



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

TEMA:

“OPTIMIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE LA CENTRAL DIÉSEL
DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL NORTE S.A. EMELNORTE”

AUTOR:

Rosero Jaramillo Santiago David

DIRECTOR:

MSc. Yakcleem Montero Santos

Ibarra, 2021



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100319997-1		
APELLIDOS Y NOMBRES:	ROSERO JARAMILLO SANTIAGO DAVID		
DIRECCIÓN:	Imbabura – Ibarra		
EMAIL:	sdroseroj@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062955881	TELÉFONO MÓVIL	0981003021

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Optimización de la distribución en planta de la central diésel de la empresa eléctrica regional norte s.a. Emelnorte.
AUTOR (ES):	ROSERO JARAMILLO SANTIAGO DAVID
FECHA:	10 de marzo de 2021
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Industrial
AESOR/DIRECTOR:	Msc. Yakcleem Montero Santos

2. CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 10 días del mes de marzo de 2021

AUTOR:



Nombre: Santiago David Rosero Jaramillo

Cédula: 100319997-1

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. Yakcleem Montero MSc., director del Trabajo de Grado desarrollado por el señor estudiante ROSERO JARAMILLO SANTIAGO DAVID.

CERTIFICA

Que, el Proyecto de Trabajo de Grado titulado **“OPTIMIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE LA CENTRAL DIÉSEL DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL NORTE S.A. EMELNORTE”**, ha sido elaborado en su totalidad por el señor estudiante Rosero Jaramillo Santiago David bajo mi dirección, para la obtención del título de Ingeniero Industrial. Luego de ser revisada, considerando que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente.

Ibarra, a los 10 días del mes de marzo de 2021.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Yakcleem', is written over a faint circular stamp.

.....
MSc. Yakcleem Montero Santos

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

DEDICATORIA

A Dios, por darme salud y vida, por demostrarme que todo lo que nos proponemos se nos hace realidad con fe y esfuerzo y por darme la fortaleza para culminar una de mis metas más importantes en mi camino profesional.

A la Virgen María, por darme esa chispa que me motiva a ser un mejor ser humano día tras día, por brindarme su amparo y protección en cada momento.

A mis abuelitos, Juan Jaramillo y María Sevilla, por ser mi pilar más fuerte durante 26 años, y sé que aún desde el cielo siguen brindándome su amor, comprensión, apoyo y sus consejos de sabiduría.

A mi madre, Lucía Jaramillo, por ser un ejemplo de persona que lucha por sus ideales, por demostrarme que con esfuerzo y perseverancia todo se consigue y que la vida no es una carrera de velocidad, sino de resistencia y por estar a mi lado en cada triunfo y caída dándome su apoyo y amor incondicional.

A mis hermanos, Francisco Xavier, Miguel Ángel y Carlos Gabriel, por estar siempre presentes dándome su apoyo, ánimos y presencia incondicional en cada etapa buena o mala de mi vida.

SANTIAGO DAVID ROSERO JARAMILLO

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la fortaleza física y mental para alcanzar una meta muy importante en mi vida, por darme la salud y el privilegio de despertar día tras día.

A la Virgen María, por escuchar mis oraciones y darme el impulso a seguir un día más sin rendirme.

Al Magister Yakcleem Montero Santos, tutor de esta tesis, por asesorarme y darme un camino claro para el desarrollo de este trabajo con la ayuda de sus conocimientos.

A la empresa eléctrica regional norte S.A. Emelnorte, por su colaboración y ayuda brindada para el desarrollo del trabajo.

A la Universidad Técnica del Norte, a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas y a la Carrera de Ingeniería Industrial por ayudarme a conseguir este logro personal y la culminación de una meta más.

A cada uno de los docentes de las materias recibidas a lo largo de la Carrera, por impartir sus conocimientos y sus experiencias de vida para formarme mental y académicamente.

De manera especial agradezco a mi familia por el apoyo, por el amor, por el interés y dedicación que me brindaron, no solo a lo largo de mi carrera sino a lo largo de mi vida, llevándome a ser una persona sencilla, amable y de bien.

SANTIAGO DAVID ROSERO JARAMILLO

Tabla de contenido

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN	II
1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	II
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
CAPÍTULO I	3
1. GENERALIDADES	3
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2. OBJETIVOS	4
1.2.1. Objetivo general	4
1.2.2. Objetivos específicos	4
1.3. ALCANCE	4
1.4. JUSTIFICACIÓN	5
CAPÍTULO II	7
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	7
2.1.1. Factores que intervienen en la distribución en planta	9
2.1.2. Principios de la distribución en planta	10
2.2. TIPOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	11
2.2.1. Distribución por producto	11
2.2.2. Distribución por procesos	12
2.2.3. Distribución por posición fija	14
2.2.4. Distribución por células de trabajo (híbrida)	15
2.3. UBICACIÓN DE MÁQUINAS	16
2.4. MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	17
2.4.1. Planeación sistemática de la distribución (SLP)	17
2.4.2. Planificación de Diseño de Relaciones Computarizadas (CORELAP) . 26	
2.4.3. Asignación Relativa Computarizada de Instalaciones (CRAFT)	28
2.4.4. Programa Automatizado para el Diseño de Distribución Física (ADELP) 29	
2.4.5. Diseño de Instalaciones Computarizadas (COFAD)	30
2.5. NORMATIVA LEGAL	31
2.5.1. Capítulo I. Seguridad en el Proyecto	31
2.5.2. Capítulo II. Edificios y Locales	31
CAPÍTULO III	34
3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	34

3.1.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA.....	34
3.2.	DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	35
3.3.	MISIÓN.....	35
3.4.	VISIÓN.....	35
3.5.	ESTRUCTURA ORGANIZATIVA.....	35
3.6.	VALORES INSTITUCIONALES.....	36
3.7.	VALORES PERSONALES.....	36
3.8.	VALORES DE TRABAJO.....	37
3.9.	ANÁLISIS FODA GENERAL.....	38
3.10.	ANÁLISIS FODA DE LAS INSTALACIONES.....	45
3.11.	FUERZA DE TRABAJO EN CADA ESTACIÓN.....	47
3.12.	MATERIA PRIMA (OBJETO DE TRABAJO).....	47
3.12.1.	Maquinaria y materiales del Departamento de Generación.....	47
3.12.2.	Maquinaria y materiales del Departamento de Distribución.....	48
3.13.	CARACTERIZACIÓN DE LA MAQUINARIA.....	49
3.14.	FLUJO DE PROCESOS.....	50
3.14.1.	Flujo de proceso de recepción y almacenamiento de materia prima.....	50
3.14.2.	Flujo de proceso de recopilado y salida de materia prima.....	52
3.15.	DISTRIBUCIÓN DE PLANTA ACTUAL (LAYOUT ACTUAL).....	54
3.16.	COSTOS ACTUALES DE TRANSPORTE.....	59
CAPÍTULO IV.....		61
4.	OPTIMIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA EN LAS INSTALACIONES DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL NORTE s.a. EMELNORTE S.A.	61
4.1.	PLANEACIÓN SISTEMÁTICA DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA (SLP).....	61
4.1.1.	Flujo de materiales.....	61
4.1.2.	Cálculo de superficies.....	65
4.1.3.	Relación entre actividades.....	67
4.1.4.	Diagrama relacional entre actividades.....	69
4.1.5.	Diagrama relacional de espacios.....	71
4.1.6.	Propuesta de distribución en planta para las instalaciones.....	74
4.1.7.	Diagrama de Recorrido.....	75
4.2.	PLANIFICACIÓN DE DISEÑO DE RELACIONES COMPUTARIZADAS (CORELAP).....	79
4.3.	ASIGNACIÓN RELATIVA COMPUTARIZADA DE INSTALACIONES (CRAFT).....	84
4.4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	87
CONCLUSIONES.....		98
RECOMENDACIONES.....		99
Bibliografía.....		100

ANEXOS 102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Relaciones de cercanía	22
Tabla 2. Motivos de relaciones entre actividades.....	24
Tabla 3. Líneas de representación entre áreas o departamentos	24
Tabla 4. Clasificación para las relaciones de cercanía.....	27
Tabla 5. Análisis FODA general.....	39
Tabla 6. Matriz de evaluación de factores internos.....	41
Tabla 7. Matriz de evaluación de factores externos	43
Tabla 8. Matriz de estrategias generales.	45
Tabla 9. Análisis FODA de las instalaciones.....	46
Tabla 11. Fuerza de trabajo por departamento	47
Tabla 12. Maquinaria del Departamento de Generación	49
Tabla 13. Maquinaria del Departamento de Distribución	50
Tabla 14. Cálculo de superficies para las Oficinas.....	66
Tabla 15. Cálculo de superficies para Almacenamiento.	66
Tabla 16. Cálculo de superficies para Parqueadero.....	67
Tabla 17. Tipos y motivos de relaciones y líneas de trazado	68
Tabla 18. Datos de matriz From-To Oficinas.....	85
Tabla 19. Datos de matriz From-To Almacenamiento	86
Tabla 20. Datos de matriz From-To Parqueadero.....	87
Tabla 21. Costo total de Transporte del Objeto de Trabajo	87
Tabla 22. Validación de la propuesta de distribución en planta de las áreas de Oficinas	89
Tabla 23. Validación de la propuesta de distribución en planta de las áreas de Almacenamiento	92
Tabla 24. Validación de la propuesta de distribución en planta de las áreas de Parqueadero	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Objetivos de la distribución en planta	8
Figura 2. Distribución en planta por producto.....	11
Figura 3. Distribución en planta por proceso.....	13
Figura 4. Distribución por posición fija: ensamblaje de un avión Airbus A34/600 en la planta de Airbus en Toulouse (Francia).....	14
Figura 5. Distribución en planta por células de trabajo (híbrida)	15
Figura 7. Pasos para el desarrollo del método SLP	20
Figura 8. Análisis de producto-cantidad.....	21
Figura 9. Diagrama de relación de actividades.	23
Figura 10. Diagrama de relación de actividades y recorridos.....	25
Figura 11. Interacciones del Método CRAFT.....	29
Figura 12. Distribución en planta por el Método ADELP.....	30
Figura 13. Organigrama Organizacional.....	36
Figura 14. Posición estratégica de EMELNORTE S.A.	44
Figura 15. Diagrama OTIDA de recepción y almacenamiento de MP-Departamento de Generación	51
Figura 16. Diagrama OTIDA de recepción y almacenamiento de MP-Departamento de Distribución	52
Figura 17. Diagrama OTIDA de recopilado y salida de MP-Departamento de Distribución	53
Figura 18. Diagrama OTIDA de recopilado y salida de MP-Departamento de Distribución	54
Figura 19. Layout de la parte frontal de las instalaciones	55
Figura 20. Diagrama de recorrido actual para el almacenamiento de materia prima departamentos de Generación y Distribución	56
Figura 21. Diagrama de recorrido actual para la disposición de materia prima departamentos de Generación y Distribución	58
Figura 22. Costo almacenamiento y disposición de materia prima departamentos de Generación y Distribución	59
Figura 23. Costo personal de oficinas departamentos de Generación y Distribución.....	59
Figura 24. Costo movilidad del parqueadero de Generación y Distribución	60
Figura 25. Diagrama de procesos de Almacenaje de Materia Prima Departamento de Generación	62
Figura 26. Diagrama de procesos de Almacenaje de Materia Prima Departamento de Distribución	63
Figura 27. Diagrama de procesos de Recopilado y Salida de Materia Prima Departamento de Generación	64
Figura 28. Diagrama de procesos de Recopilado y Salida de Materia Prima Departamento de Distribución.....	63

Figura 29. Matriz de relación entre actividades de Oficinas.....	68
Figura 30. Matriz de relación entre actividades de Almacenamiento	69
Figura 31. Matriz de relación entre actividades de Parqueadero.....	69
Figura 32. Diagrama relacional entre áreas de Oficinas	70
Figura 33. Diagrama relacional entre áreas de Almacenamiento.....	70
Figura 34. Diagrama relacional entre áreas de Parqueadero	71
Figura 35. Diagrama relacional de espacios de Oficinas	72
Figura 36. Diagrama relacional de espacios de Almacenamiento	73
Figura 37. Diagrama relacional de espacios de Parqueadero	73
Figura 38. Propuesta de distribución en planta para las instalaciones.....	75
Figura 39. Diagrama de Recorrido de los Almacenamientos de los Departamentos de Generación y Distribución.....	76
Figura 40. Diagrama de Recorrido de Recopilado y Salida de MP de los Departamentos de Generación y Distribución	78
Figura 41. Orden de importancia de los Departamentos de Oficinas.....	80
Figura 42. Orden de importancia de los Departamentos de Almacenamiento	80
Figura 43. Orden de importancia de las Áreas de Parqueadero	81
Figura 44. Interacciones del Layout de Oficinas	82
Figura 45. Interacciones del Layout de Almacenamiento	83
Figura 46. Interacciones del Layout de Parqueadero	84

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Plano Parte frontal de la empresa.	102
Anexo 2: Fichas Técnicas de Maquinaria.	103
Anexo 3: Plano de la propuesta de distribución en planta de las instalaciones.	110
Anexo 4: Datos de las áreas dentro de las instalaciones y matrices de relaciones CORELAP.	111
Anexo 5: Datos para el cálculo del costo total del transporte del objeto de trabajo CRAFT.	114
Anexo 6: Cálculo del costo total del transporte del objeto de trabajo CRAFT.	117

ABREVIATURAS

ALDEP	Programa automatizado para diseño de distribución física
COFAD	Diseño de instalaciones computarizadas
CORELAP	Planificación de diseño de relaciones computarizada
CRAFT	Asignación relativa computarizada de instalaciones
P	Resultado final
Q	Cantidad o volumen del producto
S	Servicios anexos
SLP	Planeación sistemática de la distribución
SYMEP	Suministro y Mantenimiento de Equipos Petroleros
T	Tiempo
TCR	Índice total de cercanía
X	Recorrido

RESUMEN

El trabajo de titulación se desarrolló en la empresa eléctrica regional norte S.A. Emelnorte, en las instalaciones de la calle 13 de abril entre Víctor Manuel Guzmán y Benjamín Carrión, misma en la que surge la necesidad de realizar la distribución en planta para la organización de los espacios para el material y trabajadores.

El objetivo principal es optimizar el recorrido del objeto de trabajo y hallar la mejor secuencia tecnológica de las actividades a través de los diferentes departamentos, logrando así, la disminución de costo total de transporte utilizado dentro de las instalaciones, mediante la aplicación de métodos de distribución en planta.

Se inició con la investigación de la fundamentación teórica, analizando las metodologías existentes para la optimización de la distribución en planta, mismas que sean aplicadas a empresas de servicios.

Se elaboró la propuesta de distribución en planta con un flujo de secuencias tecnológicas siguiendo la distribución por proceso, debido a las restricciones físicas existentes dentro de las instalaciones; misma que cumplen con principios de distribución en planta y normas de seguridad y salud ocupacional para todos los trabajadores tanto operarios como personal administrativo; conjuntamente desarrollado con el método Planeación Sistemática de la Distribución y el método de Planificación de Diseño de Relaciones Computarizadas para cada área respectivamente, teniendo presente la relación de cercanía entre áreas. Aplicando el método Asignación Relativa Computarizada de Instalaciones por medio de complementos asociados a Microsoft Excel se contrasta y se calcula el costo total de transporte del recorrido del objeto de trabajo que se obtuvo de cada flujo de secuencias lógicas. Adoptando los resultados se pudo obtener en el área de oficinas una reducción de distancia de 48.92 metros y en el costo una reducción del 67.2%; en el área de Almacenamiento una reducción de distancia de 325.3 metros y en su costo una reducción del 58%; en el área de parqueadero una reducción de distancia de 70.22 metros y reducción del costo del 24.93%.

ABSTRACT

The degree work was developed in the electrical company Emelnorte, in the facilities of 13 de abril street between Víctor Manuel Guzmán and Benjamín Carrión, where the need arises to carry out the plant distribution for the organization of the spaces for the material and workers.

The main objective is to optimize the route of the work object and find the best technological sequence of the activities through the different departments, thus achieving a decrease in the total cost of transportation used within the facilities, through the application of plant distribution methods.

We began with the investigation of the theoretical foundation, analyzing the existing methodologies for the optimization of plant distribution, which are applied to service companies.

The plant layout proposal was elaborated with a flow of technological sequences following the distribution by process, due to the existing physical restrictions within the facilities; same that comply with principles of plant layout and occupational health and safety standards for all workers both operators and administrative staff; jointly developed with the Systematic Distribution Planning method and the Computerized Relationship Design Planning method for each area respectively, bearing in mind the relationship of proximity between areas. Applying the Computerized Relative Allocation of Facilities method by means of add-ins associated to Microsoft Excel, the total transportation cost of the work object route obtained from each flow of logical sequences is contrasted and calculated. Adopting the results, it was possible to obtain in the office area a distance reduction of 48.92 meters and in the cost a reduction of 67.2%; in the storage area a distance reduction of 325.3 meters and in its cost a reduction of 58%; in the parking area a distance reduction of 70.22 meters and a cost reduction of 24.93%.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa eléctrica regional norte S.A. Emelnorte, es una organización de economía mixta y de consideración EP que mediante un interconectado nacional, se dedica a proveer energía eléctrica hacia el pueblo ecuatoriano. Dentro de sus instalaciones, se encuentra el almacén denominado Central Diésel, ubicado en Ibarra, en las calles 13 de abril y Víctor Manuel Guzmán, misma que sirve para el albergue de varios vehículos pertenecientes a la entidad y a los diferentes trabajadores y para el almacenaje de distintos tipos de materiales para la disposición en obras a las cuales se dedica la organización. Con el transcurso del tiempo se ha ido modificando para satisfacer las necesidades que van surgiendo en el momento, pero en la actualidad no se encuentran enfocadas a las necesidades logísticas más específicas en su distribución de espacios que sirven para el almacenaje y el recorrido de vehículos en esencia.

La empresa no ha podido satisfacer las inconformidades presentadas por una distribución en planta de la Central Diésel que fue elaborada hace 15 años que ocasiona problemas en el recorrido y almacenaje de materiales, produce acumulamiento y desorden en el tránsito de vehículos. Esta distribución actual ya no es funcional, incumple con los requerimientos necesarios por parte del personal administrativo y operativo, además, no cuenta con la seguridad para la movilidad en su interior, transporte de carga pesada, almacenaje de materiales específicos y acumulamiento de equipos.

Además, su presente no ayuda a la mala imagen que se muestra frente a los trabajadores ocasionando desmotivación laboral al ver las diferentes áreas con acumulamientos y desorden en muchos espacios.

Después de visualizar los inconvenientes, se presenta la propuesta para satisfacer las necesidades evidenciadas por el personal y optimizar las instalaciones dentro de la Central Diésel, perteneciente a la empresa eléctrica

regional norte S.A. Emelnorte. Empleando el diseño de un layout óptimo, utilizando herramientas que permitan planificar las instalaciones de una forma más eficiente y así, la reestructuración de del diseño en planta

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

- Optimizar la distribución en planta de la Central Diésel de la empresa eléctrica regional norte S.A. Emelnorte, aplicando métodos que permita disminuir recorridos del objeto de trabajo.

1.2.2. Objetivos específicos

- Realizar un estudio bibliográfico acerca de los métodos de distribución en planta que se ajusten a la empresa objeto de estudio.
- Establecer la situación actual de la planta de la Central Diésel de la empresa eléctrica regional norte S.A. Emelnorte, que permita analizar la secuencia tecnológica de las operaciones
- Aplicar los métodos de distribución en planta Planeación Sistemática de la Distribución (SLP), Planificación de Diseño de Relaciones Computarizadas (CORELAP) y Asignación Relativa Computarizada de Instalaciones (CRAFT), para optimizar la distribución en planta de la Central Diésel de la empresa eléctrica regional norte S.A. Emelnorte.

1.3. ALCANCE

La presente propuesta de diseño de distribución en planta se aplica en el área establecida de la empresa; para lo cual se procederá a realizar el diagnóstico de la situación actual de la organización, de forma particular en el área donde se encuentra la mayor parte de oficinas, recorrido de vehículos y el

material necesario que es manejado por la misma, además de los despojos o desperdicios ya no utilizados, tomando en cuenta los recorridos de la maquinaria hacia las diferentes áreas dentro de las instalaciones, a excepción del área donde se encuentra la bodega principal.

Se finalizará con la generación de una propuesta para un nuevo diseño de la distribución en planta destinada al área ya antes mencionada, sin exceder los límites de una propuesta que sea más beneficiosa para un mejor desempeño, teniendo presente las instalaciones que no pueden ser modificadas.

1.4. JUSTIFICACIÓN

(Bernard Lewis), define la planeación de instalaciones como el proceso de determinar las características y costos de la tierra y las instalaciones físicas que mejor satisfagan los requisitos de operación y funcionalidad del usuario.

El proyecto planteado permitirá resolver el problema mediante el estudio de la distribución en planta actual. Posteriormente el planteamiento de posibles opciones de distribución y teniendo en cuenta la logística interior de las instalaciones donde se va a realizar el trabajo.

Proponiendo una correcta distribución en planta nos permite eliminar tiempos muertos, acumulación de material innecesario mejorar la productividad, mejorar la eficiencia de los trabajadores, se mejoran las condiciones laborales, se aumenta la motivación para los trabajadores, además de reducir los riesgos inmersos al mantener un acumulación de material. Por eso se procederá a optimizar la distribución en planta, que servirá en el presente.

Con el rediseño de una nueva distribución permitirá reducir los costos y tiempos innecesarios, aumentar la disponibilidad de tiempo del operario y utilizarlo en diferentes aplicaciones más beneficiosos para la organización.

El trabajo de titulación se enmarca en el Plan Nacional de Desarrollo, Toda una Vida 2017 – 2021, en el eje No, 2 Economía al Servicio de la Sociedad, que busca que la economía de nuestro país crezca logrando que interactúen de

forma coherente lo público y privado a través de reglas claras que impulsen la productividad con conciencia social.

El Objetivo No. 5 indica que el Estado debe “Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria que busca el desarrollo de una adecuada política industrial promoviendo la productividad, la competitividad y el uso de la tecnología potencializando las cadenas productivas del país” ((CNP), 2017).

Este proyecto toma en consideración la política No 5.2 que “Promueve la productividad, competitividad y calidad de los productos nacionales, como también la disponibilidad de servicios conexos y otros insumos, para generar valor agregado y procesos de industrialización en los sectores productivos con enfoque a satisfacer la demanda nacional y de exportación” y la 5.5 “Diversificar la producción nacional con pertinencia territorial, aprovechando las ventajas competitivas, comparativas y las oportunidades identificadas en el mercado interno y externo, para lograr un crecimiento económico sostenible y sustentable” ((CNP), 2017).

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

Este capítulo abarca, la fundamentación teórica requerida para la solución de problemas de distribución en planta y el estudio bibliográfico de los métodos de distribución en planta capaces de ayudar a resolver la problemática de la empresa eléctrica regional norte S.A. Emelnorte.

2.1. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Evita el recorrido de distancias innecesarias al optimizar los lugares por donde se transita, ahorrando procesos, aprovechando mejor los espacios para ser utilizados y disminuyendo acumulamientos en superficies. (Bryan, 2019).

Integrar a las personas, herramientas, actividades y procesos reduciendo distancias, utilizando todos los espacios, brindando seguridad y tranquilidad a los trabajadores es la finalidad de la distribución.

La integración de las personas, las herramientas, las actividades y los procesos para reducir distancias, utilizando todos los espacios, brindando seguridad y tranquilidad a los trabajadores es el objetivo principal de la distribución en planta (Obregón, 2016).

En la figura No. 1 se detalla los objetivos de una distribución en planta, las cuales son: integrar de forma global de todos los factores que afecta a la distribución en planta; minimizar las distancias en el movimiento de materiales; circulación fluida de todo el trabajo en la planta; utilización de todo el espacio disponible de forma eficiente, aumento de seguridad para el trabajo y los trabajadores; disposición flexible que permita reajustes sobre la distribución en planta. Estos objetivos mencionados, orientan a las empresas a realizar sus respectivas distribuciones que se acoplen a los requerimientos necesitados o en su defecto a realizar una optimización de la distribución ya existente (cecma.com.ar, s.f.).

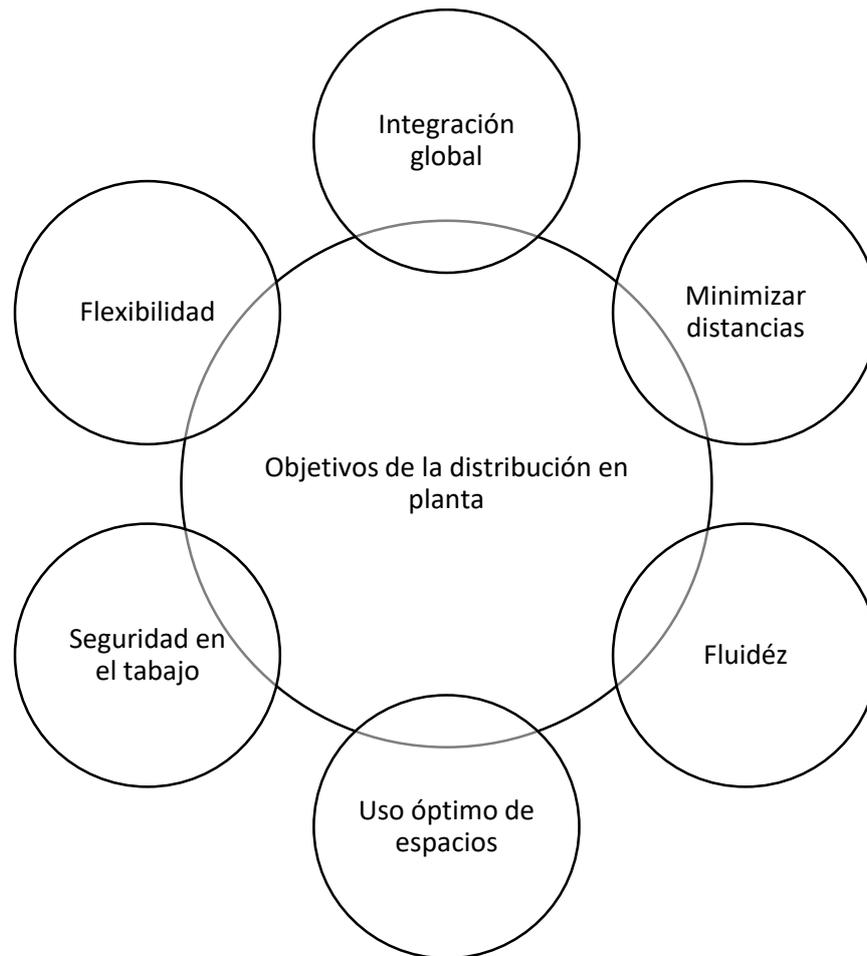


Figura 1: Objetivos de la distribución en planta

Fuente: (cecma.com.ar, s.f.)

La reducción de las pérdidas económicas es una de las ventajas más importantes de la distribución en planta, ayuda a evitar el recorrido de grandes distancias para el traslado de materiales, herramientas o insumos generales, la fragmentación del personal en las respectivas áreas de trabajo. Aumentando la calidad y satisfacción de las áreas laborables y reduciendo los tiempos de respuesta entre los procesos.

La importancia de una correcta distribución en planta se enfoca en la ubicación precisa de cada recurso utilizado por la empresa, facilitando la comunicación, el traslado, el flujo de sus procesos y la viabilidad entre sus operaciones. Gracias a esto, se mejora el ambiente de trabajo al ser de forma más intuitiva los movimientos, más seguro los traslados y con menos

interrupciones, añadiendo a esto se vuelve más fácil el mantenimiento de las instalaciones para aumentar la productividad.

Uno de los limitantes más importantes al momento de realizar la distribución en planta es el espacio limitado, la cantidad de oficinas, el peso de materiales y equipos, la maquinaria y su volumen, pero por encima de esto, las actividades que se realizan dentro de las áreas de la empresa lo que genera estos problemas.

2.1.1. Factores que intervienen en la distribución en planta.

Los factores que se toman en cuenta para realizar una correcta distribución en planta son: materiales, líneas de distribución, personas, máquinas, edificios, tiempos de espera, servicios y cambios, de acuerdo a (García & Quesada, 2005).

- **Materiales:** elementos que se pueden transformar con un proceso de producción, sus características propias a considerar son el tamaño, peso, forma, volumen y componentes que determinan la forma como deben ser tratados, procesados y almacenados.
- **Líneas de circulación:** movimiento de los materiales desde que llegan a las instalaciones, descargados, hasta que son almacenados. Se debe tomar en cuenta el transporte necesario para descargar y posteriormente trasladar para almacenar.
- **Personas:** mano de obra utilizada dentro de las instalaciones, realizan diferentes actividades en la producción de bienes. Se debe precisar las tareas, número de horas requeridas, el tipo de trabajo y las condiciones laborales en que se desarrollarán.
- **Máquinas:** equipos, dispositivos, aparatos y herramientas que servirán en el proceso de producción de servicios por parte de la empresa, se debe tomar en cuenta el tipo, la cantidad, el proceso a realizarse, número de trabajadores, peso, medidas de seguridad.

- **Edificios:** estructura física en la que se encuentran las diferentes áreas, oficinas, almacenes, talleres, baños, esparcimiento, instalaciones eléctricas, de agua y drenaje.
- **Espera:** tiempos resultantes del proceso de ejecución en transporte, descarga, almacenaje, preparación operación y transferencia en el proceso de producción del servicio.
- **Servicio:** actividades donde se realiza el traslado de material disperso hacia las distintas áreas dentro de las instalaciones de la empresa, visualizar el estado de calidad del material para brindar un servicio correcto.
- **Cambios:** parte del sistema de producción, ya sea por situaciones económicas, procesos tecnológicos, situaciones laborales e invenciones, con la meta de poder mejorar y hacer más productiva la empresa ofrecer un servicio eficiente, eficaz y efectivo.

2.1.2. Principios de la distribución en planta

Los principios que guían la distribución en planta son:

- **Integración de conjunto:** relación adecuada entre personas, máquinas, materiales y tareas a realizarse para obtener un proceso productivo adecuado.
- **Distancia mínima recorrida:** distancia entre la mano de obra, los equipos, herramientas y materiales sea corta para reducir el tiempo de respuesta.
- **Flujo de materiales o circulación:** plan del orden en el cual se deben realizar las tareas en cada área de trabajo.
- **Espacio cúbico:** aprovechamiento de todos los espacios disponibles.
- **Satisfacción y seguridad:** todos los lugares de trabajo deben brindar comodidad a sus empleados.
- **Flexibilidad:** posibilidad de modificaciones en las áreas propuestas.

2.2. TIPOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Las diferentes distribuciones en planta, pueden ser realizadas por producto, por procesos, por posición fija y por células de trabajo (híbrida), tal como lo describe a continuación:

2.2.1. Distribución por producto

Esta distribución se aplica cuando existe una secuencia lógica en los procesos, máquinas y personal para obtener los productos. Los materiales son trasladados entre las áreas o puntos de trabajo para llegar al producto final. En la figura No. 2, se muestra el ingreso de materiales para las diferentes máquinas y al final se obtiene el producto terminado.

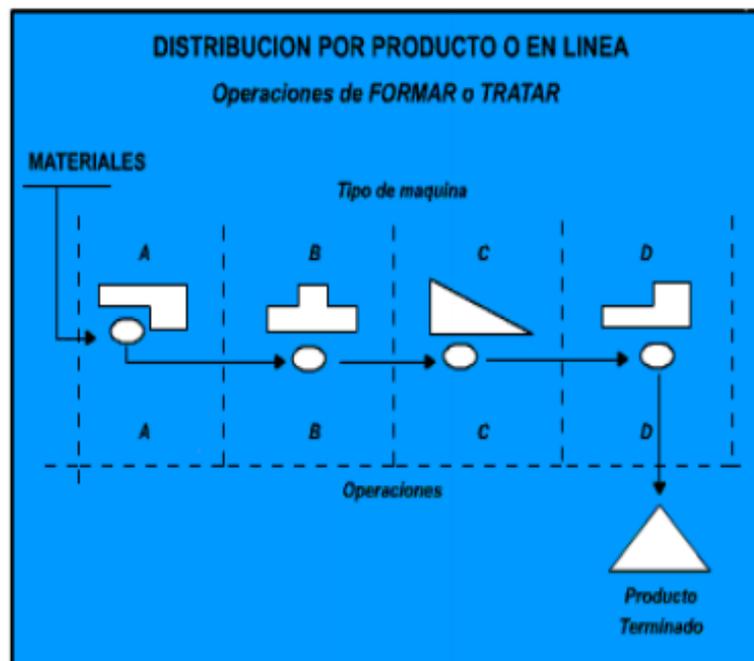


Figura 2. Distribución en planta por producto
Fuente. (Antonio Segura, 2010)

2.2.1.1 Ventajas de la distribución por producto

Como ventajas se puede observar lo siguiente:

- Sencilla aplicación
- Utilizada en producción en masa de artículos
- Patrón de flujo vertical u horizontal
- Disminución de tiempo y material
- Fácil control en procesos e interacciones

2.2.1.2 Desventajas de la distribución por productos.

Como desventajas se puede observar lo siguiente:

- Cadena de producción para un producto único
- En averías la secuencia es afectada hasta reparar la maquinaria
- Altos costos por capacitación al personal

2.2.2 Distribución por procesos

Esta distribución implica crear grupos o áreas de taller para que el material pueda circular por cada punto destinado hasta obtener un producto final. Cada lote tiene su propio flujo de producción y se puede realizar interacciones entre lotes. En la figura No. 3 se muestra la secuencia requerida para productos y su flujo de materiales.

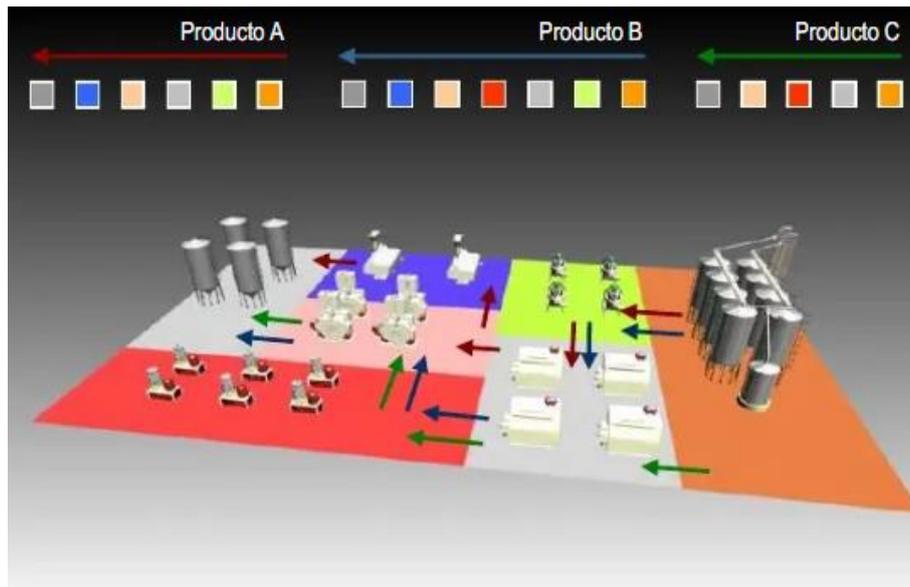


Figura 3. Distribución en planta por proceso.
Fuente. www.academia.edu

2.2.2.1 *Ventajas de la distribución por procesos*

Como ventajas se puede observar lo siguiente:

- Menor costo en máquinas
- No se interrumpen las tareas por avería de una máquina
- Ayuda a producir grandes cantidades

2.2.2.2 *Desventajas de la distribución por procesos*

Como desventajas se puede observar lo siguiente:

- Embotellamientos
- Problemas con grandes volúmenes de producción

2.2.3 Distribución por posición fija

Esta distribución conlleva el traslado de los materiales, los operarios y las máquinas hacia el lugar donde se va a producir el producto, se aplica en donde se realizan grandes proyectos y se fabrican por unidad. En la figura No. 4 se muestra la planta de ensamblaje de un Airbus en Francia.



Figura 4. Distribución por posición fija: ensamblaje de un avión Airbus A340/600 en la planta de Airbus en Toulouse (Francia).

Fuente. www.academia.edu

2.2.3.1 *Ventajas de la distribución por posición fija*

Como ventajas se puede observar lo siguiente:

- Calidad primordial
- Se puede alquilar las máquinas en lugar de comprarlas
- Reducción de costos
- Cumplimiento de tiempos de entrega gracias a la planificación del flujo de procesos

2.2.3.2 *Desventajas de la distribución por posición fija*

Como desventaja se puede observar:

- Capacitación al personal
- Maquinaria costosa si se decide comprar
- Necesidad de una extensa área para el trabajo

2.2.4 **Distribución por células de trabajo (híbrida)**

Esta distribución surge de combinar la distribución por procesos y la distribución por producto, aquí se busca la elaboración de productos de características comunes como son el peso, el tamaño y la forma. Para cumplir con las tareas se asigna personal, material y máquinas necesarias para que el proceso se desarrolle de forma sencilla y eficiente. En la figura No. 5, se muestra la combinación de la distribución por producto y por procesos.

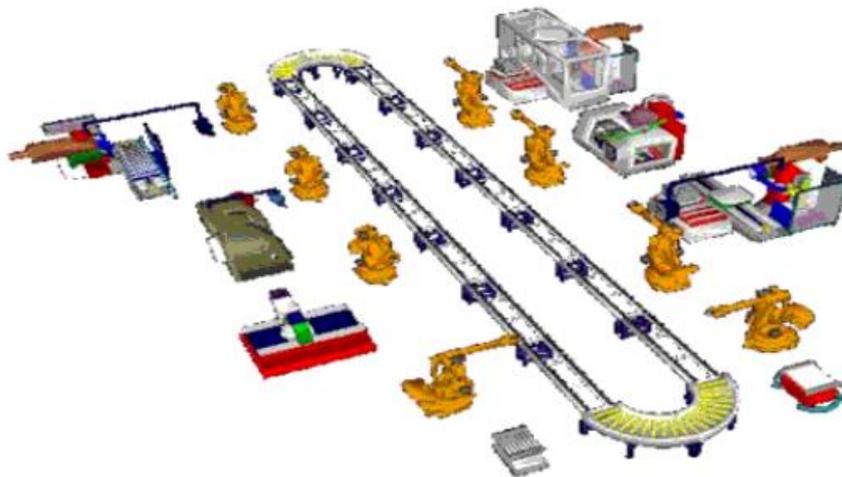


Figura 5. Distribución en planta por células de trabajo (híbrida)
Fuente. (Antonio Segura, 2010)

2.2.4.1 Ventajas de la distribución por células de trabajo (híbrida)

Como ventajas se puede observar:

- Cumplimiento de varias tareas por parte del personal
- Sinergia entre los colaboradores
- Optimización del tiempo
- Poca merma

2.2.4.2 Desventajas de la distribución por células de trabajo (híbrida)

Como desventajas se puede observar:

- Aumento en tiempos de espera
- Reorganización acorde al producto a fabricar
- Maquinaria obsoleta con el tiempo

2.3 UBICACIÓN DE MÁQUINAS

La ubicación de máquinas puede ser de las siguientes formas:

- **En paralelo:** las máquinas son ubicadas una frente a la otra, los trabajadores u operarios dan la espalda hacia el pasillo.
- **En ángulo:** las máquinas se colocan hasta 90 grados, esta posición es utilizada en espacios reducidos.
- **En forma de C:** se utiliza esta cuando un operario trabaja con dos máquinas, estas deben estar cerca y contar con un espacio suficiente para poder movilizarse y sin crear problemas entre ellas o distancias muy grandes.

- **En forma de U:** las máquinas son guiadas por el proceso a realizarse, dando a esto la forma de U.

2.4 MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Para realizar una distribución en planta, los métodos que se puede utilizar para el análisis y propuesta son SLP, CORELAP, CRAFT, ADELP, COFAD.

2.4.1 Planeación sistemática de la distribución (SLP)

La planeación sistemática de la distribución, implica crear una gráfica de relaciones que muestre el grado de importancia de que cada uno de los puestos de trabajo se ubique junto a cada uno de los demás (Chase & Jacobs, 2018)

El método SLP que fue desarrollado por Murther en 1961 permite poder realizar una distribución en instalaciones nuevas o ya existentes, este método se puede aplicar en empresas, oficinas, talleres, fábricas y plantas industriales. Se puede aplicar con sus cuatro fases que lo componen como dice (Baca, y otros, 2014)

Los elementos correspondientes a la metodología SLP son producto (P) el cual comprende el resultado final de la materia prima en el proceso de producción. La cantidad o volumen representada por (Q) del producto obtenido. El Recorrido (X) de las actividades que son realizadas en forma ordenada y consecutiva. Los servicios anexos (S) que ayudan a los procesos principales para el desarrollo de la elaboración. El Tiempo (T) permite determinar cuánto tardarán los procesos existentes.

Este modelo se lo realiza de forma gráfica y con símbolos que permiten representar las actividades en los procedimientos realizados en cada etapa del SLP (Platas, 2016).

Las fases o niveles de la distribución en planta, que además pueden superponerse una con otra son cuatro (Ing. Antonio Fernández, 2020).

- **Fase I: Localización.** Aquí se debe decidir la ubicación de la planta a ser distribuida. Si se tratase de una planta nueva se buscará la posición geográfica competitiva basada en la satisfacción de ciertos factores relevantes para la misma. En caso de una redistribución, se determinará si la planta se puede mantener en la misma localización o si debe trasladarse hacia un nuevo emplazamiento de características similares y disponibilidad.
- **Fase II: Plan de distribución General.** Aquí se establece el patrón de flujo de las áreas que deben ser atendidas, especificando a detalle la superficie requerida, la relación entre áreas y la configuración de cada actividad principal, departamento o área. El resultado de esta fase, nos ayuda a obtener un bosquejo o diagrama a escala de la futura distribución en planta.
- **Fase III: Plan de Distribución Detallada.** Estudio y preparación de forma detallada la distribución elaborada en la anterior fase en donde se incluye el análisis, la definición y la planificación de los lugares donde se colocará cada puesto de trabajo, así como la maquinaria, equipos y herramientas e instalaciones de la actividad.
- **Fase IV: instalación.** En esta última se debe realizar los movimientos físicos y los ajustes necesarios, conforme se van instalando los equipos, máquinas, herramientas e instalaciones, para así lograr la implementación y materialización de la distribución planteada.

Se presenta en la figura No. 6, la secuencia de las fases de cumplimiento en función del tiempo con el que se deben ir completando planteado por (Platas, 2016).

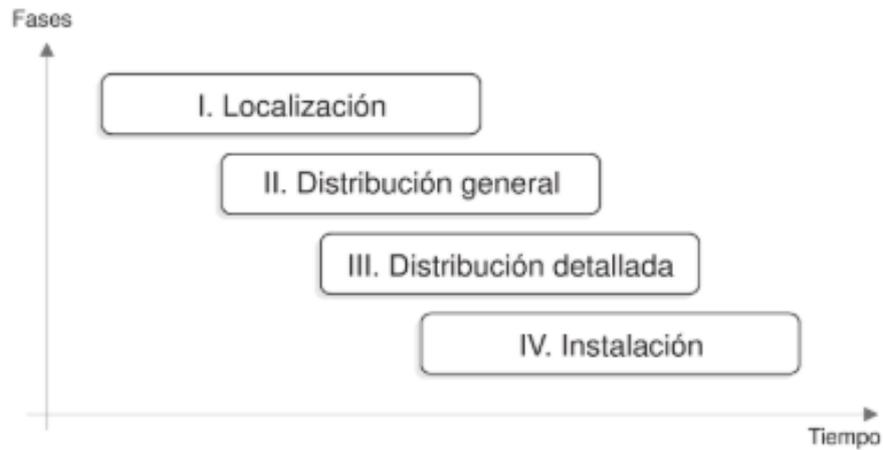


Figura 6. Secuencia de las fases del SLP

Fuente. (Platas, 2016)

En la figura No. 7 se muestra los pasos requeridos para el desarrollo del método SLP propuesto por (Casals, Roca, & Forcada, 2008). Además, se realiza el análisis de P+Q, flujo de materiales, relación entre actividades, diagrama relacional de actividades, necesidades de espacios, espacios disponibles, factores que influyen y las limitaciones.

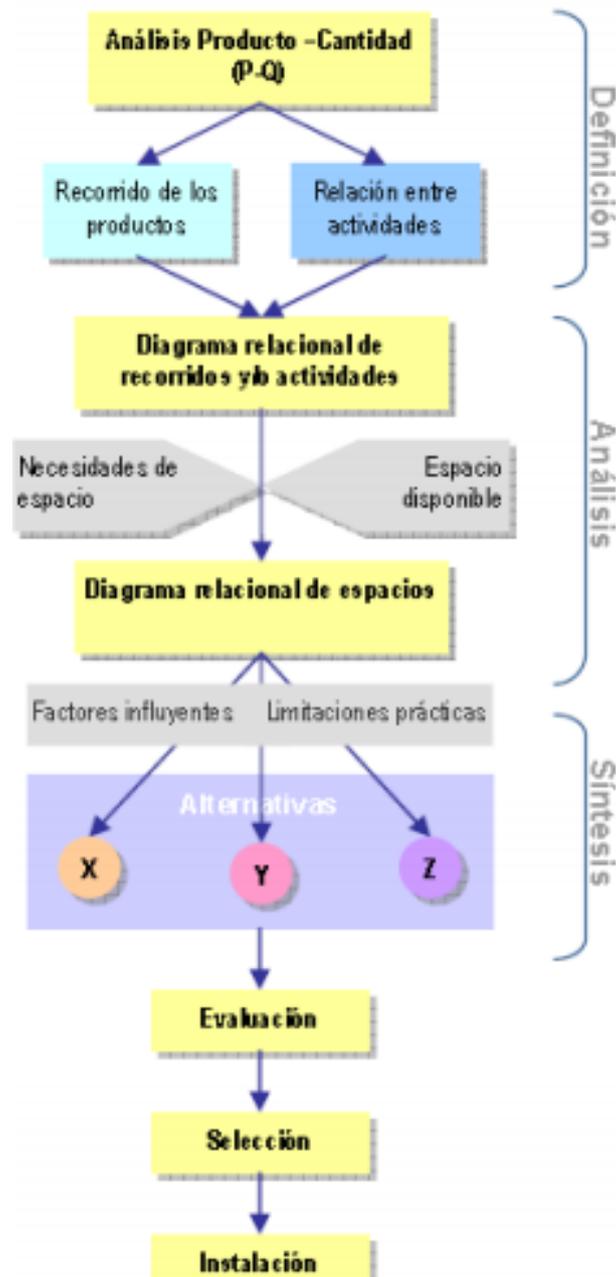


Figura 7. Pasos para el desarrollo del método SLP

Fuente. (Casals, Roca, & Forcada, 2008)

- Análisis producto-cantidad:** se encuentra la necesidad de conocer el tipo de producto ofertado, la cantidad requerida, los recursos y materiales empleados y la maquinaria y demás herramientas utilizadas, además del espacio con el que se dispone. Esto permitirá decidir el tipo de distribución más acertada. La información recolectada se debe aplicar en un gráfico que permita la representación de los productos y la cantidad. En la figura No. 8 se demuestra un análisis de producto y cantidad, donde

se verifica la clasificación con los productos A y B donde el producto A genera más cantidad con respecto al producto B, por lo que nos permite decidir que la mejor distribución en planta se debe realizar en función al flujo productivo del producto A.

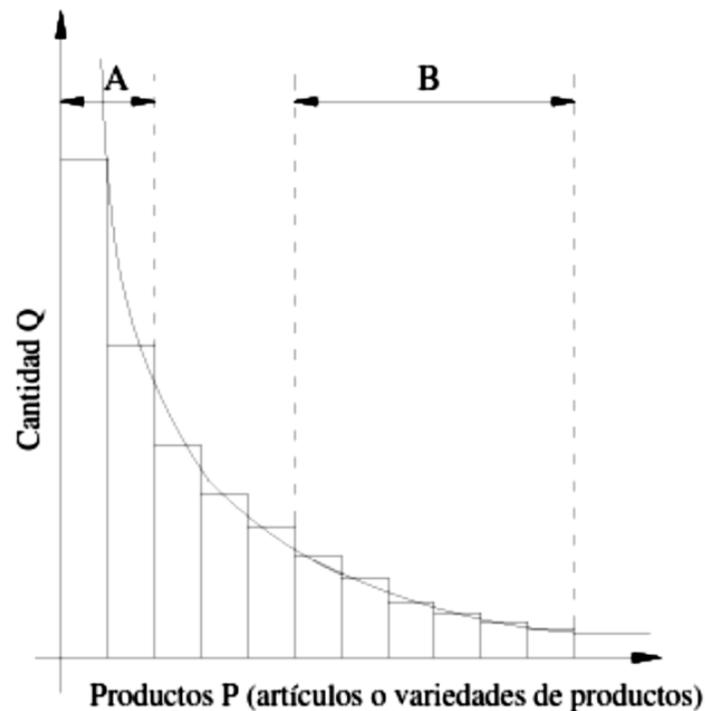


Figura 8. Análisis de producto-cantidad

Fuente. (Casals, Roca, & Forcada, 2008)

- **Flujo de materiales** también conocido como recorrido, es la representación gráfica de los movimientos de los materiales por las diferentes máquinas hasta la obtención del producto final, además es necesario tener el flujo de procesos incorporados, detallando las actividades y los recursos utilizados.
- **Relación entre actividades:** aquí se procede a la identificación y a la realización de la lista de actividades que se realizan dentro de la planta, seguido de la identificación de las relaciones entre actividades cercanas, los procesos de producción y las áreas que intervienen. En la tabla No. 1 se muestran las relaciones de cercanía, donde se identifica con un código de letras alfabéticas y del significado que estas conllevan.

Tabla 1. Relaciones de cercanía

Letra	Detalle
A	<i>Absolutamente importante</i>
E	<i>Especialmente importante</i>
I	<i>Importante</i>
O	<i>Importancia ordinaria</i>
U	<i>No importante</i>
X	<i>Indeseable</i>

Fuente. (Casals, Roca, & Forcada, 2008)

- **Diagrama relacional entre actividades:** la información recolectada del paso anterior es tomada como base y con ella nos permite llenar la matriz de relaciones entre actividades. En la figura No. 9 se muestra un diagrama de relación entre actividades, donde se observa que cada casilla se divide de forma horizontal en dos partes, la parte superior muestra el valor de relación y la parte inferior indica los motivos.

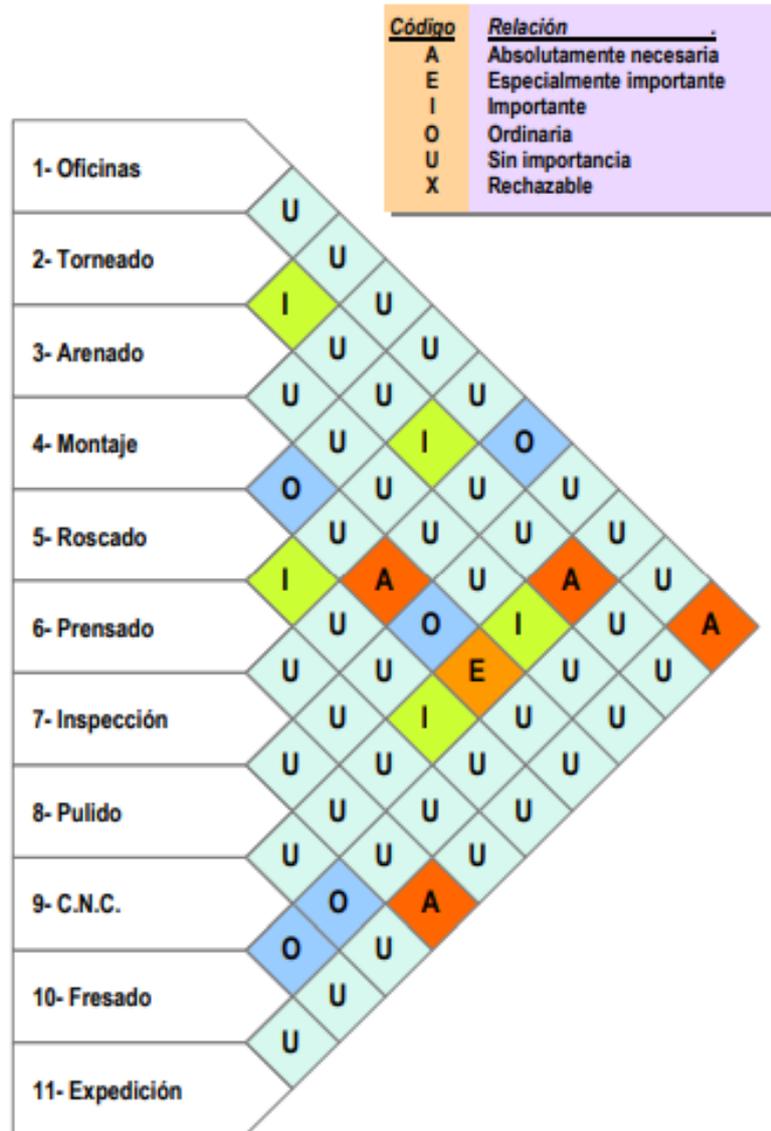


Figura 9. Diagrama de relación de actividades.

Fuente. (Academia, 2020)

En la tabla No. 2, se muestra los motivos de las relaciones entre las actividades, son ocho motivos los existentes los cuales cada uno tiene su propia codificación entre el 1 y el 8. Las causas o motivos varían de acuerdo al área objeto de estudio.

Tabla 2. Motivos de relaciones entre actividades

Código	Motivo
1	Recorrido del material
2	Recorrido del personal
3	Inspección y control
4	Aporte de energía
5	Razones estéticas, ruidos, higiene y otras molestias
6	Reparación de averías
7	Uso compartido de equipos
8	Comodidad

Fuente. (Casals, Roca, & Forcada, 2008)

El diagrama que representa la relación entre actividades y su información se representa en forma gráfica, donde se puede encontrar que las actividades son representadas por nodos los mismos que se encuentran unidos por líneas. La tabla No.3, muestra la relación de proximidad entre departamentos, donde se indica la cantidad de líneas de acuerdo a su codificación respecto al diagrama de relación de actividades que se debe tener entre áreas o departamentos.

Tabla 3. Líneas de representación entre áreas o departamentos

Valor	Cercanía	Código de línea*
A	Absolutamente necesaria	=====
E	Especialmente importante	===== =====
I	Importante	===== =====
O	Cercanía común y corriente OK	=====
U	Sin importancia	=====

Fuente. (Chase & Jacobs, 2018)

En teoría de grafos, el diagrama conlleva un conjunto de técnicas para la generación de layouts basadas en teoría de grafos, que partes del diagrama de relación y luego obtener distribuciones que den solución al problema de estudio.

En la figura No. 10, se muestra una distribución en planta con sus niveles de importancia entre áreas o departamentos y su codificación.

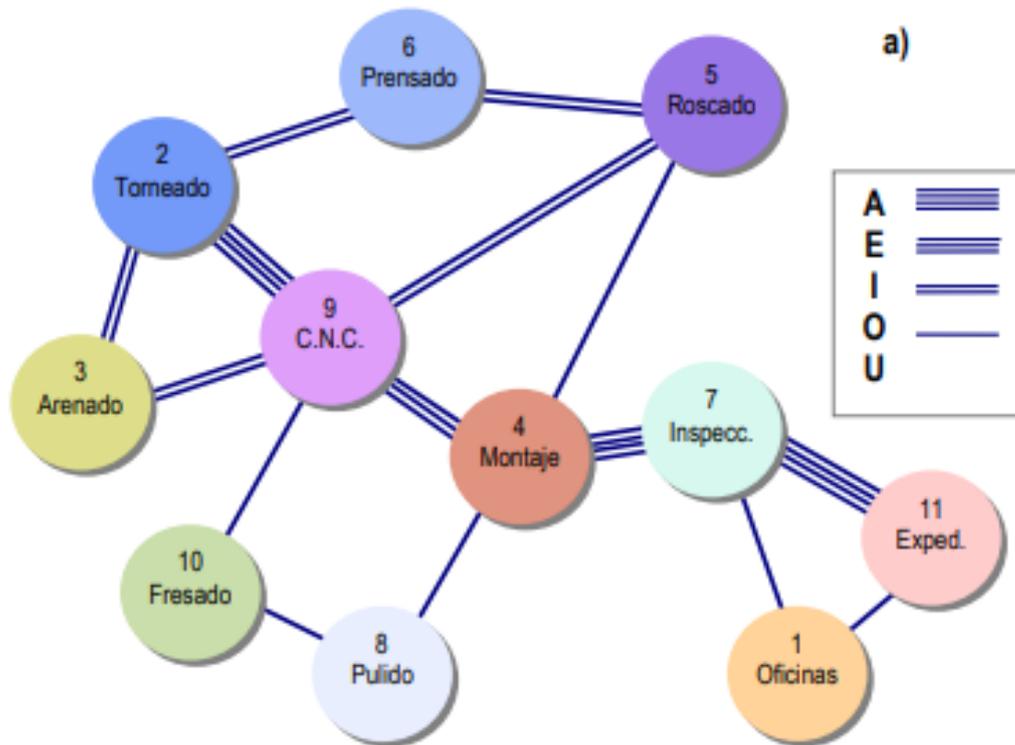


Figura 10. Diagrama de relación de actividades y recorridos

Fuente. (Academia, 2020)

- Necesidades de espacio y disponibilidad:** aquí se considera el área total de la planta, el número de oficinas, almacenes, número de máquinas, número de trabajadores, pasillos, volumen de materia prima, todo esto para poder determinar cómo se debe hacer la distribución en planta. Para la realización del cálculo de las necesidades de espacios de cada departamento, se aplica la siguiente ecuación:

$$CS_i = \sum_{i=1}^n d_i + \sum_{i=1}^n e_s + pp_i$$

Ecuación (1)

Donde:

CS_i : Cálculo de superficie del departamento i

d_i : Dimensiones de un lado de las máquinas del departamento i

e_s : Dimensiones de seguridad para operar máquinas del departamento i

pp_i :

Dimensiones para la estancia de productos en proceso del departamento i

- **Diagrama de relaciones espaciales:** para la realización de este diagrama se toma el flujo de procesos y los requerimientos del proceso anterior, seguido de esto se procede a graficar y determinar la superficie cuadrada que se requiere para la planta.
- **Factores que influyen y las limitaciones:** después de obtener el diagrama espacial, se procede a verificar la posibilidad de poder implantar la distribución realizada y observar si la misma cumple con la reglamentación para preservar la seguridad, salud e integridad de los trabajadores y de ser necesario, se debe realizar modificaciones aptas a las limitaciones que la ley establece.
- **Evaluación, monitoreo y seguimiento:** la evaluación de la distribución elegida e implementada, permitirá medir la funcionalidad de la planta, el seguimiento y monitoreo debe realizarse de forma regular con el objetivo de detectar inconvenientes y posterior aplicar mejoras a tiempo.

2.4.2 Planificación de Diseño de Relaciones Computarizadas (CORELAP)

Significado en inglés Computerized Relationship Layout Planning, fue creado en 1967 por Lee Moore, mismo que utiliza modelos matemáticos de construcción, el cual permite realizar distribuciones tomando en cuenta las

relaciones de cercanía de las áreas o departamentos que estén contiguas en el flujo de un proceso (Leyva et al., 2013).

CORELAP construye diseños ubicando departamentos de forma rectangular cuando el área departamental y la escala de diseño permiten una representación rectangular del área departamental. Se basa en el gráfico REL y la calificación ponderada numérica asignada a las calificaciones de cercanía. La fase de evaluación emplea una calificación de colocación y una longitud límite (Sembiring et al., 2018).

En la tabla No. 4 se muestra el desarrollo de las relaciones de cercanía en base a (Simbaña & Jiménez, 2012).

Tabla 4. Clasificación para las relaciones de cercanía

Código	Detalle	Peso de relaciones
A	Absolutamente importante	6
E	Especialmente importante	5
I	Importante	4
O	Importancia ordinaria	3
U	No importante	2
X	Indeseable	1

Fuente. (Simbaña & Jiménez, 2012)

El programa empieza su trabajo con el diagrama de relación de actividades elaborado en el método SLP, seguido se procede a organizar y dar los valores respectivos a cada actividad, se analiza la actividad con e TCR más alto para ubicarla en el centro de la distribución y el resto será ubicado a su alrededor.

2.4.3. Asignación Relativa Computarizada de Instalaciones (CRAFT)

Este método es catalogado como heurístico y se utiliza para la distribución en planta, mismo que fue desarrollado por Armour Buffa y Vollman en 1963, como sus siglas lo indican CRAFT en su traducción al inglés Computerized Relative Allocation of Facilities Technique. Este modelo se enfoca en minimizar el gasto de los recursos económicos entre áreas por la movilización del personal, de la materia prima, de los equipos y herramientas y cualquier otro recurso necesario (Mejía et al., 2011).

De acuerdo a (Simbaña & Jiménez, 2012) el costo del transporte “es el resultado de la suma de todos los elementos de una matriz de flujos de movimientos, multiplicado por la distancia y por el costo por unidad de distancia recorrida de un departamento a otro” (p. 55). La función objetivo del modelo matemático empleada en método ya descrito es de la siguiente forma:

$$CTT_{TOT} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n y_{ij} u_{ij} d_{ij}$$

Ecuación (2)

Donde:

n : Cantidad de departamentos

y_{ij} : Cantidad unitaria de cargas que se mueven del departamento i al j

u_{ij} : Costo de mover una carga unitaria del departamento i al j

d_{ij}

: Distancia que separan los departamentos i y j , están dadas por la mpetrica rectilínea

Para el desarrollo del modelo matemático es necesario tener la distribución inicial y su costo, se procede a la formación de parejas con las áreas o departamentos para calcular el costo de movilización, se identifica y selecciona la pareja cuyo costo sea menor y se ubica en el centro como principal, de requerirlo y de ser necesario también se pueden formar nuevas parejas y repetir el proceso hasta probar todas las posibles combinaciones y se forma la mejor estructura (Cano, 2013). En la figura No. 11, se muestra las interacciones del método CRAFT, mismas donde se desplazan las áreas o departamentos dentro del espacio disponible con el objetivo de minimizar el costo total adquirido en transporte.

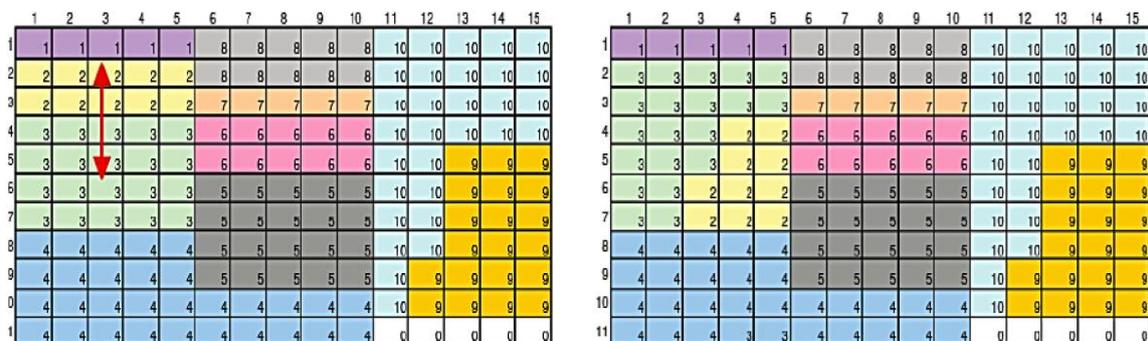


Figura 11. Interacciones del Método CRAFT

Fuente. (Casals, Roca, & Forcada, 2008)

2.4.4. Programa Automatizado para el Diseño de Distribución Física (ADELP)

Este método como sus siglas en inglés lo dicen Automated Layout Desing Program, fue desarrollado por Seechof y Evans en 1967 cuando trabajaba para IBM, este considera el cuadro de relaciones entre actividades para elaborar la distribución de las áreas o departamentos que estén próximas unas con otras las mismas que son seleccionadas y ubicadas.

Es importante tomar en cuenta el área total, el número de departamentos existentes y las características estructurales de los edificios que se encuentra en la distribución (García & Quesada, 2005).

Por otra parte (Antonio Segura, 2010), muestra que el proceso para la distribución en planta en base al método ADELP inicia por elegir un área del cuadrado de relaciones que será considerada como principal, para poder ubicar la siguiente área o actividad es imprescindible que se tenga un alto grado de cercanía con la principal, la misma que se mide a través del modelo matemático que genera la computadora y que da como resultado valores necesarios para la distribución y así continuar hasta completar todo el proceso, de darse el caso de no existir alguna relación de cercanía el programa toma nuevamente otra al azar como se muestra en la figura No. 12, donde se observa una distribución elaborada con el método ADELP, donde se ubican la secuencia de actividades con un alto grado de cercanía entre áreas o departamento.

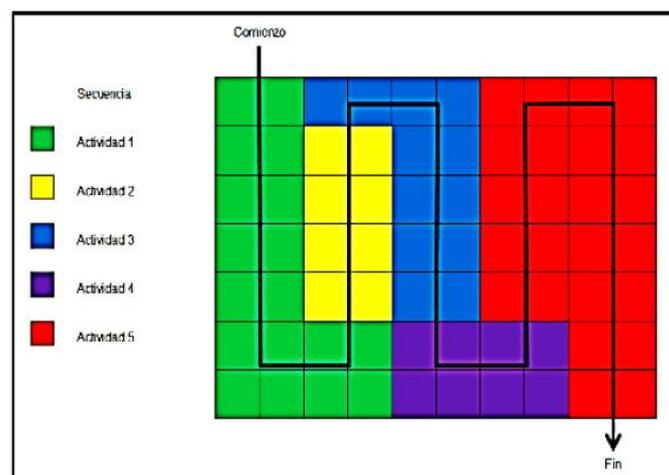


Figura 12. Distribución en planta por el Método ADELP

Fuente. (Antonio Segura, 2010)

2.4.5. Diseño de Instalaciones Computarizadas (COFAD)

Como sus siglas en inglés lo indican Computerized Facilities Desing, es un método donde se utiliza un programa de simulación para la distribución en planta, mismo que fue creado por Tompkins y Reed en 1976, es desarrollado en base al método CRAFT, este utiliza el layout y el costo de materiales. Es considerado un modelo matemático de mejoras basado en una propuesta principal (Collazos, 2013).

El objetivo del método COFAD es calcular el costo mínimo para el manejo de materiales que se van a utilizar, este simula diversas distribuciones iniciales y los resultados son óptimos.

2.5. NORMATIVA LEGAL

Dentro del decreto ejecutivo 2393, el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, en el capítulo I y capítulo II menciona las normas que se deben considerar en cuanto a la infraestructura de los edificios y posibles modificaciones en los centros de trabajo (Social, 2016).

2.5.1. Capítulo I. Seguridad en el Proyecto.

El decreto ejecutivo 2393 informa los siguientes aspectos:

- Art. 18.- La construcción, reforma o modificación sustancial que se realicen en el futuro de cualquier centro de trabajo, deberá acomodarse a las prescripciones de la Ley y del presente Reglamento. Los Municipios de la República, al aprobar los planos, deberán exigir que se cumpla con tales disposiciones.
- Art. 19.- El Comité Interinstitucional coordinará con los Municipios la aplicación de las normas legales y reglamentarias. Art. 20.- Los Municipios comunicarán al Ministerio de Trabajo y Recursos Humanos las resoluciones mediante las cuales hubiese negado la aprobación de planos de centros de trabajo.

2.5.2. Capítulo II. Edificios y Locales

El decreto ejecutivo 2393 informa los siguientes aspectos:

- La construcción de los edificios se realizará con materiales sólidos y de buena calidad para que no se desplomen o se cuarteen.
- Los cimientos y pisos deben ser resistentes a los diferentes pesos que carguen, se deberá ubicar la señalética necesaria para informar a los usuarios.
- Los locales de trabajo tendrán una altura máxima de tres metros, por cada trabajador se considerará una superficie de tres metros cuadrados de superficie y seis metros cúbicos de volumen. Para las oficinas la altura deberá ser de 2,30 metros.
- El suelo debe ser de material consistente, no deslizante, liso y fácil de limpiar.
- Los techos y tumbados deberán reunir las condiciones suficientes para resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo.
- Las paredes serán lisas, enlucidas, pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas y desinfectadas.
- Los corredores, galerías y pasillos deberán tener un ancho adecuado a su utilización y estar libres de obstáculos que impidan su libre tránsito.
- La separación entre máquinas y equipos, será suficiente para que los trabajadores puedan ejecutar su labor cómodamente y sin riesgo. Los pasillos no deben ser menor a 800 milímetros, contándose esta distancia a partir del punto más saliente del recorrido de las partes móviles de cada máquina.
- Cuando existan aparatos con partes móviles, vehículos, carretillas mecánicas que invadan en su desplazamiento una zona de espacio libre, la circulación del personal quedará limitada preferentemente por protecciones y en su defecto, señalizada con franjas pintadas en el suelo, que delimiten el lugar por donde debe transitarse.
- Alrededor de máquinas que generen calor los hornos, se dejará un espacio libre de 1.50 metros o más de ser necesario.
- Todos los espacios de trabajo se deben mantener limpios y con ventilación adecuada.

- Para las salidas y puertas exteriores se considerará 1.20 metros cuando el número de trabajadores que las utilicen no exceda de 200, si pasa de esta cantidad se aumentará el número de aquellas o su ancho de acuerdo con la siguiente fórmula:
 - Ancho en metros = $0,006 \times$ número de trabajadores usuarios.
- En los accesos a las puertas, no se permitirán obstáculos que interfieran la salida normal de los trabajadores.
- Las puertas deben abrirse hacia afuera, las que tengan acceso a las gradas no se abrirán directamente sobre sus escalones, sino sobre descansos de longitud igual o superior al ancho de aquéllos.
- Los aparatos, máquinas, instalaciones, herramientas e instrumentos, deberán mantenerse siempre en buen estado de limpieza.

CAPÍTULO III

3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Este capítulo abarca la descripción general de la empresa, su misión, visión, estructura organizativa, análisis FODA. Como información específica se incluye el análisis FODA de las instalaciones, la distribución actual en planta de las instalaciones, ubicación de los distintos talleres, máquinas, herramientas; además se describe la maquinaria, la mano de obra, la materia prima para el trabajo que desarrolla la empresa. La información descrita permitió establecer la situación actual de las instalaciones de la empresa donde se realizará el trabajo de investigación.

3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

La empresa eléctrica regional norte S.A. Emelnorte, es una empresa ecuatoriana, su matriz se encuentra en la ciudad de Ibarra en la calle Juan Manuel Grijalva 654 entre Simón Bolívar y José Joaquín Olmedo ((Emelnorte-S.A.), 2018).

La empresa cuenta con experiencia en el área de energía de luz eléctrica, tiene cuatro hidroeléctricas que a su vez están interconectadas a nivel nacional, las cuales son: Hidroeléctrica el Ambi, Hidroeléctrica San Miguel de Car, Hidroeléctrica La Playa y la Hidroeléctrica Buenos Aires.

La empresa opera bajo el Reglamento General de la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica, lo que garantiza el cumplimiento en prestaciones ofertadas para el pueblo ecuatoriano y las partes interesadas.

3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Dentro de las instalaciones pertenecientes a la empresa se encuentran unas instalaciones donde se realizará el trabajo de grado que está ubicada en la calle 13 de abril entre Benjamín Carrión y Víctor Manuel Guzmán, misma donde se encuentra el Departamento de Distribución y el Departamento de Generación, con sus respectivas áreas adjuntas.

3.3. MISIÓN

Brindar el servicio público de energía eléctrica y servicio de alumbrado público general, con calidad, calidez, responsabilidad social y ambiental a la población del área de cobertura.

3.4. VISIÓN

Al año 2021, seremos una empresa pública que entregue a la comunidad, el servicio de energía eléctrica y alumbrado público general, en concordancia con las metas establecidas por los organismos de control, con excelencia de categoría internacional, compromiso social y ambiental.

3.5. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

El organigrama organizativo, indicado en la figura No. 13, representa el diagrama jerárquico de los puestos de trabajo que compone la empresa. La estructura de esta organización es funcional, la misma que obedece a una línea de mando desde la Presidencia Ejecutiva en correlación con las Direcciones a cargo de los puestos sustantivos como son: Dirección de Generación, Dirección de Distribución y Dirección de Comercialización. Además, como son la Dirección de Finanzas, Dirección de Talento Humano, Dirección de TIC's, Dirección de

Planificación y Asesoría Jurídica, que se encuentran a cargo de los procesos adjetivos ((Emelnorte-S.A.), 2014).

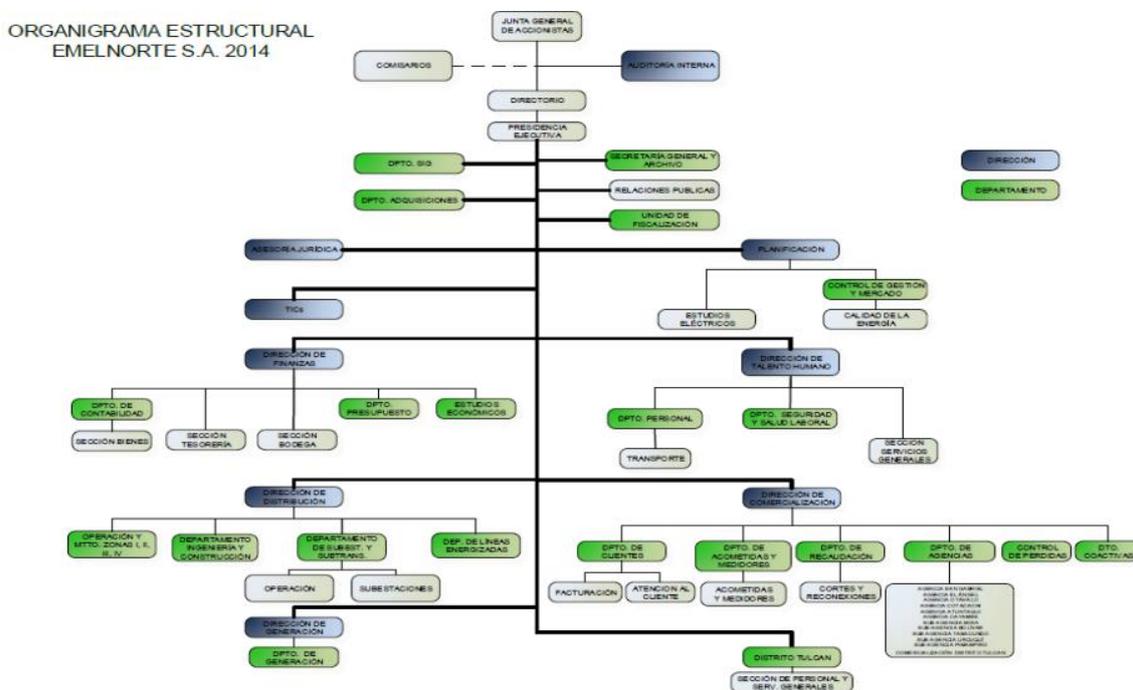


Figura 13. Organigrama Organizacional

Fuente. ((Emelnorte-S.A.), 2014)

3.6. VALORES INSTITUCIONALES

Los valores institucionales son el conjunto de principios, creencias, reglas que se consideran la plataforma en gestión de la organización. Constituyen lo que es importante para la empresa, la forma de actuar como institución y de su talento humano.

3.7. VALORES PERSONALES

- **Ética:** El comportamiento de los colaboradores y de los entes ejecutores estará enmarcado en toda circunstancia, dentro de principios de honestidad, integridad y justicia. Profesar y practicar un claro rechazo a la corrupción en todos sus ámbitos del desempeño de la Empresa y cumplir cabalmente con la normativa vigente.

- **Transparencia:** Significa el acceso creciente a la información sobre toda faceta del comportamiento de EMELNORTE. Genera el “capital-confianza”, valor inestimable que asegurará su progreso.
- **Honestidad:** El compromiso de los Directivos y servidores de EMELNORTE es transparente consigo mismo y con sus clientes externos e internos.
- **Respeto:** El respeto es la base de toda convivencia, cuando hablamos de respeto, no solo nos referimos a las demás personas, estamos hablando de nosotros mismos, de contemplar hasta donde llegan las propias posibilidades, de ver cuando hacer o no hacer ciertas cosas, por esto Baltasar García dice que “hemos de proceder de tal manera que no nos sonrojemos ante nosotros mismos”.
- **Disciplina:** Valor corrige, moldea, da fortaleza, forma buenos hábitos y te compromete contigo mismo para cumplir con obligaciones y hacer un poco más de lo esperado.
- **Lealtad:** Sentimiento de apego, fidelidad y respeto que inspira al talento humano de EMELNORTE, para llevar adelante acciones o ideas con las que la empresa se identifica.

3.8. VALORES DE TRABAJO

- **Comunicación efectiva:** La comunicación requiere de un clima de confianza, congruencia entre lo que se dice y lo que se hace aumenta la credibilidad y la certidumbre y genera el clima apropiado para que la comunicación efectiva se logre.
- **Trabajo en Equipo:** El compromiso que asume todo trabajador de EMELNORTE para generar sinergia en procura de resultados efectivos.
- **Orientación al cliente:** Lo más característico es que no se trata de una conducta concreta frente a un cliente real, sino de una actitud permanente de contar con las necesidades y demandas del cliente, supone el deseo de satisfacer a los clientes con el compromiso de superar sus expectativas y mejorar su calidad de vida, teniendo en cuenta, entre

otras, las variables de respeto, amabilidad, calidad, oportunidad y excelencia.

Cultura de Calidad en el Servicio: Garantiza nuestro posicionamiento en el medio actual y en un futuro, exige esfuerzo por mejorar constantemente la calidad de los servicios, tanto internos como externos, mediante una actitud participativa, interactiva y de aprendizaje.

- **Responsabilidad Social y Ambiental:** Enfoque empresarial que involucra el compromiso de EMELNORTE de enmarcar sus acciones con una contribución activa para el mejoramiento social, y ambiental, con el objetivo de mejorar su situación competitiva y su valor agregado, sin atentar contra las normas establecidas

3.9. ANÁLISIS FODA GENERAL

Con el fin de evaluar la situación actual de la empresa, se realizó un análisis FODA, tomando en cuenta los aspectos internos conformados por las fortalezas y debilidades y los aspectos externos conformados por las oportunidades y amenazas correspondientes a la empresa.

En la tabla No. 5 se indica el análisis FODA GENERAL, en el cual, los aspectos internos correspondientes a fortalezas y debilidades se encuentran 10 interacciones de cada una; mientras que en los aspectos externos las oportunidades cuentan con 7 interacciones y las amenazas son 10 interacciones.

Tabla 5. Análisis FODA general

ASPECTOS INTERNOS			
Fortalezas		Debilidades	
1	Alto nivel de cobertura del servicio eléctrico en el área de concesión.	1	Desvinculación de profesionales técnicos por falta de una normativa de gestión de personal (remuneración acorde al sector eléctrico).
2	Talento humano calificado, con experiencia y altamente comprometido.	2	Normativa de gestión organizacional no actualizada.
3	Infraestructura física, técnica y tecnológica adecuada y en crecimiento para la demanda actual y futura.	3	Débil integración de los diferentes equipos de trabajo y áreas de la empresa.
4	Altos índices de recaudación.	4	Alto índice de desconexiones por falta de coordinación de protecciones.
5	Mejora continua en la calidad del producto y del servicio.	5	Falta de integración de los sistemas informáticos.
6	Políticas internas de seguridad industrial y protección al trabajador.	6	Deficiente programa de comunicación, y difusión institucional.
7	Posicionamiento reconocido y responsabilidad social.	7	Desactualización y desconocimiento de procesos existentes.
8	Existencia de política enfocada a la responsabilidad socio ambiental.	8	Falta de un plan de capacitación institucional en normas técnicas y de control interno.
9	Existencia de políticas de seguridad industrial y salud ocupacional.	9	Bajo nivel de automatización del sistema eléctrico de distribución.
10	Buena relación entre la administración y los servidores públicos	10	Falta de información técnica para la planificación adecuada de proyectos de inversión.
ASPECTOS EXTERNOS			
Oportunidades		Amenazas	
1	Contar con normativa nacional en el sector eléctrico.	1	Presencia de fenómenos naturales.
2	Mercado cautivo y crecimiento sostenido de la demanda.	2	Cambio climático que afectan las fuentes hídricas que alimentan las centrales de generación.
3	Acceso a procesos para la implementación de los sistemas integrales de atención y operación.	3	Incumplimiento en el pago oportuno de subsidios por parte del estado para la inversión y operación de la empresa.
4	Cultura de pago y buen uso del servicio eléctrico por parte de los clientes.	4	Áreas de la población con poca cultura de pago.
5	Alianzas estratégicas interinstitucionales para el desarrollo de proyectos.	5	Asentamiento de la población no planificados y dispersos en el área de concesión.
6	Política gubernamental favorable, al desarrollo del sector eléctrico.	6	Difícil situación económica y financiera del Estado.
7	Incorporación de nuevas tecnologías para la cadena de valor.	7	Proveedores calificados en el SERCOP, que incumplen con las especificaciones y calidad de productos y servicios.
		8	Insuficiente seguridad informática a nivel nacional y el avance tecnológico.
		9	Accidentes ocasionados por terceros a la infraestructura eléctrica.
		10	Escala salarial de servidores públicos superior a la escala salarial de la Empresa.

Fuente. ((Emelnorte-S.A.), 2018)

Para la realización del análisis situacional de los factores internos de la empresa, se utilizó la matriz de evaluación de factores internos, en la cual se asigna a cada factor un peso de acuerdo a su importancia. Después, se asigna un valor entre 1 y 5 a cada factor, considerando que uno es la menor calificación posible y cinco el mayor. La calificación colocada representa cuán efectivas son las estrategias actuales de la empresa ante cada factor presentado.

En la tabla No. 6 se muestra la matriz de evaluación de factores internos, el peso y la calificación de las fortalezas y las debilidades que la empresa ya tenía determinadas y realizadas en un trabajo desarrollado para implantar estrategias a presente y futuro, mismas que fueron desarrolladas por personal capacitado y con criterio correcto.

Tabla 6. Matriz de evaluación de factores internos

FACTORES DETERMINANTES DEL ÉXITO		Peso Relativo	CALIF.	VALOR POND.
Fortalezas				
1	Alto nivel de cobertura del servicio eléctrico en el área de concesión.	0,050	4	0,200
2	Talento humano calificado, con experiencia y altamente comprometido.	0,050	4	0,200
3	Infraestructura física, técnica y tecnológica adecuada y en crecimiento para la demanda actual y futura.	0,050	3	0,150
4	Altos índices de recaudación.	0,050	5	0,250
5	Mejora continua en la calidad del producto y del servicio.	0,050	4	0,200
6	Políticas internas de seguridad industrial y protección al trabajador.	0,050	4	0,200
7	Posicionamiento reconocido y responsabilidad social.	0,050	5	0,250
8	Existencia de política enfocada a la responsabilidad socio ambiental.	0,050	5	0,250
9	Existencia de políticas de seguridad industrial y salud ocupacional.	0,050	3	0,150
10	Buena relación entre la administración y los servidores públicos	0,050	4	0,200
Debilidades				
1	Desvinculación de profesionales técnicos por falta de una normativa de gestión de personal (remuneración acorde al sector eléctrico).	0,050	4	0,200
2	Normativa de gestión organizacional no actualizada.	0,050	4	0,200
3	Débil integración de los diferentes equipos de trabajo y áreas de la empresa.	0,050	5	0,250
4	Alto índice de desconexiones por falta de coordinación de protecciones.	0,050	4	0,200
5	Falta de integración de los sistemas informáticos.	0,050	5	0,250
6	Deficiente programa de comunicación, y difusión institucional.	0,050	4	0,200
7	Desactualización y desconocimiento de procesos existentes.	0,050	3	0,150
8	Falta de un plan de capacitación institucional en normas técnicas y de control interno.	0,050	4	0,200
9	Bajo nivel de automatización del sistema eléctrico de distribución.	0,050	4	0,200
10	Falta de información técnica para la planificación adecuada de proyectos de inversión.	0,050	3	0,150
TOTAL		1,0		4,1

Fuente. ((Emelnorte-S.A.), 2018)

La calificación total ponderadas es de 4,1 se obtuvo de la sumatoria de la calificación ponderada de cada interacción de las fortalezas y las debilidades identificadas en la empresa.

Para la realización del análisis situacional de los factores externos de la empresa, se utilizó la matriz de evaluación de factores externos, en la cual se asigna a cada factor un peso de acuerdo a su importancia. Después, se asigna un valor entre 1 y 5 a cada factor, considerando que uno es la menor calificación posible y cinco el mayor. La calificación colocada representa cuán efectivas son las estrategias actuales de la empresa ante cada factor presentado.

En la tabla No. 7 se muestra la matriz de evaluación de factores externos, el peso y la calificación de las oportunidades y amenazas que la empresa ya tenía determinadas y realizadas en un trabajo desarrollado para implantar estrategias a presente y futuro, mismas que fueron desarrolladas por personal capacitado y con criterio correcto.

Tabla 7. Matriz de evaluación de factores externos

FACTORES DETERMINANTES DEL ÉXITO		PESO	CALIF.	VALOR POND.
Oportunidades				
1	Contar con normativa nacional en el sector eléctrico.	0,059	4	0,24
2	Mercado cautivo y crecimiento sostenido de la demanda.	0,059	4	0,24
3	Acceso a procesos para la implementación de los sistemas integrales de atención y operación.	0,059	3	0,18
4	Cultura de pago y buen uso del servicio eléctrico por parte de los clientes.	0,059	4	0,24
5	Alianzas estratégicas interinstitucionales para el desarrollo de proyectos.	0,059	5	0,29
6	Política gubernamental favorable, al desarrollo del sector eléctrico.	0,059	3	0,18
7	Incorporación de nuevas tecnologías para la cadena de valor.	0,059	3	0,18
Amenazas				
1	Presencia de fenómenos naturales.	0,059	4	0,24
2	Cambio climático que afectan las fuentes hídricas que alimentan las centrales de generación.	0,059	5	0,29
3	Incumplimiento en el pago oportuno de subsidios por parte del estado para la inversión y operación de la empresa.	0,059	5	0,29
4	Áreas de la población con poca cultura de pago.	0,059	3	0,18
5	Asentamiento de la población no planificados y dispersos en el área de concesión.	0,059	3	0,18
6	Difícil situación económica y financiera del Estado.	0,059	4	0,24
7	Proveedores calificados en el SERCOP, que incumplen con las especificaciones y calidad de productos y servicios.	0,059	3	0,18
8	Insuficiente seguridad informática a nivel nacional y el avance tecnológico.	0,059	2	0,12
9	Accidentes ocasionados por terceros a la infraestructura eléctrica.	0,059	3	0,18
10	Escala salarial de servidores públicos superior a la escala salarial de la Empresa.	0,059	3	0,18
TOTAL		1,0		3,6

Fuente. www.emelnorte.com

La calificación total ponderadas es de 3,6 se obtuvo de la sumatoria de la calificación ponderada de cada interacción de las oportunidades y las amenazas identificadas en la empresa.

En la figura No. 14 se detalla la posición estratégica de la empresa eléctrica regional norte S.A. Emelnorte, identificando de antemano los cuatro cuadrantes posibles en los que se puede integrar la empresa, después de realizar el análisis FODA y de evaluar las matrices se llegó a la conclusión de que la posición estratégica de la empresa se encuentra en el primer cuadrante, donde la empresa es conservadora en el mercado.

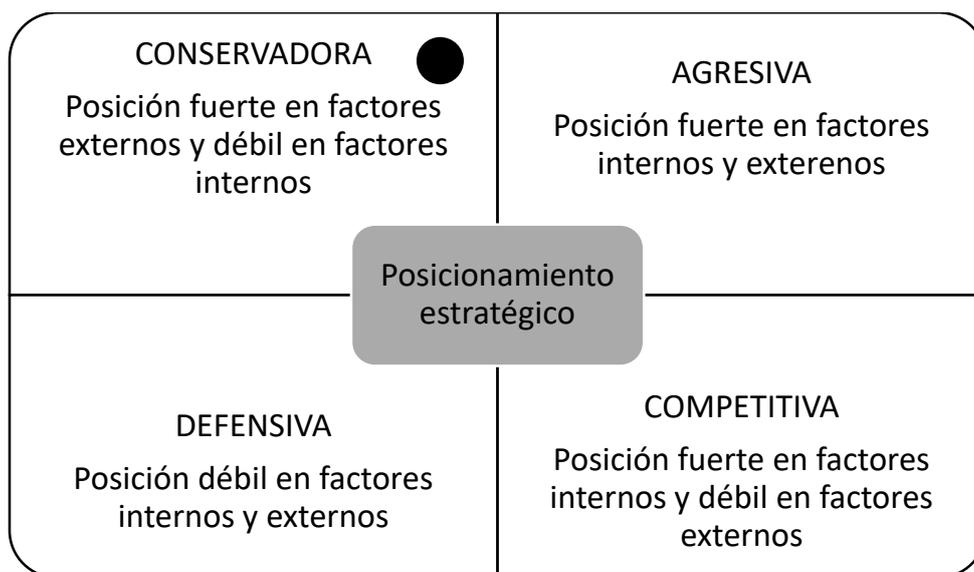


Figura 14. Posición estratégica de EMELNORTE S.A.

Fuente. Elaboración propia

En la tabla No. 8 se muestra la matriz de estrategias, donde se relaciona los factores externos y los factores internos, con la finalidad de obtener las estrategias empresariales para fortalecer a la empresa en la posición de los factores internos como lo son las fortalezas y las debilidades.

Tabla 8. Matriz de estrategias generales.

ASPECTOS EXTERNOS	
ASPECTOS INTERNOS	Formular y ejecutar los planes y proyectos en alianzas estratégicas.
	Lograr sostenibilidad del servicio público de electricidad y servicio de alumbrado público general.
	Desarrollar e implementar planes de mantenimiento y monitoreo del sistema de distribución.
	Implementar un sistema informático integrado de gestión.
	Desarrollar, implementar y socializar el Plan de Manejo Ambiental.
	Fortalecer alianzas estratégicas con empresas eléctricas para compartir experiencias técnicas y administrativas.
	Fortalecer la gestión a través del uso eficiente de los recursos económicos y financieros.
	Modernizar los instrumentos de administración del talento humano.
	Promover la capacitación y desarrollo del talento humano.
	Actualizar y cumplir el plan de comunicación institucional.
	Mejorar la infraestructura para atención al cliente.
	Actualización, difusión y aplicación de la normativa técnica.
	Fortalecer las condiciones de salud y trabajo seguro en todas las áreas.
	Incorporar tecnología enfocada a la calidad del servicio.
Fortalecer los puntos de atención al cliente en infraestructura y con personal adecuado.	

Fuente. ((Emelnorte-S.A.), 2018)

3.10. ANÁLISIS FODA DE LAS INSTALACIONES

Con el fin de evaluar la situación actual de las instalaciones de la empresa, se realizó un análisis FODA, tomando en cuenta los aspectos internos conformador por las fortalezas y debilidades y los aspectos externos conformados por las oportunidades y amenazas correspondientes a la empresa.

En la tabla No. 9 se indica el análisis FODA de las instalaciones, en el cual, los aspectos internos correspondientes a fortalezas y debilidades se encuentran 5 interacciones de cada una; mientras que en los aspectos externos las oportunidades y amenazas cuentan con 5 interacciones

Tabla 9. Análisis FODA de las instalaciones.

ASPECTOS INTERNOS	
FORTALEZAS	DEBILIDADES
1. Amplio espacio de maniobrabilidad	1. Desorden laboral
2. Capacidad de instalada	2. Falta de comunicación
3. Trayectoria con experiencia laboral	3. Espacios mal aprovechados
4. Disponibilidad de tiempo	4. Gastos en transporte
5. Guardianía	5. Distancias excesivas y repetitivas
ASPECTOS EXTERNOS	
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
1. Inversión sector privado	1. Más empresas para invertir
2. Reconocimiento como empresa	2. Mercado en expansión
3. Conocimiento de los procesos	3. Presencia de neófitos en el sector
4. Personal calificado	4. Personal continuamente capacitado
5. Contratos ya preestablecidos	5. Nuevos mercados

Fuente. Elaboración propia.

En la tabla No. 10 se muestra la matriz de estrategias de las instalaciones, donde se relaciona los factores externos y los factores internos y ajustados a las estrategias generales como organización, con la finalidad de obtener las estrategias para fortalecer a las instalaciones la posición de los factores internos como lo son las fortalezas y las debilidades.

Tabla 10. Matriz de estrategias de las instalaciones.

ASPECTOS EXTERNOS	
ASPECTOS INTERNOS	Desarrollar e implementar planes de mantenimiento y monitoreo del sistema de distribución.
	Fortalecer alianzas estratégicas con empresas eléctricas para compartir experiencias técnicas y administrativas.
	Promover la capacitación y desarrollo del talento humano y concientización laboral
	Actualizar y cumplir el plan de comunicación institucional.
	Mejorar la infraestructura para mejor movilidad
	Fortalecer las condiciones de salud y trabajo seguro en todas las áreas.

Fuente. Elaboración propia.

3.11. FUERZA DE TRABAJO EN CADA ESTACIÓN

La fuerza de trabajo está clasificada por Departamentos, en la tabla No 11, se muestra la fuerza de trabajo existente dentro de las instalaciones.

Tabla 11. Fuerza de trabajo por departamento

Fuerza de Trabajo por Departamento Existente	
Departamentos	Cantidad de trabajadores
Departamento de Generación	6
Departamento de Distribución	40

Fuente. Elaboración propia

3.12. MATERIA PRIMA (OBJETO DE TRABAJO)

Los materiales empleados para la producción del servicio de energía eléctrica pueden variar según el Departamento en el que se enfoque. A continuación, se detallan los materiales por parte de cada Departamento.

3.12.1. Maquinaria y materiales del Departamento de Generación

Dentro de este departamento se observan los siguientes materiales:

- Amoladora de banco ELECTRIC BENCH GRINDER No. 10
- Amoladora portable DEWALT DWE490-B3
- Aspiradora industrial GOODWAY 530
- Máquina soldadora por arco eléctrico MILLER THUNDEROLT AC/DC
- Máquina soldadora por arco eléctrico AC ARC WELDER KR-300
- Máquina de soldadura continua MILLERMATIC 252

- Motor eléctrico WEG D56
- Motor generador portable YAMAHA ATG 5700
- Taladro fijo industrial JACOB DRILL PRESS KTD-20
- Taladro fijo industrial RONG LONG RLD-L25F
- Compresor FINI ADVANCED SKM10-100L-2M 115/60 CE
- Taladro portable URREA
- Herramientas de sujeción
- Herramientas de presión
- Electrodo
- Discos de corte
- Discos de pulido
- Guantes
- Cascos
- Protectores faciales
- Botas

3.12.2. Maquinaria y materiales del Departamento de Distribución

Dentro de este departamento se observan los siguientes materiales:

- Montacargas CATERPILLAR PD 11000
- Montacargas CATERPILLAR 0 VC60E
- Cable de cobre trenzado
- Recubrimientos de goma
- Guantes
- Cascos
- Botas
- Herramientas portables manuales (alicate, destornillador, corta frío, etc)
- Caja de Fusibles
- Fusibles
- Acometidas

- Cajas térmicas
- Transformadores
- Brakers
- Luminarias

3.13. CARACTERIZACIÓN DE LA MAQUINARIA

La maquinaria se clasificó por departamento de trabajo, donde se especifica el nombre de la máquina, sus dimensiones y la cantidad. En la tabla No. 12, se muestra los recursos para el Departamento de Generación y en la tabla No. 13, se muestra los recursos para el Departamento de Distribución, todo esto con el fin de que puedan cumplir con sus actividades y brindar el servicio de forma adecuada.

Tabla 12. Maquinaria del Departamento de Generación

Recursos Departamento de Generación			
Maquinaria			Número de Operarios Totales
Máquina	Dimensiones (cm)	Cantidad (u)	
Amoladora de banco ELECTRIC BENCH GRINDER No. 10	120 x 50 x 20	1	
Amoladora portable DEWALT DWE490-B3	50 x 20 x 10	1	
Aspiradora industrial GOODWAY 530	60 x 50 x 50	1	
Máquina soldadora por arco eléctrico MILLER THUNDEROLT AC/DC	65 x 50 x 50	1	
Máquina soldadora por arco eléctrico AC ARC WELDER KR-300	65 x 50 x 50		3
Máquina de soldadura continua MILLERMATIC 252	170 x 60 x 50	1	
Motor eléctrico WEG D56	35 x 28 x 18	1	
Motor generador portable YAMAHA ATG 5700	70 x 45 x 45	1	
Taladro fijo industrial JACOB DRILL PRESS KTD-20	180 x 60 x 40	1	
Taladro fijo industrial RONG LONG RLD-L25F	180 x 60 x 40	1	

Compresor FINI ADVANCED SKM10-100L-2M 115/60 CE	110 x 40 x 60	1
Taladro portable URREA RM812D	50 x 20 x 10	1

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 13. Maquinaria del Departamento de Distribución

Recursos Departamento de Generación			
Maquinaria			Número de Operarios Totales
Máquina	Dimensiones (cm)	Cantidad (u)	
Montacargas CATERPILLAR PD 11000	290 x 200 x 100	1	35
Montacargas CATERPILLAR 0 VC60E	260 x 190 x 90	1	

Fuente. Elaboración propia.

3.14. FLUJO DE PROCESOS

Dentro de las instalaciones se encuentra el taller correspondiente a la Dirección de Generación, donde se encargan de mantener en funcionamiento las centrales hidroeléctricas a cargo de la empresa, para lo cual estos reciben y expenden materiales necesarios para los trabajos de campo.

Otro departamento a cargo de materiales necesarios dentro de proceso de brindar servicios se encuentra la Dirección de Distribución que se encarga de dar dirección a los operarios en sus trabajos puntuales y de mantener en funcionamiento las subestaciones de la empresa y a su vez maneja material el cual es almacenado en diferentes áreas.

3.14.1. Flujo de proceso de recepción y almacenamiento de materia prima

Dentro de las instalaciones existen dos departamentos que manejan materia prima que contribuye para el buen funcionamiento y posterior distribución

a sus consumidores, en la figura No. 15, se muestra el flujo productivo elaborado con un diagrama OTIDA sobre la recepción y almacenamiento de materia prima correspondientes al Departamento de Generación; en la figura No. 16 se muestra el flujo productivo elaborado con un diagrama OTIDA sobre la recepción y almacenamiento de materia prima correspondiente al Departamento de Distribución.

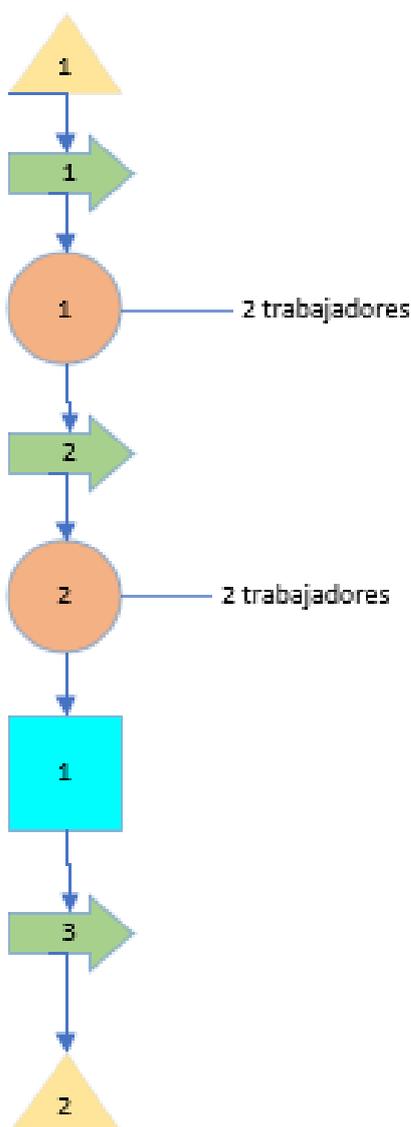


DIAGRAMA DE FLUJO OTIDA DE RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA EN EL DEPARTAMENTO DE GENERACIÓN

OPERACIÓN

1. Descarga
2. Clasificación

TRANSPORTE

1. Exterior de la bodega de almacenamiento
2. Área de clasificación
3. Bodega de almacenamiento

INSPECCIÓN

1. Cantidad de materiales

ALMACENAMIENTO

1. Distribuidor
2. Almacén de la empresa

Figura 15. Diagrama OTIDA de recepción y almacenamiento de MP-Departamento de Generación

Fuente. Elaboración propia.

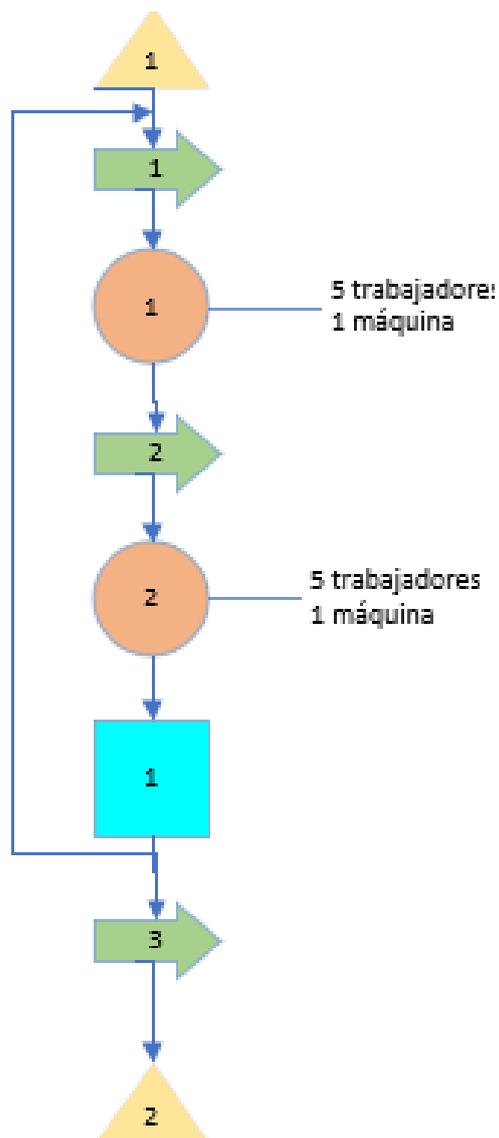


DIAGRAMA DE FLUJO OTIDA DE RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA EN EL DEPARTAMENTO DE DISTRIBUCIÓN

OPERACIÓN

1. Descarga
2. Clasificación

TRANSPORTE

1. Exterior de la bodega de almacenamiento
2. Área de clasificación
3. Bodega de almacenamiento

INSPECCIÓN

1. Estado de la MP

ALMACENAMIENTO

1. Distribuidor
2. Bodega de la empresa

Figura 16. Diagrama OTIDA de recepción y almacenamiento de MP-Departamento de Distribución

Fuente. Elaboración propia.

3.14.2. Flujo de proceso de recopilado y salida de materia prima

Dentro de las instalaciones existen dos departamentos que manejan materia prima que contribuye para el buen funcionamiento y posterior distribución a sus consumidores, en la figura No. 17, se muestra el flujo productivo elaborado con un diagrama OTIDA sobre la recopilación y la salida de materia prima

correspondientes al Departamento de Generación; en la figura No. 18 se muestra el flujo productivo elaborado con un diagrama OTIDA sobre la recopilación y salida de materia prima correspondiente al Departamento de Distribución.

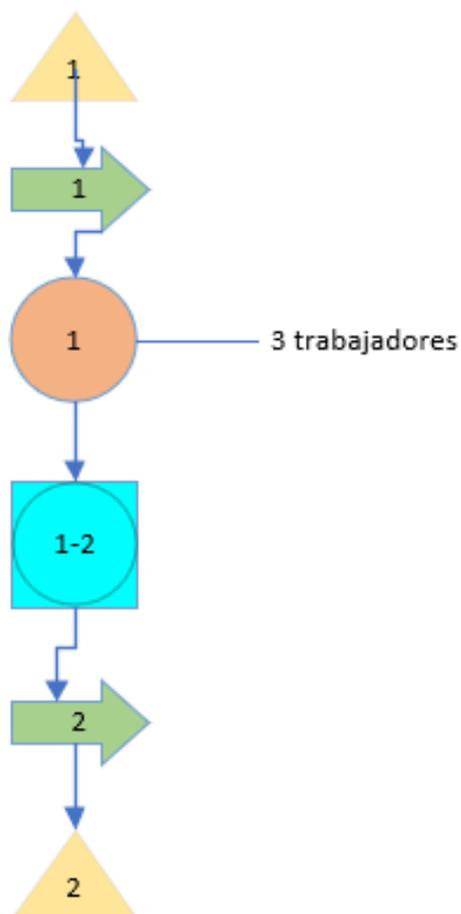


DIAGRAMA DE FLUJO OTIDA DE RECOPILO Y SALIDA DE MATERIA PRIMA EN EL DEPARTAMENTO DE GENERACIÓN

OPERACIÓN

1. Selección de materia prima
2. Acumulamiento

TRANSPORTE

1. Área de recopilación
2. Vehículo de carga

INSPECCIÓN

1. Materia prima necesaria

ALMACENAMIENTO

1. Bodega de la empresa
2. Vehículo de trabajo

Figura 17. Diagrama OTIDA de recopilado y salida de MP-Departamento de Distribución

Fuente. Elaboración propia.

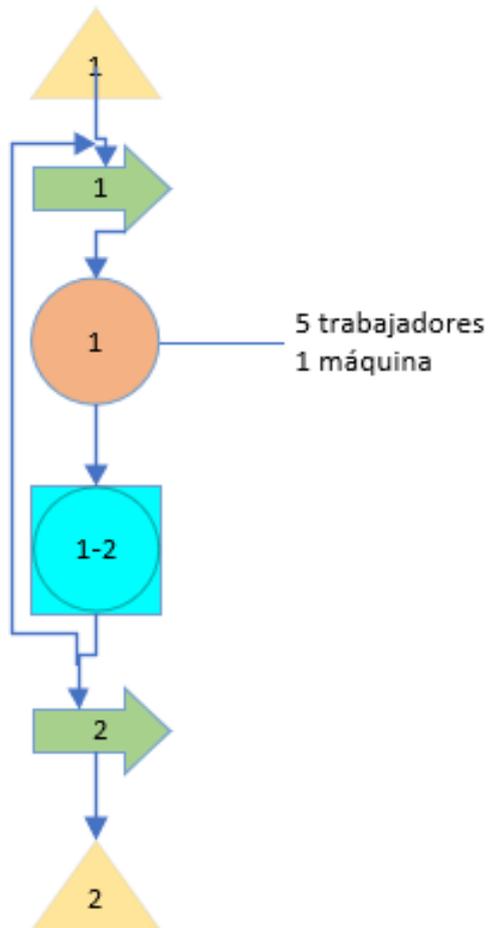


DIAGRAMA DE FLUJO OTIDA DE RECOPILO Y SALIDA DE MATERIA PRIMA EN EL DEPARTAMENTO DE DISTRIBUCIÓN

OPERACIÓN

1. Selección de materia prima
2. Acumulamiento

TRANSPORTE

1. Área de recopilación
2. Vehículo de carga

INSPECCIÓN

1. Materia prima necesaria

ALMACENAMIENTO

1. Bodega de la empresa
2. Vehículo de trabajo

Figura 18. Diagrama OTIDA de recopilado y salida de MP-Departamento de Distribución

Fuente. Elaboración propia.

3.15. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA ACTUAL (LAYOUT ACTUAL)

Las instalaciones de la empresa eléctrica regional norte S.A. Emelnorte, ubicadas en la calle 13 de abril entre Víctor Manuel Guzmán y Benjamín Carrión, se encuentran establecidas gráficamente en la figura No. 19, donde se identifica el layout actual desde una vista frontal, donde se observa el almacén Principal, áreas de almacenamiento, oficinas, baños, la vía utilizada para parqueadero, áreas de esparcimiento y el transformador de la subestación. En el anexo No. 1,

se desarrolló el plano de la parte frontal de las instalaciones de la empresa donde se realiza el trabajo de investigación.

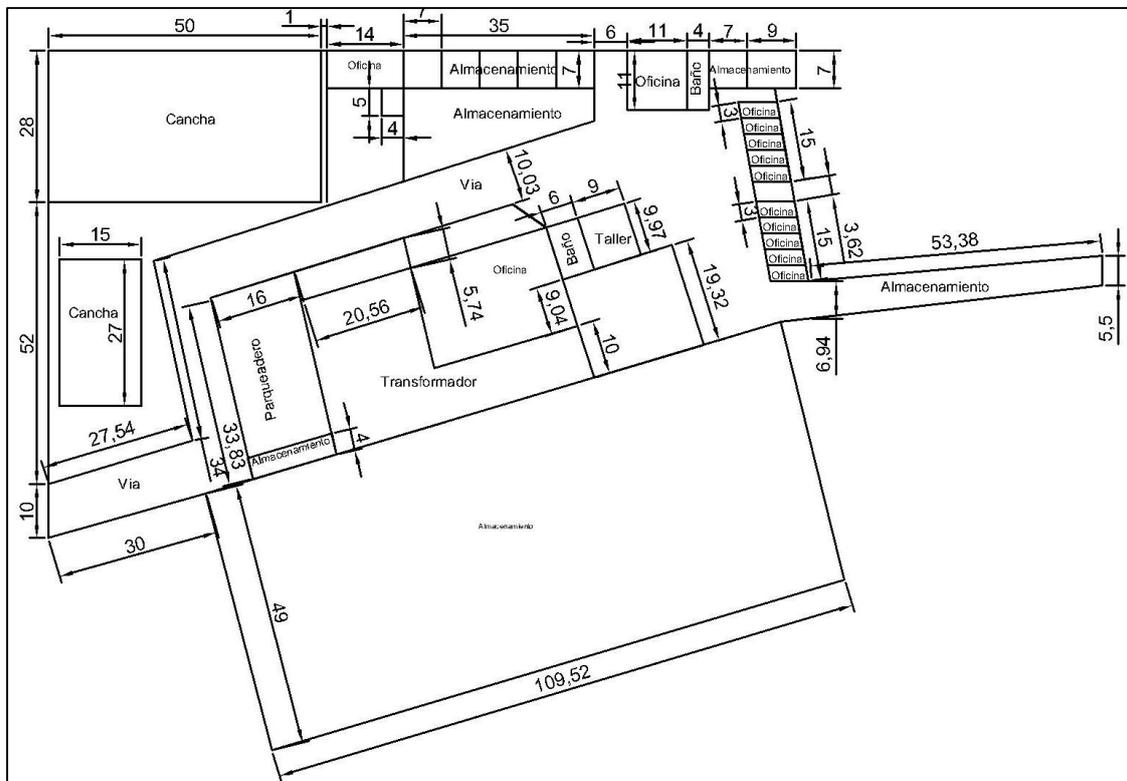


Figura 19. Layout de la parte frontal de las instalaciones

Fuente. Elaboración propia.

Escala. 1:1000

En la figura No. 20, se muestra el diagrama de recorrido para el almacenamiento de materia prima de los departamento de generación y distribución, dando un total de 276.78 metros de recorrido para almacenar todo el material.

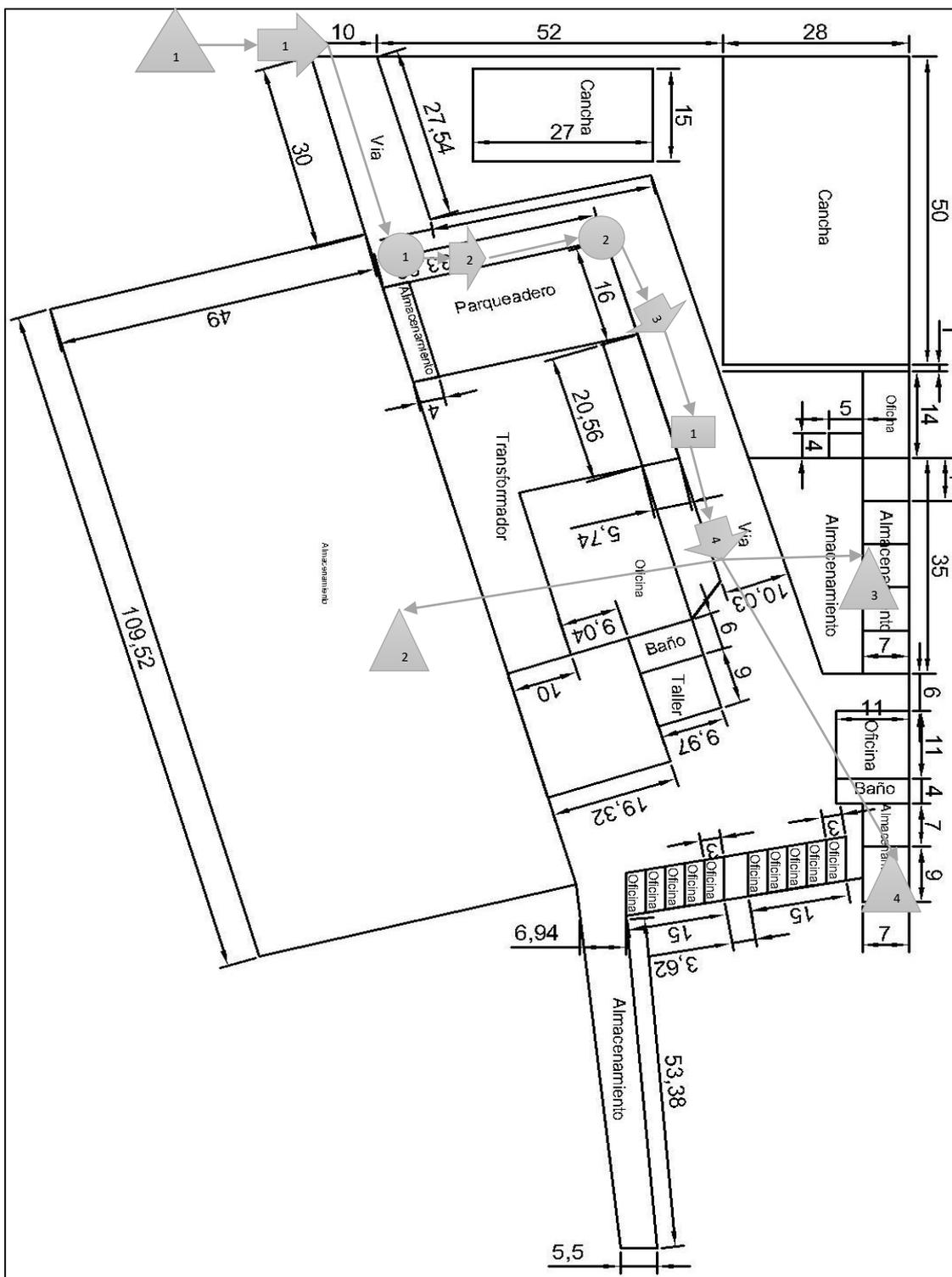


Figura 20. Diagrama de recorrido actual para el almacenamiento de materia prima departamentos de Generación y Distribución

Fuente. Elaboración propia.

Escala. 1:1000

En la figura No. 21, se muestra el diagrama de recorrido para la disposición de materia prima de los departamento de generación y distribución, dando un total de 276.78 metros de recorrido para almacenar todo el material.

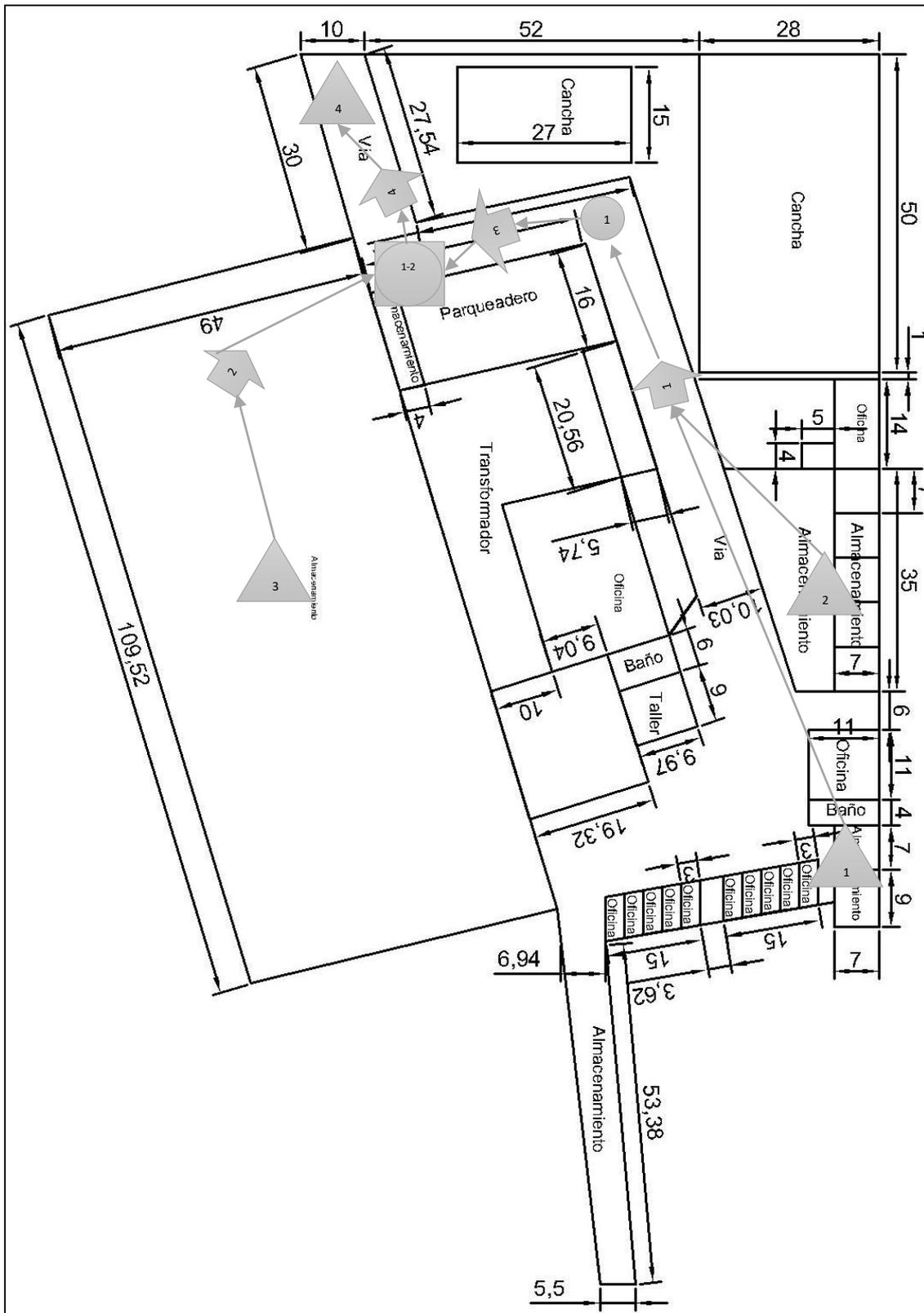


Figura 21. Diagrama de recorrido actual para la disposición de materia prima departamentos de Generación y Distribución

Fuente. Elaboración propia.

Escala. 1:1000

3.16. COSTOS ACTUALES DE TRANSPORTE

En la figura No. 22, se muestra el costo de transporte asociado al almacenamiento de materia prima de los dos departamentos existentes, mismo que fue calculado por medio de software y cuenta con un valor de 2504 dólares americanos.

Facility Layout

Problem Name:	Almacenamiento	Method:	Traditional
Number Depts.:	3	Layout:	Aisle
Length(cells):	12	Fill Departments:	No
Width(cells):	63	Measure:	Rectilinear
Area (cells):	756	Number Aisles:	3
Cost:	2504	Dept. Width:	5

Figura 22. Costo almacenamiento y disposición de materia prima departamentos de Generación y Distribución

Fuente. Elaboración propia.

En la figura No. 23, se muestra el costo de transporte asociado al personal administrativo de los dos departamentos existentes, mismo que fue calculado por medio de software y cuenta con un valor de 1623 dólares americanos.

Facility Layout

Problem Name:	Oficinas	Method:	Traditional
Number Depts.:	4	Layout:	Aisle
Length(cells):	63	Fill Departments:	Yes
Width(cells):	7	Measure:	Rectilinear
Area (cells):	441	Number Aisles:	2
Cost:	1623	Dept. Width:	5

Figura 23. Costo personal de oficinas departamentos de Generación y Distribución

Fuente. Elaboración propia.

En la figura No. 24, se muestra el costo de movilidad para el parqueadero de los dos departamentos existentes, mismo que fue calculado por medio de software y cuenta con un valor de 15693 dólares americanos

Facility Layout

Problem Name:	Parqueadero	Method:	Traditional
Number Depts.:	3	Layout:	Aisle
Length(cells):	56	Fill Departments:	No
Width(cells):	21	Measure:	Rectilinear
Area (cells):	1176	Number Aisles:	5
Cost:	15693	Dept. Width:	5

Figura 24. Costo movilidad del parqueadero de Generación y Distribución

Fuente. Elaboración propia.

CAPÍTULO IV

4. OPTIMIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA EN LAS INSTALACIONES DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL NORTE s.a. EMELNORTE S.A.

Este capítulo comprende, el desarrollo de la propuesta de distribución en planta para el albergue de cada área según sus necesidades, aplicando los métodos Planificación Sistemática de Distribución en Planta (SLP), Planificación de Diseño de Relaciones Computarizadas (CORELAP) y Asignación Relativa Computarizada de Instalaciones (CRAFT), con el propósito de optimizar los espacios de almacenaje, reducir costos de transporte, aumentar la productividad de la empresa y disminuir tiempos ocio.

4.1. PLANEACIÓN SISTEMÁTICA DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA (SLP)

4.1.1. Flujo de materiales

Los diagramas de procesos elaborados en el software Bizagi Modeler, muestran las actividades y decisiones que se toman en cada proceso de almacenaje de la materia prima para cada área, así como del o de recopilado de material para brindar el servicio.

En la figura No. 25 se muestra de flujo de procesos de Recepción y Almacenamiento de Materia Prima en el Departamento de Generación, mismo donde se realiza mantenimiento a las centrales Hidroeléctricas pertenecientes a la empresa. El proceso inicia con la salida del material del distribuidor; luego se traslada hacia el exterior de la bodega, luego el material se descarga, misma donde se selecciona el personal dependiendo del tipo de material, se selecciona el equipo de seguridad y se arman los grupos de trabajo; después se transporta el material hacia el área de clasificación misma donde se procede a visualizar

todo el material y se decide donde se requiere el material para su utilización en base al tiempo y actividades; luego se procede a clasificar todo el material; luego se realiza una inspección sobre el estado del material y la cantidad; se traslada el material hacia a bodega destinada y finalmente se almacena dentro de la bodega de la empresa.

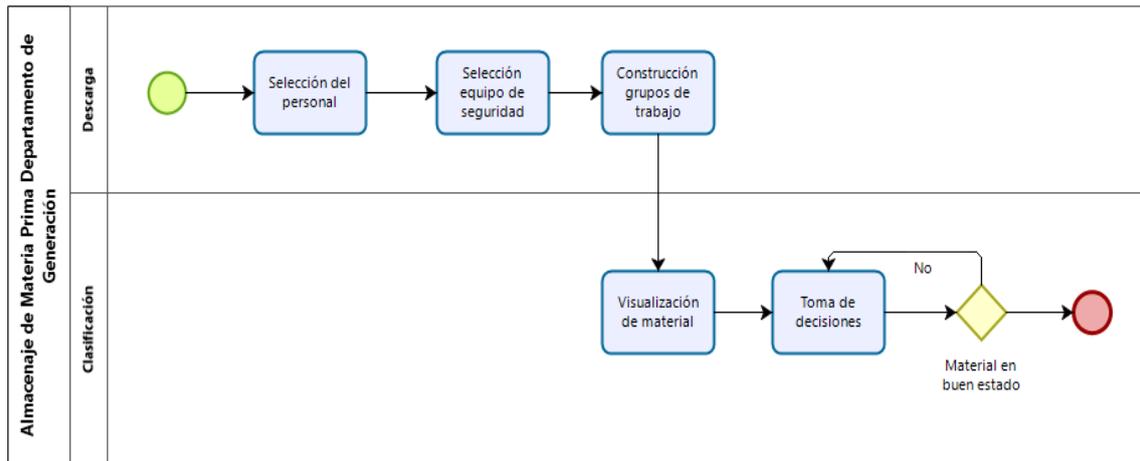


Figura 25. Diagrama de procesos de Almacenaje de Materia Prima Departamento de Generación

Fuente. Elaboración propia.

En la figura No. 26, se muestra el diagrama de procesos de Recepción y Almacenamiento de Materia Prima en el Departamento de Distribución mismo donde se realiza mantenimiento a las líneas eléctricas pertenecientes a la empresa. El proceso inicia con la salida del material del distribuidor; luego se traslada hacia el exterior de la bodega, luego el material se descarga, misma donde se selecciona el personal dependiendo del tipo de material, se selecciona el equipo de seguridad y se arman los grupos de trabajo; después se transporta el material hacia el área de clasificación misma donde se procede a visualizar todo el material y se decide donde se requiere el material para su utilización en base al tiempo y actividades; luego se procede a clasificar todo el material; luego se realiza una inspección sobre el estado del material y la cantidad; se traslada el material hacia a bodega destinada y finalmente se almacena dentro de la bodega de la empresa.

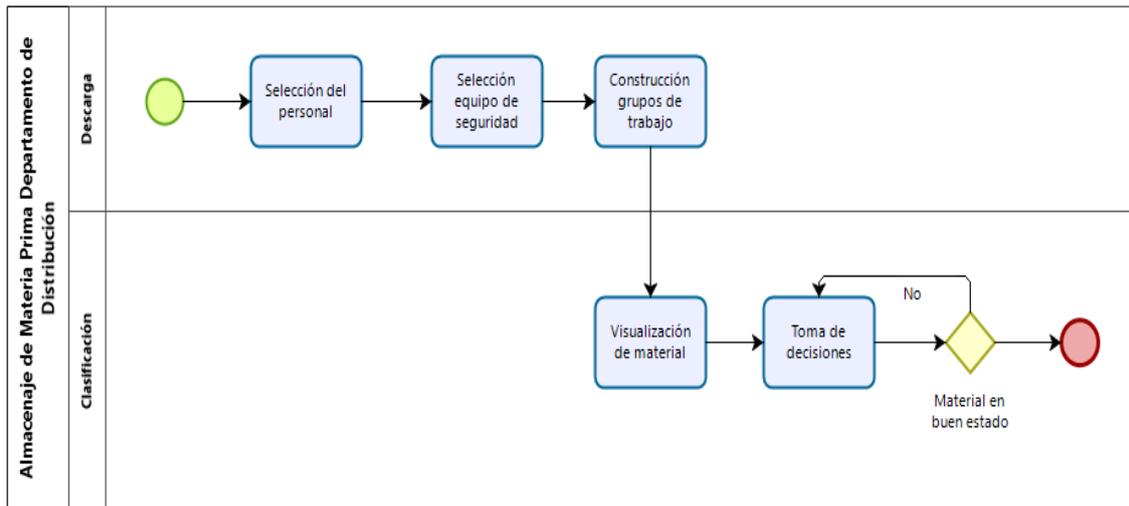


Figura 26. Diagrama de procesos de Almacenaje de Materia Prima Departamento de Distribución

Fuente. Elaboración propia.

En la figura No. 27, se muestra el diagrama de procesos de Recopilado y Salida de Materia Prima en el Departamento de Generación mismo donde se realiza mantenimiento a las centrales Hidroeléctricas pertenecientes a la empresa. El proceso inicia desde el almacenamiento de la empresa, se lee la orden de trabajo a realizar, se elige el grupo de trabajo para la obra, se elige el material necesario, se realiza una inspección de la materia prima necesaria sobre el estado en el que se encuentra, se procede a juntar en un lugar donde se espera al vehículo destinado para acompañamiento de la obra, se procede a colocar el material en el vehículo

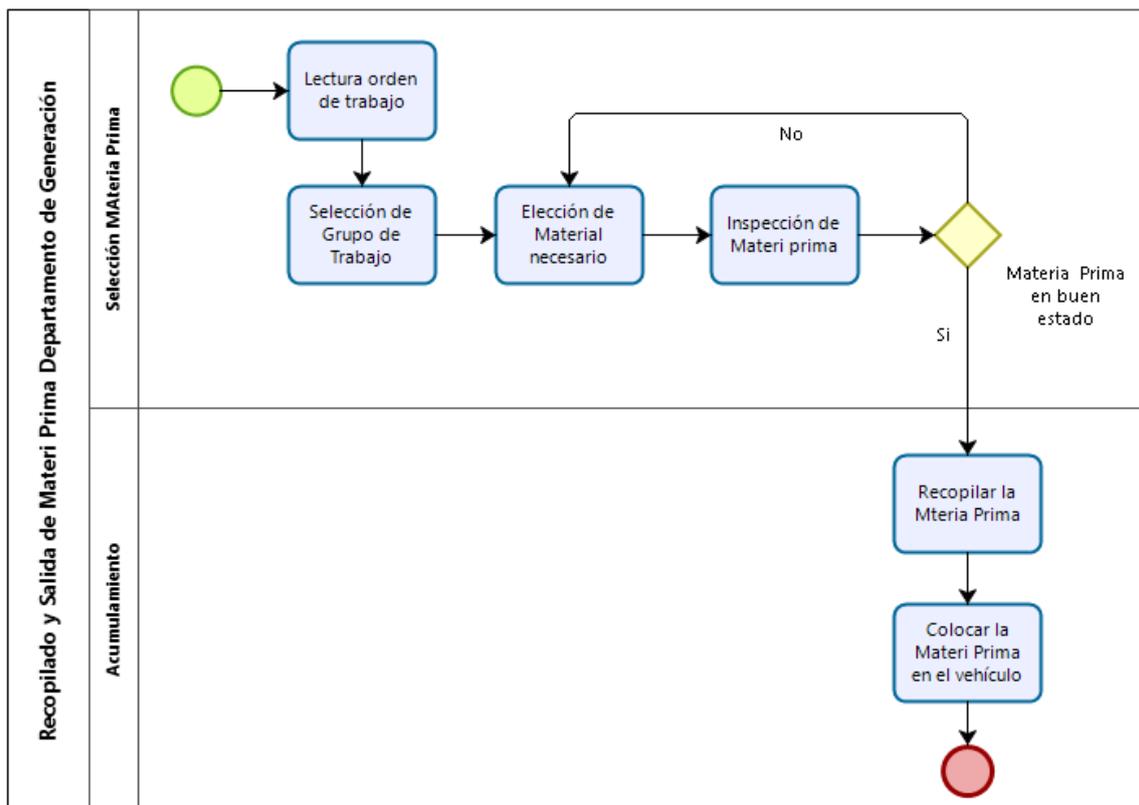


Figura 27. Diagrama de procesos de Recopilado y Salida de Materia Prima
Departamento de Generación

Fuente. Elaboración propia.

En la figura No. 28, se muestra el diagrama de procesos de Recopilado y Salida de Materia Prima en el Departamento de Distribución mismo donde se realiza mantenimiento a las líneas eléctricas pertenecientes a la empresa. El proceso inicia desde el almacenamiento de la empresa, se lee la orden de trabajo a realizar, se elige el grupo de trabajo para la obra, se elige el material necesario, se elige la maquinaria necesaria para tomar el material, se realiza una inspección de la materia prima necesaria sobre el estado en el que se encuentra, se procede a juntar en un lugar donde se espera al vehículo destinado para acompañamiento de la obra, se procede a colocar el material en el vehículo

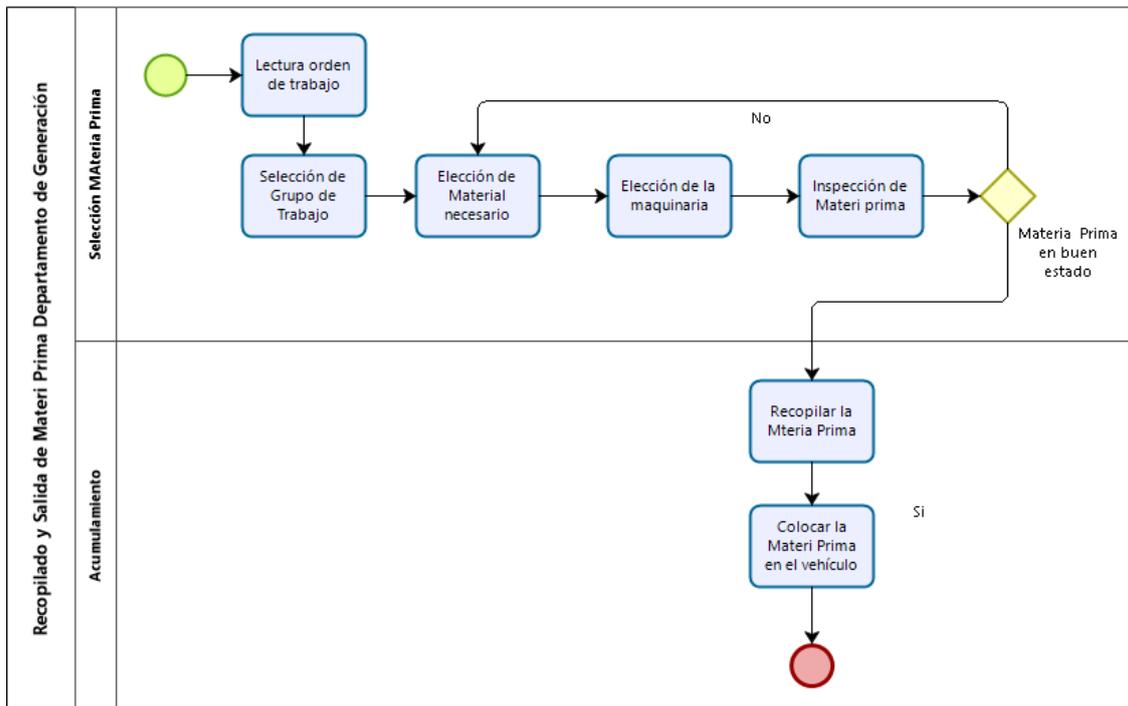


Figura 28. Diagrama de procesos de Recopilado y Salida de Materia Prima
Departamento de Distribución

Fuente. Elaboración propia.

4.1.2. Cálculo de superficies

La superficie necesaria para el óptimo funcionamiento de cada área de trabajo, dentro de las instalaciones donde se encuentran oficinas, taller de máquinas y herramientas y los diferentes sitios de acumulamientos se calculó con la ecuación 1, descrita en el capítulo II, con base a las necesidades de espacios sobre los implementos utilizados, los requerimientos de cada puesto de trabajo y áreas que no pueden ser modificadas como lo es el transformador principal que está establecido a la mitad de toda el área donde están las instalaciones..

En la tabla No. 14, se muestra el cálculo de la superficie de las oficinas, las áreas de almacenamiento y las áreas utilizadas como parqueadero con el fin de agrupar todas las oficinas y optimizar el espacio de forma más eficiente. El resultado obtenido para capa área se detalla a continuación.

Tabla 14. Cálculo de superficies para las Oficinas.

Cálculo de superficies Oficinas					
Departamento de Trabajo	Requerimientos de espacio	Cantidad	Dimensiones	Dimensiones Totales (m)	Área (m ²)
Departamento de Generación	Cinco puestos de trabajo (oficina) y un baño	1	11 x 11	10 x 9	90
Departamento de Distribución	Cuatro puestos de trabajo (oficinas) y un baño	1	19,3 x 15	11 x 10	110
Equipo liniero	Oficina	10	3 x 7	3 x 6	180
Área de Capacitación	Oficina	1	19 x 18	5 x 12	60

Fuente. Elaboración propia.

En la tabla No. 15, se muestra el cálculo de la superficie correspondiente para las áreas de almacenamiento del departamento de turno, del departamento de Distribución y material en general.

Tabla 15. Cálculo de superficies para Almacenamiento.

Cálculo de superficies Almacenamiento					
Departamento de Trabajo	Requerimientos de espacio	Cantidad	Dimensiones	Dimensiones Totales (m)	Área (m ²)
Almacenamiento grupos de turno	Almacenaje para obras en horas de equipos de turno	6	7 x 7	6 x 7	252
Almacenamiento en bodegas pequeñas	Almacenaje de material en general	2	7 x 7	10 x 5	100
Almacenamiento de bodega grande	Almacenaje de material a escala industrial	1	6,94 x 53,38	8 x 50	400

Fuente. Elaboración propia.

En la tabla No. 16, se muestra el cálculo de la superficie correspondiente para las áreas de estacionamiento correspondiente a los diferentes departamentos y vehículos de la empresa.

Tabla 16. Cálculo de superficies para Parqueadero.

Cálculo de superficies Parqueadero					
Departamento de Trabajo	Requerimientos de espacio	Cantidad	Dimensiones	Dimensiones Totales (m)	Área (m ²)
Parqueadero Camiones (canastas)	Parqueadero para los camiones de la empresa	1	29,83 x 16	30 x 20	600
Parqueadero camionetas	Parqueadero de las camionetas de la empresa	12	2,5 x 5	3 x 6	216
Parqueadero para personal	Parqueadero personal administrativo	20	2,5 x 5	3 x 6	360

Fuente. Elaboración propia.

4.1.3. Relación entre actividades

Al identificar y analizar el diagrama de procesos, se muestra cada actividad a ejecutarse dentro de las instalaciones, dependiendo del trabajo que se va a efectuar para desarrollar el flujo de las secuencias tecnológicas para dar paso al servicio que brinda la empresa.

En la tabla No. 17 se muestra los tipos de relaciones y líneas de trazado, donde se indica que el tipo de relación absolutamente importante, está estrictamente relacionada con el flujo de las secuencias tecnológicas de las actividades de la empresa para el desarrollo del servicio; para graficar esta relación se utilizan cuatro líneas de trazado; el tipo de relación especialmente importante está relacionado con las diferentes áreas y sus requerimientos para cada actividad; para graficar esta relación se utilizan tres líneas de trazado; el tipo de relación importante está relacionado entre diferentes oficinas y baterías sanitarias; para graficar esta relación se utilizan dos líneas de trazado; el tipo de relación Cercanía común y corriente está relacionado entre almacenamientos y baterías sanitarias; para graficar esta relación se utiliza una línea de trazado.

Tabla 17. Tipos y motivos de relaciones y líneas de trazado

Código	Tipo de Relación	Código Numérico	Motivo o Causa	Línea de Trazado
A	Absolutamente Importante	1	Flujo de secuencias tecnológicas	=====
E	Especialmente Importante	2	Flujo de actividades	=====
I	Importante	3	Utilización de Fuerza de Trabajo	=====
O	Cercanía común y corriente	8	Comodidad	=====

Fuente. Elaboración propia.

En la figura No. 29 se muestra la matriz de relación entre actividades, de Oficinas, donde existen varias oficinas dependiendo el departamento al que pertenezcan, dando como resultado que se encuentren poco contiguas.

1. Departamento de Generación	90 m ²				
2. Departamento de Distribución	110 m ²	1			
		2	0		
		A	8		1
3. Equipo Liniero	180 m ²	2	1		2
		1	2		
4. Área de Capacitación	60 m ²	2			

Figura 29. Matriz de relación entre actividades de Oficinas

Fuente. Elaboración Propia

La figura No. 30 muestra la matriz de relación entre actividades de almacenamiento, donde las tres áreas destinadas son relacionadas entre sí, dando como resultado que se encuentran contiguas.

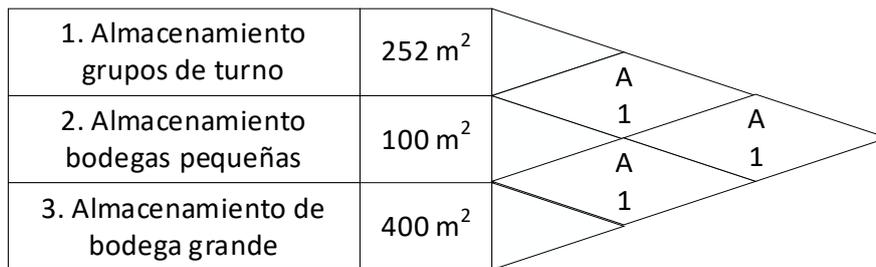


Figura 30. Matriz de relación entre actividades de Almacenamiento
Fuente. Elaboración Propia

La figura No. 31 muestra la matriz de relación entre actividades de Parqueadero, donde las diferentes áreas son relacionadas entre sí, dando como resultado que se encuentran poco contiguas.

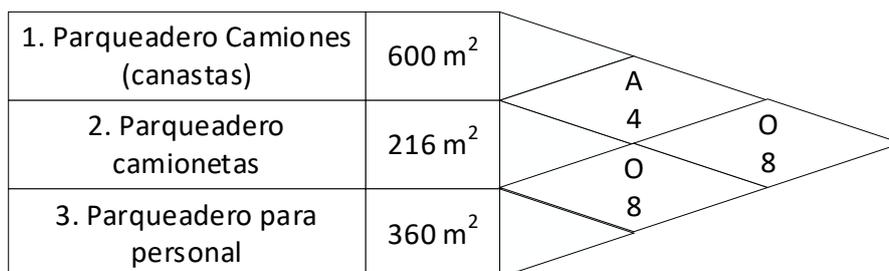


Figura 31. Matriz de relación entre actividades de Parqueadero
Fuente. Elaboración Propia

4.1.4. Diagrama relacional entre actividades

Con el objetivo de representar en forma de grafos o diagramas, la información contenida en las matrices relacionadas de actividades, se desarrolla los gráficos de diagramas de relación de actividades de las diferentes áreas dentro de las instalaciones, mismas que contienen áreas para oficinas, áreas para parqueadero y áreas para almacenamiento.

En la figura No. 32 se muestra el diagrama relacional entre actividades de Oficinas, donde se ubica en cuatro partes, mismas que están conectadas por líneas de trazado según el tipo de relación; obteniendo como resultado que la ubicación es contigua, el área 1 con el área 2 se grafica con dos líneas de

trazado, el área 1 con el área 4 se grafica con dos líneas de trazado, el área 1 con el área 3 se grafica con una línea de trazado y el área dos con el área cuatro se grafica con dos líneas de trazado.

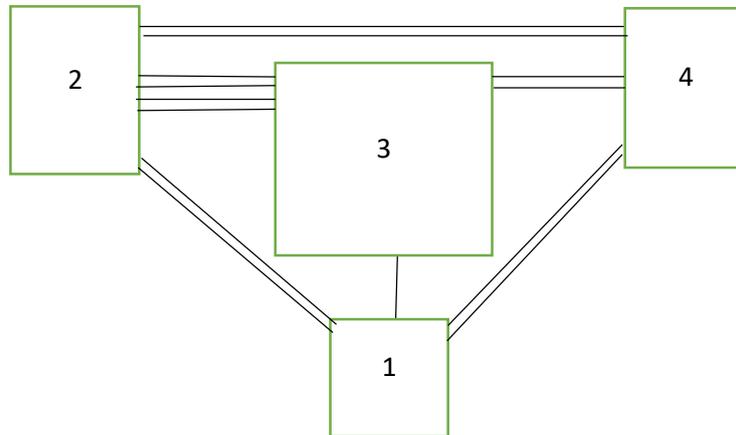


Figura 32. Diagrama relacional entre áreas de Oficinas

Fuente. Elaboración Propia

En la figura No. 33 se muestra el diagrama relacional entre actividades de Almacenamiento, donde se ubica en cuatro partes, mismas que están conectadas por líneas de trazado según el tipo de relación; obteniendo como resultado que la ubicación es contigua, el área 1 con el área 2 se grafica con cuatro líneas de trazado, el área 1 con el área 3 se grafica con cuatro líneas de trazado y el área 2 con el área 3 se grafica con cuatro líneas de trazado.

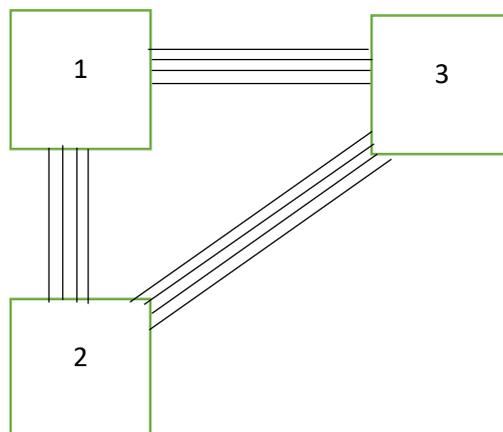


Figura 33. Diagrama relacional entre áreas de Almacenamiento

Fuente. Elaboración Propia

En la figura No. 34 se muestra el diagrama relacional entre actividades de Parqueadero, donde se ubica en cuatro partes, mismas que están conectadas por líneas de trazado según el tipo de relación; obteniendo como resultado que la ubicación es contigua, el área 1 con el área 2 se grafica con cuatro líneas de trazado, el área 1 con el área 3 se grafica con una línea de trazado y el área 2 con el área 3 se grafica con una línea de trazado.

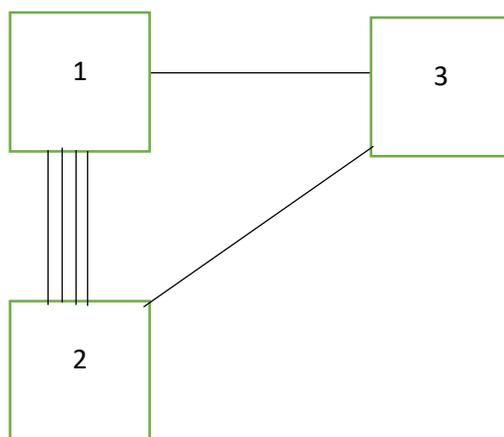


Figura 34. Diagrama relacional entre áreas de Parqueadero

Fuente. Elaboración Propia

4.1.5. Diagrama relacional de espacios

Con la referencia obtenida sobre las dimensiones y áreas obtenidas en el cálculo de superficies para cada área y con los diagramas relacionados de actividades, se elaboró los diagramas relacionados de espacios para la las instalaciones de la empresa de las áreas de Oficinas, Almacenamiento y Parqueadero.

En la figura No. 35 se muestra el diagrama relacional de espacios de Oficinas, mismo donde se asigna a cada departamento el área calculada anteriormente y se mantienen las líneas de trazado, las que fueron asignadas en el diagrama relacional de actividades, dando como resultado que el área 3 o Equipo liniero es el que ocupa mayor espacio, seguido del área 2 o

Departamento de Distribución, seguido de área 1 o Departamento de Generación y por último el área 4 o Área de Capacitación.

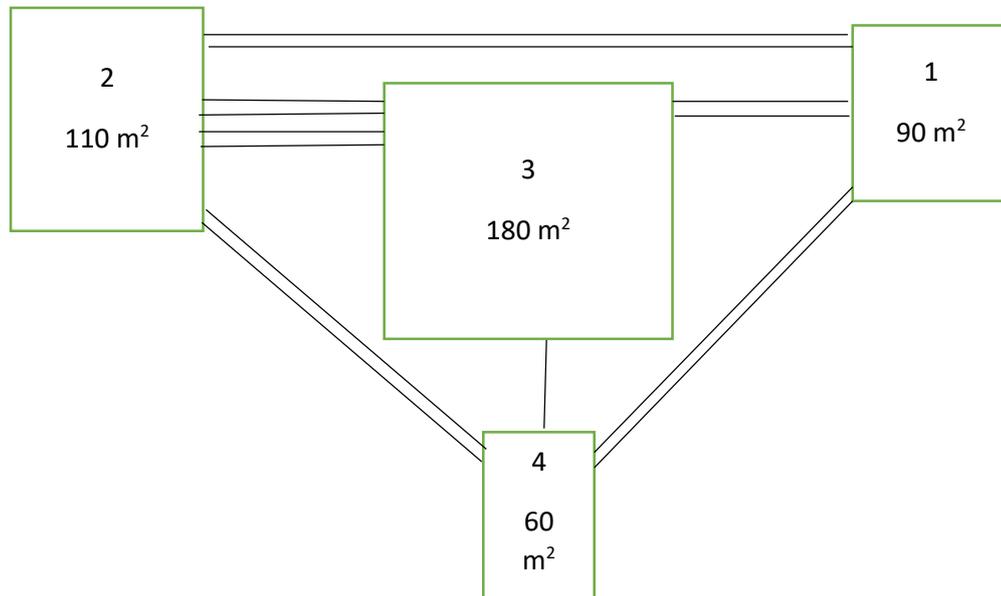


Figura 35. Diagrama relacional de espacios de Oficinas

Fuente. Elaboración Propia

En la figura No. 36 se muestra el diagrama relacional de espacios de Almacenamiento, mismo donde se asigna a cada departamento el área calculada anteriormente y se mantienen las líneas de trazado, las que fueron asignadas en el diagrama relacional de actividades, dando como resultado que el área 3 o Almacenamiento de bodega grande es el que ocupa mayor espacio, seguido del área 1 o Almacenamiento grupos de turno y finalmente seguido de área 2 o Almacenamiento de bodega pequeña.

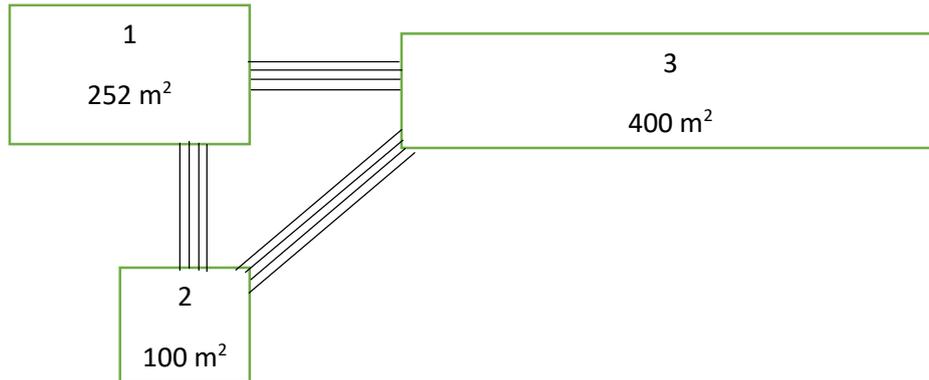


Figura 36. Diagrama relacional de espacios de Almacenamiento

Fuente. Elaboración Propia

En la figura No. 37 se muestra el diagrama relacional de espacios de Parqueadero, mismo donde se asigna a cada departamento el área calculada anteriormente y se mantienen las líneas de trazado, las que fueron asignadas en el diagrama relacional de actividades, dando como resultado que el área 1 o Parqueadero Camiones (canastas) es el que ocupa mayor espacio, seguido del área 3 o Parqueadero para personal y finalmente seguido de área 2 o Parqueadero para camionetas

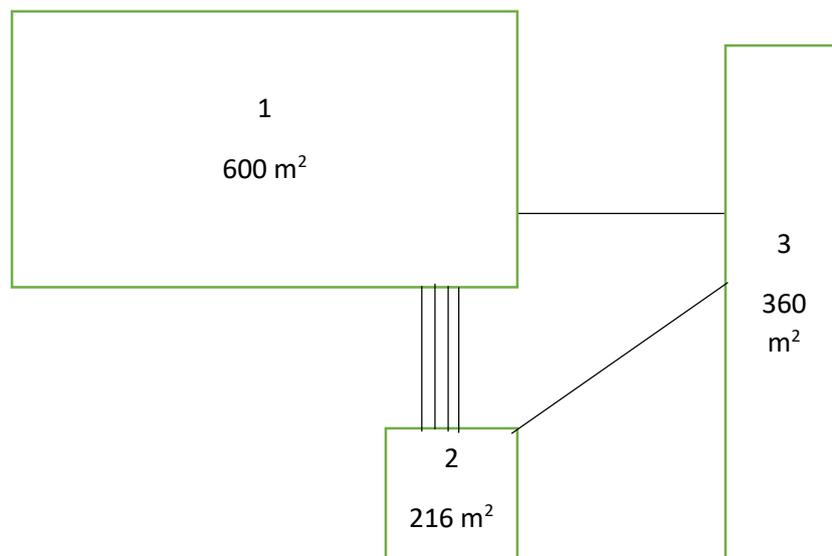


Figura 37. Diagrama relacional de espacios de Parqueadero

Fuente. Elaboración Propia

Al elaborar los diagramas relacionados de espacios de las tres áreas halladas, se constató que las instalaciones cuentan con las dimensiones y el espacio suficiente para la implementación de esta nueva organización.

4.1.6. Propuesta de distribución en planta para las instalaciones

En la figura No. 38 se muestra la propuesta de distribución en planta dentro de las instalaciones, lugar donde se propone implementar las áreas de oficinas para el desempeño del personal administrativo, el área de almacenamiento para albergar el material requerido por la empresa y el área de parqueadero para poder albergar los vehículos de la empresa y de los diferentes funcionarios.

Al calcular los espacios necesarios para cada área requerida con la ecuación (1), se trabajó con las dimensiones de los requerimientos de la empresa para cada área, tomando en cuenta la normativa legal vigente, respecto a seguridad y salud ocupacional de los trabajadores.

Las áreas que intervienen en la producción de servicios fueron relacionadas entre sí, dando como resultado una distribución por proceso porque cada área tiene sus propias actividades tales como son las del Departamento Generación como las del Departamento de Distribución y el área de capacitación del cual se encarga los funcionarios que laboran en Talento Humano pero que sus oficinas se encuentran en el edificio Matriz de la empresa.

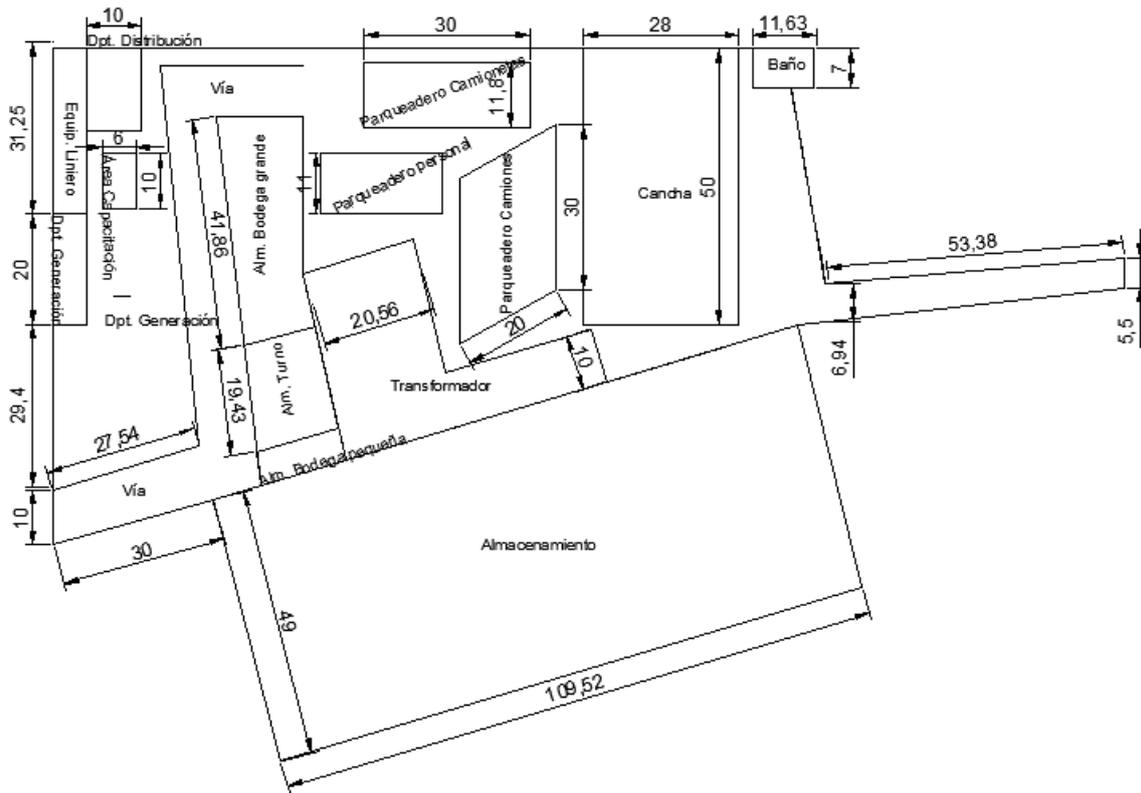


Figura 38. Propuesta de distribución en planta para las instalaciones

Fuente. Elaboración Propia

Escala. 1:1000

4.1.7. Diagrama de Recorrido

Con base en la propuesta de distribución en planta de las instalaciones y los diagramas de procesos OTIDA de los procesos encontrados se desarrolló el diagrama de recorrido. En la figura No. 39 se muestra el diagrama de recorrido para el Almacenamiento de Materia Prima de los Departamentos de Generación y Distribución, al realizar el diagrama se comprobó la organización de las diferentes Áreas según el flujo productivo, lo que permite la disminución del costo total de transporte del objeto de trabajo y una mejor secuencia tecnológica de las actividades, dando como resultado para el departamento de Generación un recorrido de 105 metros y para el departamento de Distribución un recorrido de 130 metros.

En la figura No. 40 se muestra el diagrama de recorrido para la Recopilación y Salida de la Materia Prima de los Departamentos de Generación y Distribución, al realizar el diagrama se comprobó la organización de las diferentes Áreas según el flujo productivo, lo que permite la disminución del costo total de transporte del objeto de trabajo y una mejor secuencia tecnológica de las actividades, dando como resultado para el departamento de Generación un recorrido de 105 metros y para el departamento de Distribución un recorrido de 130 metros.



Figura 40. Diagrama de Recorrido de Recopilado y Salida de MP de los Departamentos de Generación y Distribución

Fuente. Elaboración Propia

Escala. 1:1000

4.2. PLANIFICACIÓN DE DISEÑO DE RELACIONES COMPUTARIZADAS (CORELAP)

Para comprobar y validar la propuesta de distribución en planta desarrollada con el método SLP, se desarrolló el método cuantitativo CORELAP para las áreas de Oficinas, Almacenamiento y Parqueadero, que permitió realizar la distribución en planta, teniendo en cuenta las relaciones de cercanía existentes en las diferentes áreas o departamentos para que se encuentran contiguas.

El programa se ingresaron los valores de los problemas de distribución en planta como son: departamentos y áreas que intervienen en la movilidad de los elementos tanto personal como de maquinaria, además de la superficie disponible de las instalaciones para cada área que labora dentro de la misma, esta información se muestra en el Anexo No. 4.

Para calcular el índice total de cercanía de cada área, se ingresaron los datos de las matrices de relaciones entre actividades elaboradas en el método SLP.

El orden de importancia de cada departamento que interviene en la producción de los bienes que brinda la empresa Oficinas, Almacenamiento y Parqueadero se genera en función del TCR calculado por el programa según datos de las matrices.

En la figura No. 41 es muestra el orden de importancia de los departamentos de Oficinas, donde el Departamento de Distribución fue ubicado primero con un TCR de 14; en segundo lugar, fue ubicado el Área de capacitación con un TCR de 13; en tercer lugar, se ubicó el Departamento de Generación con un TCR de 12; y en cuarto lugar se ubicó el Equipo Liniero con un TCR de 11. Además, se observa que el área requerida para las cuatro áreas correspondiente a Oficinas, misma que ocupa un lugar de 440 m² que es menor al área disponible de 773,5 m² dentro de las instalaciones.

ORDENACIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS POR IMPORTANCIA			
Orden	Nombre	TCR	Superficie m ²
1.-	Dpt. Distribución	14	110
2.-	Área Capacitación	13	60
3.-	Dpt. Generación	12	90
4.-	Equipo Liniero	11	180

Solución Gráfica

Calcular Iteraciones

Superficie Requerida < Superficie Disponible

Superficie Requerida:
440

Superficie Disponible:
773

Figura 41. Orden de importancia de los Departamentos de Oficinas

Fuente. Software CORELAP 1.0

La figura No. 42 muestra el orden de importancia de los departamentos de Almacenamiento, en el cual el Área Almacenamiento Grande en primera posición con TCR de 12; en segunda posición se ubicó al Almacenamiento de Grupos de Turno con un TCR de 12; y en tercer lugar se ubicó el Almacenamiento Pequeño con un TCR de 12, mismas áreas que ocupan 752 m² dispuesta en las instalaciones, menor que las 762 m² dentro de las instalaciones

ORDENACIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS POR IMPORTANCIA			
Orden	Nombre	TCR	Superficie m ²
1.-	ALM. GRANDE	12	400
2.-	GRUPOS DE TURNO	12	252
3.-	ALM. PEQUEÑO	12	100

Solución Gráfica

Calcular Iteraciones

Superficie Requerida < Superficie Disponible

Superficie Requerida:
752

Superficie Disponible:
762

Figura 42. Orden de importancia de los Departamentos de Almacenamiento

Fuente. Software CORELAP 1.0

La figura No. 43 muestra el orden de importancia de las áreas de Parqueadero, en el cual el Área de parqueadero para personal es ubicado en

primera posición con TCR de 9; en segunda posición se ubicó al Parqueadero para camionetas con un TCR de 9 y en tercera posición al Parqueadero para Camiones (canastas) con un TCR de 9, mismas áreas que ocupan 1176 m² dispuesta en las instalaciones, que es superior a los 877 m² pero que promete albergar a más vehículos y con mayor organización.

ORDENACIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS POR IMPORTANCIA			
Orden	Nombre	TCR	Superficie m ²
1.-	Parqueadero cam	9	600
2.-	Parqueadero cam	9	360
3.-	Parqueadero pers	6	216

Solución Gráfica

Calcular Iteraciones

Superficie Requerida > Superficie Disponible

Superficie Requerida: 1176

Superficie Disponible: 877

Figura 43. Orden de importancia de las Áreas de Parqueadero

Fuente. Software CORELAP 1.0

Las interacciones realizadas por el software CORELAP 1.0 primero calcula el orden en que se debe colocar cada departamento o área en el layout, seguido ubica a los departamentos o áreas en la posición más adecuada; todo con el objetivo de definir el layout más adecuado a las instalaciones de la empresa donde se encuentra el área de Oficinas, Almacenamiento y Parqueadero.

El método de proceso del modelo matemático empieza colocando el mayor TCR en el primer lugar en la distribución en planta, luego el modelo matemático ordenó a las demás áreas o departamentos en función de su relación hecha en el método SLP; este proceso se repitió hasta que todas las áreas fueron ubicadas.

La matriz de interacciones para la obtención de la distribución en planta representa la superficie disponible para cada área que fue dividida y especificada para cada departamento y tamaño requerido. El área de mayor TCR fue ubicado

primero y las demás áreas fueron ubicadas en e orden calculado por el modelo matemático de búsqueda del departamento más conveniente.

En la figura No. 44 se muestra las interacciones del layout más conveniente del área de Oficinas, donde primeramente se ubicó el Departamento de Distribución, segundo el Área de Capacitación, tercero el Departamento de Generación y cuarto el área del Equipo Liniero, todo siguiendo un flujo de relaciones ya establecidas en el SLP.

Búsqueda del departamento más afin a los ya colocados								Departs. Colocados	
Equipo	180	13	0	6	4	3	1	4	2
Área C	60	12	4	4	0	4	3	3	1
Dpt. G	90	11	3	4	4	0	4	2	3
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	1
Área C	60	12	-1E+41	8	0	4	3	3	2
Dpt. G	90	11	-1E+41	7	4	0	4	2	1
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-2E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	3
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-2E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	1
Dpt. G	90	11	-1E+41	11	-1E+41	0	4	2	2
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-3E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	1
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-3E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	3
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-3E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	4
Iteraciones para la obtención de la distribución en planta								Coordenadas Departs. Colocados	
3	6	3	0						2 2
6	-1E+42	-1E+42	0						3 2
3	6	3	0						3 3
0	0	0	0						
2	6	6	2						2 2
4	-1E+42	-1E+42	4						3 2
2	6	-1E+42	2						3 3
0	0	0	0						
2	5,5	5	1,5						2 2
4	-1E+42	-1E+42	5						3 2
2	-1E+42	-1E+42	5,5						3 3
0	2	4	2						2 3
Valor de la relación de afinidad para colocación								6 6 9,5	

Figura 44. Interacciones del Layout de Oficinas
Fuente. Software CORELAP 1.0

En la figura No. 45 se muestra las interacciones del layout más conveniente del área de Almacenamiento, donde primeramente se ubicó el Almacenamiento Grande, segundo el Almacenamiento de Grupos de Turno, y tercero el Almacenamiento pequeño todo siguiendo un flujo de relaciones ya establecidas en el SLP.

Busqueda del departamento más afin a los ya colocados										Departs. Colocados		
GRUPOS	252	12	0	6	6	1	3				3	
ALM. P	100	12	6	0	6	2	2				1	
	-1E+41											
ALM. P	100	12	-1E+41	0	12	2	2				3	
	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-2E+41	-1E+41	-1E+41			1	
	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-2E+41	-1E+41	1			2	
Iteraciones para la obtención de la distribución en planta												
	-1E+42	-1E+42	0								1	1
6	3	0									2	1
0	0	0										
	-1E+42	-1E+42	6								1	1
9	-1E+42	3									2	1
0	0	0									2	2
Coordenadas Departs. Colocados												
Valor de la relación de afinidad para colocación										6.9		

Figura 45. Interacciones del Layout de Almacenamiento

Fuente. Software CORELAP 1.0

En la figura No. 46 se muestra las interacciones del layout más conveniente del área de Almacenamiento, donde primeramente se ubicó el Parqueadero Personal, segundo el Parqueadero de Camionetas, y tercero el Parqueadero para Camiones (canastas), todo siguiendo un flujo de relaciones ya establecidas en el SLP.

Busqueda del departamento más afin a los ya colocados										Departs. Colocados	
Parque	360	9	3	0	6	2	3				3
Parque	216	6	0	3	3	1	2				2
	-1E+41				1						
Parque	216	6	0	-1E+41	6	1	2				3
	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-2E+41	-1E+41	-1E+41			2
	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-2E+41	-1E+41	1			1
Iteraciones para la obtención de la distribución en planta											
	-1E+42	-1E+42	0								1
	6	3	0								2
	0	0	0								1
	-1E+42	-1E+42	3								1
	4,5	-1E+42	1,5								2
	0	0	0								2
Valor de la relación de afinidad para colocación										6 4,5	

Figura 46. Interacciones del Layout de Parqueadero

Fuente. Software CORELAP 1.0

Los layouts generados por el software para las tres áreas se realizaron con base al índice total de cercanía calculado, mismos que validan la propuesta de distribución en planta de las instalaciones que fue elaborado por el método SLP.

4.3. ASIGNACIÓN RELATIVA COMPUTARIZADA DE INSTALACIONES (CRAFT)

Para el cálculo del costo total de transporte del objeto de trabajo correspondiente a cada área que se desarrolló en el área de Oficinas, Almacenamiento y Parqueadero, se aplicó el método CRAFT, mismo que por medio de complementos dentro del software Excel que cumple con la función objetivo del modelo matemático que fue expresado en la ecuación (2) en el capítulo II.

En el complemento del software Excel se ingresaron los datos de los problemas de distribución en planta tales como: nombre del proyecto, número de departamentos a implementar y la unidad de medida empleada, misma que es el metro.

A continuación, se genera una hoja de Excel donde se ingresan datos como: longitud y ancho disponible para cada departamento, nombre y área de cada uno de los departamentos, información sobre el volumen del material transportado que se transportará entre actividades mensuales y el costo de mover cada carga, mismo que es utilizado para llevar todo el material necesario y también a partir del sueldo que perciben los empleados y el tiempo empleado en trasladarse de un punto a otro y descargar o llevar documentos, esta información se encuentra en el Anexo No. 5.

En la tabla No. 18 se muestran los datos de la matriz From-To del área de Oficinas, donde se indica que el recorrido del objeto de trabajo entre departamentos es secuenciado, de las Oficinas del Departamento de Distribución, Área de Capacitación, Departamento de Generación y Equipo Liniero el flujo de secuencias tecnológicas es de 14 unidades mensuales entre departamentos y el costo por mover una carga unitaria entre área es de \$1, mismo que se calcula multiplicando el tiempo de 5 minutos que se emplea para mover una carga, en función del sueldo que perciben los trabajadores que realizan el desplazamiento del objeto de trabajo.

Tabla 18. Datos de matriz From-To Oficinas

Departamento i (From)	Departamento j (To)	Flujo de secuencias tecnológicas	Costo de mover una carga unitaria
D1 – Distribución	D2 – Capacitación	14	\$1
D2 – Capacitación	D3 – Distribución	14	\$1
D3 – Distribución	D4 – Equipo liniero	14	\$1
D4 – Equipo liniero			

Fuente. Elaboración propia

La tabla No. 19 muestra los datos obtenidos de la matriz From-To de Almacenamiento, donde se evidencia que el flujo de secuencias tecnológicas entre el Almacenamiento Grande, el Almacenamiento de Grupos de Turno y el

Almacenamiento Pequeño es de 25 unidades mensuales entre áreas y el costo de mover una carga unitaria entre departamentos es de \$1, mismo que se calcula al multiplicar el tiempo de 14 minutos que se utiliza para mover una carga, en función de los 5 operarios que participan en el desplazamiento del objeto de trabajo.

Tabla 19. Datos de matriz From-To Almacenamiento

Departamento (From)	i	Departamento j (To)	Flujo de Costo de	de Costo de
			secuencias tecnológicas	mover una carga unitaria
D1 – Alm. Grande		D2 – Grupo Liniero	25	\$1
D2 – Grupo Liniero		D3 – Alm. pequeño	25	\$1
D3 – Alm. pequeño			25	

Fuente. Elaboración propia

La tabla No. 20 muestra los datos obtenidos de la matriz From-To de Parqueadero, donde se evidencia que el flujo de secuencias tecnológicas entre el Parqueadero de Camiones (canastas), Parqueadero de Camionetas y Parqueadero del Personal es de 300 unidades mensuales entre áreas y el costo de mover una carga unitaria entre departamentos es de \$1, mismo que se calcula al multiplicar el tiempo de 14 minutos que se utiliza para mover una carga, en función de los 20 empleados que participan en el desplazamiento del objeto de trabajo.

Tabla 20. Datos de matriz From-To Parquadero

Departamento i (From)	Departamento j (To)	Flujo de secuencias tecnológicas	Costo de mover una carga unitaria
D1 – Parq. Camiones	D2 – Parq. Camionetas	300	\$1
D2 – Parq. Camionetas	D3 – Parq. Personal	300	\$1
D3 – Parq. Personal		300	

Fuente. Elaboración propia

Para complementar los datos e información necesaria para el cálculo del costo, se implementa en la matriz del complemento de Excel la distribución en planta elaborada según el método SLP y posteriormente validado por el método CORELAP.

En la tabla No. 21 se muestra el cálculo del costo total del transporte del objeto de trabajo, calculando para las tres áreas, mismas que son; el área de Oficinas en la cual se obtuvo un costo de \$533; en el área de Almacenamiento se obtuvo un costo de \$1051; y en el área de Parquadero se obtuvo un costo de \$11780

Tabla 21. Costo total de Transporte del Objeto de Trabajo

Área/Departamento	Costo total del transporte del Objeto de Trabajo Mensual
Área de Oficinas	\$533
Área de Almacenamiento	\$1051
Área de Parquadero	\$11780

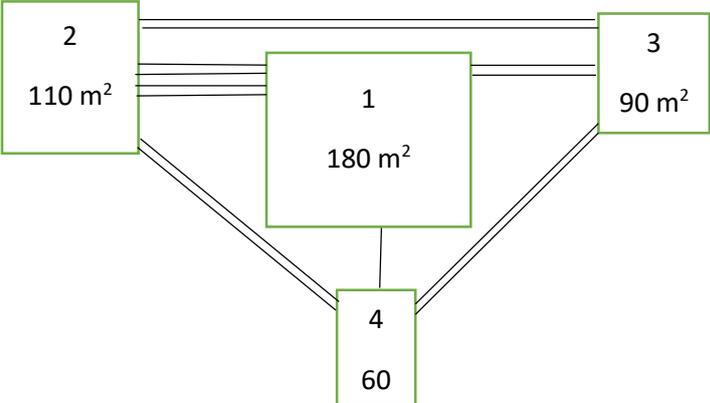
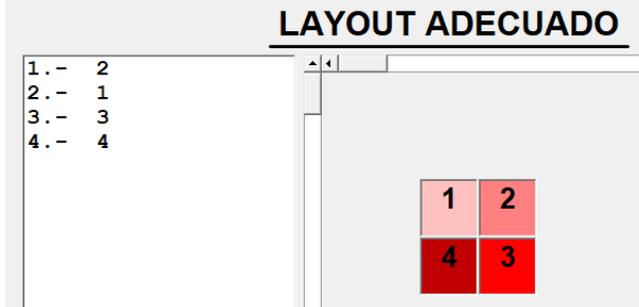
Fuente. Elaboración propia

4.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la tabla No. 22 se muestra la validación de la propuesta de distribución en planta del Área de Oficinas, dando como resultado una distribución elaborada

por tres métodos. Con la aplicación del método SLP se puede distribuir las diferentes áreas de Capacitación, Generación, Distribución y Equipo Liniero. El método CORELAP calculó el TCR de las cuatro áreas implicadas en la secuencia tecnológica de las actividades, ubicando al Área de Equipo Liniero de forma central por un valor mayor de TCR, luego ubico a sus lados el área de Dpto. Distribución y Dpto. Generación respectivamente y a su frente el Área de Capacitación. Al aplicar el método CRAFT por medio de los complementos de Excel pudo calcular el costo total de transporte del objeto de trabajo dentro de las secuencias tecnológicas de la empresa.

Tabla 22. Validación de la propuesta de distribución en planta de las áreas de Oficinas

Método	Resultados de la distribución en planta
<p>Planeación Sistemática de la Distribución en Planta (SLP)</p> <p>Donde:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Equipo Liniero 2. Dpto. Distribución 3. Dpto. generación 4. Capacitación 	
<p>Planificación de Diseño de Relaciones Computarizadas (CORELAP)</p> <p>Donde:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Equipo Liniero 2. Dpto. Distribución 3. Capacitación 4. Dpto. Generación 	<p style="text-align: center;">LAYOUT ADECUADO</p> 

**Asignación Relativa
Computarizada de
Instalaciones (CRAFT)**

Donde:

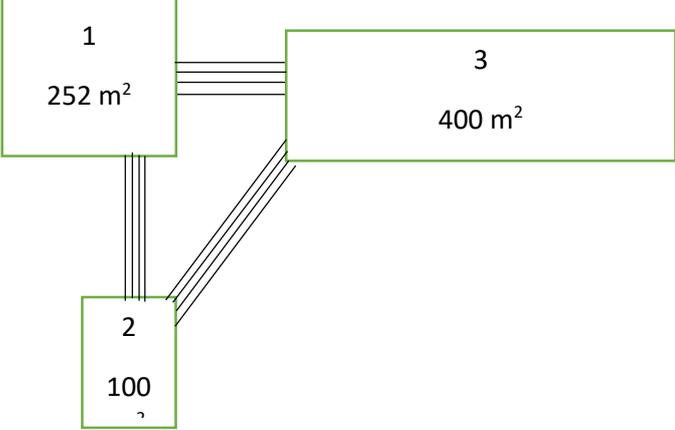
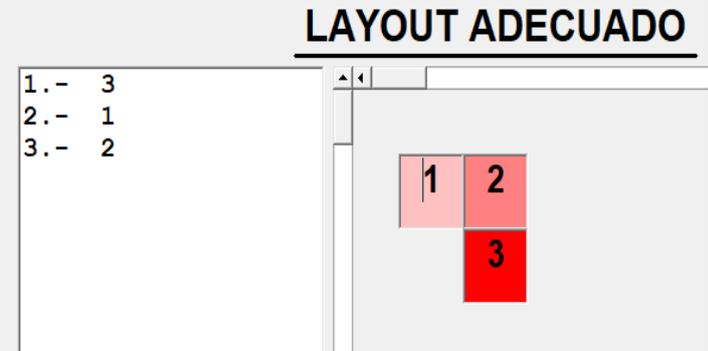
- 1. Dpto.
Distribución
- 2. Capacitación
- 3. Dpto.
Generación
- 4. Equipo Liniero

	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	1	1	4	4
2	1	1	1	1	1	4	4
3	1	1	1	1	1	4	4
4	1	1	1	1	1	4	4
5	1	1	1	1	1	4	4
6	1	1	1	1	1	4	4
7	1	1	1	1	1	4	4
8	1	1	1	1	1	4	4
9	1	1	1	1	1	4	4
10	1	1	1	1	1	4	4
11	1	1	1	1	1	4	4
12	1	1	1	1	1	4	4
13	1	1	1	1	1	4	4
14	1	1	1	1	1	4	4
15	1	1	1	1	1	4	4
16	1	1	1	1	1	4	4
17	1	1	1	1	1	4	4
18	1	1	1	1	1	4	4
19	1	1	1	1	1	4	4
20	1	1	1	1	1	4	4
21	1	1	1	1	1	4	4
22	1	1	1	1	1	4	4
23	2	2	2	2	2	4	4
24	2	2	2	2	2	4	4
25	2	2	2	2	2	4	4
26	2	2	2	2	2	4	4
27	2	2	2	2	2	4	4
28	2	2	2	2	2	4	4
29	2	2	2	2	2	4	4
30	2	2	2	2	2	4	4
31	2	2	2	2	2	4	4
32	2	2	2	2	2	4	4
33	2	2	2	2	2	4	4
34	2	2	2	2	2	4	4
35	3	3	3	3	3	4	4
36	3	3	3	3	3	4	4
37	3	3	3	3	3	4	4
38	3	3	3	3	3	4	4
39	3	3	3	3	3	4	4
40	3	3	3	3	3	4	4
41	3	3	3	3	3	4	4
42	3	3	3	3	3	4	4
43	3	3	3	3	3	4	4
44	3	3	3	3	3	4	4
45	3	3	3	3	3	4	4
46	3	3	3	3	3	4	4
47	3	3	3	3	3	4	4
48	3	3	3	3	3	4	4
49	3	3	3	3	3	4	4
50	3	3	3	3	3	4	4
51	3	3	3	3	3	4	4
52	3	3	3	3	3	4	4
53	4	4	4	4	4	4	4
54	4	4	4	4	4	4	4
55	4	4	4	4	4	4	4
56	4	4	4	4	4	4	4
57	4	4	4	4	4	4	4
58	4	4	4	4	4	4	4
59	4	4	4	4	4	4	4
60	4	4	4	4	4	4	4
61	4	4	4	4	4	4	4
62	4	4	4	4	4	4	4
63	4	4	4	4	4	4	4

Al emplear los tres métodos de distribución en planta ya mencionados para el desarrollo de la propuesta da como resultado una ubicación de las áreas según el flujo tecnológico de las operaciones, logrando así una óptima circulación y flujo del objeto de trabajo al realizar de manera secuenciada las actividades secuenciales, disminuyendo el recorrido de hasta 48.92 metros y el costo total reduciendo de \$1626 a un mínimo de transporte del objeto de trabajo para el área de Oficinas de \$533 mensuales.

En la tabla No. 23 se muestra la validación de la propuesta de distribución en planta del Área de Almacenamiento, dando como resultado una distribución elaborada por tres métodos. Con la aplicación del método SLP se puede distribuir las diferentes áreas de Almacenamiento grande, Almacenamiento Grupos de Turno y Almacenamiento pequeño. El método CORELAP calculó el TCR de las tres áreas implicadas en la secuencia tecnológica de las actividades, ubicando al Área de Almacenamiento de Grupos de Turno por conveniencia puesto que todos tienen el mismo TCR, luego ubico a sus lados el área de Almacenamiento pequeño y Almacenamiento Grande respectivamente. Al aplicar el método CRAFT por medio de los complementos de Excel pudo calcular el costo total de transporte del objeto de trabajo dentro de las secuencias tecnológicas de la empresa.

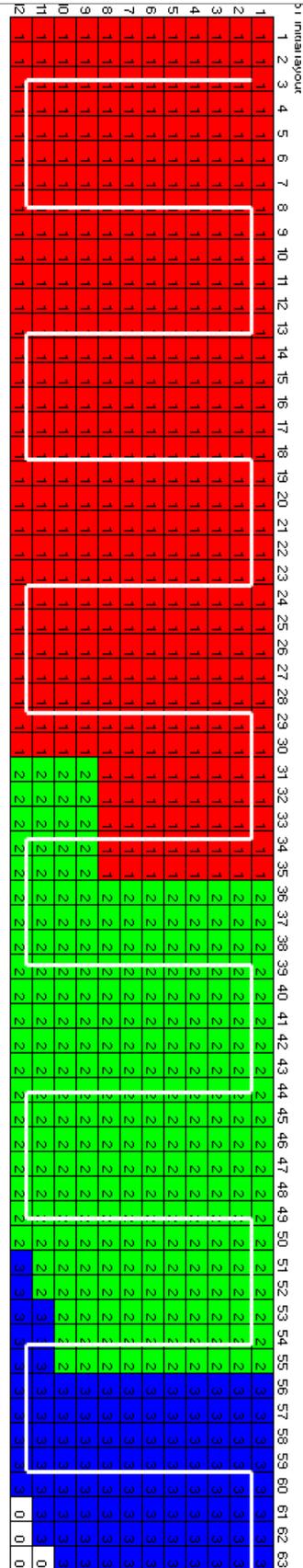
Tabla 23. Validación de la propuesta de distribución en planta de las áreas de Almacenamiento

Método	Resultados de la distribución en planta
<p>Planeación Sistemática de la Distribución en Planta (SLP)</p> <p>Donde:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Almacenamiento Grupos de Turno 2. Almacenamiento pequeño 3. Almacenamiento grande 	
<p>Planificación de Diseño de Relaciones Computarizadas (CORELAP)</p> <p>Donde:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Almacenamiento pequeño 2. Almacenamiento Grupos de Turno 3. Almacenamiento grande 	<p style="text-align: center;">LAYOUT ADECUADO</p> 

**Asignación Relativa
Computarizada de
Instalaciones (CRAFT)**

Donde:

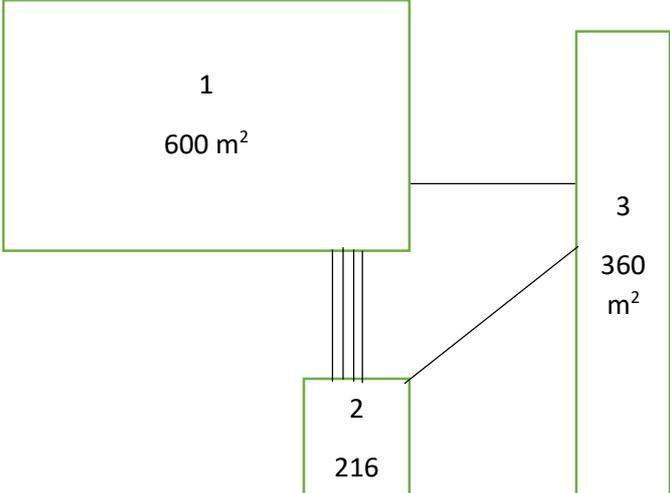
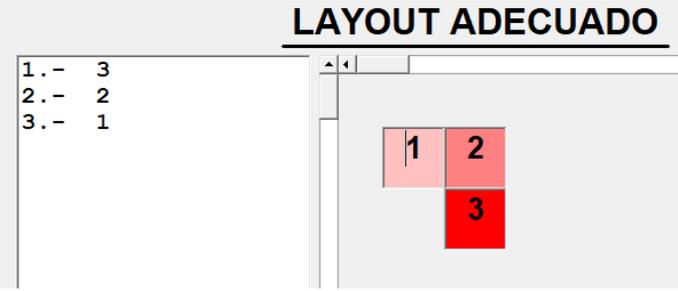
- 1. Almacenamiento grande**
- 2. Almacenamiento Grupos de Turno**
- 3. Almacenamiento pequeño**



Al emplear los tres métodos de distribución en planta ya mencionados para el desarrollo de la propuesta da como resultado una ubicación de las áreas según el flujo tecnológico de las operaciones, logrando así una óptima circulación y flujo del objeto de trabajo al realizar de manera secuenciada las actividades secuenciales, disminuyendo el recorrido de hasta 325.3 metros mínimo y el costo total reduciendo de \$2504 a un mínimo de transporte del objeto de trabajo para el área de Almacenamiento es de \$1051 mensuales.

En la tabla No. 24 se muestra la validación de la propuesta de distribución en planta del Área de Parqueadero, dando como resultado una distribución elaborada por tres métodos. Con la aplicación del método SLP se puede distribuir las diferentes áreas de Almacenamiento grande, Almacenamiento Grupos de Turno y Almacenamiento pequeño. El método CORELAP calculó el TCR de las tres áreas implicadas en la secuencia tecnológica de las actividades, ubicando al Área de Almacenamiento de Grupos de Turno por conveniencia puesto que todos tienen el mismo TCR, luego ubico a sus lados el área de Almacenamiento pequeño y Almacenamiento Grande respectivamente. Al aplicar el método CRAFT por medio de los complementos de Excel pudo calcular el costo total de transporte del objeto de trabajo dentro de las secuencias tecnológicas de la empresa.

Tabla 24. Validación de la propuesta de distribución en planta de las áreas de Parquadero

Método	Resultados de la distribución en planta
<p>Planeación Sistemática de la Distribución en Planta (SLP)</p> <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. P. Camiones 2. P. Personal 3. P. Camionetas 	
<p>Planificación de Diseño de Relaciones Computarizadas (CORELAP)</p> <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. P. Personal 2. P. Camionetas 3. P. Camiones 	<p style="text-align: center;">LAYOUT ADECUADO</p> 

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
34	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
36	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
37	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
38	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
39	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
41	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
42	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
43	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
44	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
45	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
46	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
47	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
48	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
49	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
51	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
52	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
53	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
54	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
55	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
56	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

**Asignación Relativa
Computarizada de
Instalaciones (CRAFT)**

Donde:

- 1. P. Camiones
- 2. P. Camionetas
- 3. P. Personal

Al emplear los tres métodos de distribución en planta ya mencionados para el desarrollo de la propuesta da como resultado una ubicación de las áreas según el flujo tecnológico de las operaciones, logrando así una óptima circulación y flujo del objeto de trabajo al realizar de manera secuenciada las actividades secuenciales, disminuyendo el recorrido de hasta 70.22 metros mínimo y el costo total reduciendo de 15693 a un mínimo de transporte del objeto de trabajo para el área de Parquadero es de \$11780 mensuales.

CONCLUSIONES

- Se realizó el estudio del arte de metodologías aplicables para la solución del problema de distribución en planta de las instalaciones de la empresa que permitan optimizar el espacio disponible, a fin de poder integrar todas las áreas y que exista unión entre las secuencias tecnológicas de la empresa, la mano de obra y el objeto de trabajo.
- El análisis de la situación actual de las instalaciones demuestra datos importantes como son: flujo de actividades, flujo de secuencias tecnológicas de las áreas de Oficinas, Almacenamiento y Parquadero; todo de la infraestructura de las instalaciones donde se desarrolló la propuesta de distribución en planta y los requerimientos de espacio acorde a las necesidades de la empresa y de sus actividades.
- Para la propuesta de distribución en planta se las respectivas áreas, se utilizó la distribución por proceso porque cada área tiene su propio flujo independientemente del otra, además teniendo presente las restricciones que presenta el espacio disponible y que pueda ser utilizado para optimizar la utilización de los mismos.
- La propuesta de distribución en planta elaborada por el método SLP y validada por el método CORELAP, se rigen a los principios de la distribución en planta y de esta forma permite la optimización del flujo de secuencias tecnológicas porque ambos métodos tienen como objetivo realizar una distribución en planta basándose en las relaciones de cercanía entre departamentos.
- Al aplicar el método CRAFT se calcula el costo total de transporte del recorrido del objeto de trabajo a través de las áreas, obteniendo para las áreas de Oficinas un costo reducido a \$533 equivalente al 67.2% mensuales y una reducción de recorrido de 48.92 metros; para el área de Almacenamiento un costo reducido a \$1051 equivalente al 58% mensuales y una reducción de recorrido de 325.3 metros y para el área de Parquadero un costo reducido a \$11789 equivalente al 24.93% mensuales y una reducción de recorrido de 70.22 metros.

RECOMENDACIONES

- Implementar en las instalaciones la propuesta de distribución en planta para las diferentes áreas de secuencias tecnológicas.
- Identificar los riesgos asociados a cada puesto de trabajo para la mejor ubicación de la señalética de seguridad y salud ocupacional que lo requiera.
- Implementar el diseño de las instalaciones eléctricas e iluminación en el área de almacenamiento y parqueadero para la prevención de accidentes en trabajo nocturnos fuera de horarios regulares.

FUTUROS TRABAJOS

Se recomienda que en las instalaciones se desarrolle los siguientes proyectos:

- Modelo de gestión para el inventario de materia prima que maneja la empresa.
- Plan de mantenimiento preventivo de las instalaciones.
- Sistema de gestión de calidad en procesos producidos en las instalaciones

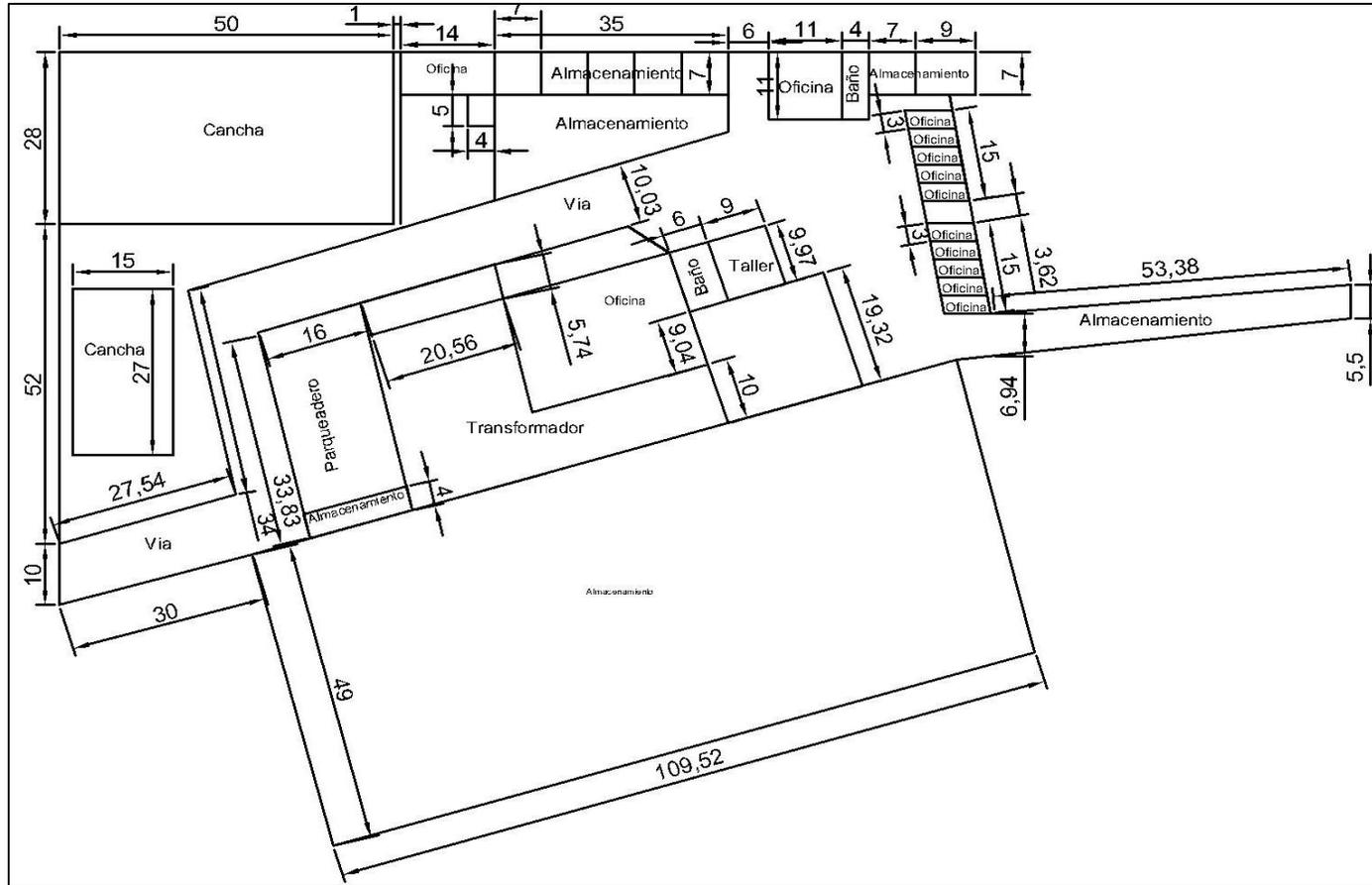
Bibliografía

- Academia. (15 de 07 de 2020). *Academia*. Obtenido de www.academia.edu: www.academia.edu
- Antonio Segura. (2010). *Layout aplicación a un despacho de administración de fincas*. Sevilla.
- ASME. (14 de 09 de 2020). *THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS*. Obtenido de THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS: <https://www.asme.org/>
- Baca, G., Guitiérrez, J. C., PAcheco, A., Rivera, Á., Rivera, I., & Obregón, M. (2014). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. México: Grupo Editorial Patria.
- Bryan, S. (30 de Agosto de 2019). *ingenieríaindustrialonline.com*. Obtenido de Diseño y distribución en planta: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/disen-y-distribucion-en-planta/que-es-el-diseno-distribucion-en-planta/>
- Cano, E. (2013). *Distribución de planta y manejo de materiales*. Obtenido de Academia.edu: https://www.academia.edu/36298460/DISTRIBUCION_DE_PLANTA_Y_MANEJO_DE_MATERIALES_INSTRUCTOR_EDEN_CANO_RODRIGUEZ_5TO_CUATRIMESTRE_DOMINGOS
- Casals, M., Roca, X., & Forcada, N. (2008). *Diseño de Complejos Industriales. Fundamentos*. Barcelona: Ediciones UPC.
- cecma.com.ar. (s.f.). *Distribución en planta*. Obtenido de Distribución en planta: <https://cecma.com.ar/wp-content/uploads/2019/04/distribucion-en-planta.pdf>
- Chase, R., & Jacobs, R. (2018). *Administración de Operaciones 15° Edición- Producción y Cadena de Suministros*. Mexico: MCGRAW-HILL.
- García, D. d., & Quesada, I. F. (2005). *Distribución en planta*. España: Universidad de Oviedo.
- Ing. Antonio Fernández. (29 de 07 de 2020). *Ing. Antonio Fernández*. Obtenido de www.fernandezantonio.com.ar: www.fernandezantonio.com.ar
- Obregón, M. (2016). *Fundamentos de ergonomía*. México: Patria.
- Platas, J. (2016). *Planeación, Diseño y Layout de Instalaciones: Un enfoque por competencias*. México: Grupo Editorial Patria.
- Social, I. E. (2016). *Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo*. Quito.

- Schroeder, R. G. (2011). *Administración de Operaciones conceptos y casos contemporáneos*. México, D. F.: McGraw Hill.
- (CNP), C. N. de P. R. D. E. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida*. In *PrConsejo Nacional de Planificación*. <https://doi.org/10.1109/CDC.2014.7039974>
- (Emelnorte-S.A.). (2018). *Plan Estratégico Emelnorte 2018-2021*.
- Collazos, C. (2013). *Rediseño del sistema productivo utilizando técnicas de distribución de planta*.
- Leyva, M., Mauricio, D., & Salas Bacalla, J. (2013). *UNA TAXONOMÍA DEL PROBLEMA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA POR PROCESOS Y SUS MÉTODOS DE SOLUCIÓN*.
- Mejía, H., Wilches, M., Galofre, M., & Montenegro, Y. (2011). Aplicación de metodologías de distribución de plantas para la configuración de un centro de distribución. *Universidad Tecnológica de Pererira*, 49, 6.
- Sembiring, A. C., Budiman, I., Mardhatillah, A., Tarigan, U. P., & Jawira, A. (2018). An application of corelap algorithm to improve the utilization space of the classroom. *IOP Conference Series: Journal of Physics*, 12026. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1007/1/012026>
- Simbaña, E., & Jiménez, A. (2012). *Redistribución de las Máquinas Herramientas e Instalaciones del Taller de Mecánica Rotativa de la Refinería Esmeraldas*. Escuela Politécnica Nacional.

ANEXOS

Anexo 1: Plano Parte frontal de la empresa.



Escala: 1:995

Anexo 2: Fichas Técnicas de Maquinaria.

- Maquinaria del Departamento de Generación

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
Máquina	Amoladora de banco No. 10			Cantidad	1
Marca	ELECTRIC BENCH GRINDER	Modelo	No. 10		
Ubicación	Taller de Generación				
Características Generales					
Largo	1.20 m	Ancho	0.50 m	Altura	0.20 m
Características Técnicas					
Voltaje: Amperaje:					
Función					
Cortar varillas, tubos, láminas					
Elaborado por	Santiago Rosero		Revidado por	Msc. Yackleem Montero	
Aprobado por	Ing. Mario Burgos		Fecha		

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
Máquina	Amoladora Portable			Cantidad	1
Marca	DEWALT	Modelo	DWE490-B3		
Ubicación	Taller de Generación				
Características Generales					
Largo	0.50 m	Ancho	0.20 m	Altura	0.10 m
Características Técnicas					
Voltaje: 120 V Amperaje: 15 A					
Función					
Cortar varillas, tubos, láminas					
Elaborado por	Santiago Rosero		Revidado por	Msc. Yackleem Montero	
Aprobado por	Ing. Mario Burgos		Fecha		

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA				 Trabajamos por ti	
Máquina	Aspiradora Industrial			Cantidad	1
Marca	GOODWAY	Modelo	530		
Ubicación	Taller de Generación				
Características Generales					
Largo	0.60 m	Ancho	0.50 m	Altura	0.50 m
Características Técnicas					
Voltaje: 115 V KW: 2					
Función					
Aspirar residuos de trabajo					
Elaborado por	Santiago Rosero	Revidado por	Msc. Yackleem Montero		
Aprobado por	Ing. Mario Burgos	Fecha			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA				 Trabajamos por ti	
Máquina	Soldador por Arco eléctrico			Cantidad	1
Marca	MILLER THUNDEROLT	Modelo	AC/DC		
Ubicación	Taller de Generación				
Características Generales					
Largo	0.65 m	Ancho	0.50 m	Altura	0.50 m
Características Técnicas					
Voltaje: 200-220 V Amperaje: 200 A					
Función					
Soldar partes metálicas					
Elaborado por	Santiago Rosero	Revidado por	Msc. Yackleem Montero		
Aprobado por	Ing. Mario Burgos	Fecha			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
Máquina	Soldador por Arco eléctrico		Cantidad	1	
Marca	WELDER	Modelo	KR-300		
Ubicación	Taller de Generación				
Características Generales					
Largo	0.65 m	Ancho	0.50 m	Altura	0.50 m
Características Técnicas					
Voltaje: 220-220 V Amperaje: 200 A					
Función					
Soldar partes metálicas					
Elaborado por	Santiago Rosero	Revidado por	Msc. Yackleem Montero		
Aprobado por	Ing. Mario Burgos	Fecha			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
Máquina	Soldadora Continua		Cantidad	1	
Marca	MILLERMATIC	Modelo	252		
Ubicación	Taller de Generación				
Características Generales					
Largo	1.70 m	Ancho	0.60 m	Altura	0.50 m
Características Técnicas					
Voltaje: 200-220V Amperaje: 210 A					
Función					
Soldar partes metálicas					
Elaborado por	Santiago Rosero	Revidado por	Msc. Yackleem Montero		
Aprobado por	Ing. Mario Burgos	Fecha			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA				 Trabajamos por ti	
Máquina	Motor eléctrico			Cantidad	1
Marca	WEG	Modelo	D56		
Ubicación	Taller de Generación				
Características Generales					
Largo	0.35 m	Ancho	0.28 m	Altura	0.18 m
Características Técnicas					
Voltaje: 110/220 V Amperaje: 18.60/9.30 A					
Función					
Dar movimiento a un disco de corte					
Elaborado por	Santiago Rosero	Revidado por	Msc. Yackleem Montero		
Aprobado por	Ing. Mario Burgos	Fecha			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA				 Trabajamos por ti	
Máquina	Generador portable			Cantidad	1
Marca	YAMAHA	Modelo	ATG 5700		
Ubicación	Taller de Generación				
Características Generales					
Largo	0.70 m	Ancho	0.45 m	Altura	0.45 m
Características Técnicas					
Voltaje: 110-120 V Potencia KVA: 0.7125					
Función					
Generar energía eléctrica					
Elaborado por	Santiago Rosero	Revidado por	Msc. Yackleem Montero		
Aprobado por	Ing. Mario Burgos	Fecha			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA				 Trabajamos por ti	
Máquina	Taladro fijo Industrial		Cantidad	1	
Marca	JACOB DRILL PRESS	Modelo	KTD-20		
Ubicación	Taller de Generación				
Características Generales					
Largo	0.60 m	Ancho	0.40 m	Altura	1.80 m
Características Técnicas					
Voltaje: 200-220 V Amperaje: 3.85 A					
Función					
Perforar material					
Elaborado por	Santiago Rosero	Revidado por	Msc. Yackleem Montero		
Aprobado por	Ing. Mario Burgos	Fecha			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA				 Trabajamos por ti	
Máquina	Taladro fijo Industrial		Cantidad	1	
Marca	RONG LONG	Modelo	RLD-L25F		
Ubicación	Taller de Generación				
Características Generales					
Largo	0.60 m	Ancho	0.40 m	Altura	1.80 m
Características Técnicas					
Voltaje: 200-220 KTD-20 Amperaje: 3.80 A					
Función					
Perforar material					
Elaborado por	Santiago Rosero	Revidado por	Msc. Yackleem Montero		
Aprobado por	Ing. Mario Burgos	Fecha			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA				 Trabajamos por ti	
Máquina	Compresor		Cantidad	1	
Marca	FINI ADVANCED	Modelo	SKM10-100L-2M 115/60 CE		
Ubicación	Taller de Generación				
Características Generales					
Largo	1.10 m	Ancho	0.40 m	Altura	0.60 m
Características Técnicas					
Voltaje: 115 V Amperaje: 20 A					
Función					
Generar aire comprimido					
Elaborado por	Santiago Rosero	Revidado por	Msc. Yackleem Montero		
Aprobado por	Ing. Mario Burgos	Fecha			

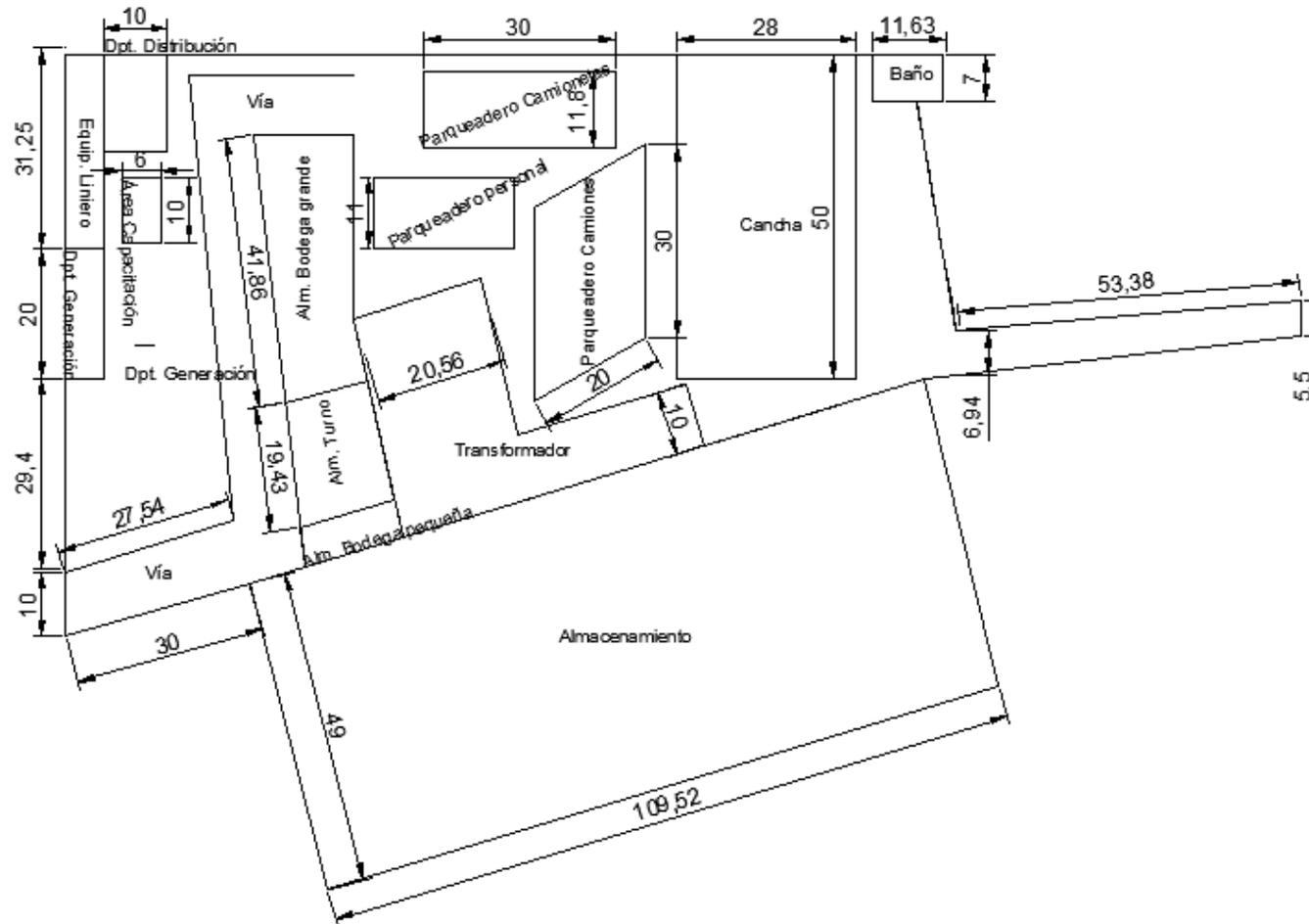
FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA				 Trabajamos por ti	
Máquina	Taladro Portable		Cantidad	1	
Marca	URREA	Modelo	RM812D		
Ubicación	Taller de Generación				
Características Generales					
Largo	50	Ancho	20	Altura	10
Características Técnicas					
Voltaje: 120 V Amperaje: 15 A					
Función					
Perforar material					
Elaborado por	Santiago Rosero	Revidado por	Msc. Yackleem Montero		
Aprobado por	Ing. Mario Burgos	Fecha			

- Maquinaria del Departamento de Distribución

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
Máquina	Montacargas		Cantidad	1	
Marca	CATERPILLAR	Modelo	PD 11000		
Ubicación	Taller de Generación				
Características Generales					
Largo	2,90 m	Ancho	1.00 m	Altura	2.00 m
Características Técnicas					
Capacidad: 4450 Kg					
Función					
Transportar material a gran escala					
Elaborado por	Santiago Rosero		Revidado por	Msc. Yackleem Montero	
Aprobado por	Ing. Mario Burgos		Fecha		

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
Máquina	Montacargas		Cantidad	1	
Marca	CATERPILLAR	Modelo	0 VC60E		
Ubicación	Taller de Generación				
Características Generales					
Largo	2.60 m	Ancho	0.90 m	Altura	1.90 m
Características Técnicas					
Capacidad: 3000 Kg					
Función					
Transportar material a gran escala					
Elaborado por	Santiago Rosero		Revidado por	Msc. Yackleem Montero	
Aprobado por	Ing. Mario Burgos		Fecha		

Anexo 3: Plano de la propuesta de distribución en planta de las instalaciones.



Escala: 1:995

Anexo 4: Datos de las áreas dentro de las instalaciones y matrices de relaciones CORELAP.

- Área de Oficinas

¿Cuántos departamentos quiere implantar?

	Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2
1	Equipo Liniero	180
2	Dpt. Distribución	110
3	Área Capacitación	60
4	Dpt. Generación	90

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.

¿Cuántos departamentos quiere implantar?

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

	Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2	1	2	3	4
1	Equipo Liniero	180		A	I	O
2	Dpt. Distribución	110			I	I
3	Área Capacitación	60				I
4	Dpt. Generación	90				

- Área de Almacenamiento

¿Cuántos departamentos quiere implantar?

	Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2
1	GRUPOS DE TURM	252
2	ALM. PEQUEÑO	100
3	ALM. GRANDE	400

Superficie Disponible :

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

A =	<input type="text" value="6"/>	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.
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"/>	

¿Cuántos departamentos quiere implantar?

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

	Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2	1	2	3
1	GRUPOS DE TURM	252		A	A
2	ALM. PEQUEÑO	100			A
3	ALM. GRANDE	400			

- Área de Parqueadero

¿Cuántos departamentos quiere implantar?

	Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2
1	Parqueadero perso	216
2	Parqueadero cami	360
3	Parqueadero cami	600

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.

¿Cuántos departamentos quiere implantar?

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

	Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2	1	2	3
1	Parqueadero perso	216		O	O
2	Parqueadero cami	360			A
3	Parqueadero cami	600			

Anexo 5: Datos para el cálculo del costo total del transporte del objeto de trabajo CRAFT

- Oficinas

Layout Data

Problem Name:	Oficinas
Number Depts.:	4
Fixed Points:	0
Dimension:	m

**Facility Information**

Scale-m/unit	1	Cells
Length-m	63	63
Width-m	7	7
Area-sq.m	441	441

Department Information

	Name	F/V	Area	Cells
Dept. 1	D 1	V	110	110
Dept. 2	D 2	V	60	60
Dept. 3	D 3	V	90	90
Dept. 4	D 4	V	180	180

Flow Matrix

	TO			
FROM	D 1	D 2	D 3	D 4
D 1		14		
D 2			14	
D 3				14
D 4				

Cost Matrix

	TO			
FROM	D 1	D 2	D 3	D 4
D 1		1		
D 2			1	
D 3				1
D 4				

- Almacenamiento

Layout Data

Problem Name:	Almacenamiento
Number Depts.:	3
Fixed Points:	0
Dimension:	m



Facility Information

Scale-m/unit	1	Cells
Length-m	12	12
Width-m	63	63
Area-sq.m	756	756

Department Information

	Name	F/V	Area	Cells
Dept. 1	D 1	V	400	400
Dept. 2	D 2	V	252	252
Dept. 3	D 3	V	100	100

Flow Matrix

	TO		
FROM	D 1	D 2	D 3
D 1		25	
D 2			25
D 3			

Cost Matrix

	TO		
FROM	D 1	D 2	D 3
D 1		1	
D 2			1
D 3			

- Parquadero

Layout Data

Problem Name:	Parqueadero
Number Depts.:	3
Fixed Points:	0
Dimension:	m



Facility Information

Scale-m/unit	1	Cells
Length-m	56	56
Width-m	21	21
Area-sq.m	1176	1176

Department Information

	Name	F/V	Area	Cells
Dept. 1	D 1	V	600	600
Dept. 2	D 2	V	360	360
Dept. 3	D 3	V	216	216

Flow Matrix

		TO		
FROM		D 1	D 2	D 3
D 1			300	
D 2				300
D 3				

Cost Matrix

		TO		
FROM		D 1	D 2	D 3
D 1			1	
D 2				1
D 3				

Anexo 6: Cálculo del costo total del transporte del objeto de trabajo CRAFT.

- Oficinas

Facility Layout

Problem Name:	Oficinas	Method:	Traditional
Number Depts.:	4	Layout:	Aisle
Length(cells):	63	Fill Departments:	Yes
Width(cells):	7	Measure:	Rectilinear
Area (cells):	441	Number Aisles:	2
Cost:	533	Dept. Width:	5

Department	Color	Area-require	Area-definer	x-centroid	y-centroid	Sequence
D 1	1	110	110	2,5	11	1
D 2	2	60	60	2,5	28	2
D 3	3	90	90	2,5	43	3
D 4	4	180	181	4,93646431	39,4005508	4

	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	1	1	4	4
2	1	1	1	1	1	4	4
3	1	1	1	1	1	4	4
4	1	1	1	1	1	4	4
5	1	1	1	1	1	4	4
6	1	1	1	1	1	4	4
7	1	1	1	1	1	4	4
8	1	1	1	1	1	4	4
9	1	1	1	1	1	4	4
10	1	1	1	1	1	4	4
11	1	1	1	1	1	4	4
12	1	1	1	1	1	4	4
13	1	1	1	1	1	4	4
14	1	1	1	1	1	4	4
15	1	1	1	1	1	4	4
16	1	1	1	1	1	4	4
17	1	1	1	1	1	4	4
18	1	1	1	1	1	4	4
19	1	1	1	1	1	4	4
20	1	1	1	1	1	4	4
21	1	1	1	1	1	4	4
22	1	1	1	1	1	4	4
23	2	2	2	2	2	4	4
24	2	2	2	2	2	4	4
25	2	2	2	2	2	4	4
26	2	2	2	2	2	4	4
27	2	2	2	2	2	4	4
28	2	2	2	2	2	4	4
29	2	2	2	2	2	4	4
30	2	2	2	2	2	4	4
31	2	2	2	2	2	4	4
32	2	2	2	2	2	4	4
33	2	2	2	2	2	4	4
34	2	2	2	2	2	4	4
35	3	3	3	3	3	4	4
36	3	3	3	3	3	4	4
37	3	3	3	3	3	4	4
38	3	3	3	3	3	4	4
39	3	3	3	3	3	4	4
40	3	3	3	3	3	4	4
41	3	3	3	3	3	4	4
42	3	3	3	3	3	4	4
43	3	3	3	3	3	4	4
44	3	3	3	3	3	4	4
45	3	3	3	3	3	4	4
46	3	3	3	3	3	4	4
47	3	3	3	3	3	4	4
48	3	3	3	3	3	4	4
49	3	3	3	3	3	4	4
50	3	3	3	3	3	4	4
51	3	3	3	3	3	4	4
52	3	3	3	3	3	4	4
53	4	4	4	4	4	4	4
54	4	4	4	4	4	4	4
55	4	4	4	4	4	4	4
56	4	4	4	4	4	4	4
57	4	4	4	4	4	4	4
58	4	4	4	4	4	4	4
59	4	4	4	4	4	4	4
60	4	4	4	4	4	4	4
61	4	4	4	4	4	4	4
62	4	4	4	4	4	4	4
63	4	4	4	4	4	4	4

- Almacenamiento

Facility Layout

Problem Name:	Almacenamiento	Method:	Traditional
Number Depts.:	3	Layout:	Aisle
Length(cells):	12	Fill Departments:	No
Width(cells):	63	Measure:	Rectilinear
Area (cells):	756	Number Aisles:	3
Cost:	1051	Dept. Width:	5

Department	Color	area-require	Area-definec	x-centroid	y-centroid	Sequence
D 1	1	400	400	16,75	5,80000019	1
D 2	2	252	252	43,7579384	6,15476179	2
D 3	3	100	100	58,4000015	6,19999981	3

- Parquadero

Facility Layout

Problem Name:	Parquadero	Method:	Traditional
Number Depts.:	3	Layout:	Aisle
Length(cells):	56	Fill Departments:	No
Width(cells):	21	Measure:	Rectilinear
Area (cells):	1176	Number Aisles:	5
Cost:	11780	Dept. Width:	5

Department	Color	Area-require	Area-define	x-centroid	y-centroid	Sequence
D 1	1	600	600	5,5	26,3999996	1
D 2	2	360	360	14,166667	36	2
D 3	3	216	216	18,277786	19,1111107	3

