	4.1	3.1	5.1	4.5	3.55	3.55	1.18	4.17	4.2	1	0.25	5
9	2.5	3.2	2.6	4.1	3.6	5.1	3.51	3.51	1.18	4.12	4.1	1	0.25	5
10	1350.3	1352.2	1349.1	1355.2	1351.5	1352.3	1351.77	1351.77	1.18	1590.31	1590.3	1	0.25	1988
11	3.0	4.0	3.6	2.8	5.2	4.3	3.79	3.79	1.18	4.46	4.5	1	0.25	6
12	20.3	22.5	24.2	21.5	19.5	23.2	21.86	21.86	1.18	25.72	25.7	1	0.25	32
13	15.4	14.3	13.5	16.4	15.5	14.6	14.95	14.95	1.18	17.59	17.6	1	0.25	22



## FORMATO DE TOMA DE TIEMPOS

CÓDIGO:	FM-PROT-002
FECHA DE AP:	17/06/2019
VERSIÓN	00

OBSERVADOR: Jose Auris Goicochea

FECHA: 05/11/2019

HORA DE INICIO: 09:15:00

PROCESO: NÚCLEO

LEYENDA

Tiempo = minutos (min)

## TOMA DE TIEMPOS

ACTIVIDAD	TIEMPO OBSERVADO (TO1+ TO2+ TO3+ TO4+ TO5 +TO6)/6							TIEMPO NORMAL (T.N) (T.O. x Factor de Valoración)			TIEMPO ESTANDAR			
	N°	TO 1	TO 2	TO 3	TO 4	TO 5	TO 6	Prom. de Tiempo Observado	TIEMPO OBSERVADO	FACTOR DE VALORACIÓN	RESULTADO T.N.	TIEMPO NORMAL	1	SUPLEMENTO
14	5.1	6.2	4.5	3.6	5.5	7.1	5.33	5.33	1.18	6.27	6.3	1	0.25	8
15	30.3	31.2	29.2	32.5	33.2	30.5	31.15	31.15	1.18	36.65	36.7	1	0.25	46
16	85.5	84.5	86.2	83.3	85.1	84.1	84.78	84.78	1.18	99.75	99.7	1	0.25	125
17	14.1	13.5	13.2	13.5	13.1	14.3	13.62	13.62	1.18	16.03	16.0	1	0.25	20



ELÉCTRICA  
Optimización S.A.

*Anexo 19 Formato de Toma de Tiempos del Proceso Montaje y Conexiones*

	<h2>FORMATO DE TOMA DE TIEMPOS</h2>	CÓDIGO:	FM-PROT-002
		FECHA DE AP:	17/06/2019
		VERSIÓN	00

OBSERVADOR: Jose Auris Goicochea

FECHA: 05/11/2019

HORA DE INICIO: 10:05:00

PROCESO: MONTAJE Y CONEXIONES

<b>LEYENDA</b>
Tiempo = minutos (min)

TOMA DE TIEMPOS														
ACTIVIDAD	TIEMPO OBSERVADO (TO1+ TO2+ TO3+ TO4+ TO5 +TO6)/6							TIEMPO NORMAL (T.N) (T.O. x Factor de Valoración)			TIEMPO ESTANDAR			
	N°	TO 1	TO 2	TO 3	TO 4	TO 5	TO 6	Prom. de Tiempo Observado	TIEMPO OBSERVADO	FACTOR DE VALORACIÓN	RESULTADO T.N.	TIEMPO NORMAL	1	SUPLEMENTO
1	15.0	16.1	14.2	12.5	13.6	15.5	14.49	14.49	1.18	17.04	17.04	1	0.25	21
2	60.3	62.2	64.1	60.5	61.5	63.4	61.99	61.99	1.18	72.93	72.93	1	0.25	91
3	60.0	61.1	59.9	63.2	64.1	62.2	61.75	61.75	1.18	72.65	72.65	1	0.25	91
4	35.2	34.1	33.2	36.2	32.6	34.7	34.32	34.32	1.18	40.38	40.38	1	0.25	50
5	20.0	22.1	23.2	19.9	21.5	24.2	21.83	21.83	1.18	25.68	25.68	1	0.25	32
6	45.2	44.1	46.2	43.5	45.6	42.3	44.48	44.48	1.18	52.33	52.33	1	0.25	65
7	15.5	16.5	14.3	13.3	12.6	15.2	14.57	14.57	1.18	17.14	17.14	1	0.25	21
8	35.4	36.2	34.5	32.6	35.2	33.3	34.53	34.53	1.18	40.63	40.63	1	0.25	51
9	240.5	239.2	241.5	242.1	244.2	243.5	241.83	241.83	1.18	284.51	284.51	1	0.25	356
10	185.0	186.1	184.3	183.2	182.5	185.5	184.43	184.43	1.18	216.98	216.98	1	0.25	271
11	22.2	21.1	20.2	23.2	25.0	24.1	22.62	22.62	1.18	26.61	26.61	1	0.25	33
12	30.1	30.2	32.1	33.2	29.6	32.5	31.27	31.27	1.18	36.79	36.79	1	0.25	46
13	15.2	16.1	15.2	14.3	13.3	14.0	14.68	14.68	1.18	17.27	17.27	1	0.25	22

## FORMATO DE TOMA DE TIEMPOS

CÓDIGO:	FM-PROT-002
FECHA DE AP:	17/06/2019
VERSIÓN	00

OBSERVADOR: Jose Auris Goicochea

FECHA: 05/11/2019

HORA DE INICIO: 10:05:00

PROCESO: MONTAJE Y CONEXIONES

LEYENDA
Tiempo = minutos (min)

### TOMA DE TIEMPOS

ACTIVIDAD	TIEMPO OBSERVADO (TO1+ TO2+ TO3+ TO4+ TO5 +TO6)/6							TIEMPO NORMAL (T.N) (T.O. x Factor de Valoración)			TIEMPO ESTANDAR			
	Nº	TO 1	TO 2	TO 3	TO 4	TO 5	TO 6	Prom. de Tiempo Observado	TIEMPO OBSERVADO	FACTOR DE VALORACIÓN	RESULTADO T.N.	TIEMPO NORMAL	1	SUPLEMENTO
14	20.2	22.1	19.1	21.2	23.5	20.5	21.10	21.10	1.18	24.82	24.82	1	0.25	31
15	5.0	6.1	5.5	4.6	3.5	4.2	4.82	4.82	1.18	5.67	5.67	1	0.25	7
16	180.3	182.1	183.5	181.3	179.9	182.5	181.59	181.59	1.18	213.64	213.64	1	0.25	267
17	60.5	62.1	63.5	61.4	60.2	59.1	61.13	61.13	1.18	71.92	71.92	1	0.25	90
18	190.5	192.3	191.1	193.3	190.5	192.6	191.72	191.72	1.18	225.55	225.55	1	0.25	282
19	85.4	86.1	84.2	83.1	85.3	82.5	84.43	84.43	1.18	99.33	99.33	1	0.25	124
20	35.5	34.3	35.1	36.2	33.5	32.6	34.53	34.53	1.18	40.63	40.63	1	0.25	51
21	10.2	11.2	13.2	12.3	10.5	14.1	11.92	11.92	1.18	14.02	14.02	1	0.25	18
22	18.4	17.3	16.3	18.1	19.2	19.6	18.13	18.13	1.18	21.33	21.33	1	0.25	27

Anexo 20 Formato de Toma de Tiempos del Proceso de Horno

	<b>FORMATO DE TOMA DE TIEMPOS</b>	CÓDIGO:	FM-PROT-002
		FECHA DE AP:	17/06/2019
		VERSIÓN	00

OBSERVADOR: Jose Auris Goicochea

FECHA: 6/11/2019

HORA DE INICIO: 10:30:00

PROCESO: HORNO

LEYENDA
Tiempo = minutos (min)

TOMA DE TIEMPOS														
ACTIVIDAD	TIEMPO OBSERVADO (TO1+ TO2+ TO3+ TO4+ TO5 +TO6)/6							TIEMPO NORMAL (T.N) (T.O. x Factor de Valoración)			TIEMPO ESTANDAR			
N°	TO 1	TO 2	TO 3	TO 4	TO 5	TO 6	Prom. de Tiempo Observado	TIEMPO OBSERVADO	FACTOR DE VALORACIÓN	RESULTADO T.N.	TIEMPO NORMAL	1	SUPLEMENTO	RESULTADO
1	10.25	11.22	13.11	12.25	11.55	10.05	11.41	11.41	1.18	13.42	13.42	1	0.25	17
2	7.30	6.4	5.7	7.1	4.6	5.2	6.05	6.05	1.18	7.12	7.12	1	0.25	9
3	5.10	6.11	7.05	4.5	6.12	5.5	5.73	5.73	1.18	6.74	6.74	1	0.25	8
4	8.21	7.12	6.14	8.13	7.5	6.6	7.28	7.28	1.18	8.57	8.57	1	0.25	11
5	2.50	3.5	3.1	2.2	4.3	1.9	2.92	2.92	1.18	3.43	3.43	1	0.25	4
6	15.10	16.1	15.5	14.2	13.6	15.1	14.93	14.93	1.18	17.57	17.57	1	0.25	22
7	15.00	16.05	15.1	14.3	13.5	12.6	14.43	14.43	1.18	16.97	16.97	1	0.25	21
8	20.25	22.11	21.5	20.6	23.3	22.5	21.71	21.71	1.18	25.54	25.54	1	0.25	32
9	10.25	11.22	12.11	13.23	10.5	11.6	11.49	11.49	1.18	13.51	13.51	1	0.25	17
10	8.15	7.50	6.71	5.60	8.11	6.50	7.10	7.10	1.18	8.35	8.35	1	0.25	10
11	2.45	2.40	2.39	2.42	2.43	2.41	2.42	2.42	1.18	2.84	2.84	1	0.25	4
12	15.20	16.11	15.5	14.6	16.6	17.01	15.84	15.84	1.18	18.63	18.63	1	0.25	23
13	10.15	11.11	10.13	12.22	13.4	12.5	11.59	11.59	1.18	13.63	13.63	1	0.25	17

## FORMATO DE TOMA DE TIEMPOS

CÓDIGO:	FM-PROT-002
FECHA DE AP:	17/06/2019
VERSIÓN	00

OBSERVADOR: Jose Auris Goicochea

FECHA: 6/11/2019

HORA DE INICIO: 10:30:00

PROCESO: HORNO

LEYENDA

Tiempo = minutos (min)

## TOMA DE TIEMPOS

ACTIVIDAD	TIEMPO OBSERVADO (TO1+ TO2+ TO3+ TO4+ TO5 +TO6)/6							TIEMPO NORMAL (T.N) (T.O. x Factor de Valoración)			TIEMPO ESTANDAR			
	TO 1	TO 2	TO 3	TO 4	TO 5	TO 6	Prom. de Tiempo Observado	TIEMPO OBSERVADO	FACTOR DE VALORACIÓN	RESULTADO T.N.	TIEMPO NORMAL	1	SUPLEMENTO	RESULTADO
14	5.10	6.13	5.50	4.60	3.70	4.20	4.87	4.87	1.18	5.73	5.73	1	0.25	7
15	15.00	16.00	16.50	17.11	14.12	15.5	15.71	15.71	1.18	18.48	18.48	1	0.25	23
16	18.15	17.13	16.5	18.00	15.5	18.55	17.31	17.31	1.18	20.36	20.36	1	0.25	25
17	5.50	6.50	7.10	4.5	5.2	6.1	5.82	5.82	1.18	6.84	6.84	1	0.25	9
18	65.01	65.13	66.5	64.3	63.5	66.1	65.09	65.09	1.18	76.58	76.58	1	0.25	96
19	30.15	31.11	32.12	30.5	33.3	31.6	31.46	31.46	1.18	37.02	37.02	1	0.25	46
20	10.34	9.45	10.43	9.55	9.23	9.15	9.69	9.69	1.18	11.40	11.40	1	0.25	14



ELÉCTRICA  
Optimización S.A.

Anexo 21 Formato de Toma de Tiempos del Proceso de Sala de Pruebas

	<b>FORMATO DE TOMA DE TIEMPOS</b>	CÓDIGO:	FM-PROT-002
		FECHA DE AP:	17/06/2019
		VERSIÓN	00

OBSERVADOR: Jose Auris Goicochea

FECHA: 6/11/2019

HORA DE INICIO: 08:45:00

PROCESO: SALA DE PRUEBAS

<b>LEYENDA</b>
Tiempo = minutos (min)

TOMA DE TIEMPOS														
ACTIVIDAD	TIEMPO OBSERVADO (TO1+ TO2+ TO3+ TO4+ TO5 +TO6)/6							TIEMPO NORMAL (T.N) (T.O. x Factor de Valoración)			TIEMPO ESTANDAR			
N°	TO 1	TO 2	TO 3	TO 4	TO 5	TO 6	Prom. de Tiempo Observado	TIEMPO OBSERVADO	FACTOR DE VALORACIÓN	RESULTADO T.N.	TIEMPO NORMAL	1	SUPLEMENTO	RESULTADO
1	65.15	66.11	64.22	63.5	65.6	62.5	64.51	64.51	1.18	75.90	75.90	1	0.25	95
2	30.10	31.14	33.22	32.11	30.5	29.5	31.10	31.10	1.18	36.58	36.58	1	0.25	46
3	15.20	16.22	15.55	14.66	13.5	12.7	14.64	14.64	1.18	17.22	17.22	1	0.25	22
4	14.45	13.23	14.1	13.31	13.55	14.21	13.81	13.81	1.18	16.25	16.25	1	0.25	20

  
 ELÉCTRICA  
 Optimización S.A.

Anexo 22 Formato de Toma de Tiempos del Proceso de Pintura

	<b>FORMATO DE TOMA DE TIEMPOS</b>	CÓDIGO:	FM-PROT-002
		FECHA DE AP:	17/06/2019
		VERSIÓN	00

OBSERVADOR: Jose Auris Goicochea

FECHA: 6/11/2019

HORA DE INICIO: 09:30:00

PROCESO: PINTURA

LEYENDA
Tiempo = minutos (min)

TOMA DE TIEMPOS														
ACTIVIDAD	TIEMPO OBSERVADO (TO1+ TO2+ TO3+ TO4+ TO5 +TO6)/6							TIEMPO NORMAL (T.N) (T.O. x Factor de Valoración)			TIEMPO ESTANDAR			
	N°	TO 1	TO 2	TO 3	TO 4	TO 5	TO 6	Prom. de Tiempo Observado	TIEMPO OBSERVADO	FACTOR DE VALORACIÓN	RESULTADO T.N.	TIEMPO NORMAL	1	SUPLEMENTO
1	33.32	35.4	34.12	33.3	35.1	34.45	34.28	34.28	1.18	40.33	40.33	1	0.25	50
2	90.3	89.45	91.3	90.15	89.01	90.5	90.12	90.12	1.18	106.02	106.02	1	0.25	133
3	123.45	122.1	123.18	122.28	123.37	122.34	122.79	122.79	1.18	144.45	144.45	1	0.25	181
4	45.25	47.13	46.23	45.34	46.3	45.43	45.95	45.95	1.18	54.05	54.05	1	0.25	68
5	8.23	9.13	9.35	8.56	8.3	9.03	8.77	8.77	1.18	10.31	10.31	1	0.25	13
6	2.1	1.15	2.3	2.45	2.2	2.16	2.06	2.06	1.18	2.42	2.42	1	0.25	3
7	10.23	11.45	11.21	11.23	10.35	10.19	10.78	10.78	1.18	12.68	12.68	1	0.25	16
8	2.34	3.04	3.17	3.12	2.56	2.45	2.78	2.78	1.18	3.27	3.27	1	0.25	4
9	140.23	141.35	142.34	142.34	141.32	141.34	141.49	141.49	1.18	166.45	166.45	1	0.25	208
10	240	240	240	240	240	240	240.00	240.00	1.18	282.35	282.35	1	0.25	353
11	90.23	90.35	90.45	90.12	90.34	91.45	90.49	90.49	1.18	106.46	106.46	1	0.25	133
12	15.34	16.23	15.45	16.34	15.55	16.23	15.86	15.86	1.18	18.65	18.65	1	0.25	23


  
 ELÉCTRICA Optimización S.A.

**Anexo 23. Procedimiento de trabajo del área de Soldadura 1**

	<b>PROCEDIMIENTO DE TRABAJO</b>	
	VERSIÓN	00
	FECHA	29/10/2019
	PÁGINA	1 de 2

**Proceso del Área/Sección: SOLDADURA 1**

Responsable	Nº	Descripción
<b>Técnico Operativo</b>		Elaboración de perfiles de fijación.
<b>Técnico Operativo</b>	1	Cortar ángulos, se coloca los ángulos en la maquina tronzadora, se fija un tope el cual va a servir de tope al cortar los ángulos según la medida del plano.
<b>Técnico Operativo</b>	2	Trazar y granetear, los ángulos cortador se suben a la mesa de trabajo y con un rayador se trazan líneas según las indicaciones del plano, posteriormente se procede a granetear las intercesiones de las líneas trazadas con un granete.
<b>Técnico Operativo</b>	3	Habilitar taladro vertical, limpiar la mesa del taladro, verificar el nivel de refrigerante.
<b>Técnico Operativo</b>	4	Taladrar, colocar la broca guía y regular la velocidad del taladro, realizar el agujero guía, retirar la broca guía y colocar la broca de acuerdo al diámetro que se requiera, regular la velocidad del taladro, realizar el agujero, retirar la broca y colocar el avellanador regular la velocidad y avellanar.
<b>Técnico Operativo</b>	5	Cortar refuerzo, seleccionar la plancha de acuerdo al expresor requerido por el plano, como prender el equipo oxicorte y cortar las planchas de fierro de acuerdo al ancho de los perfiles.
<b>Técnico Operativo</b>	6	Soldar refuerzos sobre los perfiles, prender la máquina, colocar la puesta a tierra. Prensar los refuerzos hacia los ángulos, realizar puntos de soldadura verificando que el ángulo no se doble posteriormente realizar cordones de soldadura.

*“Este documento una vez impreso es denominado una COPIA NO CONTROLADO y tiene fines referenciales para consulta en el lugar de uso, el documento vigente se encuentra en el servidor de Eléctrica Optimización S.A.”*



## PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

VERSIÓN	00
FECHA	29/10/2019
PÁGINA	2 de 2

<b>Técnico Operativo</b>	7	Trasladar al área de pintura para pintar los perfiles de base
<b>Técnico Operativo</b>	8	Pintar con base los perfiles, preparar la mesa de pintura y mezclar según la proporción adecuada los elementos de la pintura base, purgar la compresora de pistones para poder pintar sin restricciones.
<b>Técnico Operativo</b>	9	Trasladar los perfiles pintados al área de núcleo.
		Fin del proceso de elaboración de perfiles de fijación



**ELÉCTRICA**  
Optimización S.A.

*"Este documento una vez impreso es denominado una COPIA NO CONTROLADO y tiene fines referenciales para consulta en el lugar de uso, el documento vigente se encuentra en el servidor de Eléctrica Optimización S.A."*

**Anexo 24. Procedimiento de trabajo del área de Soldadura 2**

	<b>PROCEDIMIENTO DE TRABAJO</b>	VERSIÓN	00
		FECHA	29/10/2019
		PÁGINA	1 de 2

**Proceso del Área/Sección: SOLDADURA 2**

<b>Responsable</b>	<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>
<b>Técnico Operativo</b>		Elaboración de la tapa y conservador
<b>Técnico Operativo</b>	<b>1</b>	Ingreso de tanque y tapa (TERCERO), la elaboración del tanque lo realizar un tercero, para ingresar al área de soldadura se utiliza un montacarga para su traslado.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>2</b>	Inspeccionar fugas (pruebas herméticas) del tanque, con la llegada del tanque se realiza la prueba de hermetismo para verificar fugas o porosidades de la soldadura introduciendo aire comprimido hasta que llegue a 4 Bar , luego se procede a preparar agua con detergente y se rosea por todo el tanque verificando alguna burbuja que indique una fuga .
<b>Técnico Operativo</b>	<b>3</b>	Retirar tapa, se retira todos los pernos y tuercas del perímetro para poder retirar la tapa y llevarla a la mesa de trabajo
<b>Técnico Operativo</b>	<b>4</b>	Trazar y granetear, se procede a trazar la tapa según las dimensiones del plano, luego se procede a granetear lo cual se a servir como guía del compás del soplete,
<b>Técnico Operativo</b>	<b>5</b>	Hacer huecos (equipo acetileno) se ´prepara el equipo acetileno limpiando el soplete de las escorias, se procede a prender el soplete y con ayuda del compás se empieza a cortar en forma circular en las partes donde se graneteo, luego se quita todas la escorias e impurezas que dejo el corte con el soplete
<b>Técnico Operativo</b>	<b>6</b>	Soldar soporte de fijación, se prende la máquina de soldar y se sueldan los soportes de elevación hacia a la tapa de acuerdo a las distancias establecidas en el plano.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>7</b>	Habilitar material para el conservador de aceite, se limpia la plancha a utilizar para la realización del conservador. Luego se traslada a la mesa de trabajo y se esmerila los fillos de la plancha.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>8</b>	Cortar planchas de fierro, se corta una plancha de fierro para la elaboración del conservado mediante un esmeril angular.

*“Este documento una vez impreso es denominado una COPIA NO CONTROLADO y tiene fines referenciales para consulta en el lugar de uso, el documento vigente se encuentra en el servidor de Eléctrica Optimización S.A.”*

## PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

VERSIÓN	00
FECHA	29/10/2019
PÁGINA	2 de 2

<b>Técnico Operativo</b>	<b>9</b>	Rolar la plancha para el conservador, luego se habilita la máquina roladora y se coloca la plancha de fierro y se empieza a rolar hasta obtener la circunferencia requerida.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>10</b>	Soldar conservador, una vez tenido la circunferencia se suelda todo el vértice luego se coloca las tapas inferior y superior soldándolas.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>11</b>	Fijar el conservador en la tapa, el conservador ya elaborado se suelda mediante unos soportes a la tapa.
	<b>12</b>	Trasladar a la zona de despacho con el monta carga , para ser llevado al arenado.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>13</b>	Arenado de tapa, se traslada a otro empresa para realizar el servicio de arenado, lo cual dejara al fierro sin ninguna parte de óxido.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>14</b>	Trasladar al área de pintura con el monta carga para pintar de base la tapa
<b>Técnico Operativo</b>	<b>15</b>	Marcar orden de fabricación, ya realizado el arenado se marca la orden las letras y tensión que le corresponden.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>16</b>	Pintar con base la tapa y conservador, preparar la mesa de pintura y mezclar según la proporción adecuada los elementos de la pintura base, purgar la compresora de pistones para poder pintar sin restricciones.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>17</b>	Trasladar al área de montaje y conexiones con ayuda del mota carga
		Fin de proceso de la elaboración de la tapa y conservador .



**ELÉCTRICA**  
Optimización S.A.

*"Este documento una vez impreso es denominado una COPIA NO CONTROLADO y tiene fines referenciales para consulta en el lugar de uso, el documento vigente se encuentra en el servidor de Eléctrica Optimización S.A."*

**Anexo 25. Procedimiento de trabajo del área de Bobinado**



**PROCEDIMIENTO DE TRABAJO**

VERSIÓN	00
FECHA	29/10/2019
PÁGINA	1 de 2

**Proceso del Área/Sección: BOBINADO**

Responsable	Nº	Descripción
<b>Técnico Operativo</b>		Elaboración de bobinas
<b>Técnico Operativo</b>	<b>1</b>	Analizar plano, se verifica la cantidad de espiras, la cantidad de papel a cortar y las dimensiones de las bobinas a fabricar.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>2</b>	Habilitar aislamiento (papel y cartón), se procede a habilitar los papeles en rollos, sacar las planchas de cartón de la estantería y colocarlas en la cizalladora manual.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>3</b>	Cortar aislamiento, se acondiciona la máquina cizalla manual colocando las medidas establecidas en el plano para cortar el papel aislante, regulando la regla guía según la medida a cortar. Luego se procede a cortar el papel y cartón.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>4</b>	Acondicionar máquina bobinadora, se recogen los materiales del almacén como; platinas de cobre y alambres esmaltados de cobre, los carretes de platina de cobre se coloca en el caballete con ayuda de un tecele manual, luego se jala la platina para que pase por el templador y se vaya directo a la maquina bobinadora.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>5</b>	Colocar molde, se determina el diámetro del molde de acuerdo a la dimensión que indica el plano luego se coloca en la máquina bobinadora sujetando entre puntas de la máquina y las bases metálicas del molde ,posteriormente se sujeta con un cintillo la base del molde hacia el plato principal de la máquina.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>6</b>	Bobinar, se coloca un cartón de 1 mm. En todo el diámetro del molde, luego se dobla la platina a 90° y se fija en el molde, se prende la máquina y se empieza a bobinar la parte de la baja tensión colocando entre capas papel aislante y espaciadores de cartón aislante, una vez terminado el enrollamiento de la baja tensión se procede a bobinar la parte de la alta tensión lo cual se realiza con el alambre esmaltado de cobre siguiendo los mismos procedimientos del bobinado anterior, para terminar se forra con poliéster.

*“Este documento una vez impreso es denominado una COPIA NO CONTROLADO y tiene fines referenciales para consulta en el lugar de uso, el documento vigente se encuentra en el servidor de Eléctrica Optimización S.A.”*

**PROCEDIMIENTO DE TRABAJO**

VERSIÓN	00
FECHA	29/10/2019
PÁGINA	2 de 2

<b>Técnico Operativo</b>	7	Verificar dimensiones (diámetro int y ext, altura), con el flexometro se corrobora las dimensiones del diseño de las bobinas y se procede a bajarlo de la bobinadora .
<b>Técnico Operativo</b>	8	Colocar orden de fabricación, se escribe las orden de fabricación en los papeles que sobresalen en las bobinas como los aislantes de las derivaciones.
<b>Técnico Operativo</b>	9	Trasladar las bobinas con ayuda del monta carga al área de montaje y conexiones.
		Fin del proceso de la elaboración de bobinas



**ELÉCTRICA**  
Optimización S.A.

*“Este documento una vez impreso es denominado una COPIA NO CONTROLADO y tiene fines referenciales para consulta en el lugar de uso, el documento vigente se encuentra en el servidor de Eléctrica Optimización S.A.”*

**Anexo 26. Procedimiento de trabajo del área de Núcleo**

	<b>PROCEDIMIENTO DE TRABAJO</b>	VERSIÓN	00
		FECHA	29/10/2019
		PÁGINA	1 de 2

**Proceso del Área/Sección: NÚCLEO**

Responsable	Nº	Descripción
<b>Técnico Operativo</b>		Elaboración del núcleo
<b>Técnico Operativo</b>	<b>1</b>	Analizar plano, se verifica la cantidad de láminas que se va a cortar y las dimensiones que se va armar el núcleo.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>2</b>	Acondicionar máquina (cizalla), se procede habilitar las máquina cizalladora a pedal calibrando las chuchillas para que al momento del corte no produzca rebabas en las láminas de fierro silicoso.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>3</b>	Colocar molde, en la máquina de acuerdo a la medida que se va a cortar este molde sirve como tope para que las láminas de fierro silicoso se asiente y sea cortado a 90°.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>4</b>	Encarretar fierro silicoso, se procede a enrollar el fierro silicoso en un carrete con ayuda de un encarretador, luego se traslada hacia el caballete alimentador.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>5</b>	Colocar carrete al alimentador, mediante un tecele se eleva el carrete de fierro silicoso hacia el caballete y se coloca de forma que la lámina este por encima del carrete.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>6</b>	Cortar, se procede a cortar las láminas de fierro silicoso de acuerdo a la cantidad establecida en el plano, las láminas cortadas se colocan en una mesa según las medias.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>7</b>	Verificar medidas y cantidades, se mide con el calibrador las láminas cortadas y se colocan en una mesa según las medias.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>8</b>	Acondicionar mesa de armado, se colocan los soportes de las columnas y las maderas de apoyo de los perfiles, luego se cierra la primera capa calculando las distancias entre los huecos de sujeción de los perfiles.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>9</b>	Ingreso de perfiles (SOLDADURA 1), ingresa los perfiles de soporte del núcleo teniendo en cuenta que en la parte inferior se colocan los perfiles que tienen más agujeros. Lo cual en esa parte se colocaran las patas del núcleo.
<b>Técnico</b>	<b>10</b>	Armar núcleo, posteriormente se procede a armar de dos

*“Este documento una vez impreso es denominado una COPIA NO CONTROLADO y tiene fines referenciales para consulta en el lugar de uso, el documento vigente se encuentra en el servidor de Eléctrica Optimización S.A.”*

**PROCEDIMIENTO DE TRABAJO**

VERSIÓN	00
FECHA	29/10/2019
PÁGINA	2 de 2

<b>Operativo</b>		en dos láminas de fierro en forma de un cuadrado con un columna en el medio, se arma de un manera escalonada de acuerdo al diseño del transformador.
<b>Técnico Operativo</b>	11	Medir dimensiones de capas según niveles, una vez armado se procede a medir con el calibrador y nivelar las planchas de fierro silicoso.
<b>Técnico Operativo</b>	12	Ajustar perfiles para compactar, se colocan los perfiles superiores, los soportes de las columnas y se procede a colocar los largueros roscados para luego ajustar el núcleo.
<b>Técnico Operativo</b>	13	Colocar soporte (patas), en la parte inferior se coloca dos soportes que van a servir como patas del núcleo lo cual debe estar centrado con el núcleo y entre lados.
<b>Técnico Operativo</b>	14	Pintar parte inferior (poxback), se prepara el poxback mezclando homogéneamente y haciéndolo reposar por 5 minutos antes de pintar, luego se coloca cintas en los fillos de los perfiles para evitar que se manchen al momento de pintar .
<b>Técnico Operativo</b>	15	Parar núcleo (vertical), con ayuda del monta carga se para el núcleo y se coloca en forma vertical en un pallet.
<b>Técnico Operativo</b>	16	Pintar núcleo, se procede a pintar dejando libre la parte superior del núcleo, esta pintura demora en secar 16 horas luego de esto se traslada al área de montaje y conexiones.
	17	Trasladar el núcleo con ayuda del monta carga al área de montaje y conexiones
	18	Fin del proceso de elaboración del núcleo



**ELÉCTRICA**  
Optimización S.A.

*"Este documento una vez impreso es denominado una COPIA NO CONTROLADO y tiene fines referenciales para consulta en el lugar de uso, el documento vigente se encuentra en el servidor de Eléctrica Optimización S.A."*

*Anexo 27. Procedimiento de trabajo del área de Montaje y Conexiones*

	<b>PROCEDIMIENTO DE TRABAJO</b>	VERSIÓN	00
		FECHA	29/10/2019
		PÁGINA	1 de 3

**Proceso del Área/Sección: MONTAJE Y CONEXIONES**

Responsable	Nº	Descripción
<b>Técnico Operativo</b>		Montaje y conexiones
<b>Técnico Operativo</b>	1	Ingreso de del núcleo, se coloca en la sección de montaje y conexiones para el debido proceso a realizar, teniendo en cuenta el espacio y orden del puesto de trabajo.
<b>Técnico Operativo</b>	2	Retirar sujetador y perfil superiores, se desenroscan las tuercas de las varillas roscadas de los extremos del perfil de la parte superior y se retira los perfiles de sujeción.
<b>Técnico Operativo</b>	3	Retirar yugos (parte superior del núcleo) retira las láminas de la parte superior del núcleo y colocarlas en una mesa de forma ordenado para no tener inconvenientes a la hora de cerrar el núcleo.
<b>Técnico Operativo</b>	4	Cortar aislamientos y cuñas aislantes, se mide el papel aislante de la bobina y se procede a cortar del mismo tamaño las lengüetas que serán introducidas entre la bobina y el núcleo, las cuñas se cortan en la cizalla eléctrica sus dimensiones dependen al tamaño de la bobina.
<b>Técnico Operativo</b>	5	Medir y colocar aislamiento, se corta tacos de maderas para el apoyo de las bobinas también se cortan cuñas de cartón de 4 mm. y se corta lengüetas con papel aislante luego se procede a colocar las lengüetas y cuñar.
<b>Técnico Operativo</b>	6	. Montar bobinas al núcleo , se traslada el núcleo al pórtico para introducir las bobinas , tener mucho cuidado al momento de levantar las bobinas ya que se puede caer o arañar las bobinas , por eso se utiliza unas fajas adecuadas y unos soportas que le dan estabilizada al momento de ser levantadas.
<b>Técnico Operativo</b>	7	Colocar aislamiento (lenguetas), se procede a colocar el papel aislante entre las bobinas y se colocan los tacos de madera para un mejor apoyo de las bobinas.
<b>Técnico Operativo</b>	8	Cuñar, se introducen las cuñas de cartón de 3 mmm entre las bobina y el núcleo en las partes laterales, tener en cuenta que al momento de golpear no debe dañar la bobina.

*“Este documento una vez impreso es denominado una COPIA NO CONTROLADO y tiene fines referenciales para consulta en el lugar de uso, el documento vigente se encuentra en el servidor de Eléctrica Optimización S.A.”*



## PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

VERSIÓN	00
FECHA	29/10/2019
PÁGINA	2 de 3

<b>Técnico Operativo</b>	9	Cerrar núcleo (colocar el yugo retirado), se colocan espaciadores y se empieza a cerrar el núcleo a partir del centro colocando de la misma manera que se retiró las láminas de fierro silicoso.
<b>Técnico Operativo</b>	10	Colocar perfiles y varillas roscadas, se colocan las varillas roscadas y las tuercas su ajuste de ser la misma de la parte inferior del núcleo, luego se cortan varillas roscado para el ajuste de los laterales del transformador.
<b>Técnico Operativo</b>	11	Ajustar perfiles., se ajustan de una manera ordenada en forma de x, para evitar que se doblen los perfiles y tengan una buena comprensión las láminas de fierro silicoso.
<b>Técnico Operativo</b>	12	Colocar tapa, se fija la tapa del transformador con ayuda de la monta carga en las varillas de los laterales, se colocan las arandelas plana, anillo de presión y la tuerca para un debido ajuste.
<b>Técnico Operativo</b>	13	Ajustar y medir altura del tanque, se comprueba la altura del tanque con el flexometro, luego se mide del filo de la pata hasta la tapa hasta llegar a la altura del tanque, se da una tolerancia de 1.5 cm adicional a la altura del tanque.
<b>Técnico Operativo</b>	14	Colocar aisladores y conmutado, se recoge los aisladores del almacén y el conmutador, luego se limpian y se desmontan para colocarlos en la tapa, se prepara el conmutador soldando los cables forrado con papel aislante posteriormente se coloca en la tapa.
<b>Técnico Operativo</b>	15	Analizar plano de conexiones, se observa el grupo de conexión, las derivaciones de la baja y alta tensión.
<b>Técnico Operativo</b>	16	Soldar baja tensión. Se doblan las platinas de la entrada y salida de la bobina con los dobladores manuales hasta llegar a las banderas de los aisladores de baja tensión luego se coloca trapos mojados alrededor de la parte a soldar, se prende el soplete (equipo acetileno) y con una varilla de plata como material de aporte se suelda las derivaciones.
<b>Técnico Operativo</b>	17	Habilitar conmutador. Se corta cables de cobre forrado con papel aislante luego se pelan las puntas y se limpian del esmalte cubierto, posteriormente se colocan en cada terminal del conmutador y se prensa los terminales.
<b>Técnico</b>	18	Soldar derivaciones, se procede a moldear los terminales

*"Este documento una vez impreso es denominado una COPIA NO CONTROLADO y tiene fines referenciales para consulta en el lugar de uso, el documento vigente se encuentra en el servidor de Eléctrica Optimización S.A."*

**PROCEDIMIENTO DE TRABAJO**

VERSIÓN	00
FECHA	29/10/2019
PÁGINA	3 de 3

<b>Operativo</b>		del conmutador en dirección a las derivaciones de la bobina, luego se prende el soplete y se empieza a soldar uno por uno las derivaciones.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>19</b>	Forrar empalmes, se limpia de toda escoria producido al momento de soldar, luego se corta cinta crepe aislante y se empieza a forrar uno por uno , el forrado de los puntos de soldadura se realizan dos veces.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>20</b>	Prueba de relación, se realiza la prueba de relación con el multitester colocando en las derivaciones de acuerdo al grupo al grupo de conexión en diferentes posiciones.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>21</b>	Retirar aisladores, se retira todos los aisladores de la tapa y se colocan en una caja señalando la orden de fabricación.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>22</b>	Llevar al horno traslada al horno eléctrico y se coloca en el horno a una temperatura de 120 ° C. por dos días.
		Fin del proceso del montaje y conexionado del transformador



**ELÉCTRICA**  
Optimización S.A.

*"Este documento una vez impreso es denominado una COPIA NO CONTROLADO y tiene fines referenciales para consulta en el lugar de uso, el documento vigente se encuentra en el servidor de Eléctrica Optimización S.A."*

**Anexo 28.Procedimiento de trabajo del área de Horno**

	<b>PROCEDIMIENTO DE TRABAJO</b>	VERSIÓN	00
		FECHA	29/10/2019
		PÁGINA	1 de 2

**Proceso del Área/Sección: HORNO**

<b>Responsable</b>	<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>
<b>Técnico Operativo</b>		Secado y llenado
<b>Técnico Operativo</b>	<b>1</b>	Retirar del horno (parte activa) Para el llenado del transformador se retira la parte activa del horno eléctrico con ayuda de un tecele eléctrico de 15 toneladas.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>2</b>	Desajustar perfiles, se afloja los perfiles de la parte superior del núcleo y se baja el conmutador con cuidado para tener facilidad de nivelar el núcleo, se debe tener cuidado ya que la parte activa está caliente.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>3</b>	Nivelar núcleo, se procede a nivelar el núcleo chancándolo con un mazo de baquelita y quede uniforme todas las láminas del núcleo.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>4</b>	Ajustar parte activa (perfiles roscados) se procede a ajustar los perfiles y las varillas roscadas de los extremos ya que ha estado a temperatura y todas las partes de ajuste se deben verificar.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>5</b>	Colocar base de los aisladores de baja tensión se procede a ajustar toda la parte activa y colocar los empaques y aisladores correspondientes.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>6</b>	Colocar tapa, se eleva la tapa con ayuda del tecele eléctrico y se coloca en la parte activa del transformador
<b>Técnico Operativo</b>	<b>7</b>	Medir y ajustar la altura del tanque, se verifica la altura del tanque con el flexometro para dar la altura correspondiente a la parte activa.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>8</b>	Colocar aisladores de baja y alta tensión. Se procede a limpiar los aisladores antes de ser colocados luego se colocan sus empaques para evitar las fugas de aceite y se ajustan los aisladores con un torque adecuado ya que los aisladores se pueden romper.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>9</b>	Colocar nivel de aceite. Se calcula el tamaño de la distancia de la bolla del nivel y se corta en la cizalla manual luego se pega el empaque y se coloca el nivel en el conservador de aceite
<b>Técnico Operativo</b>	<b>10</b>	Colocar válvula de seguridad, se limpia la superficie donde se va colocar la válvula de seguridad, se coloca teflón y su empaque luego se ajusta la válvula de seguridad con la llave francesa.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>11</b>	Limpiar tanque, con las aspiradora industrial se quita toda impureza que pueda tener dentro del tanque y se verifica alguna suciedad impregnada en el tanque
<b>Técnico Operativo</b>	<b>12</b>	Preparar empaque del perímetro del tanque, se mide el perímetro del tanque para cortar el empaque de nitrilo en forma de cordón, luego de unte el empaque haciendo un corte en sección.

*“Este documento una vez impreso es denominado una COPIA NO CONTROLADO y tiene fines referenciales para consulta en el lugar de uso, el documento vigente se encuentra en el servidor de Eléctrica Optimización S.A.”*

## PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

VERSIÓN	00
FECHA	29/10/2019
PÁGINA	2 de 2

<b>Técnico Operativo</b>	<b>13</b>	Pegar empaque se limpia todo el perímetro para pegar el empaque con pegamento loctite, tener cuidado con manipularlas sin guantes ya que este pegamento es muy fuerte.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>14</b>	Colocar válvula compuerta, se limpia el niple done será colocado la válvula compuerta luego se coloca teflón para aceite posteriormente se procede a ajustar la válvula compuerta con la llave francesa.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>15</b>	Introducir parte activa al tanque, con ayuda del tecele eléctrico se eleva la parte activa y se introduce al tanque teniendo en cuenta la marca , el sentido y la dirección del transformador .
<b>Técnico Operativo</b>	<b>16</b>	Colocar y ajustar pernos del perímetro del tanque, se coloca en todo el perímetro pernos y tuerca para su respectivo ajuste, este ajuste de debe dar en forma de x para su debido ajuste y no des formar la tapa.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>17</b>	Acondicionar máquina re filtradora, se colocan las mangueras de succión de aceite a la máquina, se verifica si el tanque no tiene aceite sucio, se coloca la manguera de salida a la válvula compuerta del transformador.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>18</b>	Llenado de aceite, se prende la máquina re filtradora y se empieza a llenar el transformador estar pendiente del nivel de aceite para evitar que se rebalse el aceite.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>19</b>	Verificación de fugas. Se observa si hay alguna fuga de aceite en las partes donde existen empaques.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>20</b>	Trasladar con el mota carga al área de sala de pruebas
		Fin del proceso de llenado del transformador trifásico



**ELÉCTRICA**  
Optimización S.A.

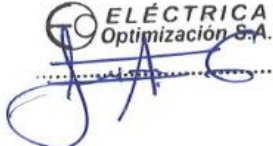
*"Este documento una vez impreso es denominado una COPIA NO CONTROLADO y tiene fines referenciales para consulta en el lugar de uso, el documento vigente se encuentra en el servidor de Eléctrica Optimización S.A."*

*Anexo 29. Procedimiento de trabajo del área de Sala de Pruebas*

	<b>PROCEDIMIENTO DE TRABAJO</b>	
	VERSIÓN	00
	FECHA	29/10/2019
	PÁGINA	1 de 1

**Proceso del Área/Sección: SALA DE PRUEBAS**

Responsable	Nº	Descripción
<b>Técnico Operativo</b>		Pruebas de calidad
<b>Técnico Operativo</b>	<b>1</b>	Realizar prueba de corto circuito. Se puentean los aisladores de baja tensión simulando un corto circuito.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>2</b>	Realizar relación de transformación, se simula una tensión nominal del transformador para verificar su comportamiento.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>3</b>	Realizar prueba de corriente de magnetización, se conecta el transformador y se verifica algún ruido extraño o vibración del transformador.
<b>Técnico Operativo</b>	<b>4</b>	Trasladar el transformador al área de pintura ,con ayuda del mota carga
		Fin del proceso de pruebas de calidad


  
**ELÉCTRICA**  
 Optimización S.A.

*"Este documento una vez impreso es denominado una COPIA NO CONTROLADO y tiene fines referenciales para consulta en el lugar de uso, el documento vigente se encuentra en el servidor de Eléctrica Optimización S.A."*

*Anexo 30. Procedimiento de trabajo del área de Pintura*



**PROCEDIMIENTO DE TRABAJO**

VERSIÓN	00
FECHA	29/10/2019
PÁGINA	1 de 1

**Proceso del Área/Sección: PINTURA**

Responsable	Nº	Descripción
Pintor		Pintura
Pintor	1	Preparar la zona a pintar , se acondiciona el lugar de trabajo que esté libre y limpio para el pintado
Pintor	2	Forrar los aisladores , nivel y conmutador, se forra con papel periódico y con cinta las partes de las porcelanas de los aisladores y el nivel de aceite
Pintor	3	Lijar partes ásperas, con lijas de 120 se lija las partes ásperas quedando una superficie lisa.
Pintor	4	Preparar la pintura , se mezcla las pinta el componente A con el B según la cantidad a pintar , luego se cuele la pintura para evitar atoros en la pistola durante el pintado
Pintor	5	Purgar compresora, para evitar que ingrese agua a la manguera y este llegue al soplete y malogre la pintura.
Pintor	6	Prender las extractoras, con mucho cuidado se prenden los extractores teniendo en cuenta el sentido de ellas.
Pintor	7	Regular la pistola de pintura, según la calibración del pintor regula la salida de pintura de su pistola de pintura
Pintor	8	Cerrar la cámara de pintura , se cierra la cámara de pintura para evitar la contaminación de las demás áreas
Pintor	9	Pintar de acabado, con una llevada contaste se procede a pintar.
Pintor	10	Secar temperatura ambiente. Después de pintar se seca a temperatura ambiente
Pintor	11	Retocar pintura, se retoca de una capa de pintura hasta cumplir el expresor de pintura adecuada.
Pintor	12	Trasladar a la zona de despacho , con ayuda del monta carga se traslada a la zona de despacho
		Fin del proceso de pintura



*"Este documento una vez impreso es denominado una COPIA NO CONTROLADO y tiene fines referenciales para consulta en el lugar de uso, el documento vigente se encuentra en el servidor de Eléctrica Optimización S.A."*

## Anexo 31. Encuesta N° 1



### ENCUESTA PARA EL ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.

Se realiza la encuesta para que se pueda recolectar los datos, con respecto a la información ingresada y evaluada en el Hishiwaka, para ello se colocó todas las causas raices en este cuestionario y sean tratadas conforme al ingreso de datos de la encuesta.

**Responda los enunciados que se presentan en el cuestionario, marcando con una X.**

Ud. observa .....

- |  |                                     |                                     |    |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|----|
| 1) Carencia de espacio en el lugar de trabajo      | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 2) Carencia de mantenimiento a las maquinarias     | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 3) Colaboradores descomprometidos                  | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 4) Colaboradores desmotivados                      | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 5) Colaboradores sin capacitación                  | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 6) Congestión durante el traslado del material     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 7) Deficiencia de orientación organizacional       | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 8) Distribución de planta desorganizada            | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 9) Fichas técnicas de las maquinarias incompletas  | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 10) Herramientas inadecuadas                       | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 11) Indicadores en la producción no actualizados   | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 12) Infraestructura inadecuada                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 13) Maquinaria de estado obsoleto                  | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 14) Maquinarias y equipos mal ubicados             | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 15) Materiales no llegan a tiempo                  | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 16) Materiales son de mala calidad                 | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 17) No se evidencia la mejora continua             | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 18) No se evidencia procedimientos para el trabajo | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 19) Recorridos innecesarios durante el proceso     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |

## Anexo 32. Encuesta N° 2



### ENCUESTA PARA EL ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.

Se realiza la encuesta para que se pueda recolectar los datos, con respecto a la información ingresada y evaluada en el Hishiwaka, para ello se colocó todas las causas raíces en este cuestionario y sean tratadas conforme al ingreso de datos de la encuesta.

**Responda los enunciados que se presentan en el cuestionario, marcando con una X.**  
**Ud. observa .....**

- |  |                                     |                                     |    |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|----|
| 1) Carencia de espacio en el lugar de trabajo      | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 2) Carencia de mantenimiento a las maquinarias     | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 3) Colaboradores descomprometidos                  | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 4) Colaboradores desmotivados                      | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 5) Colaboradores sin capacitación                  | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 6) Congestión durante el traslado del material     | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 7) Deficiencia de orientación organizacional       | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 8) Distribución de planta desorganizada            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 9) Fichas técnicas de las maquinarias incompletas  | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 10) Herramientas inadecuadas                       | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 11) Indicadores en la producción no actualizados   | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 12) Infraestructura inadecuada                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 13) Maquinaria de estado obsoleto                  | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 14) Maquinarias y equipos mal ubicados             | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 15) Materiales no llegan a tiempo                  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 16) Materiales son de mala calidad                 | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 17) No se evidencia la mejora continua             | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 18) No se evidencia procedimientos para el trabajo | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 19) Recorridos innecesarios durante el proceso     | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |



### Anexo 33. Encuesta N° 3



#### ENCUESTA PARA EL ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.

Se realiza la encuesta para que se pueda recolectar los datos, con respecto a la información ingresada y evaluada en el Hishiwaka, para ello se colocó todas las causas raíces en este cuestionario y sean tratadas conforme al ingreso de datos de la encuesta.

Responda los enunciados que se presentan en el cuestionario, marcando con una X.

Ud. observa .....

- |  |  |  |
|--|--|--|
| 1) Carencia de espacio en el lugar de trabajo      | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 2) Carencia de mantenimiento a las maquinarias     | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 3) Colaboradores descomprometidos                  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 4) Colaboradores desmotivados                      | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 5) Colaboradores sin capacitación                  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 6) Congestión durante el traslado del material     | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 7) Deficiencia de orientación organizacional       | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 8) Distribución de planta desorganizada            | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 9) Fichas técnicas de las maquinarias incompletas  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 10) Herramientas inadecuadas                       | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 11) Indicadores en la producción no actualizados   | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 12) Infraestructura inadecuada                     | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 13) Maquinaria de estado obsoleto                  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 14) Maquinarias y equipos mal ubicados             | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 15) Materiales no llegan a tiempo                  | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 16) Materiales son de mala calidad                 | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 17) No se evidencia la mejora continua             | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 18) No se evidencia procedimientos para el trabajo | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 19) Recorridos innecesarios durante el proceso     | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |

### Anexo 34. Encuesta N° 4



#### ENCUESTA PARA EL ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.

Se realiza la encuesta para que se pueda recolectar los datos, con respecto a la información ingresada y evaluada en el Hishiwaka, para ello se colocó todas las causas raíces en este cuestionario y sean tratadas conforme al ingreso de datos de la encuesta.

Responda los enunciados que se presentan en el cuestionario, marcando con una X.

Ud. observa .....

- |  |  |  |
|--|--|--|
| 1) Carencia de espacio en el lugar de trabajo      | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 2) Carencia de mantenimiento a las maquinarias     | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 3) Colaboradores descomprometidos                  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 4) Colaboradores desmotivados                      | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 5) Colaboradores sin capacitación                  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 6) Congestión durante el traslado del material     | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 7) Deficiencia de orientación organizacional       | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 8) Distribución de planta desorganizada            | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 9) Fichas técnicas de las maquinarias incompletas  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 10) Herramientas inadecuadas                       | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 11) Indicadores en la producción no actualizados   | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 12) Infraestructura inadecuada                     | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 13) Maquinaria de estado obsoleto                  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 14) Maquinarias y equipos mal ubicados             | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 15) Materiales no llegan a tiempo                  | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 16) Materiales son de mala calidad                 | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 17) No se evidencia la mejora continua             | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 18) No se evidencia procedimientos para el trabajo | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 19) Recorridos innecesarios durante el proceso     | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |

## Anexo 35. Encuesta N° 5



### ENCUESTA PARA EL ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.

Se realiza la encuesta para que se pueda recolectar los datos, con respecto a la información ingresada y evaluada en el Hishiwaka, para ello se colocó todas las causas raíces en este cuestionario y sean tratadas conforme al ingreso de datos de la encuesta.

**Responda los enunciados que se presentan en el cuestionario, marcando con una X.**

**Ud. observa .....**

- |  |                                     |                                     |    |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|----|
| 1) Carencia de espacio en el lugar de trabajo      | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 2) Carencia de mantenimiento a las maquinarias     | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 3) Colaboradores descomprometidos                  | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 4) Colaboradores desmotivados                      | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 5) Colaboradores sin capacitación                  | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 6) Congestión durante el traslado del material     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 7) Deficiencia de orientación organizacional       | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 8) Distribución de planta desorganizada            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 9) Fichas técnicas de las maquinarias incompletas  | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 10) Herramientas inadecuadas                       | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 11) Indicadores en la producción no actualizados   | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 12) Infraestructura inadecuada                     | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 13) Maquinaria de estado obsoleto                  | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 14) Maquinarias y equipos mal ubicados             | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 15) Materiales no llegan a tiempo                  | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 16) Materiales son de mala calidad                 | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 17) No se evidencia la mejora continua             | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 18) No se evidencia procedimientos para el trabajo | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 19) Recorridos innecesarios durante el proceso     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |

## Anexo 36. Encuesta N° 6



### ENCUESTA PARA EL ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.

Se realiza la encuesta para que se pueda recolectar los datos, con respecto a la información ingresada y evaluada en el Hishiwaka, para ello se colocó todas las causas raíces en este cuestionario y sean tratadas conforme al ingreso de datos de la encuesta.

**Responda los enunciados que se presentan en el cuestionario, marcando con una X.**

Ud. observa .....

- |  |                                     |                                     |    |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|----|
| 1) Carencia de espacio en el lugar de trabajo      | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 2) Carencia de mantenimiento a las maquinarias     | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 3) Colaboradores descomprometidos                  | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 4) Colaboradores desmotivados                      | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 5) Colaboradores sin capacitación                  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 6) Congestión durante el traslado del material     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 7) Deficiencia de orientación organizacional       | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 8) Distribución de planta desorganizada            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 9) Fichas técnicas de las maquinarias incompletas  | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 10) Herramientas inadecuadas                       | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 11) Indicadores en la producción no actualizados   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 12) Infraestructura inadecuada                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 13) Maquinaria de estado obsoleto                  | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 14) Maquinarias y equipos mal ubicados             | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 15) Materiales no llegan a tiempo                  | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 16) Materiales son de mala calidad                 | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 17) No se evidencia la mejora continua             | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 18) No se evidencia procedimientos para el trabajo | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 19) Recorridos innecesarios durante el proceso     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |

### Anexo 37. Encuesta N° 7



#### ENCUESTA PARA EL ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.

Se realiza la encuesta para que se pueda recolectar los datos, con respecto a la información ingresada y evaluada en el Hishiwaka, para ello se colocó todas las causas raices en este cuestionario y sean tratadas conforme al ingreso de datos de la encuesta.

Responda los enunciados que se presentan en el cuestionario, marcando con una X.

Ud. observa .....

- |  |  |  |
|--|--|--|
| 1) Carencia de espacio en el lugar de trabajo      | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 2) Carencia de mantenimiento a las maquinarias     | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 3) Colaboradores descomprometidos                  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 4) Colaboradores desmotivados                      | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 5) Colaboradores sin capacitación                  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 6) Congestión durante el traslado del material     | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 7) Deficiencia de orientación organizacional       | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 8) Distribución de planta desorganizada            | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 9) Fichas técnicas de las maquinarias incompletas  | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 10) Herramientas inadecuadas                       | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 11) Indicadores en la producción no actualizados   | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 12) Infraestructura inadecuada                     | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 13) Maquinaria de estado obsoleto                  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 14) Maquinarias y equipos mal ubicados             | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 15) Materiales no llegan a tiempo                  | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 16) Materiales son de mala calidad                 | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 17) No se evidencia la mejora continua             | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 18) No se evidencia procedimientos para el trabajo | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 19) Recorridos innecesarios durante el proceso     | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |

## Anexo 38. Encuesta N°8



### ENCUESTA PARA EL ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.

Se realiza la encuesta para que se pueda recolectar los datos, con respecto a la información ingresada y evaluada en el Hishiwaka, para ello se colocó todas las causas raíces en este cuestionario y sean tratadas conforme al ingreso de datos de la encuesta.

**Responda los enunciados que se presentan en el cuestionario, marcando con una X.**

Ud. observa .....

- |  |                                     |                                     |    |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|----|
| 1) Carencia de espacio en el lugar de trabajo      | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 2) Carencia de mantenimiento a las maquinarias     | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 3) Colaboradores descomprometidos                  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 4) Colaboradores desmotivados                      | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 5) Colaboradores sin capacitación                  | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 6) Congestión durante el traslado del material     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 7) Deficiencia de orientación organizacional       | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 8) Distribución de planta desorganizada            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 9) Fichas técnicas de las maquinarias incompletas  | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 10) Herramientas inadecuadas                       | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 11) Indicadores en la producción no actualizados   | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 12) Infraestructura inadecuada                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 13) Maquinaria de estado obsoleto                  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 14) Maquinarias y equipos mal ubicados             | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 15) Materiales no llegan a tiempo                  | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 16) Materiales son de mala calidad                 | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 17) No se evidencia la mejora continua             | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 18) No se evidencia procedimientos para el trabajo | SI                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 19) Recorridos innecesarios durante el proceso     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |

## Anexo 39. Encuesta N° 9



### ENCUESTA PARA EL ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.

Se realiza la encuesta para que se pueda recolectar los datos, con respecto a la información ingresada y evaluada en el Hishiwaka, para ello se colocó todas las causas raices en este cuestionario y sean tratadas conforme al ingreso de datos de la encuesta.

**Responda los anunciados que se presentan en el cuestionario, marcando con una X.**

Ud. observa .....

- |  |                                     |                                     |    |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|----|
| 1) Carencia de espacio en el lugar de trabajo      | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 2) Carencia de mantenimiento a las maquinarias     | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 3) Colaboradores descomprometidos                  | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 4) Colaboradores desmotivados                      | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 5) Colaboradores sin capacitación                  | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 6) Congestión durante el traslado del material     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 7) Deficiencia de orientación organizacional       | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 8) Distribución de planta desorganizada            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 9) Fichas técnicas de las maquinarias incompletas  | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 10) Herramientas inadecuadas                       | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 11) Indicadores en la producción no actualizados   | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 12) Infraestructura inadecuada                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 13) Maquinaria de estado obsoleto                  | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 14) Maquinarias y equipos mal ubicados             | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 15) Materiales no llegan a tiempo                  | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 16) Materiales son de mala calidad                 | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 17) No se evidencia la mejora continua             | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |
| 18) No se evidencia procedimientos para el trabajo | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| 19) Recorridos innecesarios durante el proceso     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | NO |

## Anexo 40. Encuesta N° 10



### ENCUESTA PARA EL ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.

Se realiza la encuesta para que se pueda recolectar los datos, con respecto a la información ingresada y evaluada en el Hishiwaka, para ello se colocó todas las causas raíces en este cuestionario y sean tratadas conforme al ingreso de datos de la encuesta.

**Responda los enunciados que se presentan en el cuestionario, marcando con una X.**

Ud. observa .....

- |  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| 1) Carencia de espacio en el lugar de trabajo      |  | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 2) Carencia de mantenimiento a las maquinarias     |  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 3) Colaboradores descomprometidos                  |  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 4) Colaboradores desmotivados                      |  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 5) Colaboradores sin capacitación                  |  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 6) Congestión durante el traslado del material     |  | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 7) Deficiencia de orientación organizacional       |  | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 8) Distribución de planta desorganizada            |  | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 9) Fichas técnicas de las maquinarias incompletas  |  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 10) Herramientas inadecuadas                       |  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 11) Indicadores en la producción no actualizados   |  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 12) Infraestructura inadecuada                     |  | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 13) Maquinaria de estado obsoleto                  |  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 14) Maquinarias y equipos mal ubicados             |  | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 15) Materiales no llegan a tiempo                  |  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 16) Materiales son de mala calidad                 |  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 17) No se evidencia la mejora continua             |  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 18) No se evidencia procedimientos para el trabajo |  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 19) Recorridos innecesarios durante el proceso     |  | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |



## Anexo 41. Encuesta N° 11



### ENCUESTA PARA EL ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.

Se realiza la encuesta para que se pueda recolectar los datos, con respecto a la información ingresada y evaluada en el Hishiwaka, para ello se colocó todas las causas raíces en este cuestionario y sean tratadas conforme al ingreso de datos de la encuesta.

**Responda los enunciados que se presentan en el cuestionario, marcando con una X.**

Ud. observa .....

- |  |  |  |
|--|--|--|
| 1) Carencia de espacio en el lugar de trabajo      | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 2) Carencia de mantenimiento a las maquinarias     | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 3) Colaboradores descomprometidos                  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 4) Colaboradores desmotivados                      | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 5) Colaboradores sin capacitación                  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 6) Congestión durante el traslado del material     | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 7) Deficiencia de orientación organizacional       | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 8) Distribución de planta desorganizada            | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 9) Fichas técnicas de las maquinarias incompletas  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 10) Herramientas inadecuadas                       | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 11) Indicadores en la producción no actualizados   | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 12) Infraestructura inadecuada                     | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 13) Maquinaria de estado obsoleto                  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 14) Maquinarias y equipos mal ubicados             | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 15) Materiales no llegan a tiempo                  | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 16) Materiales son de mala calidad                 | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 17) No se evidencia la mejora continua             | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 18) No se evidencia procedimientos para el trabajo | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 19) Recorridos innecesarios durante el proceso     | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |

## Anexo 42. Encuesta N° 12



### ENCUESTA PARA EL ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.

Se realiza la encuesta para que se pueda recolectar los datos, con respecto a la información ingresada y evaluada en el Hishiwaka, para ello se colocó todas las causas raíces en este cuestionario y sean tratadas conforme al ingreso de datos de la encuesta.

**Responda los enunciados que se presentan en el cuestionario, marcando con una X.**

Ud. observa .....

- |  |                                     |                                     |    |    |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|----|----|
| 1) Carencia de espacio en el lugar de trabajo      | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | SI | NO |
| 2) Carencia de mantenimiento a las maquinarias     | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | SI | NO |
| 3) Colaboradores descomprometidos                  | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | SI | NO |
| 4) Colaboradores desmotivados                      | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | SI | NO |
| 5) Colaboradores sin capacitación                  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | SI | NO |
| 6) Congestión durante el traslado del material     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | SI | NO |
| 7) Deficiencia de orientación organizacional       | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | SI | NO |
| 8) Distribución de planta desorganizada            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | SI | NO |
| 9) Fichas técnicas de las maquinarias incompletas  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | SI | NO |
| 10) Herramientas inadecuadas                       | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | SI | NO |
| 11) Indicadores en la producción no actualizados   | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | SI | NO |
| 12) Infraestructura inadecuada                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | SI | NO |
| 13) Maquinaria de estado obsoleto                  | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | SI | NO |
| 14) Maquinarias y equipos mal ubicados             | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | SI | NO |
| 15) Materiales no llegan a tiempo                  | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | SI | NO |
| 16) Materiales son de mala calidad                 | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | SI | NO |
| 17) No se evidencia la mejora continua             | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | SI | NO |
| 18) No se evidencia procedimientos para el trabajo | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | SI | NO |
| 19) Recorridos innecesarios durante el proceso     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | SI | NO |

### Anexo 43. Encuesta N° 13



#### ENCUESTA PARA EL ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.

Se realiza la encuesta para que se pueda recolectar los datos, con respecto a la información ingresada y evaluada en el Hishiwaka, para ello se colocó todas las causas raices en este cuestionario y sean tratadas conforme al ingreso de datos de la encuesta.

Responda los enunciados que se presentan en el cuestionario, marcando con una X.

Ud. observa .....

- |  |  |  |
|--|--|--|
| 1) Carencia de espacio en el lugar de trabajo      | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 2) Carencia de mantenimiento a las maquinarias     | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 3) Colaboradores descomprometidos                  | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 4) Colaboradores desmotivados                      | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 5) Colaboradores sin capacitación                  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 6) Congestión durante el traslado del material     | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 7) Deficiencia de orientación organizacional       | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 8) Distribución de planta desorganizada            | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 9) Fichas técnicas de las maquinarias incompletas  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 10) Herramientas inadecuadas                       | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 11) Indicadores en la producción no actualizados   | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 12) Infraestructura inadecuada                     | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 13) Maquinaria de estado obsoleto                  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 14) Maquinarias y equipos mal ubicados             | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 15) Materiales no llegan a tiempo                  | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 16) Materiales son de mala calidad                 | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 17) No se evidencia la mejora continua             | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 18) No se evidencia procedimientos para el trabajo | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 19) Recorridos innecesarios durante el proceso     | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |

### Anexo 44. Encuesta N° 14



#### ENCUESTA PARA EL ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.

Se realiza la encuesta para que se pueda recolectar los datos, con respecto a la información ingresada y evaluada en el Hishiwaka, para ello se colocó todas las causas raíces en este cuestionario y sean tratadas conforme al ingreso de datos de la encuesta.

Responda los enunciados que se presentan en el cuestionario, marcando con una X.

Ud. observa .....

- |  |  |  |
|--|--|--|
| 1) Carencia de espacio en el lugar de trabajo      | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 2) Carencia de mantenimiento a las maquinarias     | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 3) Colaboradores descomprometidos                  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 4) Colaboradores desmotivados                      | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 5) Colaboradores sin capacitación                  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 6) Congestión durante el traslado del material     | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 7) Deficiencia de orientación organizacional       | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 8) Distribución de planta desorganizada            | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 9) Fichas técnicas de las maquinarias incompletas  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 10) Herramientas inadecuadas                       | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 11) Indicadores en la producción no actualizados   | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 12) Infraestructura inadecuada                     | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 13) Maquinaria de estado obsoleto                  | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 14) Maquinarias y equipos mal ubicados             | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 15) Materiales no llegan a tiempo                  | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |
| 16) Materiales son de mala calidad                 | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 17) No se evidencia la mejora continua             | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 18) No se evidencia procedimientos para el trabajo | <input type="checkbox"/> SI            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| 19) Recorridos innecesarios durante el proceso     | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO            |

## Anexo 45. Encuesta N° 15



### ENCUESTA PARA EL ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.

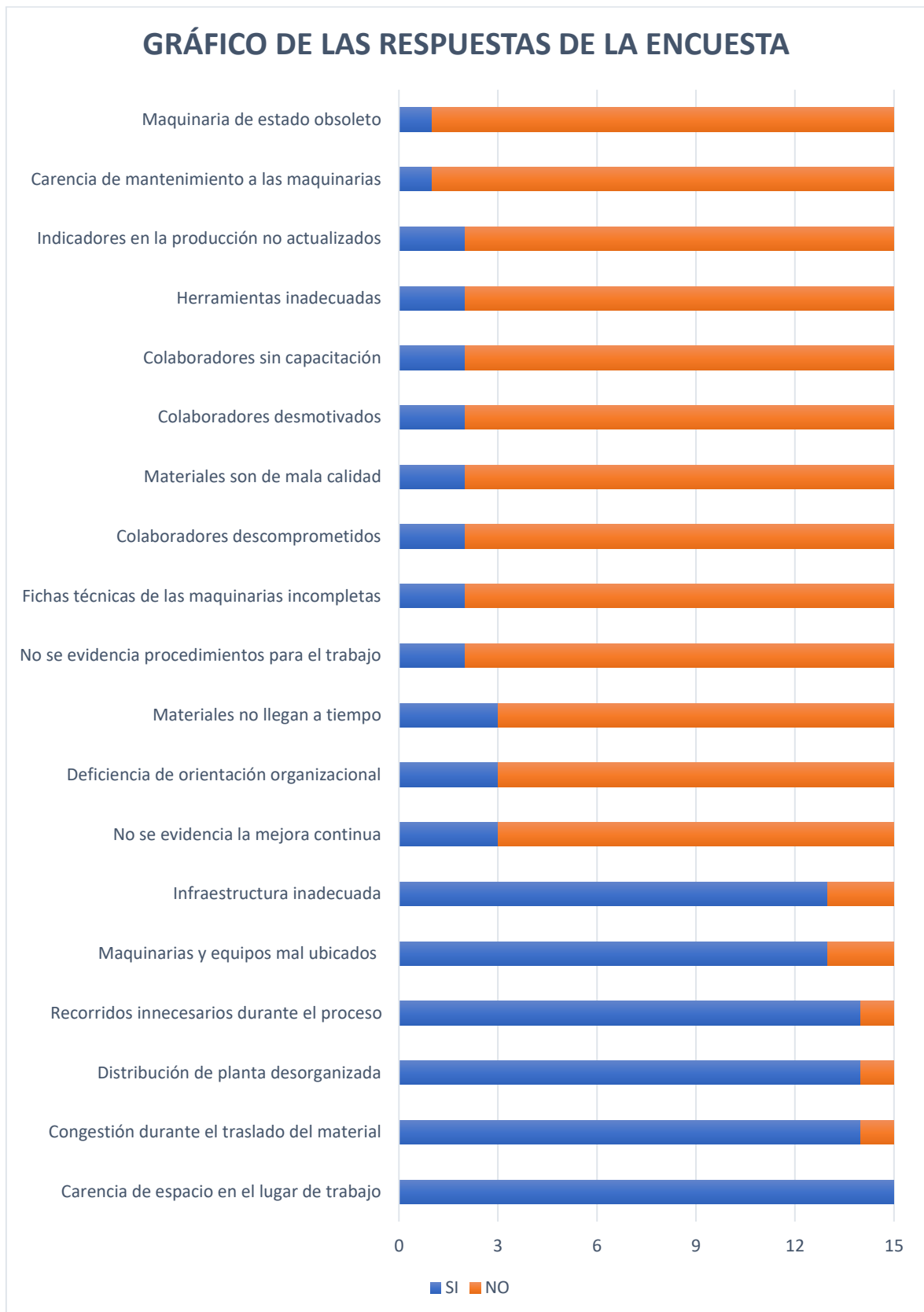
Se realiza la encuesta para que se pueda recolectar los datos, con respecto a la información ingresada y evaluada en el Hishiwaka, para ello se colocó todas las causas raíces en este cuestionario y sean tratadas conforme al ingreso de datos de la encuesta.

**Responda los enunciados que se presentan en el cuestionario, marcando con una X.**

**Ud. observa .....**

- |  |                                     |                                     |    |                          |    |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|----|--------------------------|----|
| 1) Carencia de espacio en el lugar de trabajo      | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | SI | <input type="checkbox"/> | NO |
| 2) Carencia de mantenimiento a las maquinarias     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | SI | <input type="checkbox"/> | NO |
| 3) Colaboradores descomprometidos                  | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | SI | <input type="checkbox"/> | NO |
| 4) Colaboradores desmotivados                      | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | SI | <input type="checkbox"/> | NO |
| 5) Colaboradores sin capacitación                  | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | SI | <input type="checkbox"/> | NO |
| 6) Congestión durante el traslado del material     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | SI | <input type="checkbox"/> | NO |
| 7) Deficiencia de orientación organizacional       | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | SI | <input type="checkbox"/> | NO |
| 8) Distribución de planta desorganizada            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | SI | <input type="checkbox"/> | NO |
| 9) Fichas técnicas de las maquinarias incompletas  | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | SI | <input type="checkbox"/> | NO |
| 10) Herramientas inadecuadas                       | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | SI | <input type="checkbox"/> | NO |
| 11) Indicadores en la producción no actualizados   | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | SI | <input type="checkbox"/> | NO |
| 12) Infraestructura inadecuada                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | SI | <input type="checkbox"/> | NO |
| 13) Maquinaria de estado obsoleto                  | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | SI | <input type="checkbox"/> | NO |
| 14) Maquinarias y equipos mal ubicados             | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | SI | <input type="checkbox"/> | NO |
| 15) Materiales no llegan a tiempo                  | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | SI | <input type="checkbox"/> | NO |
| 16) Materiales son de mala calidad                 | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | SI | <input type="checkbox"/> | NO |
| 17) No se evidencia la mejora continua             | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | SI | <input type="checkbox"/> | NO |
| 18) No se evidencia procedimientos para el trabajo | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | SI | <input type="checkbox"/> | NO |
| 19) Recorridos innecesarios durante el proceso     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | SI | <input type="checkbox"/> | NO |

*Anexo 46. Respuestas de la encuesta para el Diagrama Pareto*



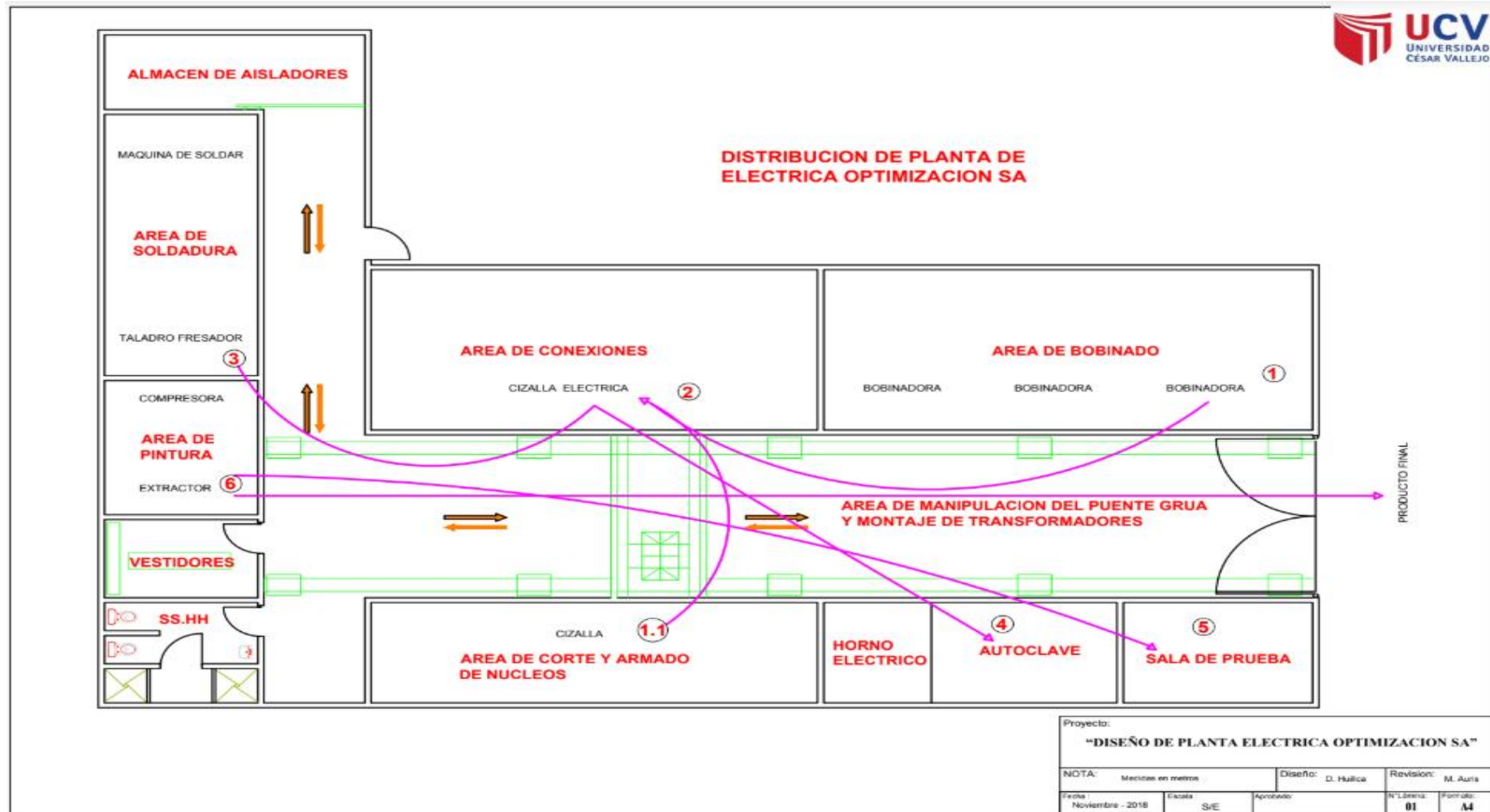
*Anexo 47. Evidencias 1 de la encuesta realizada*



*Anexo 48. Evidencia 2 de la encuesta realizada*

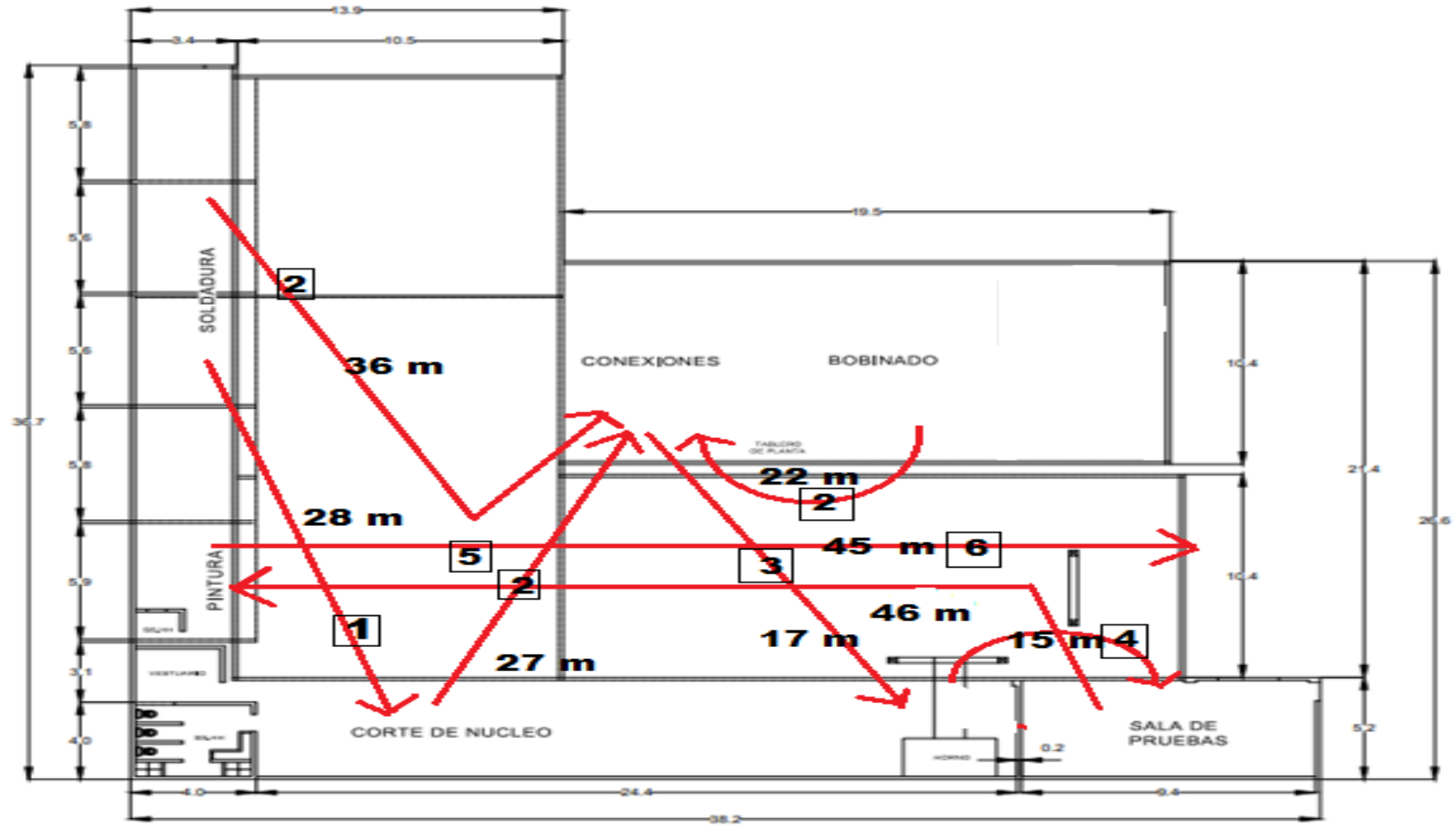


Anexo 49. Layout de ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.

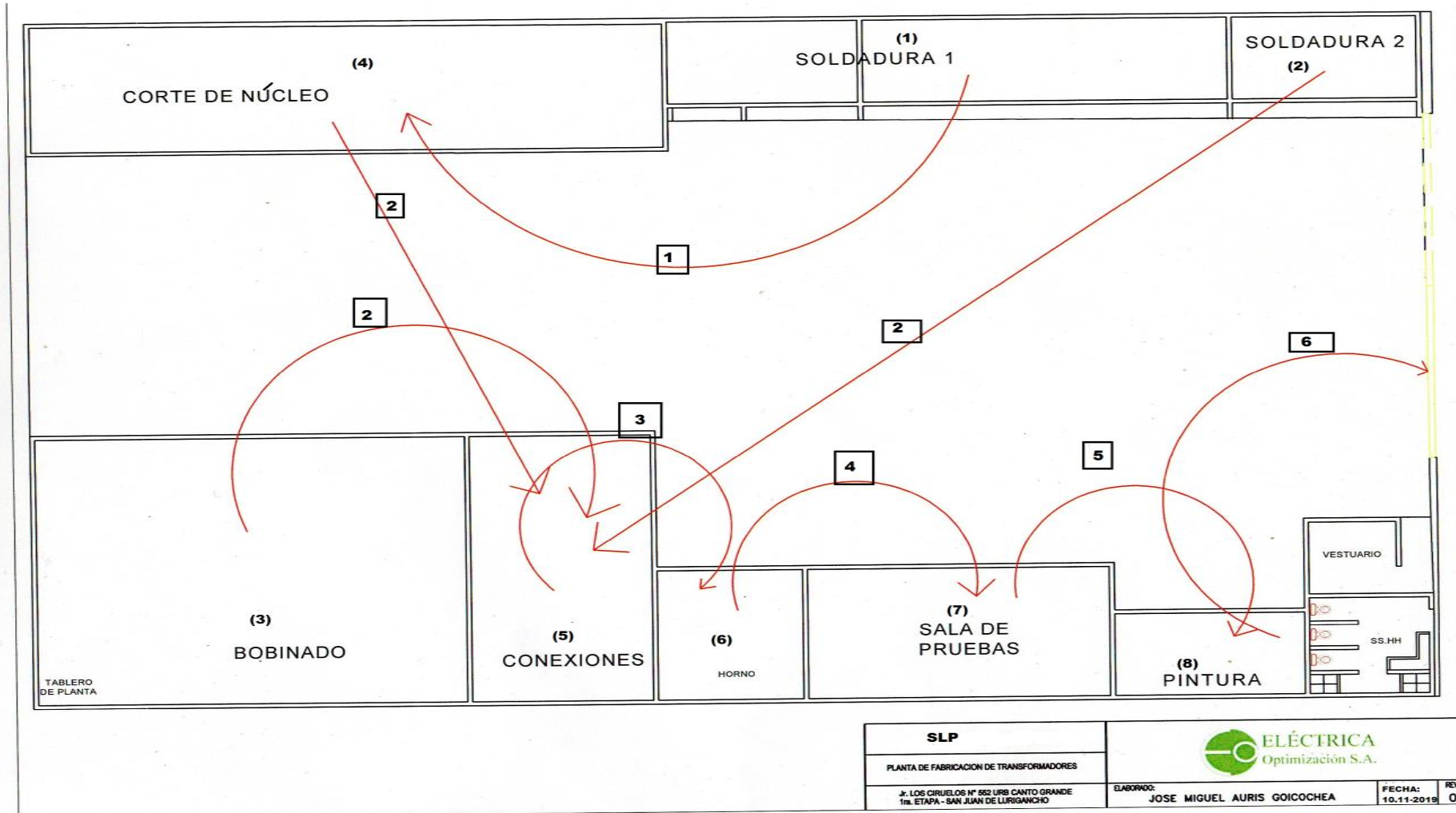




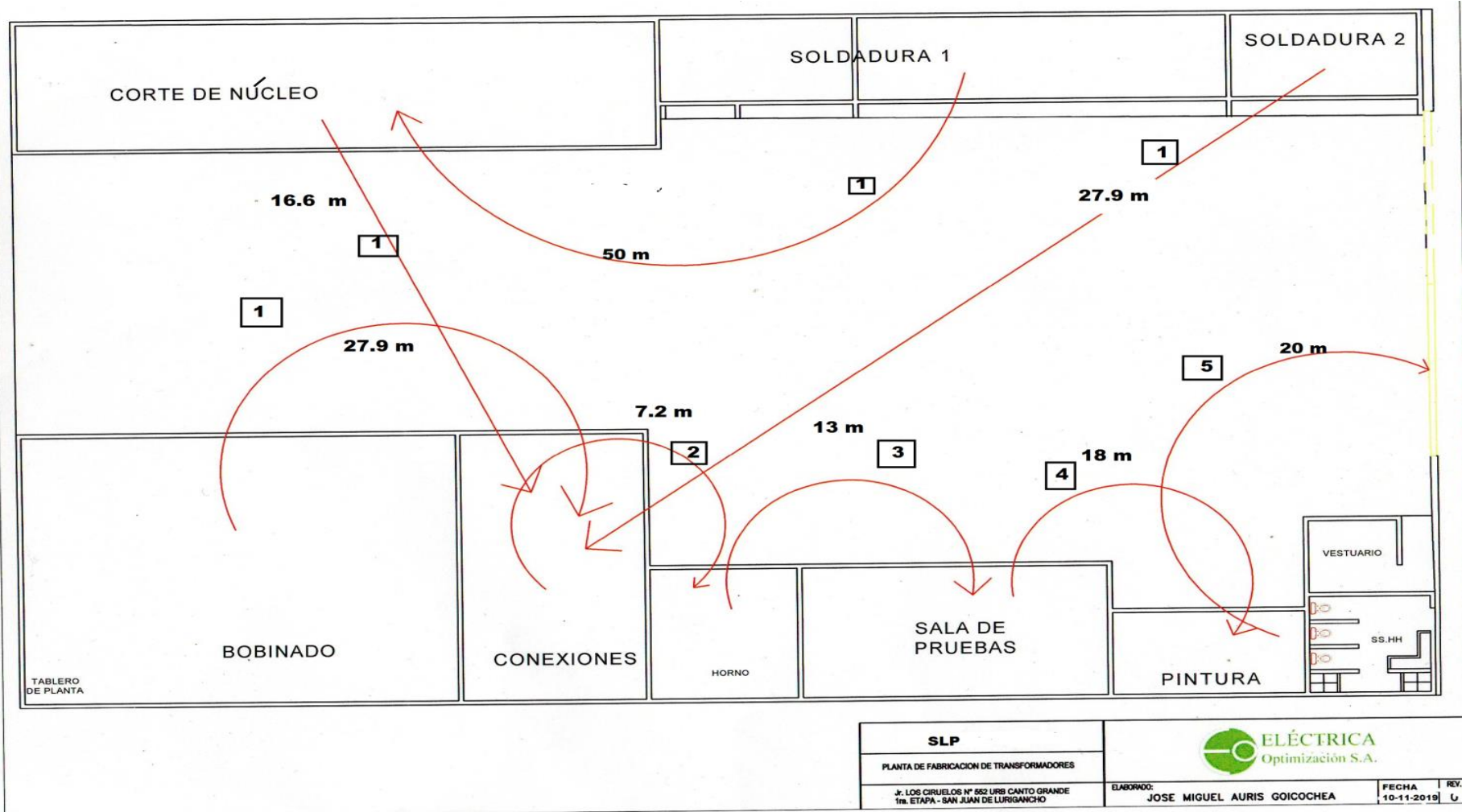
Anexo 50. Diagrama Spaghetti según layout de ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.



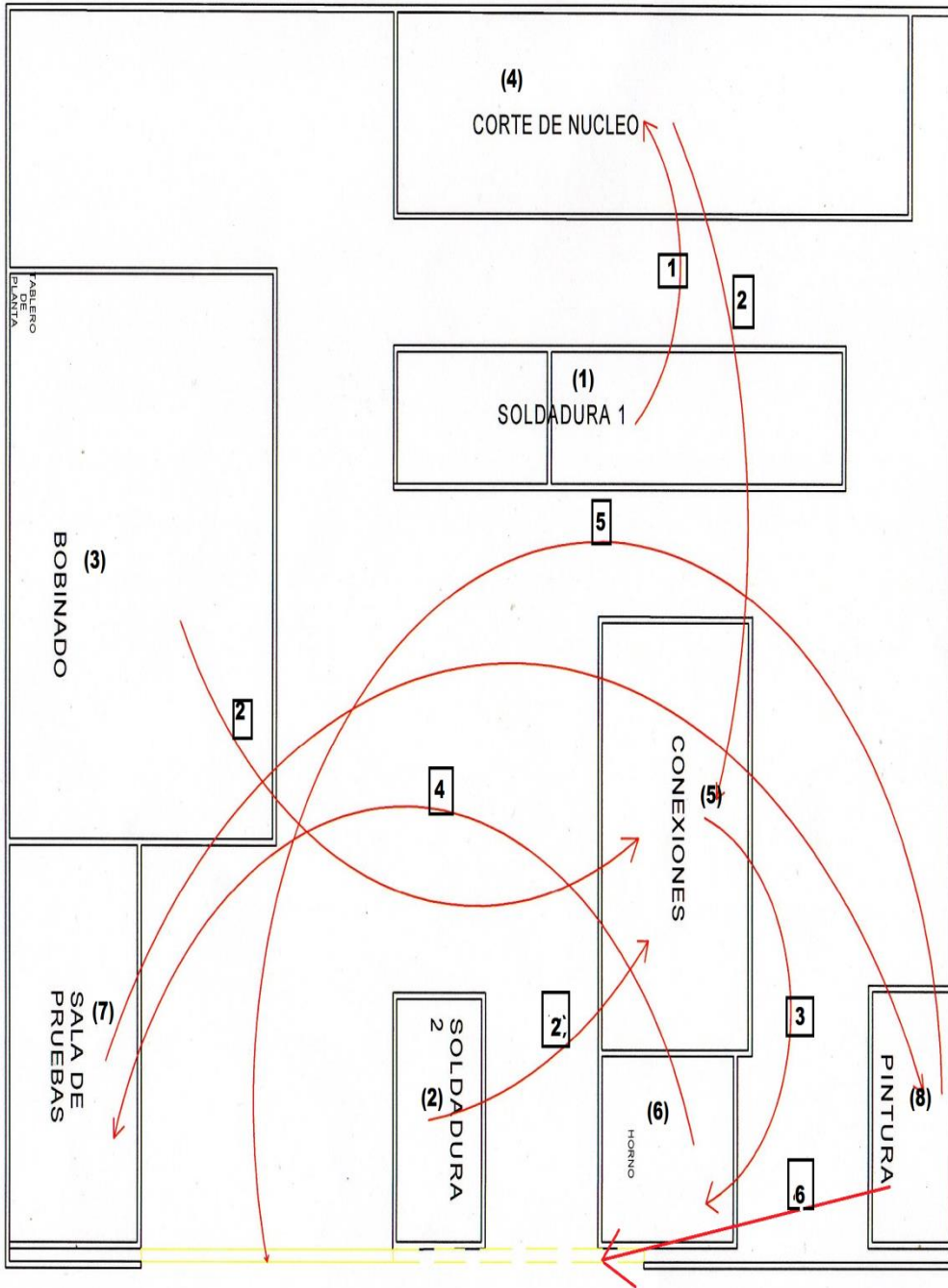
Anexo 51. Layout según Metodología SLP




Anexo 52. Diagrama Spaghetti según Metodología SLP

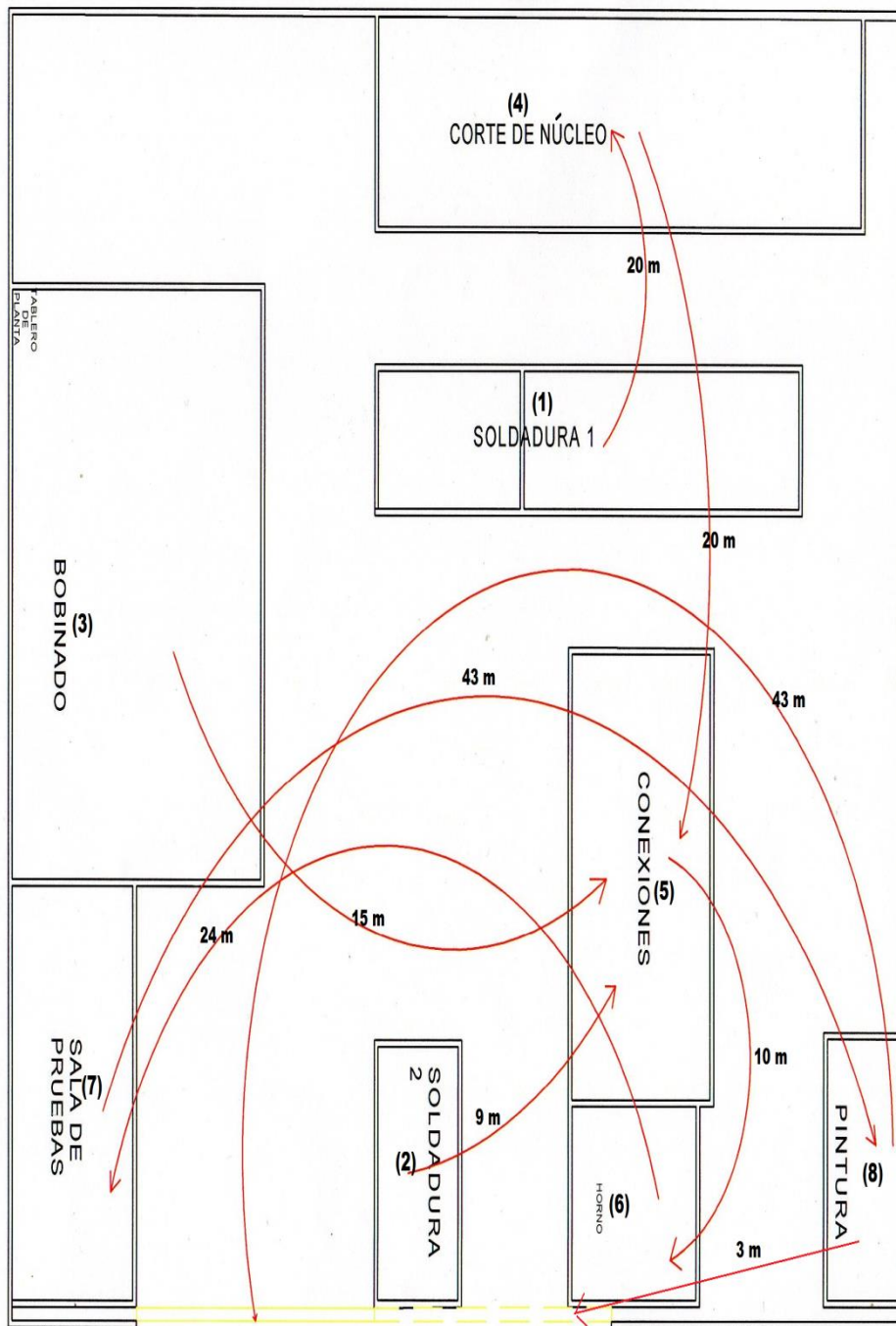


Anexo 53. Layout según Metodología CORELAP



CORELAP				
PLANTA DE FABRICACION DE TRANSFORMADORES MEJORADO				
Jr. LOS CIRUELOS N° 662 URB CANTO GRANDE Tn. ETAPA - SAN JUAN DE LURIGANCHO		ELABORADO: JOSE MIGUEL AURIS GOICOHEA	FECHA: JUNIO 2019	REV: 0

Anexo 54. Diagrama Spaghetti según Metodología CORELAP



CORELAP		
PLANTA DE FABRICACION DE TRANSFORMADORES MEJORADO		
A. LOS CRUZELOS N° 502 URB. CANTO GRANDE TR. ETAPA - SAN JUAN DE LURIGANCHO	ELABORADO: JOSE MIGUEL AURIS GOICOHEA	FECHA: 10-11-2019
		REV: 0

*Anexo 55. Evidencias 1 de las mediciones en las áreas de ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.*



**Anexo 56.** Evidencias 2 de las mediciones en las áreas de ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.



*Anexo 57. Evidencias 3 de las mediciones en las áreas de ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.*





*Anexo 58. Evidencias 4 de las mediciones en las áreas de ELÉCTRICA OPTIMIZACIÓN S.A.*



*Anexo 59. Cuaderno de Control de Demanda*



**Anexo 60. Autorización de la empresa Eléctrica Optimización S.A.**

Lima, 20 de noviembre del 2019

Señor

Dr. Robert Julio Contreras Rivera

Director De Nacional de la Escuela Profesional De Ingeniería Industrial de la  
Universidad Cesar Vallejo – Sede Lima Este

**ASUNTO: AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR TESIS DE INVESTIGACIÓN**

Yo Fernando Vidalón Pérez, identificado con DNI 42813640, en mi calidad de representante legal de la empresa ELÉCTRICA Optimización S.A , autorizo a los estudiantes José Miguel de Santa María, Auris Goicochea y Mayra Stephany, Solano Castro , estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, de la Universidad Cesar Vallejo – Sede Lima Este, a utilizar información confidencial de la empresa para el desarrollo del proyecto de tesis denominado “Propuesta de Distribución de Planta basado en el simulador Flexsim para reducir los Tiempos de Espera en la empresa Eléctrica Optimización S.A., 2019”. Como condiciones contractuales, el estudiante se obliga a (1) no divulgar ni usar para fines personales la información (documentos, expedientes, escritos, artículos, contratos, estados de cuenta y demás materiales) que, con objeto de la relación de trabajo, le fue suministrada; (2) no proporcionar a terceras personas, verbalmente o por escrito, directa o indirectamente, información alguna de las actividades y/o procesos de cualquier clase que fuesen observadas en la empresa durante la duración del proyecto y (3) no utilizar completa o parcialmente ninguno de los productos (documentos, metodología, procesos y demás) relacionados con el proyecto. El estudiante asume que toda información y el resultado del proyecto serán de uso exclusivamente académico.

El material suministrado por la empresa será la base para la construcción de un estudio de caso. La información y resultado que se obtenga del mismo podrían llegar a convertirse en una herramienta didáctica que apoye la formación de los estudiantes de la Escuela de Profesional de Ingeniería Industrial.

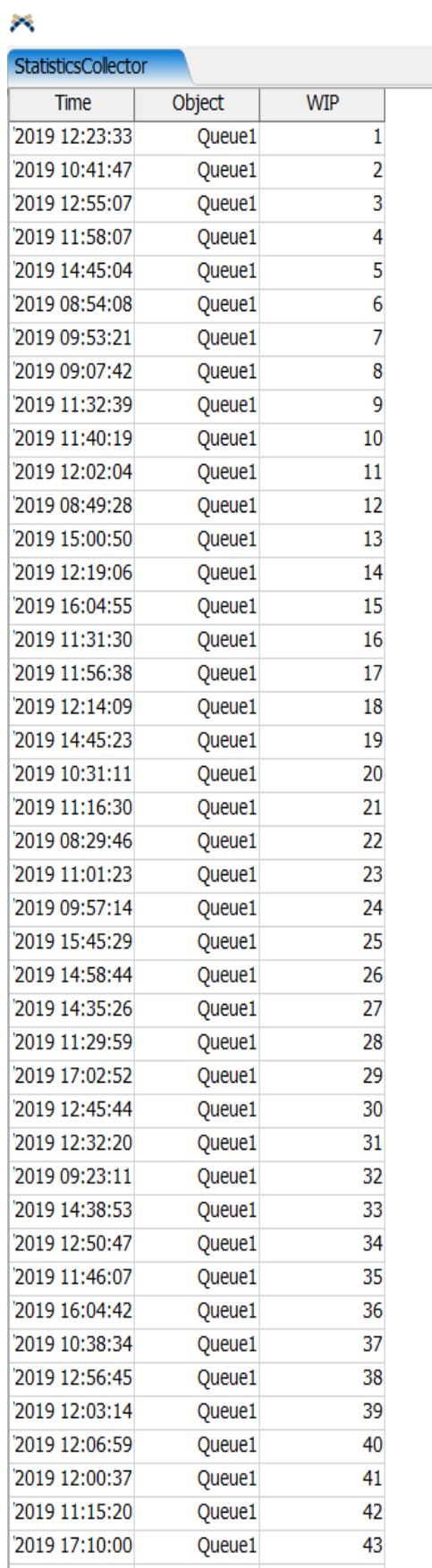
Atentamente,

**ELECTRICA OPTIMIZACION S.A.**

  
-----  
Ing. Fernando Vidalón Pérez  
GERENTE GENERAL

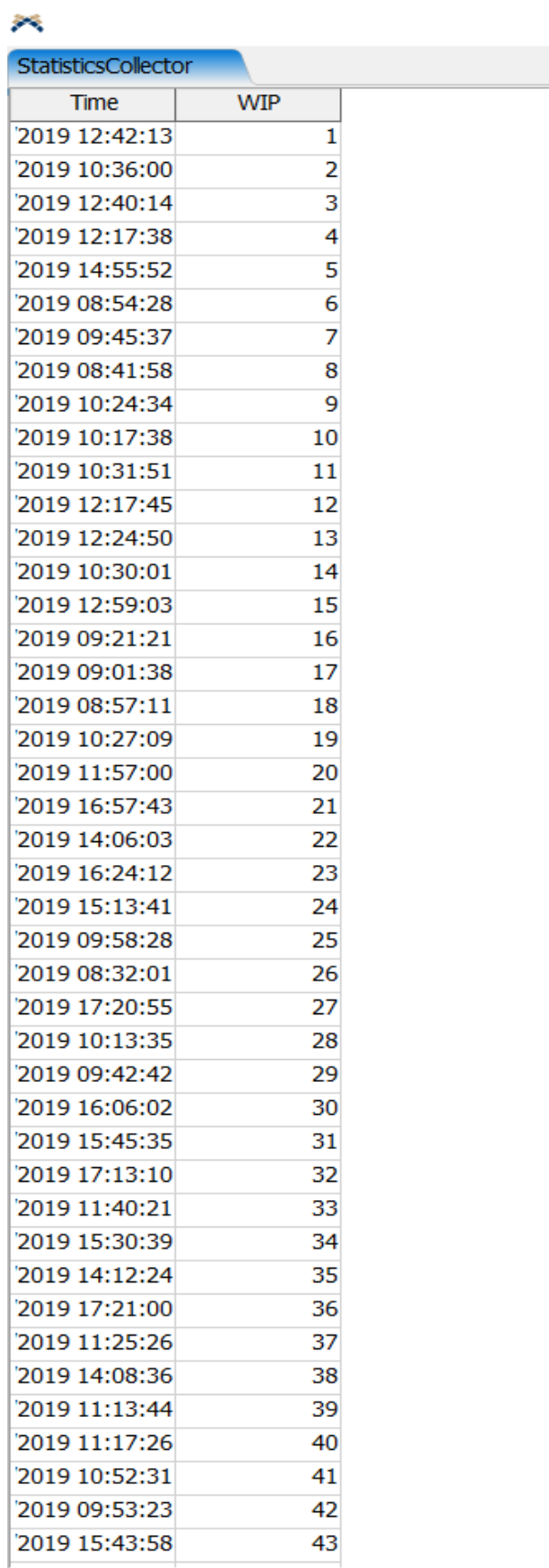
Ing. Fernando Vidalón Pérez  
Gerente general

*Anexo 62. Datos del simulador FlexSim, según el método actual*



Time	Object	WIP
2019 12:23:33	Queue1	1
2019 10:41:47	Queue1	2
2019 12:55:07	Queue1	3
2019 11:58:07	Queue1	4
2019 14:45:04	Queue1	5
2019 08:54:08	Queue1	6
2019 09:53:21	Queue1	7
2019 09:07:42	Queue1	8
2019 11:32:39	Queue1	9
2019 11:40:19	Queue1	10
2019 12:02:04	Queue1	11
2019 08:49:28	Queue1	12
2019 15:00:50	Queue1	13
2019 12:19:06	Queue1	14
2019 16:04:55	Queue1	15
2019 11:31:30	Queue1	16
2019 11:56:38	Queue1	17
2019 12:14:09	Queue1	18
2019 14:45:23	Queue1	19
2019 10:31:11	Queue1	20
2019 11:16:30	Queue1	21
2019 08:29:46	Queue1	22
2019 11:01:23	Queue1	23
2019 09:57:14	Queue1	24
2019 15:45:29	Queue1	25
2019 14:58:44	Queue1	26
2019 14:35:26	Queue1	27
2019 11:29:59	Queue1	28
2019 17:02:52	Queue1	29
2019 12:45:44	Queue1	30
2019 12:32:20	Queue1	31
2019 09:23:11	Queue1	32
2019 14:38:53	Queue1	33
2019 12:50:47	Queue1	34
2019 11:46:07	Queue1	35
2019 16:04:42	Queue1	36
2019 10:38:34	Queue1	37
2019 12:56:45	Queue1	38
2019 12:03:14	Queue1	39
2019 12:06:59	Queue1	40
2019 12:00:37	Queue1	41
2019 11:15:20	Queue1	42
2019 17:10:00	Queue1	43

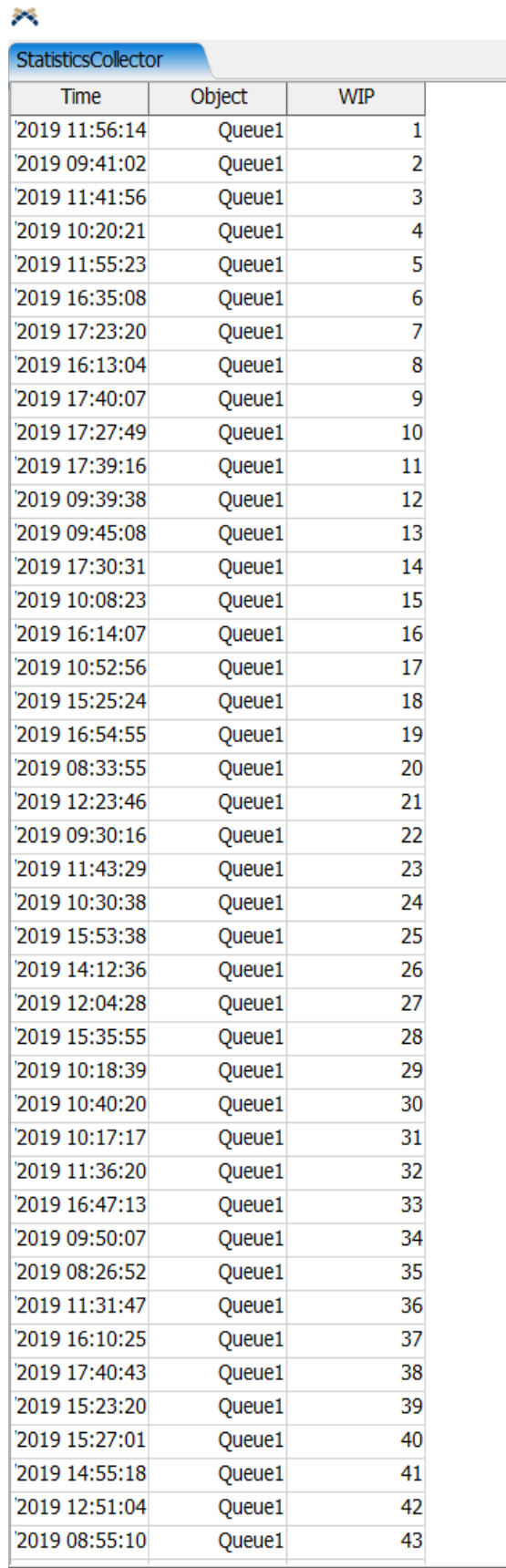
*Anexo 63. Datos del simulador FlexSim, según el método SLP*



The image shows a screenshot of a software window titled "StatisticsCollector". The window contains a table with two columns: "Time" and "WIP". The table lists 43 rows of data, each representing a specific time and a corresponding WIP value. The WIP values range from 1 to 43. The time values are in the format YYYY MM:DD:SS.

Time	WIP
'2019 12:42:13	1
'2019 10:36:00	2
'2019 12:40:14	3
'2019 12:17:38	4
'2019 14:55:52	5
'2019 08:54:28	6
'2019 09:45:37	7
'2019 08:41:58	8
'2019 10:24:34	9
'2019 10:17:38	10
'2019 10:31:51	11
'2019 12:17:45	12
'2019 12:24:50	13
'2019 10:30:01	14
'2019 12:59:03	15
'2019 09:21:21	16
'2019 09:01:38	17
'2019 08:57:11	18
'2019 10:27:09	19
'2019 11:57:00	20
'2019 16:57:43	21
'2019 14:06:03	22
'2019 16:24:12	23
'2019 15:13:41	24
'2019 09:58:28	25
'2019 08:32:01	26
'2019 17:20:55	27
'2019 10:13:35	28
'2019 09:42:42	29
'2019 16:06:02	30
'2019 15:45:35	31
'2019 17:13:10	32
'2019 11:40:21	33
'2019 15:30:39	34
'2019 14:12:24	35
'2019 17:21:00	36
'2019 11:25:26	37
'2019 14:08:36	38
'2019 11:13:44	39
'2019 11:17:26	40
'2019 10:52:31	41
'2019 09:53:23	42
'2019 15:43:58	43

*Anexo 64. Datos del simulador FlexSim, según el método CORELAP*



Time	Object	WIP
2019 11:56:14	Queue1	1
2019 09:41:02	Queue1	2
2019 11:41:56	Queue1	3
2019 10:20:21	Queue1	4
2019 11:55:23	Queue1	5
2019 16:35:08	Queue1	6
2019 17:23:20	Queue1	7
2019 16:13:04	Queue1	8
2019 17:40:07	Queue1	9
2019 17:27:49	Queue1	10
2019 17:39:16	Queue1	11
2019 09:39:38	Queue1	12
2019 09:45:08	Queue1	13
2019 17:30:31	Queue1	14
2019 10:08:23	Queue1	15
2019 16:14:07	Queue1	16
2019 10:52:56	Queue1	17
2019 15:25:24	Queue1	18
2019 16:54:55	Queue1	19
2019 08:33:55	Queue1	20
2019 12:23:46	Queue1	21
2019 09:30:16	Queue1	22
2019 11:43:29	Queue1	23
2019 10:30:38	Queue1	24
2019 15:53:38	Queue1	25
2019 14:12:36	Queue1	26
2019 12:04:28	Queue1	27
2019 15:35:55	Queue1	28
2019 10:18:39	Queue1	29
2019 10:40:20	Queue1	30
2019 10:17:17	Queue1	31
2019 11:36:20	Queue1	32
2019 16:47:13	Queue1	33
2019 09:50:07	Queue1	34
2019 08:26:52	Queue1	35
2019 11:31:47	Queue1	36
2019 16:10:25	Queue1	37
2019 17:40:43	Queue1	38
2019 15:23:20	Queue1	39
2019 15:27:01	Queue1	40
2019 14:55:18	Queue1	41
2019 12:51:04	Queue1	42
2019 08:55:10	Queue1	43