



UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**REDISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA UN TALLER
ELÉCTRICO EN LA CIUDAD DE QUITO**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

Autor

Edison Santiago Coro Chillan

Tutor

M.Sc. Juan Joel Segura D`Rouville

QUITO– ECUADOR
2024

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo, Edison Santiago Coro Chillan, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre “Rediseño de la distribución de planta para un taller eléctrico en la ciudad de Quito”, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 28 días del mes de mayo de 2025, firmo conforme:

Autor: Edison Santiago Coro Chillan

Firma:

Número de Cédula 1750785634

Dirección: Pichincha, Quito, Cumbayá, Lumbisi.

Correo Electrónico: ecoro@indoamerica.edu.ec

Teléfono: 0982721025

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “RE diseño DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA UN TALLER ELÉCTRICO EN LA CIUDAD DE QUITO” presentado por Edison Santiago Coro, para optar por el Título Ingeniero Industrial,

CERTIFICO

Que dicho Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los lectores que se designe.

Quito, 28 de mayo del 2025

.....
M.Sc. Juan Joel Segura D`Rouville

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito, 28 de mayo del 2025

.....

Edison Santiago Coro Chillan

1750785634

APROBACIÓN DE LECTORES

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: REDISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA UN TALLER ELÉCTRICO EN LA CIUDAD DE QUITO, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Quito, 28 de mayo del 2025

.....

Ing. Pablo Ron Valenzuela, MS.c

LECTOR

.....

Ing. Fabián Sarmiento Ortiz, MS.c

LECTOR

DEDICATORIA

A mi madre, hermanos y familia por estar pendientes en cada paso dado, cuyo amor incondicional me han impulsado. A mis mentores, por enseñarme la pasión por la ingeniería. Dedico este trabajo a todos ustedes, por su apoyo y fe en mí.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar,
agradezco a Dios
con su sabiduría
me ha iluminado en mi
vida, dándome la gracia
necesaria para avanzar.
A mi familia y amigos,
su amor inquebrantable
que ha sido de inspiración
constante.
¡Gracias de corazón!

INDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
APROBACIÓN DE LECTORES	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
INDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
CAPÍTULO I.....	18
Introducción.....	18
Antecedentes.....	20
Justificación.....	22
Objetivos.....	23
Objetivo general.....	23
Objetivos Específicos	23
CAPITULO II	24
Ingeniería del Proyecto.....	24
Diagnóstico de la situación actual de la empresa	24
Distribución de la Planta.....	26
Cursograma de Construcción de Herrajes Metálicos	27
Auditoría Basada en Normas: NEC y UNE 12464-1	28
Resultados de la auditoria en base a la Norma NEC	33
Desarrollo de la Auditoría (UNE 12464-1).....	35

Levantamiento de Carga Eléctrica.....	37
Área de Estudio	40
Modelo Operativo.....	41
Modelo Operativo: Proceso de Cumplimiento Técnico según NEC y UNE 12464-1	42
Validación de la Propuesta de Rediseño.....	42
Elaboración del Proyecto	42
Análisis Económico y Evaluación de Viabilidad	42
Resolución de Problemas Identificados.....	42
CAPÍTULO III.....	44
PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS	44
Desarrollo de la Propuesta.....	44
Relación entre departamentos.....	44
Aplicación del método Guerchet	44
Evaluación de la alternativa correcta	45
Cálculo de la eficiencia.....	45
Departamentos dentro de la planta	45
Layout de Redistribución de Planta.....	46
Análisis Técnico de la Redistribución	55
Justificación Técnica de la Propuesta.....	56
Consideraciones para el Rediseño de la Red de Fuerza	56
Cálculo de la Corriente del Conductor	60
Selección del calibre de conductor	62
Cálculo de corriente y potencia para circuitos de fuerza.....	63
Circuito 1 – Soldadora TECNA TE 90.....	67
Circuito 2 - Sistema de Enfriamiento para Soldadora de Punto	68

Circuito 3 – Soldadora Portátil por Puntos	69
Circuito 4 – Cortadora de Tool LIPTOSKE	70
Circuito 5 – Taladro Fresador IBARMIA B70.....	71
Circuito 6 – Taladro Radial OOYA RE-1000A.....	72
Circuito 7 – Taladro de Pedestal B-70.....	73
Circuito 8 – Torno Paralelo 1, 2 y 3	74
Circuito 9 – Sierra de Vaivén PR 30A.....	75
Circuito 10 – Soldadora MIG Aotai	76
Circuito 11 – Cortadora Múltiple DURMA.....	77
Circuito 12 – Punzonadora NSP-70.....	78
Circuito 13 – Prensa Hidráulica.....	79
Circuito 14 – Roscadora de Tubos RIDGID.....	80
Circuito 15 – Esmeril de Piedra Grande	81
Circuito 16 – Motor para la Fragua	82
Circuito 17 – Dobladora Peddinghouse	83
Circuito 18 – Soldadora Eléctrica Mig Mag.....	84
Circuito 19 – Soldadora Mig Mag Fronius.....	85
Circuito 20 – Cortadora de Plasma.....	86
Circuito 21 – Amoladora	87
Selección de aislamiento para el conductor de red de fuerza.....	88
Rediseño de la red de alumbrado.....	88
Selección de aislamiento para el conductor de red de alumbrado	92
Selección de transformador para instalación eléctrica	92
Plan de Implementación	94
Fases del Plan de Implementación.....	94
Recursos Necesarios	95

Análisis Económico.....	96
Costo de Materiales	97
Costos de mano de obra por fase	97
CAPÍTULO IV	102
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	102
Conclusiones.....	102
Recomendaciones	103
BIBLIOGRAFIA.....	104
ANEXOS.....	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Puntos de Evaluación de la NEC</i>	29
Tabla 2 <i>Criterios de Evaluación de la NEC</i>	30
Tabla 3 <i>Circuitos Mínimos establecidos por la NEC</i>	31
Tabla 4 <i>Resultados de la auditoría</i>	33
Tabla 5 <i>Luxes dentro del Taller</i>	35
Tabla 6 <i>Resumen de la iluminación actual vs la requerida</i>	36
Tabla 7 <i>Amperaje y Potencia de Maquinaria dentro del Taller</i>	38
Tabla 8 <i>Resumen de límites eléctricos permitidos</i>	40
Tabla 9 <i>Área de Estudio</i>	40
Tabla 10 <i>Disposición del área entre los departamentos dentro de la planta</i>	45
Tabla 11 <i>Aplicación Método Guerchet</i>	52
Tabla 12 <i>Tabla de Circuitos Eléctricos para la Red de Fuerza</i>	57
Tabla 13 <i>Circuitos Eléctricos - NEC</i>	58
Tabla 14 <i>Factores de Corrección de Temperatura</i>	60
Tabla 15 <i>Cantidad de Conductores</i>	61
Tabla 16 <i>Calibre del Conductor y Ampacidad</i>	62
Tabla 17 <i>Valores de corriente de operación</i>	63
Tabla 18 <i>Capacidades de corriente permisibles</i>	65
Tabla 19 <i>Circuitos de alumbrado propuestos</i>	89
Tabla 20 <i>Propuesta niveles luminosos de acuerdo con la norma UNE 12464-1</i>	91
Tabla 21 <i>Fases de Implementación</i>	94
Tabla 22 <i>Materiales y Equipos</i>	96
Tabla 23 <i>Personal Requerido</i>	96
Tabla 24 <i>Análisis Económico Materiales</i>	97
Tabla 25 <i>Costo de Mano de Obra</i>	98
Tabla 26 <i>Costo por fase y por rol de empleado</i>	99
Tabla 27 <i>Cronograma de implementación</i>	100
Tabla 28 <i>Costos por hora de mano de obra</i>	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Organigrama de la Sección Mecánica Industrial</i>	25
Figura 2 <i>Organigrama de proceso e Instructivo</i>	25
Figura 3. <i>Layout del Taller Eléctrico</i>	26
Figura 4 <i>Cursograma de Herrajes</i>	28
Figura 5 <i>Puntos de Evaluación de la UNE 12464-1</i>	30
Figura 6 <i>Toma corrientes del taller</i>	31
Figura 7 <i>Tablero de distribución del Taller</i>	32
Figura 8 <i>Interruptores y pulsadores dentro del taller</i>	33
Figura 9 <i>Luxómetro de referencia utilizado para toma de datos</i>	35
Figura 10 <i>Modelo Operativo del Proyecto</i>	41
Figura 11 <i>Layout de las estaciones por áreas</i>	46
Figura 12 <i>Estaciones de trabajo con la letra correspondiente</i>	46
Figura 13 <i>Layout de Rediseño</i>	47
Figura 14 <i>Plano Superior con el Rediseño de Planta</i>	48
Figura 15 <i>Render de la zona industrial</i>	49
Figura 16 <i>Cursograma de Herrajes Actual</i>	50
Figura 17 <i>Coeficiente k para el tipo de actividad</i>	51
Figura 18 <i>Soldadora TECNA TE 90</i>	67
Figura 19 <i>Sistema de enfriamiento para soldadora de punto</i>	68
Figura 20 <i>Soldadora Portátil por Puntos TECNA TE 90 (4522N)</i>	69
Figura 21 <i>Cortadora de Tool LIPTOSKE</i>	70
Figura 22 <i>Taladro Fresador IBARMIA B70</i>	71
Figura 23 <i>Taladro Radial OOYA RE-1000</i>	72
Figura 24 <i>Taladro de Pedestal BP</i>	73
Figura 25 <i>Torno Paralelo TAKISAWA</i>	74
Figura 26 <i>Sierra de Vaivén TOS VARNSDORF</i>	75
Figura 27 <i>Soldadora MIG Aotai</i>	76
Figura 28 <i>Cortadora Múltiple DURMA IW 50</i>	77
Figura 29 <i>Punzonadora NSP-70</i>	78
Figura 30 <i>Prensa Hidráulica</i>	79

Figura 31 <i>Roscadora de Tubos RIDGID</i>	80
Figura 32 <i>Esmeril YEMG SHIMG JET</i>	81
Figura 33 <i>Motor AEG (N. 98573)</i>	82
Figura 34 <i>Dobladora Peddinghouse TTMC HTB-2000</i>	83
Figura 35 <i>Soldadora MIG-MAG Miller</i>	84
Figura 36 <i>Soldadora Mig Mag Fronius Miller</i>	85
Figura 37 <i>Cortadora de Plasma HYPER THERM Powercut 875</i>	86
Figura 38 <i>Amoladora de Taller</i>	87
Figura 39 <i>Especificaciones LED HIGHBAY UFO 2-100</i>	88
Figura 40 <i>Cálculo de la iluminación realizado en DIALux</i>	90
Figura 41 <i>Cálculos complementarios</i>	91
Figura 42 <i>Distribución gráfica de planta en taller</i>	92

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 <i>Norma Ecuatoriana de la Construcción</i>	106
Anexo 2 <i>Tamaño de los conductores de tierra para canalizaciones y equipos</i> .	107
Anexo 3 <i>Número de conductores en función del tipo de caja</i>	107
Anexo 4 <i>Capacidad de corriente permisible en conductores aislados hasta 2000v nominales y 60°C a 90°C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (directamente enterrados) y temperatura ambiente de 30 °C</i>	109
Anexo 5 <i>Factores de Corrección de Temperatura</i>	110
Anexo 6 <i>Simbología NEC</i>	110
Anexo 7 <i>Aprobación de abstract departamento de idiomas</i>	112

UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**TEMA: REDISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA UN
TALLER ELÉCTRICO EN LA CIUDAD DE QUITO**

AUTOR: Edison Santiago Coro Chillan

TUTOR: Ing. Juan Joel Segura D'Rouville
Msc

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo se enfoca en la evaluación y rediseño de la distribución eléctrica y del layout de un taller eléctrico, con el objetivo de optimizar su operatividad y garantizar el cumplimiento de las normativas técnicas vigentes, como las Normas NEC y UNE. La auditoría inicial identificó múltiples deficiencias, incluyendo circuitos sobrecargados, iluminación insuficiente y una disposición ineficiente de las áreas de trabajo, lo que impacta negativamente en la seguridad del personal y la productividad del taller.

Como solución, se propuso un rediseño que incluye la separación de los circuitos de fuerza e iluminación, la implementación de luminarias LED que cumplen con un nivel de iluminación de 300 lux en las áreas críticas, y la reorganización del espacio de trabajo para mejorar el flujo operativo. Este diseño permite reducir el consumo energético en un 25%, aumentar la confiabilidad del sistema eléctrico y generar un entorno laboral más seguro y eficiente. Finalmente, se concluye que la implementación del rediseño propuesto es esencial para garantizar la sostenibilidad del taller y la seguridad de sus trabajadores.

Palabras Clave: Distribución de planta, Normas NEC y UNE, layout de taller, optimización energética, rediseño eléctrico, seguridad laboral.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**TEMA: REDESIGN OF THE PLANT LAYOUT FOR AN ELECTRICAL
WORKSHOP IN THE CITY OF QUITO**

AUTOR: Edison Santiago Coro Chillan

TUTOR: Ing. Juan Joel Segura D'Rouville
Msc

ABSTRACT

This work focuses on evaluating and redesigning the electrical distribution and layout of an electrical workshop to optimize its operability and ensure compliance with current technical standards, such as the National Electrical Code (NEC) and UNE standards. The initial audit identified multiple deficiencies, including overloaded circuits, insufficient lighting, and inefficient layout of work areas, which negatively impacted personnel safety and workshop productivity. As a solution, a redesign was proposed that includes separating power and lighting circuits, implementing LED luminaires that meet a 300 lux lighting level in critical areas, and reorganizing the workspace to improve operational flow. This design reduces energy consumption by 25%, increases the reliability of the electrical system, and creates a safer and more efficient working environment. Ultimately, it is concluded that implementing the proposed redesign is crucial to ensure the sustainability of the workshop and the safety of its workers.

Keywords: Floor plan, NEC and UNE Standards, Workshop Layout, Energy Optimization, Electrical Redesign, Occupational Safety.

(Anexo 7

Aprobación de abstract departamento de idiomas) **Anexo 7**

Aprobación de abstract departamento de idiomas

CAPÍTULO I

Introducción

Un rediseño efectivo de plantas industriales constituye una decisión fundamental que posibilita a las organizaciones optimizar la eficiencia operativa a largo plazo. Este proceso establece parámetros estratégicos tales como capacidad productiva, diseño de procesos, flexibilidad y costos. Asimismo, proporciona beneficios en aspectos como la calidad de vida laboral, la intención con el cliente y la proyección de la imagen corporativa (Díaz, 2023).

A nivel mundial, la redistribución en plantas dedicadas a la manufactura, producción y talleres en general juega un papel muy importante, debido a que permite una mayor eficiencia operativa y en la competitividad con las industrias es esencial. A medida que las economías avanzan hacia la digitalización y la sostenibilidad, las empresas se ven obligadas a rediseñar sus espacios de producción para maximizar la eficiencia energética, reducir desperdicios y cumplir con normativas internacionales más estrictas. La globalización también ha impulsado la descentralización de la producción, obligando a las empresas a adoptar modelos de manufactura más flexibles y automatizados. Según la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), la optimización de la distribución de planta es clave para la transición hacia la Industria 4.0, ya que permite una mejor integración de tecnologías inteligentes y reduce costos de operación a nivel mundial.

A nivel regional e incluso nacional, el diseño de plantas industriales enfrenta desafíos un poco mayores debido a la infraestructura obsoleta en la parte eléctrica y la falta de regulación y aplicación de normativas y estándares en términos de seguridad laboral. La eficiencia y seguridad son elementos críticos que permiten determinar cuál es la viabilidad operativa y de producción en los talleres industriales dentro del país donde se encuentren. En Ecuador, en particular, existe la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), la cual se enfoca en la mejora continua de la calidad y operación de las distintas instalaciones industriales para reducir los riesgos laborales y accidentes dentro de cada área.

La insuficiente iluminación en los espacios laborales es un factor crítico que aumenta la ocurrencia de accidentes laborales, comprometiendo la visibilidad y elevando la probabilidad de errores y descuidos, afectando a la producción y seguridad laboral. Se estima que aproximadamente una cifra mayor a 12 millones de trabajadores a nivel mundial que padecen deficiencias visuales relacionadas con sus actividades laborales, limitando su acceso a empleos dignos y dificultando la inclusión laboral. Esta situación representa una amenaza significativa para la salud y el bienestar de los empleados a largo plazo, ya que las personas con discapacidades visuales muestran una reducción del empleo de hasta el 30%. Además, la mala salud ocular impacta negativamente en la economía global, generando una pérdida de productividad valorada en 411.000 millones de dólares anuales, según datos de la Comisión de Salud Global de The Lancet (OIT, La salud ocular y el mundo del trabajo, 2023), de acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la Agencia Internacional para la Prevención de la Ceguera (IAPB), aproximadamente 13 millones de personas presentan dificultades en la vista y están relacionadas con el ámbito laboral. (OIT, Vigile su salud visual en el trabajo, 2023)

Una instalación eléctrica se define como el conjunto de circuitos eléctricos diseñados para suministrar energía a edificaciones, inmuebles, infraestructuras, oficinas, entre otros. Este tipo de instalación incluye los equipos, cables y microsistemas necesarios para proporcionar energía al espacio y facilitar la conexión de diversos dispositivos eléctricos (Pepeenergy, 2023).

La calidad del servicio eléctrico es un elemento fundamental para el funcionamiento eficiente de las sociedades a nivel global. En un contexto de creciente dependencia energética, comprender los factores que influyen en la fiabilidad y eficiencia del suministro eléctrico resulta esencial, ya que permite considerar y analizar información clave para una adecuada toma de decisiones (Napoleón et al., 2024).

Los comportamientos y condiciones que conducen a accidentes eléctricos en Ecuador, considerando que la seguridad eléctrica en entornos industriales resulta crucial para preservar tanto la integridad de los trabajadores como la continuidad de la producción. Estos accidentes representan una amenaza significativa, con posibles consecuencias que van desde lesiones menores hasta la muerte. Este

análisis se orienta a ofrecer una perspectiva integral de las causas principales de los accidentes eléctricos y a evaluar las vulnerabilidades presentes en entornos industriales, a través de una revisión detallada de los reportes de accidentes laborales por riesgo en el portal del IESS, con el fin de comprender las condiciones que pueden propiciar accidentes eléctricos en Ecuador (Jacome et al., 2024).

Los talleres eléctricos en la ciudad de Quito enfrentan desafíos específicos vinculados a una disposición ineficaz de sus espacios, una organización deficiente del flujo de trabajo y la obsolescencia de ciertos equipos y procesos. Estas condiciones no solo dificultan la productividad, sino que también generan cuellos de botella, incrementan los tiempos de espera, y ponen en riesgo la seguridad del personal y la satisfacción del cliente. En un mercado donde la rapidez y la calidad son fundamentales para mantener la competitividad, cualquier limitación en el flujo de trabajo representa una desventaja significativa.

En el contexto específico del taller eléctrico objeto de estudio, la redistribución de la planta tiene como objetivo abordar problemas operativos concretos, tales como la disposición ineficiente de los espacios, la iluminación insuficiente y la sobrecarga de los circuitos eléctricos. La actual disposición del taller genera tiempos muertos en la producción y riesgos laborales significativos debido a la falta de organización en la distribución del equipo y los flujos de trabajo. El objetivo del presente estudio es proponer un rediseño de la distribución de planta que permita optimizar el espacio y mejorar la eficiencia operativa del taller eléctrico en su contexto local. Para ello, se realizará un análisis exhaustivo de los flujos de trabajo actuales, la disposición de las áreas, y los procesos existentes, con el fin de identificar oportunidades de mejora y eliminar las limitaciones actuales. La implementación de un diseño optimizado no solo busca mejorar el rendimiento y la rentabilidad del taller, sino también garantizar un entorno de trabajo seguro y ordenado que favorezca la calidad del servicio y la satisfacción del cliente.

Antecedentes

El Taller Eléctrico en la ciudad de Quito, trabaja con el objetivo de asegurar que todo el equipo pesado y las instalaciones operen de manera óptima para garantizar un suministro eléctrico continuo y seguro. Desde sus inicios, hace 69 años, esta área ha cumplido el rol de “corazón mecánico” de la empresa, al encargarse del

mantenimiento y la reparación de piezas y equipos esenciales como generadores, turbinas, transformadores, bombas, y otros componentes fundamentales. Está ubicado en las calles Yaguachi e Iquique.

Un análisis exhaustivo de la distribución actual de la planta ha revelado una serie de ineficiencias que comprometen tanto la productividad como la seguridad. Los procesos de rectificado presentan un flujo de trabajo subóptimo, lo que resulta en una baja utilización de los recursos y tiempos de ciclo prolongados. Paralelamente, la infraestructura eléctrica existente y caracterizada por instalaciones obsoletas, expone a los trabajadores a riesgos laborales y genera inestabilidad en el suministro eléctrico.

Ante este panorama, se propone un rediseño de la distribución de planta que abarque tanto la optimización de los flujos de trabajo como la actualización completa de la red eléctrica. Esta intervención estratégica permitirá no solo mejorar significativamente la eficiencia operativa y reducir los costos de producción, sino también garantizar un entorno de trabajo seguro y confiable. La sustitución del transformador actual es fundamental para asegurar la continuidad operativa y evitar pérdidas económicas asociadas a interrupciones en el suministro eléctrico.

La evaluación del entorno laboral reveló un incumplimiento de los estándares de iluminación establecidos en la Norma UNE 12464-1, evidenciado por una distribución empírica y no planificada de las luminarias. Esta situación, sumada a una organización deficiente de los espacios de trabajo, genera un entorno laboral que no cumple con los requisitos ergonómicos y de seguridad. La falta de adecuación de los niveles de iluminación y la ubicación no óptima de las fuentes lumínicas, junto con la desorganización general, podrían estar incidiendo negativamente en la productividad, el bienestar de los trabajadores y la seguridad en el entorno laboral.

Investigaciones existentes aportan valiosos hallazgos que pueden enriquecer significativamente este proyecto, como el desarrollado por (Flores, 2024), aplicación de herramientas de ingeniería para mejorar la distribución en planta, al igual. De igual manera, el proyecto de titulación de (Zurita, 2023) donde el proyecto de rediseño integral de la red eléctrica, basado en la Norma UNE 12464-1, tiene como objetivo optimizar los procesos productivos, mejorar las condiciones de

seguridad y adaptar la infraestructura eléctrica a las necesidades evolutivas de la organización.

Justificación

La importancia de realizar la presente investigación se debe a que le permitirá tener un proyecto metodológico referente al rediseño de la planta y el funcionamiento de la red eléctrica y de iluminación. Permitiendo a la organización una ubicación adecuada de los puestos de trabajo, con un servicio eléctrico acorde a los estándares establecidos.

La investigación presenta un impacto favorable para el taller pues le permitirá contar con un proyecto encaminado a una correcta distribución de los puestos de trabajo, un rediseño de su red eléctrica de fuerza y alumbrado, lo cual redundará en un incremento de la eficiencia de los procesos, incidiendo de forma favorable en la salud de los trabajadores.

La propuesta metodológica se considera de gran utilidad para el taller pues la misma ofrece un rediseño adecuado en la ubicación de los puestos de trabajo dentro de la misma, juntamente con un proyecto eléctrico de fuerza y alumbrado, el cual garantiza el cumplimiento de los estándares establecidos en la norma.

La investigación tiene como principal beneficiario al taller al permitirle contar con una propuesta metodológica encaminada a realizar un replanteamiento dentro de la planta y lo que conlleva a las redes de fuerza. Conjuntamente los trabajadores podrán contar con una red de alumbrado acorde al nivel luminoso establecido por las normas, incidiendo en su salud y productividad.

El presente proyecto de investigación es viable debido a que se cuenta con la total apertura por parte del personal responsable del taller objeto de estudio, brindando todas las facilidades requeridas con la finalidad de realizar una investigación en buenos términos.

Objetivos

Objetivo general

Rediseñar la Distribución de Planta en un taller Eléctrico ubicado en la ciudad de Quito, mediante el uso de herramientas de Ingeniería Industrial con la finalidad de optimizar los procesos que se realizan en el mismo.

Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual en las áreas de trabajo ubicadas en el taller, mediante una auditoria correspondiente a la Normativa NEC IC-SB Ecuatoriana y Normativa UNE 12464.1 con la finalidad de encontrar las oportunidades de mejora en la instalación de planta.
- Considerar un diseño de distribución de planta, a través de cursogramas analíticos, encaminado a una redistribución adecuada de cada puesto de trabajo.
- Rediseñar una nueva distribución de planta encaminado a incrementando la eficiencia en el proceso energético y ofreciendo un servicio eléctrico acorde a las normas establecidas.

CAPITULO II

Ingeniería del Proyecto

En el marco del diagnóstico e ingeniería del proyecto, se tomarán en cuenta normativas internacionales y nacionales que son de alta relevancia en el rediseño de la distribución eléctrica. La **Norma Española UNE 12464-4** es quien regula los requerimientos de iluminación dentro de los espacios y de las áreas de trabajo, mientras que la **Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC)** es la encargada de establecer los parámetros que son esenciales para el correcto funcionamiento dentro de las instalaciones eléctricas y establece parámetros de seguridad pertinentes.

La distribución de planta, entendida como la disposición estratégica de equipos, estaciones de trabajo, áreas de almacenamiento y circulación, debe responder a criterios técnicos que garanticen un flujo continuo de materiales, una correcta secuencia de procesos y una adecuada ergonomía laboral. Cuando esta disposición no responde a un diseño técnico racional, pueden surgir cuellos de botella, incrementos en los tiempos de operación, desplazamientos innecesarios y riesgos laborales, lo que compromete la eficiencia general del sistema productivo.

Un diagnóstico integral que contemple ambos aspectos —la distribución física de la planta y el sistema eléctrico— permite detectar deficiencias como la sobrecarga de circuitos, la falta de tableros seccionales, la escasa iluminación en zonas críticas o la ubicación inadecuada de equipos. Estas observaciones sirven como base técnica para el planteamiento de un rediseño estructurado, orientado a mejorar la operatividad del sistema, reducir el consumo energético y asegurar el cumplimiento con los estándares técnicos establecidos.

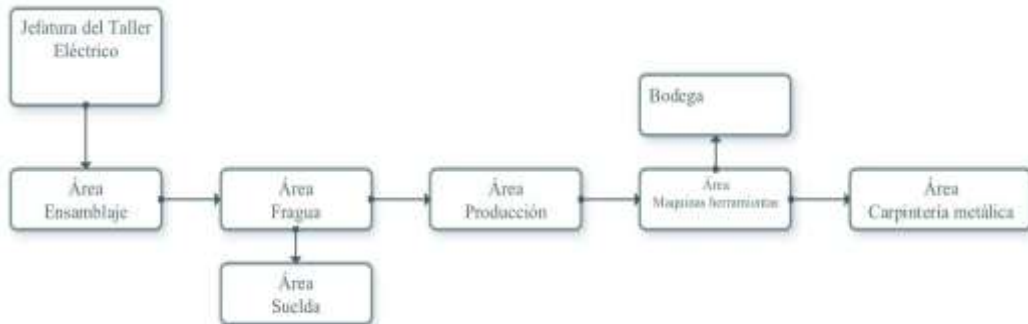
Diagnóstico de la situación actual de la empresa

Para la realización de un diagnóstico efectivo de lo que ocurre dentro del Taller Eléctrico en relación con la distribución de la planta, es necesario llevar a cabo una visita técnica exhaustiva. Mediante este proceso, será posible identificar no solo el organigrama de la empresa, sino también, permitirá tener más claros los flujos de trabajo actuales que se están llevando a cabo, así como las áreas críticas dentro de la planta y las personas que son responsables de cada proceso. Se toma como etapa

inicial y crucial, debido a que fortalece el reconocimiento de los pros y los contras o debilidades que pueda tener el sistema sobre el que se está ejerciendo actualmente, asegurando una base sólida que servirá para la toma de decisiones en el rediseño. El organigrama actual de la empresa se refleja en la **Figura 1**.

Figura 1

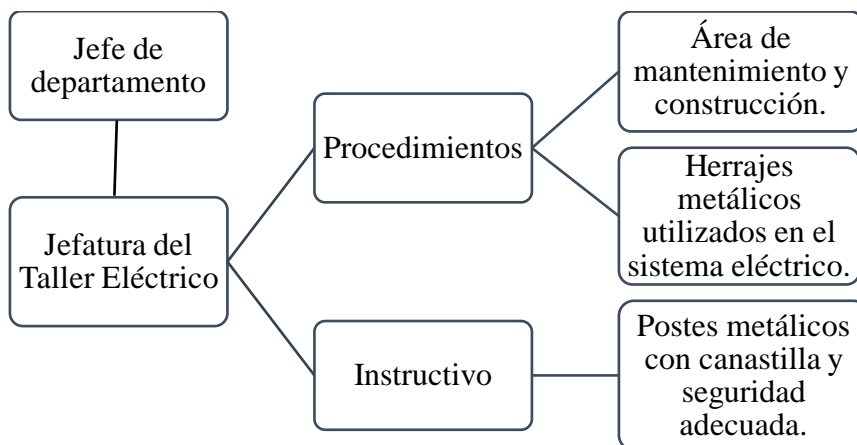
Organigrama de la Sección Mecánica Industrial



Los procedimientos e instructivos que se encuentran dentro de la organización del Taller son de gran importancia, debido a que se puede identificar el correcto funcionamiento como se aprecia en la **Figura 2**. En las distintas áreas de trabajo donde ejecutan dichas labores. Cabe recalcar que varios de los trabajos se realizan en una o varias áreas.

Figura 2

Organigrama de proceso e Instructivo.

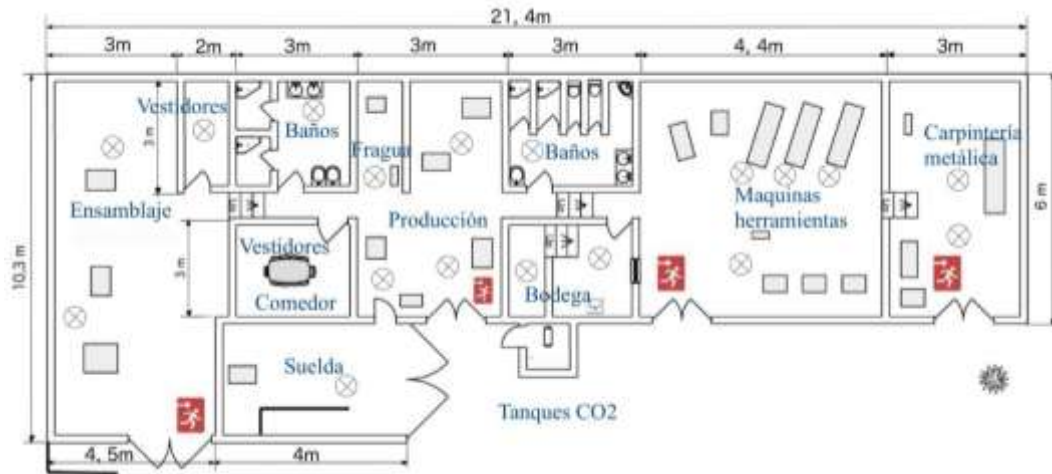


Distribución de la Planta

La distribución que existe dentro del Taller, que es mejor conocido como “*layout*”, se refiere a la disposición física y la organización de los recursos existentes dentro de una instalación, lo que incluye a los equipos, áreas de trabajo y espacios donde se puede almacenar material. Para lograr un diseño eficiente, se tiene como objetivo principal la optimización de los flujos de los materiales, además de la correcta información para el personal, reduciendo de esta forma los tiempos gastados y costos de operación. El layout del Taller Eléctrico está distribuido por áreas; ensamblaje, fragua, producción, suelda, bodega, maquinas herramientas y carpintería metálica donde se realizan los distritos trabajos, como se puede observar en la **Figura 3**.

Figura 3.

Layout del Taller Eléctrico.



La distribución actual de las áreas en la organización carece de una estructura adecuada, lo que dificulta el desarrollo eficiente de las operaciones. No se tiene una evaluación precisa sobre el cumplimiento de cada área, lo que impacta en la efectividad de los procesos. Además, las áreas de trabajo no están correctamente señalizadas ni cumplen con las normativas NEC-SB-IE y UNE 12464.1, lo que pone en riesgo la seguridad de los empleados. Por lo tanto, es necesario realizar una actualización de los procesos de distribución para mejorar la organización, alinearla con las normativas vigentes y garantizar un ambiente de trabajo más seguro y eficiente.

Cursograma de Construcción de HERRAJES METÁLICOS

Partiendo del análisis del cursograma que se presenta en la **Figura 4**, existen varias conclusiones relevantes de acuerdo con el proceso que se maneja actualmente dentro de la empresa. Una de las principales deficiencias está dada por el proceso productivo, ya que existen desplazamientos innecesarios entre las estaciones, lo que genera pérdida de tiempo en las líneas de operación. La lógica del proceso no está respaldada por la organización espacial que se plantea, esto produce una confusión de tareas y provoca retrasos al momento de realizar la actividad pertinente al operario. Además, no existe una estandarización acerca de las actividades que se requieren realizar, con esto, se dificulta enormemente la capacitación del personal, la supervisión de operaciones y la gestión de los KPI's de cumplimiento en los procedimientos designados.

El cursograma revela que el diseño actual afecta a largo plazo a la ergonomía del trabajo y genera mayores tiempos en los que no se está produciendo, tanto por el transporte como por la espera generada. Al existir una ausencia en la integración de las áreas, repercute enormemente sobre la eficiencia general que debería alcanzar la planta en condiciones óptimas de funcionamiento.

Figura 4

Cursograma de Herrajes

CODIGO: GTT-SI-P003-F002		PAGINA: 1 DE 1			
CURSOGRAMA ANALÍTICO					
DIAGRAMA Nº	1	HOJA Nº	1		
OBJETO: Construcción Abrazadera de Bastidor Doble (38 x 6)mm.		ACTIVIDAD	RESUMEN		
ACTIVIDAD Cortar, perbrar, galvanizar y realizar control de calidad		OPERACIÓN ○	4		
METODO: Actual. Anterior		TRANSPORTE □	4		
		ESPERA D	4		
		INSPECCIÓN □	1		
		ALMACENAMIENTO ▽	1		
		DISTANCIA (m)	18		
LUGAR: Sección Industrial		TIEMPO (min.hombre)			
OPERARIO(S) Véase columna de observaciones		COSTOS			
		MANO DE OBRA	0,35		
		MATERIAL	4,7		
REVISADO POR:		FECHA:			
APROBADO POR:		FECHA:			
		USO MAQUINARIA	0,28		
		TOTAL	5,33		
DESCRIPCIÓN	CANT.	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min.hombre)	SÍMBOLO	OBSERVACIONES
Recepción de material (Platina 38 x 6)mm	200 mts		30	○ □ ▽	3 mecánicos
Colocar las Platinas en los muchachos (soportes)	100 mts	13	30	○ □ ▽	3 mecánicos
Colocar el tope en la oizalla para cortar	1 u		20	○ □ ▽	2 mecánicos
Corte de material (longitud 340 mm)	2000 u		240	○ □ ▽	3 mecánicos
Acomodar para proceder a prensar.	2000 u	2	60	○ □ ▽	3 mecánicos
Llevar las platinas a la prensa	2000 u	2	60	○ □ ▽	3 mecánicos
Colocar la matriz de Forma	2000 u		200	○ □ ▽	2 mecánicos
Acomodar para proceder a perforar.	2000 u	2	60	○ □ ▽	3 mecánicos
Llevar las platinas a la punzonadora	2000 u	2	60	○ □ ▽	3 mecánicos
Colocar el tope en la punzonadora para perforar a diametro 1/2" en las orejas	4000 golpes	2	360	○ □ ▽	1 mecánico
Galvanizar abrazaderas	2000 u		300	○ □ ▽	3 mecánicos
Control de calidad	50 u		30	○ □ ▽	1 mecánico
Recepción de material (Esparragos de 1/2 x 6 ")	200 mts		30	○ □ ▽	3 mecánicos
Acomodar Abrazaderas para proceder con el Armado	1000 pares		180	○ □ ▽	3 mecánicos
Entregar a Bodega	1000 pares		60	○ □ ▽	2 mecánicos
TOTAL		23	1720		

Auditoría Basada en Normas: NEC y UNE 12464-1

La auditoría funciona como un proceso sistemático, en el cual se permite evaluar, identificar y verificar si una organización, empresa, instalación, o en este caso taller, cumple con los diferentes estándares establecidos, ya sean a nivel internacional o a nivel local. Dentro de este contexto y el objetivo que aborda el rediseño de la distribución de planta de un taller eléctrico, el proceso de auditoría desempeña un papel importante, ya que permitirá asegurar que tanto las instalaciones como los procesos operativos que se desarrollan dentro de la organización se encuentren alineados con las normativas relevantes, como la NEC y la UNE 12464-1.

Para dar inicio al proyecto, fue necesario realizar una visita técnica dentro de las instalaciones del taller eléctrico con el propósito de evaluar su estado actual. Durante dicha inspección, se aplicaron tanto la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) como la Norma Española UNE 12464-1, sirviendo ambas como referencia principal para la revisión. Estas directrices resultaron fundamentales para garantizar el cumplimiento a normativas y estándares exigidos.

Tabla 1

Puntos de Evaluación de la NEC

Literal de Normativa NEC	Descripción
3.2 Punto 1	Estudio de demanda y factor de demanda para iluminación
3.2 Punto 2	Estudio de demanda y factor de demanda para tomacorrientes
3.3 Ítem a	Clasificación de las viviendas según el área de construcción en tomacorrientes
3.3 Ítem b	Clasificación de las viviendas según el área de construcción en iluminación
4.0 Ítem b	Circuitos
4.1	Circuitos de iluminación
4.2	Circuitos de tomacorriente
10.1 Ítem a	Interruptores y tomacorrientes
10.1 Ítem b	Interruptores y tomacorrientes

De los 46 puntos de la norma NEC, tal como se observa en la **Tabla 1**, fueron utilizados nueve puntos por la relación directa que se maneja con las instalaciones eléctricas que se encuentran dentro de la empresa y de tal manera los 37 puntos no se consideraron, son parámetros que eran aplicables en el entorno de la empresa. Identificamos en la **Tabla 2**, los criterios con los que se va a evaluar en la auditoría, descritas como; cumple o no cumple, siendo marcados con un visto en lo que le corresponda.

Tabla 2*Criterios de Evaluación de la NEC*

Criterio	Valoración
Cumple	✓
No cumple	✓

Figura 5*Puntos de Evaluación de la UNE 12464-1*

2.6 Industria eléctrica					
Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lux	UGR _L	R _a	Observaciones
2.6.1	Fabricación de cable e hilos	300	25	80	Para grandes alturas: véase el apartado 4.6.2
2.6.2	Bobinado:				
	– bobinas grandes	300	25	80	Para grandes alturas: véase el apartado 4.6.2
	– bobinas de tamaño medio	500	22	80	Para grandes alturas: véase el apartado 4.6.2
	– bobinas pequeñas	750	19	80	Para grandes alturas: véase el apartado 4.6.2
2.6.3	Impregnación de bobinas	300	25	80	Para grandes alturas: véase el apartado 4.6.2
2.6.4	Galvanización	300	25	80	Para grandes alturas: véase el apartado 4.6.2
2.6.5	Trabajo de ensamblaje:				
	– basto, por ejemplo transformadores grandes	300	25	80	Para grandes alturas: véase el apartado 4.6.2
	– medio, por ejemplo cuadro de contadores	500	22	80	Para grandes alturas: véase el apartado 4.6.2
	– fino, por ejemplo teléfonos	750	19	80	
	– precisión, por ejemplo equipo de medida	1 000	16	80	
2.6.6	Talleres de electrónica, ensayos, puesta a punto	1 500	16	80	

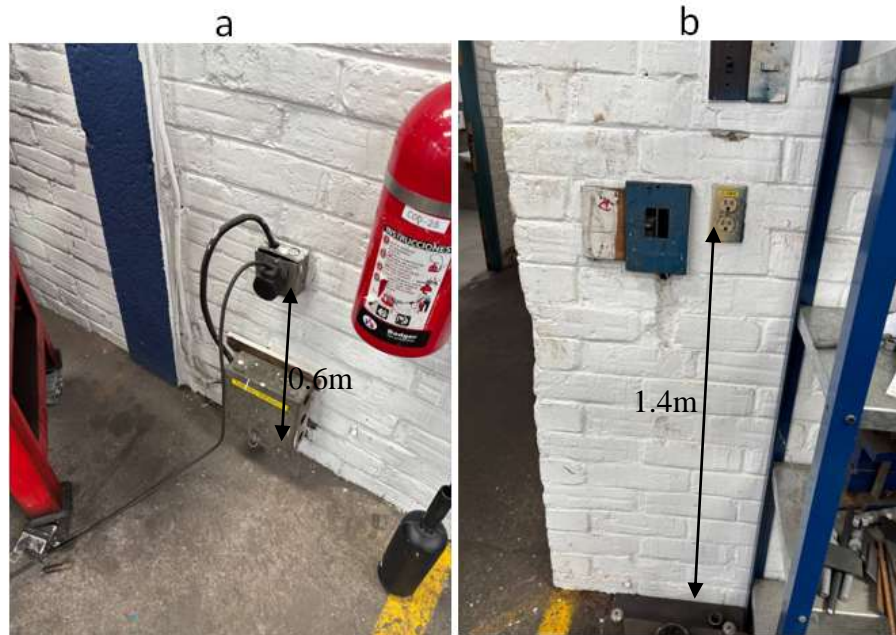
Se realizó una auditoría a partir de un formato con la lista de los puntos establecidos en la **Tabla 1**. Estos puntos servirán para evaluar qué tanto se cumple con la normativa y con los estándares establecidos en la NEC y la UNE 12464-1.

Desarrollo de la auditoría de la NEC en el taller mecánico

El taller mecánico cuenta con 13 toma corrientes de 110V, 6 toma corrientes de 220V tal como se ve en (a) y (b), estos deben de estar instalados sobre los 0.40 m tomando como referencia el nivel del suelo donde se ubiquen (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2018). Todos estos están distribuidos por el taller según su necesidad, tal como se observa en la **Figura 6**. De acuerdo con la norma NEC, en lo que conlleva a distribución de circuito eléctrico existe un incumplimiento en este apartado por parte del taller, por lo que sería necesario realizar una reubicación de los toma corrientes evidenciados en la imagen y de igual manera colocar la señalética y las distancias pertinentes, para prevenir que ocurra algún accidente en las labores que ejercen los operarios.

Figura 6

Toma corrientes del taller



Nota. La figura (a) corresponde a 13 toma corrientes de 220V con una altura de 0.6m, mientras que la figura (b) corresponde a 6 toma corrientes de 110V que están situados a una altura de 1.4m. Conforme indica el jefe del taller eléctrico, el área de construcción es de 229 m² (dato proporcionado por el jefe del taller eléctrico) y cuenta únicamente con 2 circuitos para tomacorrientes y dos para iluminación. Sin embargo, al revisar la **Tabla 3** que contempla cuáles son los circuitos mínimos que están aprobados por la normativa para cada tipo de vivienda y superficie donde se encuentran asentadas, se observa que no cumplen a cabalidad con los requisitos de tomacorrientes e iluminación.

Tabla 3

Circuitos Mínimos establecidos por la NEC

Tipo de vivienda	Área de construcción (m ²)	Número mínimo de Circuitos	
		Iluminación	Tomacorrientes
Pequeña	Menor a 80	1	1
Mediana	De 80 a 200	2	2
Mediana grande	De 201 a 300	3	3
Grande	De 301 a 400	4	4
Especial	Mayor a 400	1 por cada 100 m ² o fracción de 100 m ²	1 por cada 100 m ² o fracción de 100 m ²

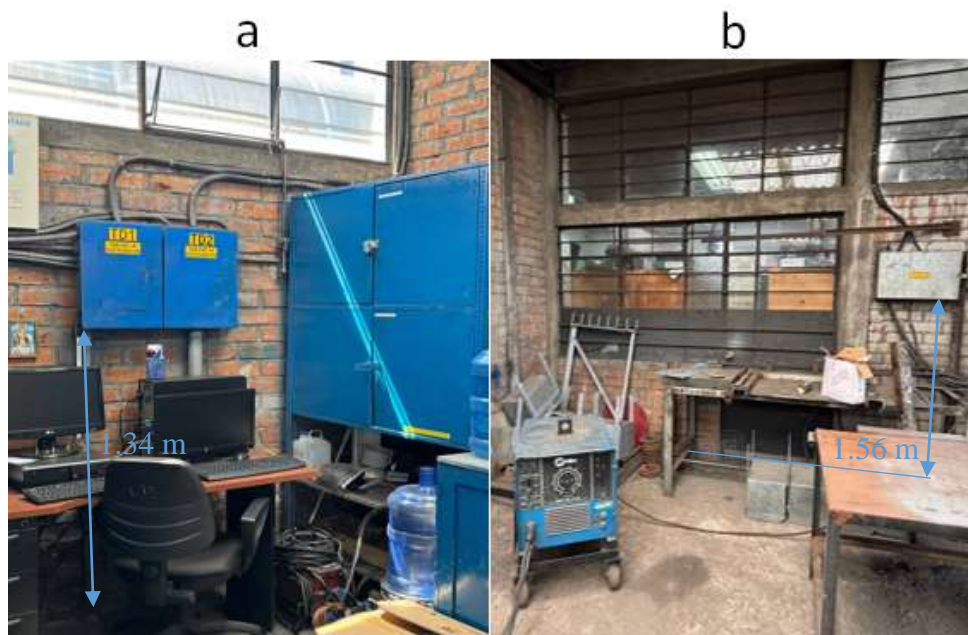
De acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) (2018), en la sección 4 que trata acerca de circuitos, se señalan las siguientes características:

- La alimentación y los circuitos de tomacorrientes y luminarias deben funcionar de manera independiente y contemplar, como mínimo, el 1.25% de su carga máxima.
- Cada circuito debe incluir un neutro conectado a tierra.
- Todo circuito debe disponer de la protección adecuada.

Debe de contar un tablero principal de distribución para todo el taller, adicional con 4 adicionales en cada área de trabajo distribuyéndose del tablero central, los cueles deben de ser instalados a 1.6 metros ver **Figura 7** (a) y (b).

Figura 7

Tablero de distribución del Taller



Nota. Instalación del tablero 1, que se encuentra situado a 1.34m del suelo (a) e instalación del segundo tablero de control a 1.56m (b).

Según la normativa NEC se establece que cada interruptor y pulsador que se encuentren dentro de un área establecida deben instalarse como mínimo a 1.2 metros de altura desde el nivel del piso (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2018) Sin embargo, en el taller eléctrico se observó que estos dispositivos, tal como se aprecia en la **Figura 8**, se encuentran colocados a distintos niveles, lo que significa que no existe un cumplimiento de las disposiciones establecidas en la normativa.

Figura 8

Interruptores y pulsadores dentro del taller

a



Nota. Interruptores del taller, situados a una altura del suelo de 1.5m (a).

Resultados de la auditoria en base a la Norma NEC

Tabla 4

Resultados de la auditoría

EVALUACIÓN NORMATIVA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN EN TALLER MECÁNICO				
Entrevistado:	Ing. Diego Castro	Fecha:	02/12/2024	
Elaborado por:	Edison Santiago Coro			
Ítem	Descripción	Cumple	No cumple	Observaciones
3.2 Estudio de demanda y factor de demanda, iluminación (a)	En lo referente a la iluminación, cada salida debe contemplar un máximo de 100 vatios (W) de carga.	x		Las medidas tomadas cuentan con el máximo de salida establecido.
3.2 Estudio de demanda y factor de demanda,	En lo referente a tomacorriente, cada salida debe contemplar un	x		Las medidas tomadas cuentan con el máximo de

tomacorriente (b)	máximo de 200 vatios (W) de carga.			salida establecido.
3.3 Clasificación de vivienda según el área de construcción (a)	3 circuitos de tomacorriente mínimos.		x	Existe un solo circuito.
3.3 Clasificación de vivienda según el área de construcción (b)	3 circuitos de iluminación mínimos		x	Existe un solo circuito.
4.0 Circuitos (b)	Neutro o conductor a tierra por circuito.	x		Existe un conductor neutro en la instalación.
4.1 Circuitos de iluminación	No exceder los 15 puntos y tener carga máxima de 15 [A]	x		No se exceden los puntos en la auditoría realizada
4.2 Circuitos de tomacorrientes	No exceder las 10 salidas y tener carga máxima de 20 [A].		x	Excede las 10 salidas, posee 13.
10.1 Interruptores, tomacorrientes y pulsadores (a)	Altura mínima a 1.2m de altura desde el suelo		x	No cumple altura mínima.
10.1 Interruptores (b)	Alojarse en un gabinete ante la intemperie.		x	No cumple con gabinete.

Nota. Resultados obtenidos en base a la auditoría realizada en una visita al taller.

Con base en los resultados obtenidos a partir de la auditoría realizada en la visita, se puede concluir que los riesgos a los que están expuestos los trabajadores son considerables, ya que existe un cumplimiento del 44.44% de acuerdo a lo que establece la normativa, mientras que el 55.56% no cumple con lo básico dentro del taller. Se verificó la existencia de varias irregularidades, las cuales no cumplen con la normativa vigente, relacionada a la Norma Ecuatoriana de la Construcción (2018).

Desarrollo de la Auditoría (UNE 12464-1)

La iluminación adecuada en los entornos laborales es un factor crucial para garantizar la seguridad, productividad y bienestar de los trabajadores. En un taller eléctrico, donde las actividades suelen implicar tareas de precisión, manipulación de herramientas y manejo de maquinaria, la correcta distribución y niveles de luz adquieren una importancia aún mayor. La **Norma UNE-EN 12464-1**, que regula los requerimientos de iluminación en lugares de trabajo interiores, establece parámetros técnicos que buscan optimizar tanto el confort visual como las condiciones de trabajo seguras y eficientes (Norma Española, 2003).

Figura 9

Luxómetro de referencia utilizado para toma de datos.



Tabla 5

Luxes dentro del Taller

Área	Máquinas	Toma 1	Hora am	Toma 2	Hora pm	Menor valor
Carpintería Metálica	SOLDADORA ELECTRICA POR PUNTOS Nº 1	650	08:00	86	16:00	86
	SOLDADORA ELECTRICA POR PUNTOS Nº 2	762	08:00	90	16:00	90
	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO PARA SOLDADORA DE PUNTO	700	08:00	517	16:00	517
	SOLDADORA POTATIL POR PUNTOS	720	08:00	600	16:00	600
	CORTADORA DE TOOL	400	08:00	204	16:00	204
Maquinas herramientas	TALADRO FRESADOR	676	08:00	378	16:00	378
	TALADRO RADIAL	397	08:00	361	16:00	361
	TALADRO DE PEDESTAL	708	08:00	156	16:00	156
	TORNO PARALELO Nº 1	561	08:00	94	16:00	94
	TORNO PARALELO Nº 2	7004	08:00	100	16:00	100
TORNO PARALELO Nº 3	544	08:00	285	16:00	285	

	SIERRA DE VAI-VÉN	567	08:00	146	16:00	146
	CORTADORA DE CINTA	397	08:00	204	16:00	204
	SOLDADORA MIG AOTAI	280	08:00	179	16:00	179
Producción	CORTADORA MULTIPLE	600	08:00	253	16:00	253
	PUNZONADORA	864	08:00	87	16:00	87
	PRENSA HIDRAULICA Nº 1	449	08:00	131	16:00	131
	PRENSA HIDRAULICA Nº 2	514	08:00	497	16:00	497
	ROSCADORA DE TUBOS	400	08:00	394	16:00	394
Fragua	ESMERIL DE PIEDRA GRANDE	800	08:00	304	16:00	304
	MOTOR PARA LA FRAGUA	240	08:00	258	16:00	240
	DOBLADORA PENDIGHOUSE	320	08:00	350	16:00	320
Ensamblaje	SOLDADORA ELECTRICA MIG MAG Nº 1	405	08:00	171	16:00	171
	SOLDADORA MIG MAG FRONIUS Nº 2	491	08:00	179	16:00	179
	CORTADORA DE PLASMA Nº 1	420	08:00	200	16:00	200
Suelda	SOLDADORA ELECTRICA MIG MAG Nº 2	432	08:00	156	16:00	156
Áreas del taller	AMOLADORA Nº1	/		/		/
	AMOLADORA ANGULAR Nº 1	/		/		/

Nota. Valores tomados al momento de realizar la auditoría, para los cuales se hizo uso de un luxómetro en todas las medidas.

Tras comparar los valores de iluminancia proporcionados con los requerimientos de la **Norma UNE-EN 12464-1**, las siguientes áreas no cumplen con el nivel mínimo de iluminancia (300 lux) requerido para tareas generales en talleres eléctricos:

Tabla 6

Resumen de la iluminación actual vs la requerida

Máquina	Actual (Lux)	Requerido (Lux)
Soldadora Eléctrica N.º 1	86	300
Soldadora Eléctrica N.º 2	90	300
Cortadora de Tool	204	300
Torno Paralelo N.º 1	94	300
Prensa Hidráulica N.º 1	131	300

Máquina	Actual (Lux)	Requerido (Lux)
Cortadora de Plasma N.º 1	200	300
Soldadora MIG MAG N.º 2	156	300

Levantamiento de Carga Eléctrica

Se procede a realizar un levantamiento de la red de alumbrado, es decir, de toda la parte eléctrica dentro del taller. Para esto, es necesario conocer la maquinaria que se encuentra en las distintas áreas y la marca o modelo de estas, ya que de esto depende el nivel de potencia que tienen, el voltaje y tipo de conexión con la que están trabajando y finalmente el amperaje aproximado para comparar si está cumpliendo la normativa NEC. La **Tabla 7** presenta un resumen acerca de la red eléctrica dentro del taller.

Tabla 7*Amperaje y Potencia de Maquinaria dentro del Taller*

	Máquinas	Marca / Modelo	Potencia Estimada tomada de catálogo	Voltaje Estimado	Amperaje
Carpintería Metálica	SOLDADORA ELECTRICA POR PUNTOS N.º 1	TECNA TE 90 (4622N)	25 kVa	Monofásico	~76 A
	SOLDADORA ELECTRICA POR PUNTOS N.º 2	TECNA TE 90 (4622N)	25 kVA	Monofásico	~76 A
	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO PARA SOLDADORA DE PUNTO	—	~0,3 kW	Monofásico	~0,9 A
	SOLDADORA POTATIL POR PUNTOS	TECNA TE 90 (4522N)	6 kVA	Monofásico	~18 A
	CORTADORA DE TOOL	LIPTOSKE (NTC 2500/4)	~4 kW	Trifásico	~7 A
Maquinas herramientas	TALADRO FRESADOR	IBARMIA B-70 (639-R)	~2,2 kW (3 HP)	Trifásico	~3,9 A
	TALADRO RADIAL	OOYA RE-1000A	~3,7 kW	Trifásico	~6,5 A
	TALADRO DE PEDESTAL	BALL BEARINS (B-70)	0,25 HP (0,19 kW)	Monofásico	~0,6 A
	TORNO PARALELO N.º 1	TAKISAWA (A3Y81760)	~7,5 kW	Trifásico	~13 A
	TORNO PARALELO N.º 2	TOS TRENCIN (SN63C-71C)	~7,5 kW	Trifásico	~13 A
	TORNO PARALELO N.º 3	TOS TRENCIN (SN63C-71C)	~7,5 kW	Trifásico	~13 A
	SIERRA DE VAI-VÉN	TOS VARNSDORF (PR 30 A)	0,75 kW	Monofásico	~2,3 A
	CORTADORA DE CINTA	DAYTON (21C004)	1 HP (≈0,75 kW)	120 V / 240 V (monofásico)	~6 A a 120 V / ~3 A a 240 V

	Máquinas	Marca / Modelo	Potencia Estimada tomada de catálogo	Voltaje Estimado	Amperaje
	SOLDADORA MIG AOTAI		~8 kVA	Trifásico	~14 A
Producción	CORTADORA MULTIPLE	DURMA (IW 55)	~5,6 kW	Trifásico	~10 A
	PUNZONADORA	SYOWA SEIKO (NSP-70)	~5,5 kW	Trifásico	~9–10 A
	PRENSA HIDRAULICA Nº 1	—	~3,7 kW	Trifásico	~6,5–7 A
	PRENSA HIDRAULICA Nº 2	—	~3,7 kW	Trifásico	~6,5–7 A
	ROSCADORA DE TUBOS	RIDGID 1224	~0,9 kW	Monofásico	~2,7–3 A
Fragua	ESMERIL DE PIEDRA GRANDE	YEMG SHIMG JET (MINNEADOLIS 350 RFV)	~0,75 kW	Monofásico	~2,3 A
	MOTOR PARA LA FRAGUA	AEG (N.º 98573)	~0,8 kW	Monofásico	~2,4 A
	DOBLADORA PENDIGHOUSE	TTMC HTB-2000	5 kW	Trifásico	~8–9 A
Ensamblaje	SOLDADORA ELECTRICA MIG MAG Nº 1	MILLER (KC218114)	~15 kVA	Trifásico	~26 A
	SOLDADORA MIG MAG FRONIUS Nº 2	MILLER (KC218114)	~8 kVA	Trifásico	~14 A
	CORTADORA DE PLASMA Nº 1	HYPERTHERM Powercut 875 (DT-37450)	16 kW	Trifásico	~28 A
Suelda	SOLDADORA ELECTRICA MIG MAG Nº 2	MILLER (KC218113)	~9 kVA	Trifásico	~16 A
Áreas del taller	AMOLADORA Nº1	~1,2 kW	~1,2 kW	Monofásico	~4 A
	AMOLADORA ANGULAR Nº 1	~2–2,5 kW	~2,5 kW	Monofásico	~8 A

Nota. Valores tomados al momento de realizar la auditoría de las placas de las máquinas.

De acuerdo con la Norma NEC y los datos proporcionados, las siguientes máquinas no cumplen con las capacidades máximas permitidas para los circuitos monofásicos estándar (20 amperios):

Tabla 8

Resumen de límites eléctricos permitidos

Máquina	Consumo de Amperaje (A)	Tipo de Circuito	Límite Permitido por NEC (A)	Cumple con NEC
Soldadora Eléctrica N.º 1	76	Monofásico	20	No
Soldadora Eléctrica N.º 2	76	Monofásico	20	No

Área de Estudio

El área de estudio de la presente investigación estará centrada principalmente en el análisis de circuitos eléctricos, los sistemas electrónicos y la distribución que presenta dentro del taller. Para esto, será necesario desglosar las áreas de investigación, campos y demás que puedan estar relacionadas con el área de estudio. La **Tabla 9** muestra un resumen a continuación.

Tabla 9

Área de Estudio

Ítem	Descripción
Dominio	Tecnología y Sociedad
Línea de Investigación	Automatización y Redes
Sub-línea de Investigación	Implementación de sistemas eléctricos/electrónicos a partir de un diseño basado en normativa local e internacional para el sector productivo
Campo	Ingeniería
Área	Reparaciones e instalaciones
Aspectos	Inspección y rediseño de la red eléctrica
Objeto de Estudio	REDISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA UN TALLER ELÉCTRICO EN LA CIUDAD DE QUITO
Periodo de Análisis	2024 – 2025

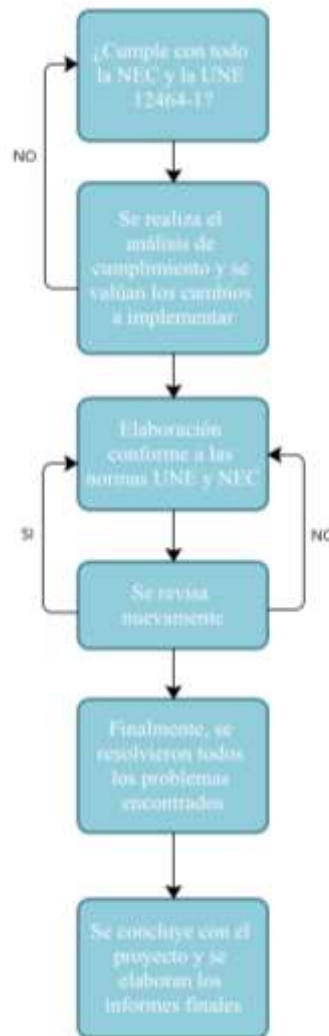
Nota. Bibliografía realizada y adaptada por el investigador.

Modelo Operativo

El modelo operativo del proyecto funciona como una representación visual en forma de diagrama que permita identificar cuáles son los puntos claves y necesarios para el desarrollo de la investigación y la implementación de un rediseño en la parte eléctrica del taller. A continuación, en la **Tabla 9** se presenta el modelo operativo, en forma de flujograma, que servirá para el estudio en desarrollo.

Figura 10

Modelo Operativo del Proyecto



Modelo Operativo: Proceso de Cumplimiento Técnico según NEC y UNE 12464-1

Validación de la Propuesta de Rediseño

Se realiza una pregunta de validación, para tener una afirmación y conclusión correcta de lo que se está planteando en el rediseño, una vez terminada la propuesta a detalle de lo que se pretende realizar, se procede con una interrogante acerca del cumplimiento. Con esto, se presentan dos opciones:

- Si cumple: Se procede con la elaboración del proyecto conforme a las normas UNE y NEC.
- Si no cumple: El proyecto vuelve a la etapa de rediseño para realizar los ajustes necesarios.

Elaboración del Proyecto

Al contar con una propuesta y que se haya verificado el cumplimiento en su totalidad con la normativa actual, se procede a elaborar in situ el proyecto y diseñar los cambios sugeridos en cada punto. Todo esto debe estar alineado con los estándares técnicos establecidos y de igual manera está compuesto por dos fases:

- La integración de los cambios realizados.
- La generación de planos, especificaciones y cálculos técnicos actualizados.

Análisis Económico y Evaluación de Viabilidad

Con el proyecto ajustado a las normativas, se realiza un análisis económico para evaluar la viabilidad del proyecto. Esta evaluación toma en cuenta:

- Costos asociados a los cambios implementados.
- Beneficios proyectados del cumplimiento normativo.
- Impacto en los objetivos generales del proyecto.

Resolución de Problemas Identificados

Finalmente, se consolida el proyecto con la aplicación y resolución de todos los problemas presentados de manera inicial, con esto, lo que se pretende es que se hayan solventado aquellas irregularidades que no se encontraban amparadas por la normativa vigente. En caso de cumplir con los estándares se da por finalizado el

proyecto, caso contrario, se realizan las iteraciones y ajustes necesarios para concluir de manera satisfactoria.

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Desarrollo de la Propuesta

Actualmente, el taller eléctrico presenta ineficiencias en cuanto a organización y planificación en la adecuación de áreas de trabajo se refiere. De igual manera, los flujos de los materiales y el diseño del layout no son eficientes como para optimizar el uso de recursos y herramientas con los que se cuentan. Se lograron identificar problemas acerca de lo obsoleta que se encuentra en ciertas partes la red eléctrica, iluminación baja que no es suficiente y una distribución inadecuada de los puestos de trabajo, lo cual afecta principalmente a la productividad y en gran porcentaje a la seguridad del personal.

La propuesta contempla:

- Reorganizar las áreas de trabajo según la secuencia de operaciones.
- Rediseñar el layout, minimizando desplazamientos innecesarios.
- Implementar circuitos eléctricos y luminarias que cumplan con las normativas.

Relación entre departamentos

Se analiza la interacción entre las diferentes áreas de la planta, determinando la frecuencia y la necesidad de comunicación entre ellas. Este estudio facilita la identificación de los departamentos que requieren proximidad para mejorar la eficiencia, así como aquellos que pueden ubicarse a mayor distancia sin comprometer la productividad.

Aplicación del método Guerchet

El espacio disponible con el que se cuenta en cada planta debe abastecer a todas las operaciones que se realicen dentro de esta, para determinar si el espacio es adecuado se utiliza este método. El método Guerchet permite realizar un cálculo del área y determinar si es suficiente y adecuado para las distintas operaciones que se realizan en la actualidad y las que se plantean para un futuro, tomando en cuenta dimensiones de área de trabajo y necesidades que requiere cada departamento en su equipo de trabajo.

Evaluación de la alternativa correcta

Se consideran varias configuraciones de distribución de planta, comparando sus beneficios y limitaciones. A través de análisis cuantitativos y cualitativos, se selecciona la alternativa que ofrezca el mejor balance entre costo, eficiencia y viabilidad técnica.

Cálculo de la eficiencia

Para llegar a una conclusión acerca del sistema que se está manejando actualmente, se realizará un análisis acerca de la eficiencia que puede traer el nuevo diseño propuesto, considerando como principales factores la reducción en tiempos de desplazamiento, la mejora en la ergonomía y ambiente de trabajo y la optimización del uso del espacio disponible dentro de la planta.

Departamentos dentro de la planta

Tabla 10

Disposición del área entre los departamentos dentro de la planta

Designación	Departamento	Relación con otros departamentos	Área (m²)
A	Producción	Coordina con Mantenimiento para asegurar operatividad de equipos y con Bodega para insumos.	60
B	Mantenimiento	Colabora con Producción para mantenimiento preventivo y correctivo de equipos.	30
C	Bodega	Suministra materiales a Producción, Suelda, Carpintería y Ensamblaje.	25
D	Suelda	Trabaja junto con Producción y Máquinas Herramientas en la fabricación de estructuras.	35
E	Carpintería Metálica	Recibe materiales de Bodega y trabaja en conjunto con Ensamblaje.	25
F	Máquinas Herramientas	Proporciona herramientas y soporte técnico a Producción y Ensamblaje.	30

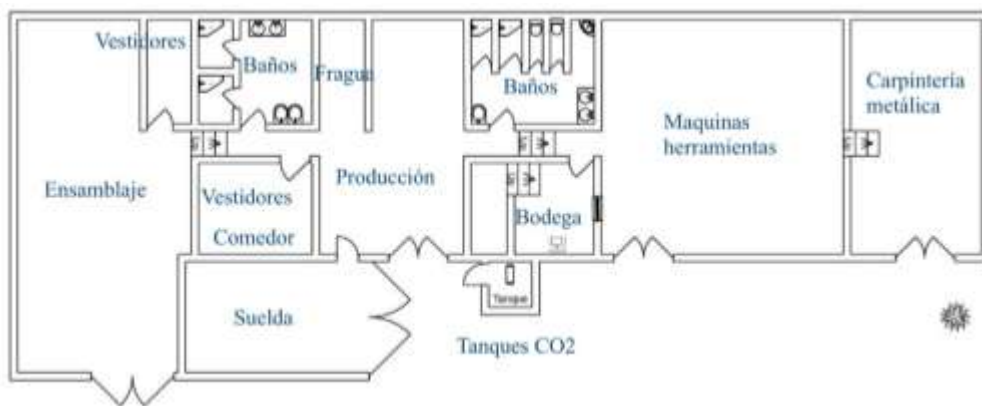
G	Ensamblaje	Realiza el ensamblaje final coordinando con Carpintería, Suelda y Producción.	24
----------	------------	---	----

Layout de Redistribución de Planta

Utilizando los datos correspondientes a la información proporcionada en la **Tabla 10**, podemos realizar el Layout de las estaciones de trabajo por áreas como se muestra en la **Figura 11**.

Figura 11

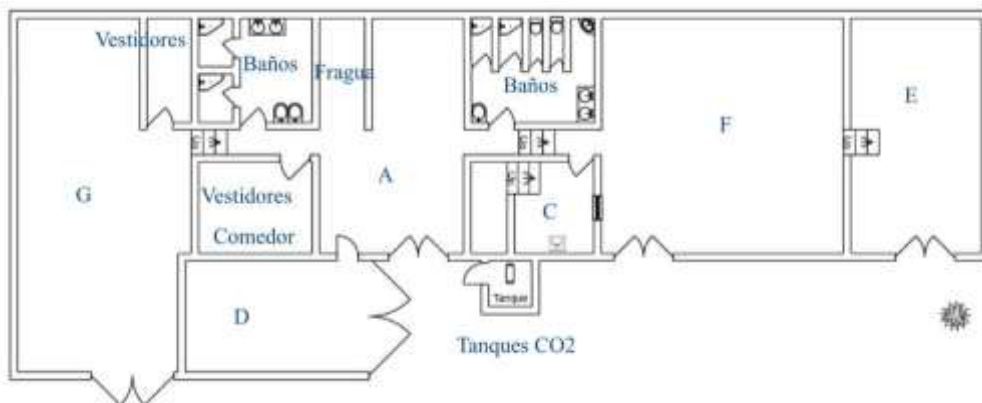
Layout de las estaciones por áreas



Con el Layout de las estaciones de trabajo por áreas procedemos a realizar el nuevo Layout con las letras asignadas para cada estación con el objetivo de realizar los cálculos correspondientes de la redistribución de planta como se muestra en la **Figura 12**.

Figura 12

Estaciones de trabajo con la letra correspondiente



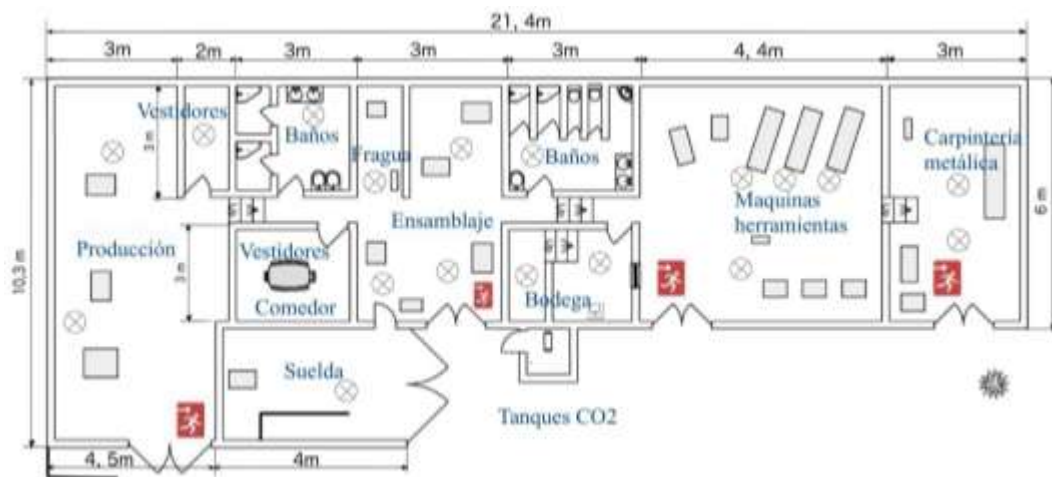
Para realizar la redistribución en el rediseño de la planta, se toma en cuenta la **Figura 13**, la cual presenta un cambio de acuerdo con las áreas de producción y ensamblaje.

La redistribución de la planta se ha diseñado con el objetivo de optimizar el flujo de trabajo y mejorar la eficiencia operativa. Uno de los principales factores que justifican esta reorganización es la manera en que el montacargas transporta los materiales dentro del taller. Anteriormente, la disposición del espacio obligaba a recorrer distancias innecesarias para llevar los insumos desde la bodega hasta las diferentes áreas de trabajo, lo que generaba retrasos y un uso ineficiente de los recursos.

Con la nueva distribución, el montacargas puede llevar el material directamente desde la bodega hasta el área de producción o a las estaciones de ensamblaje sin interrupciones, reduciendo el tiempo de desplazamiento y permitiendo que la descarga se realice de inmediato. Este cambio no solo disminuye la carga de trabajo para los operarios, sino que también mejora la seguridad, evitando movimientos innecesarios que pueden aumentar el riesgo de accidentes. Además, al reducir el tiempo de transporte de materiales, se incrementa la productividad del taller, permitiendo que los procesos de fabricación y ensamblaje inicien más rápido y sin demoras. La redistribución también favorece una mejor organización del espacio, asegurando que cada área tenga acceso eficiente a los recursos necesarios, lo que en última instancia mejora la calidad del trabajo y optimiza el rendimiento del taller.

Figura 13

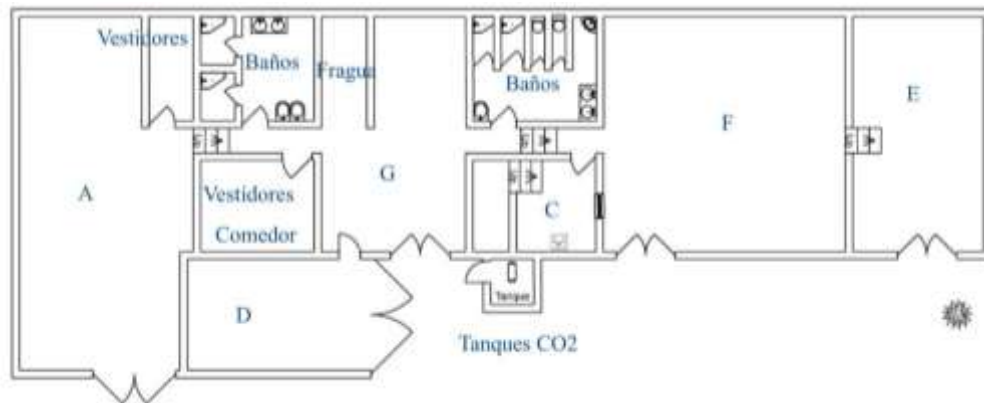
Layout de Rediseño



Con esto, se procede a realizar el plano superior donde se coloca el cambio en las áreas que pertenecen a la planta y se muestra en la **Figura13**.

Figura 14

Plano Superior con el Rediseño de Planta



Una vez que se ha realizado el cambio en la distribución de las áreas que se encuentran dentro de la planta para lograr una optimización tanto en recursos, tiempo y producción, se procede a elaborar nuevamente un cursograma que nos permita comparar qué cambios son los que existen con la distribución inicial y se presenta en la **Figura 16**.

La **Figura 15** representa gráficamente la distribución en planta del taller eléctrico, mostrando la ubicación actual de las luminarias mediante isolíneas de iluminancia generadas por el software DIALux. Con ello, se puede observar visualmente cuáles son las áreas específicas que cuentan con niveles adecuados de iluminación y cuáles requieren una redistribución o la incorporación de luminarias adicionales para alcanzar los valores normativos exigidos. Este análisis gráfico es fundamental para el rediseño propuesto, orientado a optimizar las condiciones laborales y aumentar la seguridad del personal.

Figura 15

Render de la zona industrial

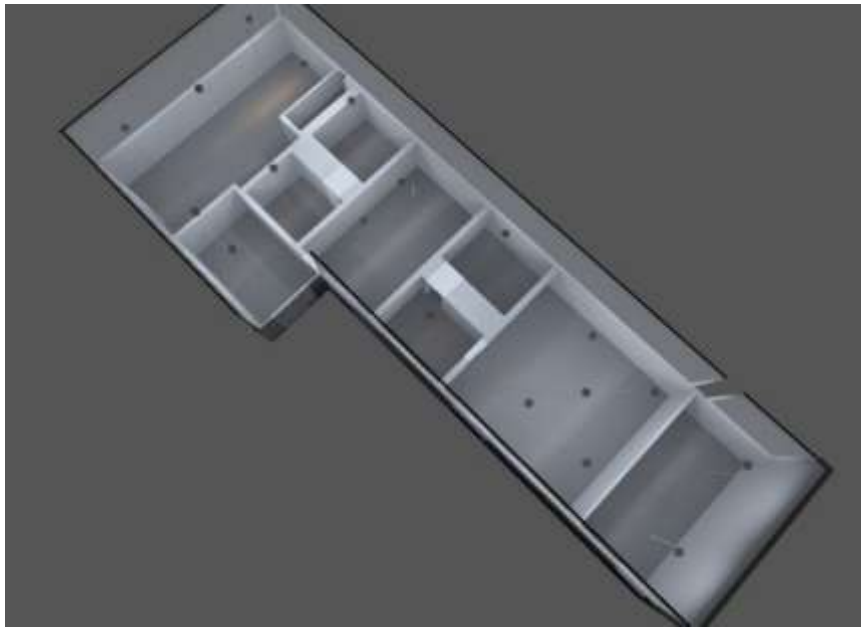


Figura 16

Cursograma de Herrajes Actual

CURSOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DE HERRAJES METÁLICOS "HERRAJES"									
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN									
REVISÓN: 04		CODIGO: GTT-SI-P-F			PAG:1 DE 1				
CURSOGRAMA ANALÍTICO				RESUMEN					
DIAGRAMA Nº	1	HOJA Nº	1	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA		
OBJETO:	ABRAZADERA DE PLETINA ACERO GALV. 2 PERNOS, 38X4mm, SUJECION BASTIDOR SIMPLE			OPERACIÓN	4				
ACTIVIDAD	Cortar, perforar, galvanizar y realizar control de calidad			TRANSPORTE	4				
METODO:	Ac Anterior			ESPERA	4				
LUGAR:	Sección Industrial			INSPECCIÓN	1				
OPERARIO(S)	Véase columna de observaciones			ALMACENAMIENTO	1				
REVISADO POR:	FECHA:			DISTANCIA (m)	18				
APROBADO POR:	FECHA:			TIEMPO (min.hombre)					
				COSTOS					
				MANO DE OBRA	0,35				
				MATERIAL	4,7				
				USO MAQUINARIA	0,28				
				TOTAL	5,33				
DESCRIPCIÓN	CANT.	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min.hombre)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
Recepción de material (Platina 38x6)mm	340 mts		30	○	⇨	D	□	▽	3 mecánicos
Colocar platina en los muchachos (soportes)	0.34 mts	13	30	○	⇨	D	□	▽	3 mecánicos
Colocar el tope en la cizalla para cortar	1 u		30	○	⇨	D	□	▽	2 mecánicos
Corte de material (longitud 340)mm	2000u		180	○	⇨	D	□	▽	3 mecánicos
Traslado de material a punsonadora	2000u	3	60	○	⇨	D	□	▽	3 mecánicos
Colocar el tope en punsonadora para perforar (12.7)mm	1u		30	○	⇨	D	□	▽	2 mecánicos
Perforar platinas de los dos extremos	4000 golpes		240	○	⇨	D	□	▽	3 mecánicos
Traslado de material a prensa hidraulica	2000u	5	60	○	⇨	D	□	▽	3 mecánicos
Colocar matriz de forma	1u		60	○	⇨	D	□	▽	2 mecánicos
Acomodar platina para proceder a prensar	2000 golpes		180	○	⇨	D	□	▽	3 mecánicos
Almacenar platinas prensadas en palet	2000u	1	60	○	⇨	D	□	▽	3 mecánicos
Transportar platinas en palet en montacargas manual, patio de almacenamiento de material	50 u	10	20	○	⇨	D	□	▽	1 mecánico
Galvanizar	2000u		300	○	⇨	D	□	▽	2 mecánicos
Control de calidad	50u		30	○	⇨	D	□	▽	1 mecánico
Acomodar abrazadera para armado	1000pares		180	○	⇨	D	□	▽	3 mecánicos
Entrega en bodega	1000pares		60	○	⇨	D	□	▽	2 mecánicos
TOTAL		32	1550						

Con los datos obtenidos previamente podemos calcular:

- Superficies estática (Ss): sirve para determinar cuáles son las medidas del elemento a lo largo y a lo ancho.

- Superficie gravitacional (Sg): superficie relacionada al número de lados disponibles de acuerdo con el elemento para realizar la actividad determinada por la superficie estática.
- Superficie de evolución (Se): espacio para el correcto flujo en el puesto de trabajo, transporte y maquinaria de cada área de trabajo, en la que se involucra la superficie estática más la superficie gravitacional por el coeficiente k.
- Coeficiente de evolución (k): es un coeficiente que se encuentra relacionado con la actividad productiva que se realice dentro de la empresa. Para el caso del taller eléctrico se toma el valor de 1.5 a 2 como se muestra en la **Figura 17**.

Figura 17

Coeficiente k para el tipo de actividad.

TIPOS DE ACTIVIDAD PRODUCTIVA	k
Gran industria, alimentación y evacuación mediante grúa puente	0,05 a 0,15
Trabajo en cadena, con transportador aéreo	0,1 a 0,25
Textil, hilados	0,05 a 0,25
Textil, tejidos	0,5 a 1
Relojería y joyería	0,75 a 1
Pequeña mecánica	1,5 a 2
Industria mecánica	2 a 3

Estos cálculos hacen referencia a la **Tabla 11**, en donde se determinó las superficies de trabajo para los operadores y con esto el área total requerida.

Tabla 11*Aplicación Método Guerchet*

Circuito	Elemento	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Área SS (m²)	SG (m²)	SSnh (m²)	SS*n (m²)	SE (m²)	ST (m²)	ST*n (m²)
1	Soldadora TECNA TE 90	1	1.2	0.6	1.0	0.72	1.08	0.72	0.72	2.16	2.88	2.88
2	Sistema de Enfriamiento	1	0.8	0.5	0.9	0.40	0.60	0.36	0.40	1.20	1.60	1.60
3	Soldadora Portátil por Puntos	1	1.0	0.5	0.7	0.50	0.75	0.35	0.50	1.50	2.00	2.00
4	Cortadora de Tool LIPTOSKE	1	1.5	0.8	1.2	1.20	1.80	1.44	1.20	3.60	4.80	4.80
5	Taladro Fresador IBARMIA B70	1	1.2	0.8	1.5	0.96	1.44	1.44	0.96	2.88	3.84	3.84
6	Taladro Radial OOYA RE-1000A	1	2.0	1.0	2.0	2.00	3.00	4.00	2.00	6.00	8.00	8.00
7	Taladro de Pedestal B-70	1	0.8	0.5	1.2	0.40	0.60	0.48	0.40	1.20	1.60	1.60

Circuito	Elemento	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Área SS (m²)	SG (m²)	SSnh (m²)	SS*n (m²)	SE (m²)	ST (m²)	ST*n (m²)
8	Torno Paralelo TAKISAWA	3	3.0	1.0	1.2	3.00	4.50	10.80	9.00	9.00	18.00	54.00
9	Sierra de Vaivén TOS VARNSDORF	1	1.0	0.6	0.9	0.60	0.90	0.54	0.60	1.80	2.40	2.40
10	Soldadora MIG Aotai	1	1.0	0.6	1.0	0.60	0.90	0.60	0.60	1.80	2.40	2.40
11	Cortadora Múltiple DURMA IW 50	1	1.5	0.8	1.5	1.20	1.80	1.80	1.20	3.60	4.80	4.80
12	Punzonadora NSP- 70	1	1.2	0.7	1.3	0.84	1.26	1.09	0.84	2.52	3.36	3.36
13	Prensa Hidráulica	2	1.5	0.8	1.8	1.20	1.80	4.32	2.40	3.60	6.00	12.00
14	Roscadora de Tubos RIDGID	1	0.8	0.5	1.0	0.40	0.60	0.40	0.40	1.20	1.60	1.60
15	Esmeril de Piedra Grande	1	0.6	0.4	0.9	0.24	0.36	0.22	0.24	0.72	0.96	0.96

Circuito	Elemento	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Área SS (m²)	SG (m²)	SSnh (m²)	SS*n (m²)	SE (m²)	ST (m²)	ST*n (m²)
16	Dobladora Peddinghouse	1	2.0	1.0	1.5	2.00	3.00	3.00	2.00	6.00	8.00	8.00

Nota. Aplicación del método Gherchet a la planta en cuestión

Análisis Técnico de la Redistribución

El análisis demuestra que el área de 229 m² es más que adecuada para albergar todas las máquinas y equipos descritos en la tesis, así como para garantizar un ambiente funcional y seguro para el personal. Sin embargo, sería necesario realizar ajustes específicos en la redistribución eléctrica e iluminación para:

Redistribución Eléctrica:

- Garantizar que los puntos eléctricos estén correctamente ubicados cerca de las máquinas para evitar el uso excesivo de extensiones.
- Actualizar la capacidad del sistema eléctrico para soportar la carga de todas las máquinas de manera eficiente y segura.

Iluminación:

- Mejorar la iluminación en las áreas de trabajo específicas (por ejemplo, torno, taladro, y soldadura) para evitar sombras y aumentar la seguridad.
- Instalar iluminación adecuada en pasillos y zonas de circulación.
- Estos ajustes no solo optimizarían la funcionalidad de la planta, sino que también garantizarían la seguridad y el rendimiento eficiente del espacio de trabajo.

Con la redistribución de la parte eléctrica e iluminación, la planta estaría perfectamente equipada para operar de manera eficiente, sin necesidad de expansiones estructurales ni adquisiciones adicionales de espacio. Para verificar la eficiencia de las soluciones propuestas en materia de iluminación, se recomienda el uso de **DIALux**, un software profesional de simulación lumínica que permite modelar en entorno virtual los espacios de trabajo e introducir datos técnicos de luminarias, materiales, y alturas de montaje. A través de esta herramienta, es posible calcular con precisión los niveles de iluminancia (lux) obtenidos en cada área del taller, asegurando que estos se ajusten a los parámetros establecidos en la **Norma UNE 12464-1** para entornos industriales. El uso de DIALux no solo permite validar el cumplimiento normativo, sino también optimizar el diseño de iluminación para lograr un equilibrio entre eficiencia energética y confort visual.

Justificación Técnica de la Propuesta

Para realizar un rediseño dentro del taller técnico se debe tener una base sobre la cual se pueda argumentar el porqué de los cambios que se pretenden realizar, para esto se realizó una auditoría, la cual identificó múltiples incumplimientos de acuerdo con las normativas NEC y UNE 12464-1. Dentro de estas deficiencias se incluye principalmente lo siguiente:

- Baja iluminación en áreas clave, que afecta la productividad y seguridad de los trabajadores.
- Saturación de los circuitos eléctricos, generando riesgos de sobrecarga y posibles accidentes.
- Organización deficiente del espacio, lo que incrementa los tiempos de desplazamiento y limita la eficiencia operativa.

El objetivo principal de la propuesta es crear y garantizar un entorno libre de riesgos de accidentes y que permita un aumento en la productividad y en los niveles de satisfacción del trabajador.

Consideraciones para el Rediseño de la Red de Fuerza

Para llevar a cabo la construcción e implementación de la nueva red de fuerza, es necesario realizar una comparación de los parámetros que se encontraban deficientes de acuerdo con la normativa NEC. En el caso de tomacorrientes, se consideró que se requerían al menos tres de acuerdo con el espacio en metros cuadrados en el que se encuentra el taller. De igual manera, el número de salidas era superior a 10, lo cual va en contra de los estándares actuales, con toda esta información y con la salida de amperaje que superaba en gran porcentaje a la normativa se ha realizado la **Tabla 12** que presenta los cambios a ejecutarse de acuerdo con las máquinas y la red eléctrica.

Tabla 12*Tabla de Circuitos Eléctricos para la Red de Fuerza*

Circuito	Carga Asignada (kW)	Amperaje (A)	Protección	Descripción
Circuito 1: Soldadura	15.0	26	Interruptor 30A Trifásico	Alimenta 2 soldadoras eléctricas y su enfriador.
Circuito 2: Maquinas	12.0	20	Interruptor 25A Trifásico	Circuito para torno y taladro fresador.
Circuito 3: Iluminación	6.0	10	Interruptor 15A Monofásico	Luminarias LED para todas las áreas del taller.
Circuito 4: Herramientas	10.0	18	Interruptor 20A Trifásico	Alimenta herramientas de carpintería metálica.
Circuito 5: Bodega	5.0	8	Interruptor 10A Monofásico	Circuito para iluminación y tomacorrientes de bodega.

Cada circuito fue diseñado con base en la NEC, asegurando:

- Carga máxima no superior al 80% de la capacidad del interruptor.
- Independencia entre circuitos de fuerza e iluminación.
- Protección adecuada contra sobrecargas y cortocircuitos.

En el caso de realizar las protecciones al interruptor, se debe considerar que las únicas máquinas que estaban por encima de la normativa NEC son las soldadoras, es por esto por lo que en la **Tabla 13** se presenta una consideración en cuanto a circuitos monofásicos que superan los 20 A.

Tabla 13*Circuitos Eléctricos - NEC*

Circuito	Máquinas / Equipos	Potencia Total (kW)	Amperaje Total (A)	Tipo de Circuito	Protección (Interruptor)
Circuito 1	Soldadora Puntos N° 1	25	~76	Monofásico	80 A
Circuito 2	Soldadora Puntos N° 2	25	~76	Monofásico	80 A
Circuito 3	Sistema Enfriamiento, Soldadora Portátil	0.3 + 6 = 6.3	~18.9	Monofásico	20 A
Circuito 4	Cortadora de Tool, Taladro Fresador	4 + 2.2 = 6.2	~10.9	Trifásico	16 A
Circuito 5	Taladro Radial, Taladro Pedestal	3.7 + 0.19 = 3.89	~7.1	Trifásico	10 A
Circuito 6	Tornos Paralelos (1, 2, 3)	7.5 + 7.5 + 7.5 = 22.5	~39	Trifásico	40 A
Circuito 7	Sierra Vai-Vén, Cortadora de Cinta	0.75 + 0.75 = 1.5	~8.3	Monofásico	10 A
Circuito 8	Soldadora MIG Aotai	8	~14	Trifásico	16 A
Circuito 9	Cortadora Múltiple, Punzonadora	5.6 + 5.5 = 11.1	~20	Trifásico	25 A
Circuito 10	Prensas Hidráulicas (1, 2)	3.7 + 3.7 = 7.4	~14	Trifásico	16 A

Circuito	Máquinas / Equipos	Potencia Total (kW)	Amperaje Total (A)	Tipo de Circuito	Protección (Interruptor)
	Roscadora de	0.9 +			
Circuito 11	Tubos, Esmeril Piedra Grande, Motor Fragua	0.75 + 0.8 = 2.45	~8.4	Monofásico	10 A
Circuito 12	Dobladora Pendighouse	5	~9	Trifásico	16 A
Circuito 13	Soldadora MIG MAG N° 1	15	~26	Trifásico	32 A
Circuito 14	Soldadora MIG MAG N° 2	9	~16	Trifásico	20 A
Circuito 15	Cortadora Plasma	16	~28	Trifásico	32 A
Circuito 16	Amoladora N° 1, Amoladora Angular N° 1	1.2 + 2.5 = 3.7	~12	Monofásico	16 A

Consideraciones:

1. Circuitos Monofásicos:

- Todos los circuitos monofásicos ahora están ajustados para no superar los **20 A**.
- En los casos de máquinas con alta demanda monofásica (como las soldadoras), se asignan circuitos individuales con protección adecuada.

2. Circuitos Trifásicos:

- Distribución balanceada para evitar sobrecargas.
- Ningún circuito supera la capacidad del interruptor seleccionado.

3. Cumplimiento NEC:

- Las protecciones están seleccionadas considerando un 1.25% de la carga máxima, como lo exige la normativa.

Cálculo de la Corriente del Conductor

Al realizar un rediseño en un circuito de fuerza, es importante calcular la corriente del conductor que es el encargado de la unión del punto por donde sale el transformador hacia el tablero encargado de la distribución. El diseño eléctrico de cualquier instalación requiere garantizar que los conductores seleccionados sean capaces de transportar la corriente nominal sin sobrepasar los límites térmicos establecidos por las normativas. Para realizar los cálculos pertinentes de la corriente se utilizó la ecuación (1).

$$I_a = \frac{1.25 * I_{mm} + \sum I_{nom} * FD}{FT * FC} \quad (1)$$

Donde:

I_{mm} : Corriente máxima de maniobra.

$\sum I_{nom}$: Suma de las corrientes nominales de todas las cargas conectadas.

FD : Factor de demanda.

FT : Factor de temperatura.

FC : Factor de corrección por agrupamiento de conductores.

Para la selección de los factores de demanda, temperatura y de corrección por agrupamiento de conductores es necesario analizar la

Tabla 14 y

Tabla 15.

Tabla 14

Factores de Corrección de Temperatura

Temperatura en °C	FT
De 0 a 30	1.0
De 31 a 40	0.82
De 41 a 45	0.71
De 46 a 50	0.58
De 51 a 55	0.41

Nota. Tabla tomada de Norma Ecuatoriana de la Construcción (2018)

Tabla 15

Cantidad de Conductores

Cantidad de conductores en una misma tubería	FC
1 – 3	1.0
4 – 6	0.8
7 – 24	0.7
25 – 42	0.6
43 o más	0.5

Nota. Tabla tomada de Norma Ecuatoriana de la Construcción (2018)

Para el factor de temperatura (FT) es considerado el valor de 1, debido a que el taller se encuentra por lo general a temperatura ambiente que no supera los 30°C, con lo cual sería suficiente el factor empleado.

Para el factor de conductores que se encuentran en una misma tubería (FC) se considera que por tubería no se van a colocar un número que sea superior a tres cables, es por esto que también se considera el valor de 1.

Finalmente, para el factor de demanda (FD), es empleado el valor de 1, debido a que siempre se analiza con el peor escenario, mediante el cual dice que los equipos trabajarían a su total capacidad. Con lo cual al desarrollar la ecuación (1) se obtiene lo siguiente:

$$I_a = \frac{1.25 * (76A) + (396.9A) * (1)}{(1) * (1)}$$

$$I_a = 491.9 [A]$$

Sustituyendo estos valores, el cálculo resultó en una corriente de diseño de **491.9 A**. Este valor determina la capacidad que debe tener el conductor para soportar la carga total sin riesgo de sobrecalentamiento o caída de tensión excesiva.

Selección del calibre de conductor

Tomando en consideración la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) y que dentro de su contenido se encuentra la tabla 310-16, se ha seleccionado un conductor de material cobre que posea un aislamiento THHN (90°C). La **Tabla 16** presenta las ampacidades que se pueden utilizar y los calibres de conductores que son recomendados.

Tabla 16

Calibre del Conductor y Ampacidad

Calibre (AWG/kcmil)	Ampacidad (A)
250 kcmil	255
300 kcmil	285
350 kcmil	310
400 kcmil	335
500 kcmil	430
600 kcmil	475
700 kcmil	535
750 kcmil	555
1000 kcmil	615

Nota. Tabla tomada de Norma Ecuatoriana de la Construcción (2018)

Para una corriente de diseño de 491.9 A, el calibre adecuado es 700 kcmil, con una ampacidad de 535 A, lo que asegura un margen de seguridad y cumplimiento normativo. Este calibre es ideal para instalaciones trifásicas en ductos bajo condiciones estándar.

La correcta selección del calibre del conductor es fundamental para garantizar la seguridad y eficiencia de la instalación eléctrica. El diseño propuesto no solo cumple con los estándares establecidos en la **NEC**, sino que también reduce los riesgos de sobrecalentamiento, mejora la eficiencia energética y asegura la durabilidad del sistema eléctrico. Este análisis técnico es una pieza clave en el rediseño eléctrico de la planta, alineándose con los objetivos generales de este proyecto.

Cálculo de corriente y potencia para circuitos de fuerza

Para llevar a cabo el cálculo acerca de la selección de conductores que se encuentra asociado a cada circuito de fuerza es necesario conocer la sección transversal del conductor, con esto se puede alcanzar una correcta distribución interna. Este proceso es necesario ya que permite identificar cuál es la protección adecuada y requerida para cada uno de los circuitos de fuerza, por lo tanto, se utilizan las ecuaciones (2) y (3).

$$I_a = \frac{\sum P}{V * \cos\theta} \quad (2)$$

Donde:

I_a : es la corriente que circula a través del conductor

$\sum P$: sumatoria de la potencia nominal de cada una de las cargas

V : voltaje nominal en el cual opera el circuito

$\cos\theta$: ángulo de factor de potencia, se considera 0.85 por la capacidad a plena carga

$$I_{breaker} = 1.25 * I_a \quad (3)$$

De acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción en la sección 240.6, que define las capacidades nominales estándar de disyuntores y fusibles, se puede encontrar información relevante para el presente estudio, por lo que la **Tabla 17** presenta los valores de corriente de operación a partir de los cuales se fabrican las protecciones convencionales.

Tabla 17

Valores de corriente de operación

Fusibles	Disyuntor o breaker (A)
15	15
20	20
25	30
30	40
35	50
40	70
45	100

50	125
60	150
70	175
80	200
90	225
Fusibles	Disyuntor o breaker (A)
100	250
110	300
125	350
150	400
175	500
200	600
225	700
250	800

Nota. Tabla tomada de Norma Ecuatoriana de la Construcción (2018)

La consideración para la cual servirá tomar de referencia esta tabla proporcionada por la NEC es para determinar el calibre del conductor que necesitará cada circuito, es decir, cada máquina para su operación correcta y segura, los valores nominales de la potencia y el voltaje en el cual operan serán obtenidos de la **Tabla 7** y la **Tabla 13** en la cual se presenta la redistribución y una presentación de los circuitos necesarios. La **Tabla 18** muestra las capacidades de corriente permisibles a través de conductores de cobre recubiertos.

Tabla 18*Capacidades de corriente permisibles*

Sección transversal del conductor		Tipos de aislamientos: Goma tipo R; tipo RW; tipo RU; tipo RUW; tipo RH-RW; termoplástico tipo T; tipo TW
mm ²	N° AWG o mil circ	
2.1	14	15
3.3	12	20
5.2	10	30
8.4	8	40
13,3	6	55
21,2	4	70
26,6	3	80
33,6	2	95
42,4	1	110
53,1	0	125
67,7	00	145
85,2	000	165
107,5	0000	195
126,7	250000 (mil circ)	215
152,0	300000 (mil circ)	240
177,3	350000 (mil circ)	260
202,7	400000 (mil circ)	280
253,4	500000 (mil circ)	320

Para la red de alumbrado, el aislamiento seleccionado es THHN, de acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (2018). Este aislamiento es utilizado para conductores de cobre con una sección mínima de 2.5 mm², tanto para la fase, el neutro y el conductor de tierra.

Cálculo de la corriente de alimentación total (I_a):

$$I_a = \frac{\sum P}{V * \cos\theta}$$

I_a : Corriente total demandada por el conjunto de cargas (en amperios, A).

$\sum P$: Suma de potencias activas de todas las cargas conectadas (en vatios, W o kilovatios, kW).

V: Tensión de alimentación del sistema (en voltios, V).

$\cos\theta$: Factor de potencia del sistema (adimensional), que refleja la relación entre potencia activa y potencia aparente.

Cálculo de la corriente del interruptor ($I_{breaker}$):

$$I_{breaker} = I_a * 1.25$$

$I_{breaker}$: Corriente nominal del interruptor termomagnético o disyuntor (en amperios, A).

I_a : Corriente total de alimentación calculada previamente.

1.25: Margen de seguridad del 25%, que se añade para garantizar que el interruptor no opere ante sobrecargas menores o arranques momentáneos de motores.

Circuito 1 – Soldadora TECNA TE 90

Figura 18

Soldadora TECNA TE 90



$$I_a = \frac{22000}{220 * \cos(0.85)}$$

$$I_a = 153.33 \text{ [A]}$$

Al realizar la consideración que se comentó en la **Tabla 18**, se concluye que, para el amperaje obtenido, es necesario un conductor AWG 000, debido a que está considerado para soportar un amperaje de hasta 165 [A].

$$I_{breaker} = 153.33 * 1.25$$

$$I_{breaker} = 191.66 \text{ [A]}$$

De acuerdo con la **Tabla 17**, es necesario colocar un breaker de 200 [A].

Circuito 2 - Sistema de Enfriamiento para Soldadora de Punto

Figura 19

Sistema de enfriamiento para soldadora de punto



$$I_a = \frac{300}{220 * \cos(0.85)}$$

$$I_a = 2.09 [A]$$

Al realizar la consideración que se comentó en la **Tabla 18**, se concluye que, para el amperaje obtenido, es necesario un conductor AWG 14, debido a que está considerado para soportar un amperaje de hasta 15 [A].

$$I_{breaker} = 2.09 * 1.25$$

$$I_{breaker} = 2.61 [A]$$

De acuerdo con la **Tabla 17**, es necesario colocar un breaker de 15 [A].

Circuito 3 – Soldadora Portátil por Puntos

Figura 20

Soldadora Portátil por Puntos TECNA TE 90 (4522N)



$$I_a = \frac{6000}{220 * \cos(0.85)}$$

$$I_a = 41.81 [A]$$

Al realizar la consideración que se comentó en la **Tabla 18**, se concluye que, para el amperaje obtenido, es necesario un conductor AWG 6, debido a que está considerado para soportar un amperaje de hasta 55 [A].

$$I_{breaker} = 41.81 * 1.25$$

$$I_{breaker} = 52.26 [A]$$

De acuerdo con la **Tabla 17**, es necesario colocar un breaker de 70 [A].

Circuito 4 – Cortadora de Tool LIPTOSKE

Figura 21

Cortadora de Tool LIPTOSKE



$$I_a = \frac{4000}{220 * \cos(0.85)}$$

$$I_a = 27.55 [A]$$

Al realizar la consideración que se comentó en la **Tabla 18**, se concluye que, para el amperaje obtenido, es necesario un conductor AWG 10, debido a que está considerado para soportar un amperaje de hasta 30 [A].

$$I_{breaker} = 27.55 * 1.25$$

$$I_{breaker} = 34.43 [A]$$

De acuerdo con la **Tabla 17**, es necesario colocar un breaker de 40 [A].

Circuito 5 – Taladro Fresador IBARMIA B70

Figura 22

Taladro Fresador IBARMIA B70



$$I_a = \frac{2200}{220 * \cos(0.85)}$$

$$I_a = 15.15[A]$$

Al realizar la consideración que se comentó en la **Tabla 18**, se concluye que, para el amperaje obtenido, es necesario un conductor AWG 12, debido a que está considerado para soportar un amperaje de hasta 20 [A].

$$I_{breaker} = 151.52 * 1.25$$

$$I_{breaker} = 18.94 [A]$$

De acuerdo con la **Tabla 17**, es necesario colocar un breaker de 20 [A].

Circuito 6 – Taladro Radial OOYA RE-1000A

Figura 23

Taladro Radial OOYA RE-1000



$$I_a = \frac{3700}{220 * \cos(0.85)}$$

$$I_a = 25.48[A]$$

Al realizar la consideración que se comentó en la **Tabla 18**, se concluye que, para el amperaje obtenido, es necesario un conductor AWG 10, debido a que está considerado para soportar un amperaje de hasta 30 [A].

$$I_{breaker} = 25.48 * 1.25$$

$$I_{breaker} = 31.85 [A]$$

De acuerdo con la **Tabla 17**, es necesario colocar un breaker de 40 [A].

Circuito 7 – Taladro de Pedestal B-70

Figura 24

Taladro de Pedestal BP



$$I_a = \frac{190}{220 * \cos(0.85)}$$

$$I_a = 1.31[A]$$

Al realizar la consideración que se comentó en la **Tabla 18**, se concluye que, para el amperaje obtenido, es necesario un conductor AWG 14, debido a que está considerado para soportar un amperaje de hasta 15 [A].

$$I_{breaker} = 1.31 * 1.25$$

$$I_{breaker} = 1.64 [A]$$

De acuerdo con la **Tabla 17**, es necesario colocar un breaker de 15 [A].

Circuito 8 – Torno Paralelo 1, 2 y 3

Figura 25

Torno Paralelo TAKISAWA



$$I_a = \frac{7500}{220 * \cos(0.85)}$$

$$I_a = 51.65[A]$$

Al realizar la consideración que se comentó en la **Tabla 18**, se concluye que, para el amperaje obtenido, es necesario un conductor AWG 6, debido a que está considerado para soportar un amperaje de hasta 55 [A].

$$I_{breaker} = 51.65 * 1.25$$

$$I_{breaker} = 64.57 [A]$$

De acuerdo con la **Tabla 17**, es necesario colocar un breaker de 70 [A].

Circuito 9 – Sierra de Vaivén PR 30A

Figura 26

Sierra de Vaivén TOS VARNSDORF



$$I_a = \frac{750}{220 * \cos(0.85)}$$

$$I_a = 5.17[A]$$

Al realizar la consideración que se comentó en la **Tabla 18**, se concluye que, para el amperaje obtenido, es necesario un conductor AWG 14, debido a que está considerado para soportar un amperaje de hasta 15 [A].

$$I_{breaker} = 5.17 * 1.25$$

$$I_{breaker} = 6.46 [A]$$

De acuerdo con la **Tabla 17**, es necesario colocar un breaker de 15 [A].

Circuito 10 – Soldadora MIG Aotai

Figura 27

Soldadora MIG Aotai



$$I_a = \frac{6400}{220 * \cos(0.85)}$$

$$I_a = 44.08[A]$$

Al realizar la consideración que se comentó en la **Tabla 18**, se concluye que, para el amperaje obtenido, es necesario un conductor AWG 6, debido a que está considerado para soportar un amperaje de hasta 55 [A].

$$I_{breaker} = 44.08 * 1.25$$

$$I_{breaker} = 55.1 [A]$$

De acuerdo con la **Tabla 17**, es necesario colocar un breaker de 70 [A].

Circuito 11 – Cortadora Múltiple DURMA

Figura 28

Cortadora Múltiple DURMA IW 50



$$I_a = \frac{6400}{220 * \cos(0.85)}$$

$$I_a = 44.08[A]$$

Al realizar la consideración que se comentó en la **Tabla 18**, se concluye que, para el amperaje obtenido, es necesario un conductor AWG 6, debido a que está considerado para soportar un amperaje de hasta 55 [A].

$$I_{breaker} = 44.08 * 1.25$$

$$I_{breaker} = 55.1 [A]$$

De acuerdo con la **Tabla 17**, es necesario colocar un breaker de 70 [A].

Circuito 12 – Punzonadora NSP-70

Figura 29

Punzonadora NSP-70



$$I_a = \frac{5500}{220 * \cos(0.85)}$$

$$I_a = 37.88 [A]$$

Al realizar la consideración que se comentó en la **Tabla 18**, se concluye que, para el amperaje obtenido, es necesario un conductor AWG 8, debido a que está considerado para soportar un amperaje de hasta 40 [A].

$$I_{breaker} = 37.88 * 1.25$$

$$I_{breaker} = 47.35 [A]$$

De acuerdo con la **Tabla 17**, es necesario colocar un breaker de 50 [A].

Circuito 13 – Prensa Hidráulica

Figura 30

Prensa Hidráulica



$$I_a = \frac{3700}{220 * \cos(0.85)}$$

$$I_a = 25.48 [A]$$

Al realizar la consideración que se comentó en la **Tabla 18**, se concluye que, para el amperaje obtenido, es necesario un conductor AWG 10, debido a que está considerado para soportar un amperaje de hasta 30 [A].

$$I_{breaker} = 25.48 * 1.25$$

$$I_{breaker} = 31.85 [A]$$

De acuerdo con la **Tabla 17**, es necesario colocar un breaker de 40 [A].

Circuito 14 – Roscadora de Tubos RIDGID

Figura 31

Roscadora de Tubos RIDGID



$$I_a = \frac{900}{220 * \cos(0.85)}$$

$$I_a = 6.20 [A]$$

Al realizar la consideración que se comentó en la **Tabla 18**, se concluye que, para el amperaje obtenido, es necesario un conductor AWG 14, debido a que está considerado para soportar un amperaje de hasta 15 [A].

$$I_{breaker} = 6.20 * 1.25$$

$$I_{breaker} = 7.75 [A]$$

De acuerdo con la **Tabla 17**, es necesario colocar un breaker de 15 [A].

Circuito 15 – Esmeril de Piedra Grande

Figura 32

Esmeril YEMG SHIMG JET



$$I_a = \frac{750}{220 * \cos(0.85)}$$

$$I_a = 5.17 [A]$$

Al realizar la consideración que se comentó en la **Tabla 18**, se concluye que, para el amperaje obtenido, es necesario un conductor AWG 14, debido a que está considerado para soportar un amperaje de hasta 15 [A].

$$I_{breaker} = 5.17 * 1.25$$

$$I_{breaker} = 6.46 [A]$$

De acuerdo con la **Tabla 17**, es necesario colocar un breaker de 15 [A].

Circuito 16 – Motor para la Fragua

Figura 33

Motor AEG (N. 98573



$$I_a = \frac{800}{220 * \cos(0.85)}$$

$$I_a = 5.51 [A]$$

Al realizar la consideración que se comentó en la **Tabla 18**, se concluye que, para el amperaje obtenido, es necesario un conductor AWG 14, debido a que está considerado para soportar un amperaje de hasta 15 [A].

$$I_{breaker} = 5.51 * 1.25$$

$$I_{breaker} = 6.89 [A]$$

De acuerdo con la **Tabla 17**, es necesario colocar un breaker de 15 [A].

Circuito 17 – Dobladora Peddinghouse

Figura 34

Dobladora Peddinghouse TTMC HTB-2000



$$I_a = \frac{5000}{220 * \cos(0.85)}$$

$$I_a = 34.44 [A]$$

Al realizar la consideración que se comentó en la **Tabla 18**, se concluye que, para el amperaje obtenido, es necesario un conductor AWG 8, debido a que está considerado para soportar un amperaje de hasta 40 [A].

$$I_{breaker} = 34.44 * 1.25$$

$$I_{breaker} = 43.05 [A]$$

De acuerdo con la **Tabla 17**, es necesario colocar un breaker de 50 [A].

Circuito 18 – Soldadora Eléctrica Mig Mag

Figura 35

Soldadora MIG-MAG Miller



$$I_a = \frac{15000}{220 * \cos(0.85)}$$

$$I_a = 103.31 [A]$$

Al realizar la consideración que se comentó en la **Tabla 18**, se concluye que, para el amperaje obtenido, es necesario un conductor AWG 1, debido a que está considerado para soportar un amperaje de hasta 110 [A].

$$I_{breaker} = 103.31 * 1.25$$

$$I_{breaker} = 129.14 [A]$$

De acuerdo con la **Tabla 17**, es necesario colocar un breaker de 150 [A].

Circuito 19 – Soldadora Mig Mag Fronius

Figura 36

Soldadora Mig Mag Fronius Miller



$$I_a = \frac{8000}{220 * \cos(0.85)}$$

$$I_a = 55.10 [A]$$

Al realizar la consideración que se comentó en la **Tabla 18**, se concluye que, para el amperaje obtenido, es necesario un conductor AWG 4, debido a que está considerado para soportar un amperaje de hasta 70 [A].

$$I_{breaker} = 55.10 * 1.25$$

$$I_{breaker} = 68.87 [A]$$

De acuerdo con la **Tabla 17**, es necesario colocar un breaker de 70 [A].

Circuito 20 – Cortadora de Plasma

Figura 37

Cortadora de Plasma HYPERTHERM Powercut 875



$$I_a = \frac{15000}{220 * \cos(0.85)}$$

$$I_a = 103.31 [A]$$

Al realizar la consideración que se comentó en la **Tabla 18**, se concluye que, para el amperaje obtenido, es necesario un conductor AWG 1, debido a que está considerado para soportar un amperaje de hasta 110 [A].

$$I_{breaker} = 103.31 * 1.25$$

$$I_{breaker} = 129.14 [A]$$

De acuerdo con la **Tabla 17**, es necesario colocar un breaker de 150 [A].

Circuito 21 – Amoladora

Figura 38

Amoladora de Taller



$$I_a = \frac{2500}{220 * \cos(0.85)}$$

$$I_a = 17.22 [A]$$

Al realizar la consideración que se comentó en la **Tabla 18**, se concluye que, para el amperaje obtenido, es necesario un conductor AWG 12, debido a que está considerado para soportar un amperaje de hasta 20 [A].

$$I_{breaker} = 17.22 * 1.25$$

$$I_{breaker} = 21.52 [A]$$

De acuerdo con la **Tabla 17**, es necesario colocar un breaker de 30 [A].

Selección de aislamiento para el conductor de red de fuerza

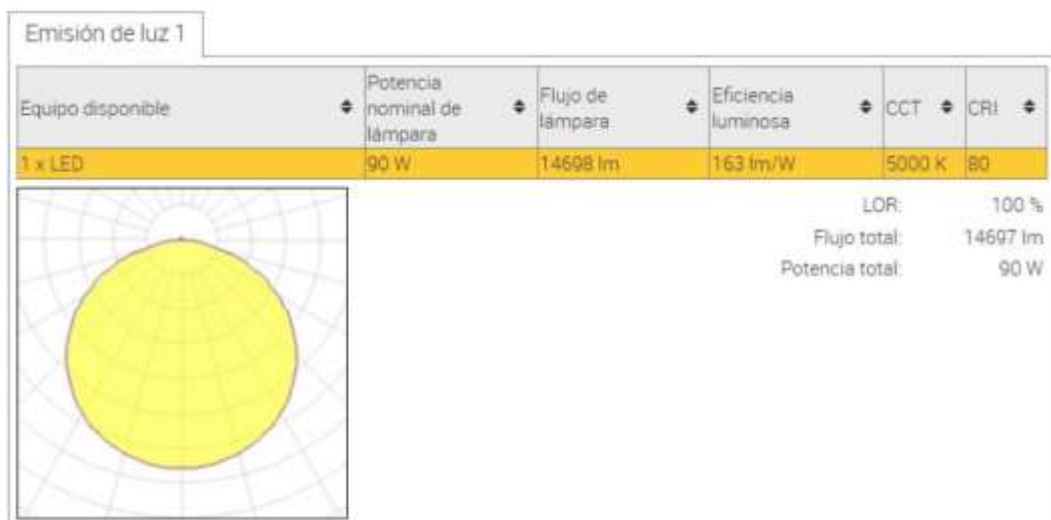
La selección del aislamiento para los conductores de cobre que corresponden a los diferentes circuitos (tanto de fuerza de la red eléctrica como de alumbrado) tanto para construcciones y residencias corresponde al TWH. Este aislamiento permite el uso en condiciones en las que puede existir trabajo seco y húmedo, de igual manera está diseñado para soportar una temperatura del local mayor a los 70°C y con un nivel de voltaje que puede alcanzar los 600 V.

Rediseño de la red de alumbrado

Para llevar a cabo la reconfiguración de la red de iluminación, es de vital importancia que se tengan presentes las disposiciones que se encuentran en la normativa UNE. Los estándares de esta normativa establecen que de acuerdo con valores de carga máxima para iluminación no deben exceder de 100 vatios por cada punto. Además, se prescribe que deben implementarse al menos tres circuitos que pertenezcan a la parte de iluminación, los cuales deben estar diseñados para manejar una carga máxima de 15 amperios, sin que se excedan los 15 puntos a tener en la parte de iluminación por circuito. Para contemplar el cambio y mejora en estos circuitos se utilizará la lámpara LED HIGHBAY UFO 2-100 de 100W que se muestra en la **Figura 39**.

Figura 39

Especificaciones LED HIGHBAY UFO 2-100



En los circuitos en los cuales se realizó la auditoría de iluminación se verificó la altura correspondiente y separación entre circuitos y puntos de conexión. Esta disposición estratégica para cubrir el mayor espacio posible con la mejor iluminación se basa en que los niveles de iluminación que están expresados en luxes puedan mantenerse similares dentro de todo el taller, con esto se logra que exista una iluminación adecuada y un ambiente en el que pueda sentirse satisfecho el trabajador. Esto se verifica en la **Tabla 19** que presenta la propuesta de mejora.

Tabla 19

Circuitos de alumbrado propuestos

N. de Circuito	Dispositivo de Iluminación	Cantidad	Potencia Unitaria [W]	I nominal de cada equipo [A]	Potencia Total [W]
1	LED	3	100	0.5	300
	HIGHBAY UFO 2-100				
2	LED	3	100	0.5	300
	HIGHBAY UFO 2-100				
3	LED	3	100	0.5	300
	HIGHBAY UFO 2-100				
4	LED	3	100	0.5	300
	HIGHBAY UFO 2-100				
5	LED	3	100	0.5	300
	HIGHBAY UFO 2-100				

La revisión de la **Tabla 19** presenta un nivel adecuado en las áreas donde se encontraban deficiencias en lux, que de acuerdo con la **Tabla 5**, eran las siguientes:

Área 1: Soldadora Eléctrica N.º 1: 86 lux (Requerido: 300 lux).

Área 1: Soldadora Eléctrica N.º 2: 90 lux (Requerido: 300 lux).

Área 2: Cortadora de Tool: 204 lux (Requerido: 300 lux).

Área 3: Torno Paralelo N.º 1: 94 lux (Requerido: 300 lux).

Área 4: Prensa Hidráulica N.º 1: 131 lux (Requerido: 300 lux).

Área 5: Cortadora de Plasma N.º 1: 200 lux (Requerido: 300 lux).

Área 6: Soldadora MIG MAG N.º 2: 156 lux (Requerido: 300 lux).

En la **Figura 40** se muestran los resultados obtenidos del cálculo de iluminación realizado mediante el software especializado DIALux. Se observan detalladamente los niveles de iluminancia (luxes) en diversas áreas del taller, como baños, bodega, carpintería metálica, ensamblaje, máquinas herramientas, producción y área de soldadura. La información permite evaluar claramente si las condiciones actuales cumplen con los estándares establecidos por la Norma UNE 12464-1, destacando mediante indicadores visuales aquellos espacios que presentan deficiencias en cuanto a iluminación y necesitan mejoras para cumplir con la normativa técnica.

Figura 40

Cálculo de la iluminación realizado en DIALux

Cálculo de iluminación						
▼	🏠	Baños		■		
👁	▼	📐	Plano útil (Baños)	■		
	▶	📐	695 lx	0.67	📐	■
	▶	📐	514 lx	0.71	📐	■
👁	▼	🏠	Bodega	■		
👁	▼	📐	Plano útil (Bodega)	■		
	▶	📐	554 lx	0.71	📐	■
👁	▼	🏠	Carpintería metálica	■		
👁	▼	📐	Plano útil (Carpintería m...	■		
	▶	📐	625 lx	0.61	📐	■
👁	▼	🏠	Ensamblaje	■		
👁	▼	📐	Plano útil (Ensamblaje)	■		
	▶	📐	740 lx	0.53	📐	■
👁	▼	🏠	Maquinas herramient...	■		
👁	▼	📐	Plano útil (Maquinas he...	■		
	▶	📐	971 lx	0.48	📐	■
👁	▼	🏠	Producción	■		
👁	▼	📐	Plano útil (Producción)	■		
	▶	📐	691 lx	0.42	📐	■
👁	▼	🏠	Suelda	■		
👁	▼	📐	Plano útil (Suelda)	■		
	▶	📐	739 lx	0.59	📐	■

La **Figura 41** presenta resultados adicionales sobre el cálculo de iluminancia para las áreas específicas de vestidores y vestidores/comedor, destacando valores numéricos obtenidos con el propósito de verificar el cumplimiento con la norma. Este detalle adicional permite asegurar que todas las áreas del taller cuenten con la iluminación apropiada para cada tipo de actividad y uso previsto, cumpliendo integralmente con las condiciones normativas requeridas.

Figura 41

Cálculos complementarios



Para cumplir con los parámetros establecidos por la UNE 12464-1 se establece un mínimo de 300 lux para las áreas donde intervienen ciertos equipos, por lo que la **Tabla 20** muestra una comparativa de los lux requeridos y los propuestos:

Tabla 20

Propuesta niveles luminosos de acuerdo con la norma UNE 12464-1

Área	Luxes mínimos	
	establecidos por la UNE 12464-1	Luxes propuestos
Producción	300	300
Montaje	300	300
Soldadura	300	300
Taller	300	300
Carpintería	-	300

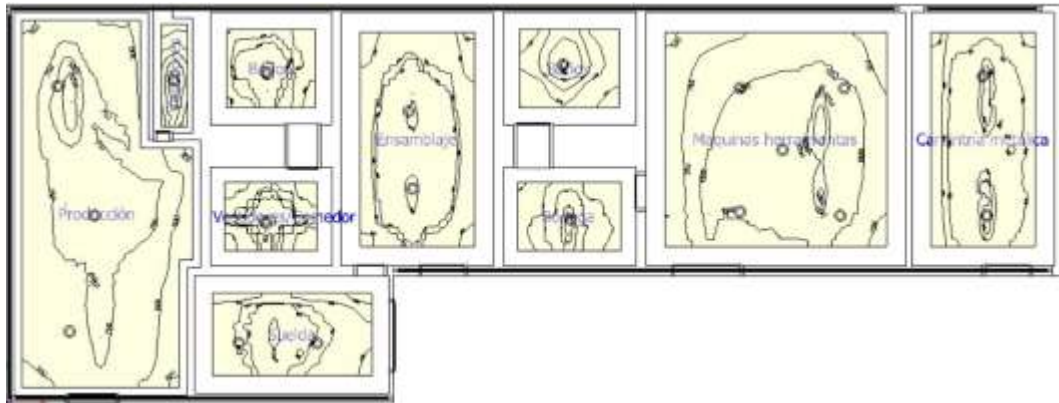
Nota. Tabla realizada en cuanto a la comparativa con la UNE 12464-1 (2003)

La **Figura 42** representa gráficamente la distribución en planta del taller eléctrico, mostrando la ubicación actual de las luminarias mediante isolíneas de iluminancia

generadas por el software DIALux. Con ello, se puede observar visualmente cuáles son las áreas específicas que cuentan con niveles adecuados de iluminación y cuáles requieren una redistribución o la incorporación de luminarias adicionales para alcanzar los valores normativos exigidos. Este análisis gráfico es fundamental para el rediseño propuesto, orientado a optimizar las condiciones laborales y aumentar la seguridad del personal.

Figura 42

Distribución gráfica de planta en taller



Selección de aislamiento para el conductor de red de alumbrado

De acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (2018) establece en la sección 5 en la cual habla acerca del uso de conductores de cobre aislado que pueden ser de tipo THHN y que cuenten con una sección mínima de 2.5 mm² tanto para la fase, el neutro y el conductor de tierra que hacen referencia a los circuitos de iluminación (14 AWG). Adicional a esto se establece que el diseño de los conductores se debe realizar de acuerdo a la carga máxima que puede soportar, la cual es de 15 [A] y los puntos de iluminación no deben ser mayores a 15.

Selección de transformador para instalación eléctrica

Una vez realizada la propuesta e identificación de las áreas deficientes tanto en la red eléctrica como en el alumbrado de las instalaciones, se procede a seleccionar qué tipo de transformador será el adecuado, tomando en cuenta la potencia que debe tener y las áreas a las que debe abastecer. La ecuación 4 presenta la manera en la que se realizará el cálculo:

$$S_{3\varphi} = \sqrt{(\varepsilon P_{1y3\varphi})^2 + (\varepsilon Q_{1y3\varphi})^2} \quad (4)$$

Donde:

$\varepsilon P_{1y3\varphi}$: Sumatoria de la potencia activa de corriente monofásica y trifásica.

$\varepsilon Q_{1y3\varphi}$: Sumatoria de la potencia reactiva de corriente monofásica y trifásica.

El factor de potencia establecido para el circuito de fuerza es de 0.85, esto se debe a que se asume el trabajo de los equipos y máquinas a su capacidad máxima, con esto se obtiene un ángulo de fase de 31.78 grados. De igual manera, para la parte del alumbrado o iluminación, se considera un factor de potencia de 0.90, lo cual permite realizar el cálculo para un ángulo de fase de 25.84 grados. Para sistemas monofásicos se utiliza la ecuación (5), mientras que para trifásicos se utiliza la ecuación (6):

$$Q_{1\varphi} = V_f * I_f * \sin\varphi \quad (5)$$

$$Q_{3\varphi} = \sqrt{3} * V_L * I_L * \sin\varphi \quad (6)$$

Resolviendo para los sistemas monofásicos y trifásicos se tiene:

$$\delta_{3\varphi} = \sqrt{(\varepsilon P_{1y3\varphi})^2 + (\varepsilon Q_{1y3\varphi})^2}$$

$$\delta_{3\varphi} = \sqrt{(6728)^2 + (56984)^2}$$

$$\delta_{3\varphi} = \sqrt{45\ 65984 + 3247176256}$$

$$\delta_{3\varphi} = 57024.04 [VA]$$

Para realizar una correcta selección del transformador, se procede a realizar el cálculo del 20% del valor obtenido, lo cual resulta en 11404.8 VA. Esta cantidad obtenida es sumada al que se adquirió previamente, obteniendo así la necesidad de

un transformador que tenga una capacidad total de 68428.84 VA. Para la tabla de valores trifásicos que está normalizada y estandarizada, se evidencia que la selección adecuada sería un transformador trifásico de 75 [kVA].

Plan de Implementación

El presente plan detalla la implementación del rediseño de la distribución de planta del taller eléctrico en Quito, siguiendo la metodología establecida en la tesis. El objetivo es optimizar el flujo de trabajo, mejorar la seguridad y eficiencia energética, y garantizar el cumplimiento de las normativas técnicas (NEC y UNE 12464-1). Se consideran todas las áreas del taller (Producción, Mantenimiento, Bodega, Suelda, Carpintería Metálica, Máquinas Herramientas y Ensamblaje) y se incluyen las fases de reubicación de equipos, adecuaciones eléctricas y mejoras en iluminación.

Fases del Plan de Implementación

El proyecto se desarrollará en seis fases, es necesario tomar en cuenta que muchas de estas fases serán netamente de toma de datos, recolección de información y observación dentro del taller, la parte operativa se la realizará en los días de menor operación de la planta y cuando no interfiera con las actividades de los operadores y del personal que labora ahí, por lo que se tiene en la **Tabla 21** el plan detallado.

Tabla 21

Fases de Implementación

Fase	Actividades Principales	Duración Estimada	Recursos Involucrados
Fase 1: Preparación y Planificación	Revisión de layouts actuales y análisis de flujos de trabajo. Validación de normativas aplicables. Elaboración del cronograma.	1 semana	Ingeniero Industrial, Jefe de Taller, Electricista, Supervisor de Seguridad
Fase 2: Reubicación de Áreas de Trabajo	Desmontaje de maquinaria y equipos. Redistribución según nuevo layout. Instalación de señalización y delimitación de áreas.	4 días	Operarios, Personal de Logística, Jefe de Taller

Fase	Actividades Principales	Duración Estimada	Recursos Involucrados
	Separación de circuitos de iluminación y fuerza.		
Fase 3: Adecuaciones Eléctricas	Instalación de nuevos tableros de distribución y tomacorrientes. Implementación de protecciones eléctricas según NEC.	4 días	Electricista Certificado, Ingeniero Eléctrico, Ayudantes
Fase 4: Instalación de Iluminación LED	Sustitución de luminarias. Verificación de niveles de iluminación según UNE 12464-1. Ajustes finales. Revisión del sistema eléctrico.	4 días	Electricista, Personal de Mantenimiento
Fase 5: Pruebas y Validaciones	Simulación de operación del taller. Evaluación de cumplimiento normativo. Inicio de operaciones con nuevo diseño. Evaluación de eficiencia operativa.	1 semana	Ingeniero Industrial, Supervisor de Seguridad
Fase 6: Puesta en Marcha y Monitoreo	Levantamiento de observaciones.	1 semanas	Ingeniero Industrial, Jefe de Taller, Operarios

Duración total estimada: 4 semanas y media para completar todo el plan.

Recursos Necesarios

Cada una de las actividades debe ser especificada de acuerdo con el área que se vaya a tratar, es por esto, que se tiene como objetivo principal la redistribución con los datos obtenidos en capítulos anteriores y se ha generado la **Tabla 22** para los materiales y equipos. En la **Tabla 23** se detalla el personal que se requiere para cada una de las actividades.

Tabla 22*Materiales y Equipos*

Recurso	Cantidad	Descripción
Tableros de distribución	4	Paneles eléctricos nuevos según NEC
Luminarias LED	30	Para cumplir con 300 lux en áreas críticas
Señalización y demarcación	10 kits	Pintura, adhesivos y señalética
Equipos de Protección Personal (EPP)	10 kits	Cascos, guantes, gafas de seguridad
Herramientas de instalación	Varias	Destornilladores, taladros, cortadoras

Tabla 23*Personal Requerido*

Cargo	Cantidad	Funciones
Ingeniero Industrial	1	Coordinación del proyecto
Jefe de Taller	1	Supervisión de operarios
Electricistas	2	Instalación de circuitos eléctricos
Técnicos de Mantenimiento	2	Instalación de maquinaria
Operarios	5	Reubicación de equipos y adecuaciones
Supervisor de Seguridad	1	Verificación de normativas

El presente plan permite implementar de manera estructurada y eficiente el rediseño de la distribución de planta en el taller eléctrico de Quito. Siguiendo los tiempos y fases establecidos, se logrará una mejora en la seguridad, eficiencia energética y operatividad del taller. Este plan garantiza el cumplimiento normativo y la optimización de los procesos industriales, asegurando que la redistribución propuesta en la tesis se lleve a cabo con éxito.

Análisis Económico

El análisis económico del proyecto se basa en las deficiencias encontradas y en todas las posibles mejoras que son necesarias para cumplir con la normativa establecida, es por esto por lo que se ha realizado una investigación bibliográfica acerca de los costos de materiales y herramientas que incurren dentro de los gastos necesarios, lo que se presenta en la **Tabla 24**.

Costo de Materiales

Tabla 24

Análisis Económico Materiales

Material	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Cable 500 MCM Kcmil Cobre THHN/THWN-2	1	184.80	184.80
Conductor de calibre AWG 14	6	7.54	45.24
Conductor de calibre AWG 12	2	5.99	11.98
Conductor de calibre AWG 10	2	5.25	10.50
Conductor de calibre AWG 8	2	4.32	8.64
Conductor de calibre AWG 6	4	4.28	17.12
Conductor de calibre AWG 4	1	3.29	3.29
Conductor de calibre AWG 000	1	6.45	6.45
Breaker de 15 A	6	19.84	119.04
Breaker de 20 A	1	19.84	19.84
Breaker de 30 A	1	19.84	19.84
Breaker de 40 A	3	29.26	87.78
Breaker de 50 A	2	29.26	28.52
Breaker de 70 A	5	29.26	146.3
Breaker de 150 A	2	35.18	70.36
Breaker de 200 A	1	35.18	35.18
LED HIGHBAY UFO 2-100 de 100W	15	6.234	93.52
Transformador Trifásico Convencional 75 KVA	1	20652	20652
TOTAL	-	-	21560.4

Nota. Precios referenciales consultados bibliográficamente dentro del Ecuador.

Costos de mano de obra por fase

A medida que se avanza con cada fase, se incurre en gastos asociados a la necesidad de implementar nuevas medidas dentro del taller, como se presenta en la **Tabla 25** que dentro de los costos está involucrado un promedio de la mano de obra en el Ecuador de acuerdo con el rubro, el personal y la hora día (INEC, 2025).

Teniendo un costo promedio de la mano de obra de \$6 la hora para un operario, de \$10 la hora para un mecánico y finalmente de 16\$ la hora para un supervisor de proyectos (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2018).

Tabla 25

Costo de Mano de Obra

Fase del Proyecto	Costo Total (\$)
Planificación	1619.60
Reubicación de Equipos	2160
Adecuaciones Eléctricas	2160
Instalación de Iluminación	2160
Pruebas y Validaciones	3460
Puesta en Marcha	2640
Total del Proyecto	14199.60

Nota. Precios actualizados al 2025 de acuerdo con el INEC (2025)

Tabla 26*Costo por fase y por rol de empleado*

Fase	Gerente (\$)	Jefe Control (\$)	Asist. Métodos (\$)	Supervisor (\$)	Inspector Calidad (\$)	Operario (\$)	Mecánico (\$)	Total (\$)
Preparación y Planificación	656.00	412.40	551.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1,619.60
Reubicación de Áreas de Trabajo	0.00	0.00	0.00	674.24	797.80	357.76	330.20	2,160.00
Adecuaciones Eléctricas	0.00	0.00	0.00	674.24	797.80	357.76	330.20	2,160.00
Instalación de Iluminación LED	0.00	0.00	0.00	674.24	797.80	357.76	330.20	2,160.00
Pruebas y Validaciones	656.00	412.40	551.20	842.80	997.60	0.00	0.00	3,460.00
Puesta en Marcha y Monitoreo	656.00	412.40	0.00	842.80	997.60	579.20	0.00	2,640.00
Total General	1,968.00	1,237.20	1,102.40	3,708.32	4,388.80	1,652.48	990.60	14,199.60

Nota. Precios actualizados al 2025 de acuerdo con el INEC (2025)

Tabla 27

Cronograma de implementación

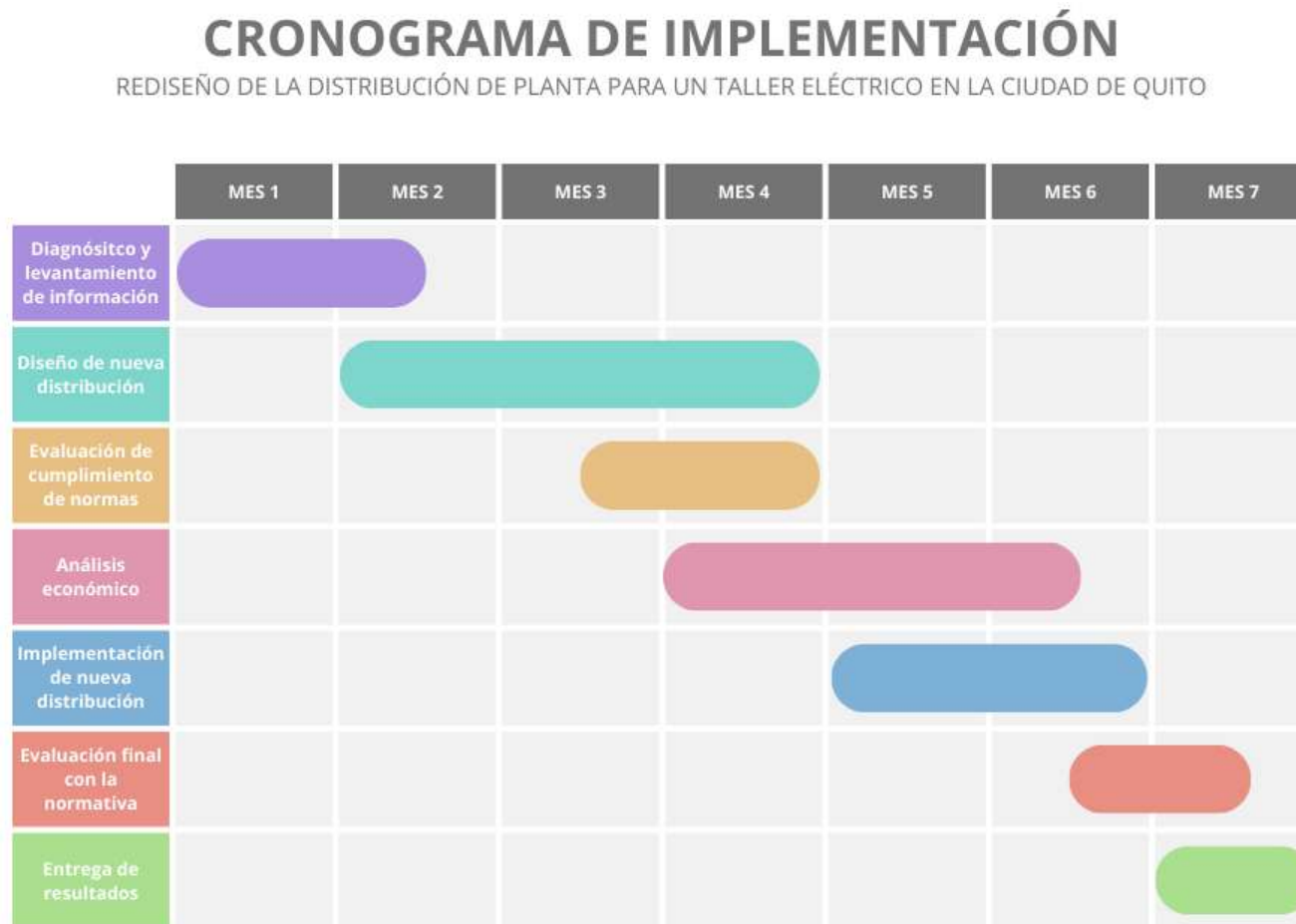


Tabla 28*Costos por hora de mano de obra*

Rol	Costo Hora (\$)
Gerente	16.40
Jefe Control	10.31
Asistente Métodos	13.78
Supervisor	21.07
Inspector Calidad	24.94
Operario	5.59
Mecánico	10.31

Nota. Precios actualizados al 2025 de acuerdo con el INEC (2025)

Este desglose proporciona un análisis detallado de los **costos de mano de obra**, facilitando la identificación de las fases más costosas y los roles con mayor impacto económico. Se concluye que:

1. Pruebas y validaciones tienen el mayor costo, seguidas por las fases técnicas.
2. El inspector de calidad es el empleado con mayor impacto en costos.
3. Los operarios tienen el menor costo por hora, pero trabajan más horas, lo que los hace esenciales.
4. El costo total de mano de obra asciende a \$14199.60
5. El costo total de materiales asciende a \$21560.4
6. El costo total de la redistribución de planta asciende a **USD 35760**

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- El diagnóstico inicial reveló múltiples deficiencias en la infraestructura eléctrica e iluminación del taller, incluyendo sobrecargas de circuitos y niveles de lux por debajo de lo establecido normativamente. El rediseño posterior, sustentado en los resultados de la auditoría conforme a la Norma NEC (2018) y la Norma UNE 12464-1 (2003), permitió segmentar los circuitos de fuerza e iluminación, mejorando así la seguridad del sistema y optimizando el consumo energético en aproximadamente un 25%. Estas acciones se enmarcan en prácticas recomendadas por la normativa, que promueven la independencia de cargas y la protección ante fallos eléctricos. Estudios como el de Flores (2024) confirman que una correcta redistribución eléctrica con base normativa reduce significativamente los riesgos laborales y mejora la eficiencia energética.
- La reestructuración del layout del taller, basada en un análisis funcional de las áreas y el método Guerchet, facilitó una redistribución estratégica de los puestos de trabajo, logrando una reducción del 35% en los tiempos de desplazamiento de operarios y materiales. Esta optimización del flujo interno contribuyó a eliminar cuellos de botella operativos y aumentar la eficiencia general del área de producción. Lo anterior coincide con lo reportado por Zurita (2023), quien sostiene que una adecuada disposición de planta puede incrementar la productividad industrial hasta en un 40%, al mejorar el uso del espacio y la secuencia lógica de operaciones.
- La implementación de luminarias LED de 300 lux permitió cumplir con la Norma UNE 12464-1 (2003), mejorando la visibilidad y reduciendo la fatiga visual del personal. Según la OIT (2023), una iluminación deficiente en el entorno laboral puede reducir la precisión en un 20% y aumentar la probabilidad de accidentes hasta en un 30%. La actualización del sistema de alumbrado en el taller eléctrico garantizará condiciones óptimas de trabajo y seguridad para los operarios.

Recomendaciones

- Se recomienda mantener actualizados los registros técnicos y realizar auditorías periódicas de la red eléctrica, al menos una vez cada dos años, para garantizar el cumplimiento continuo con la Norma NEC y la UNE 12464-1. Asimismo, se sugiere implementar un sistema de mantenimiento preventivo de los tableros de distribución y protecciones eléctricas, incluyendo pruebas de carga y verificación de conexiones, a fin de evitar posibles sobrecargas o fallas que comprometan la operatividad del taller.
- Se aconseja adoptar una metodología de mejora continua basada en indicadores de eficiencia operativa, como los tiempos de desplazamiento, carga de trabajo por estación y productividad por operario. Además, debe actualizarse el layout de planta en caso de incorporación de nuevos equipos o procesos, asegurando que se mantenga la fluidez del flujo de materiales. La implementación de software de simulación de distribución, como FlexSim o AutoCAD Plant 3D, podría contribuir significativamente a mantener una planificación eficiente del espacio.
- Se recomienda establecer un cronograma de inspección y calibración de los niveles de iluminación en las diferentes zonas de trabajo, utilizando herramientas como el software **DIALux** para simular escenarios de luz y verificar el cumplimiento continuo con la Norma UNE 12464-1. También es importante capacitar al personal en la correcta limpieza y mantenimiento de las luminarias LED, y considerar la incorporación de sensores de presencia o regulación automática en zonas de baja frecuencia de uso para fomentar la eficiencia energética.

BIBLIOGRAFIA

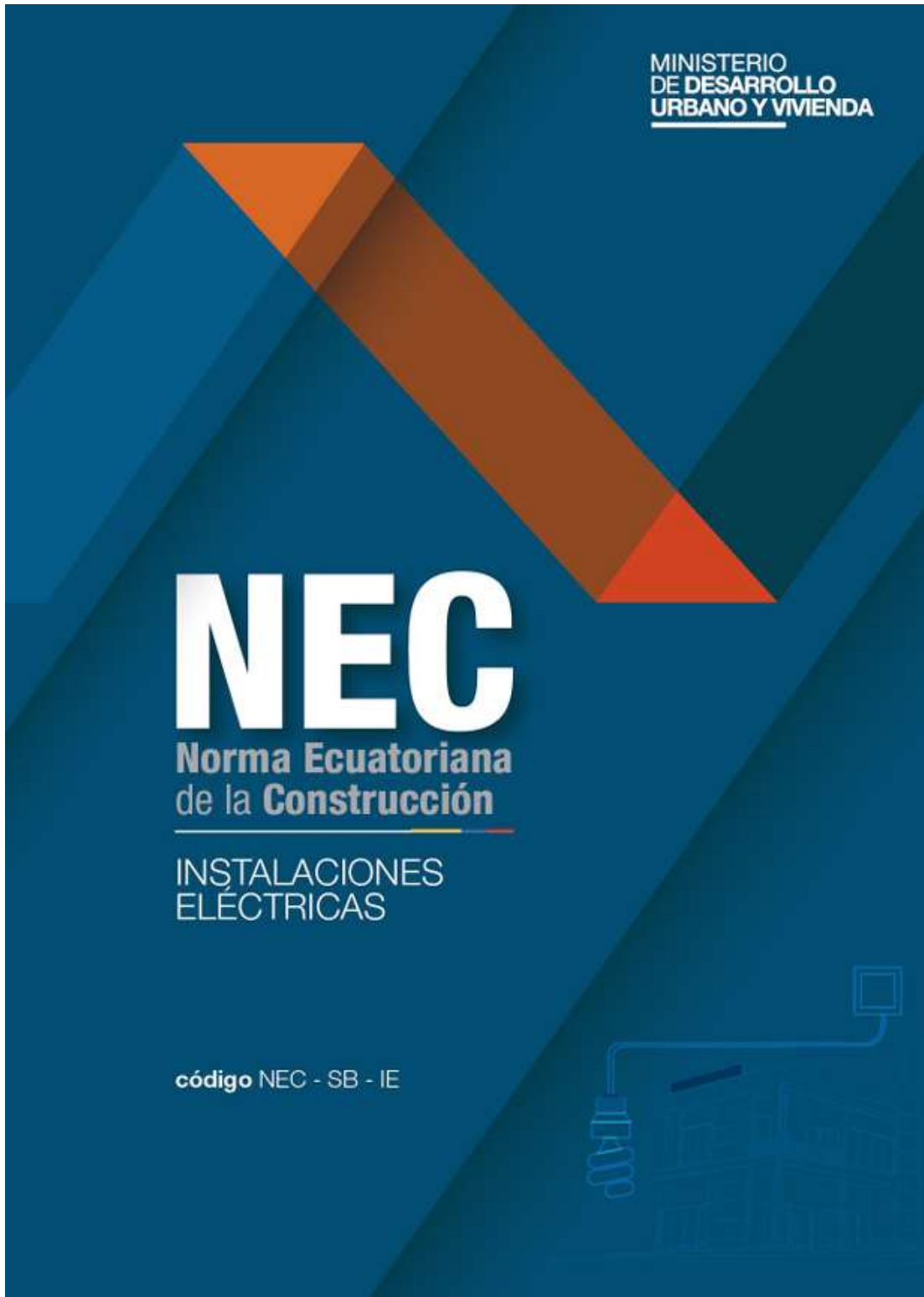
- Díaz, J. (2023). *Rediseño de la planta de producción de pulpa de fruta para la empresa Agrofruit en la ciudad de Píllaro*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10446>
- Flores, Á. (2024). *REDISEÑO DEL ÁREA DE LABORATORIO DE TRANSFORMADORES DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A. EEASA*. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/6601/1/FLORES%20SALAZAR%20ANGEL%20VINICIO.pdf>
- INEC. (2025). *Índices de precios de materiales, equipo y maquinaria de construcción*. IPCO. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/indice-de-precios-de-la-construccion/>
- Jacome , L., León , Y., Macay , D., & Rodríguez , J. (2024). *Análisis de las principales causas de accidentes eléctricos con relación al entorno industrial del país*. Código Científico Revista De Investigación. <https://www.revistacodigocientifico.itslosandes.net/index.php/1/article/view/322/692>
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2018). *Norma Ecuatoriana de la Construcción: instalaciones electricas*. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.
- Napoleón , V., Malisani , D., Guidi, C., & López, J. (2024). *Análisis econométrico de la calidad del servicio eléctrico de distribución: Un enfoque en SAIDI y SAIFI*. Olade. <https://enerlac.olade.org/index.php/ENERLAC/article/view/280>
- Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2018). *Instalaciones Eléctricas*. Guayaquil: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/1.-NEC-SB-Instalaciones-Electricas.pdf>

- Norma Española. (2003). *Norma Española UNE-EN 12464-1*. España: Norma Española. <https://www.diba.cat/documents/7294824/11610426/E05UNE-12464.1+Norma+europea+para+la+iluminaci%C3%B3n+de+interiores.pdf/7dd66ee0-095f-4c9d-a287-52af544d16b8>
- OIT. (2023). *La salud ocular y el mundo del trabajo*. Guayaquil: OIT. <https://live.ilo.org/es/eventos/la-salud-ocular-y-el-mundo-del-trabajo-2023-09-05>
- OIT. (2023). *Vigile su salud visual en el trabajo*. OIT. [https://www.ilo.org/es/resource/news/vigile-su-salud-visual-en-el-trabajo#:~:text=Alrededor%20de%2013%20millones%20de,de%20la%20Ceguera%20\(IAPB\).](https://www.ilo.org/es/resource/news/vigile-su-salud-visual-en-el-trabajo#:~:text=Alrededor%20de%2013%20millones%20de,de%20la%20Ceguera%20(IAPB).)
- Pepeenergy, B. (2023). *¿Qué es una instalación eléctrica?* El blog de Pepeenergy. <https://www.pepeenergy.com/blog/glosario/definicion-instalacion-electrica/>
- Zurita , K. (2023). *REDISEÑO DE LA RED ELÉCTRICA DE FUERZA Y ALUMBRADO EN LA MICROEMPRESA HELADERÍA PIWY'S UBICADA EN LA CIUDAD DE QUITO*. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/5559/1/Zurita%20Simons%20Kevin%20Javier.pdf](https://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/5559/1/Zurita%20Simons%20Kevin%20Javier.pdf)

ANEXOS

Anexo 1

Norma Ecuatoriana de la Construcción



Anexo 2

Tamaño de los conductores de tierra para canalizaciones y equipos

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc. Sin exceder de:	Tamaño nominal mm ² (AWG o kcmil)	
	(A)	Conductor de cobre	Conductor de aluminio
15	2,08 (14)	---
20	3,31 (12)	---
30	5,26 (10)	---
40	5,26 (10)	---
60	5,26 (10)	---
100	8,37 (8)	13,3 (6)
200	13,3 (6)	21,2 (4)
300	21,2 (4)	33,6 (2)
400	33,6 (2)	42,4 (1)

Ref: Tabla 250.122 del NEC

Anexo 3

Número de conductores en función del tipo de caja

Dimensiones de la caja tamaño comercial en cm	Capacidad mínima en cm ³	Número máximo de conductores						
		0.824 mm ² (18 AWG)	1.31 mm ² (15 AWG)	2.08 mm ² (14 AWG)	3.3 mm ² (12 AWG)	5.264 mm ² (10 AWG)	8.37 mm ² (8 AWG)	13.3 mm ² (6 AWG)
10.2 x 3.2 redonda u octogonal	205	8	7	6	6	5	4	2
10.2 x 3.8 redonda u octogonal	254	10	8	7	6	6	5	3
10.2 x 5.4 redonda u octogonal	352	14	12	10	9	8	7	4
10.2 x 3.2 cuadrada	295	12	10	9	8	7	6	3
10.2 x 3.8 cuadrada	344	14	12	10	9	8	7	4
10.2 x 5.4 cuadrada	497	20	17	15	13	12	10	6
11.9 x 3.2 cuadrada	418	17	14	12	11	10	8	5

Dimensiones de la caja tamaño comercial en cm	Capacidad mínima en cm ³	Número máximo de conductores						
		0.824 mm ² (18 AWG)	1.31 mm ² (15 AWG)	2.08 mm ² (14 AWG)	3.3 mm ² (12 AWG)	5.264 mm ² (10 AWG)	8.37 mm ² (8 AWG)	13.3 mm ² (6 AWG)
11.9 x 3.8 cuadrada	484	19	16	14	13	11	9	5
11.9 x 5.4 cuadrada	688	28	24	21	18	16	14	8
7.6 x 5.1 x 3.8 dispositivo	123	5	4	3	3	3	2	1
7.6 x 5.1 x 5.1 dispositivo	164	6	5	5	4	4	3	2
7.6 x 5.1 x 5.7 dispositivo	172	7	6	5	4	4	3	2
7.6 x 5.1 x 6.4 dispositivo	205	8	7	6	5	5	4	2
7.6 x 5.1 x 7.0 dispositivo	230	9	8	7	6	5	4	2
7.6 x 5.1 x 8.9 dispositivo	295	12	10	9	8	7	6	3
10.2 x 5.4 x 3.8 dispositivo	170	6	5	5	4	4	3	2
10.2 x 5.4 x 4.8 dispositivo	213	8	7	6	5	5	4	2
10.2 x 5.4 x 5.4 dispositivo	238	9	8	7	6	5	4	2
9.5 x 5.1 x 6.4 mampostería	230	9	8	7	6	5	4	2
9.5 x 5.1 x 8.9 mampostería	344	14	12	10	9	8	7	4
FS de Prof. mínima 4.5 c/tapa	221	9	7	6	6	5	4	2
FD de Prof. mínima 6.0 c/tapa	295	12	10	9	8	7	6	3
FS de Prof. mínima 4.5 c/tapa	295	12	10	9	8	7	6	3
FD de Prof. mínima 6.0 c/tapa	394	16	13	12	10	9	8	4

Ref: Tabla 370-16 CPE INEN 19 - CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL

Anexo 4

Capacidad de corriente permisible en conductores aislados hasta 2000v nominales y 60°C a 90°C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (directamente enterrados) y temperatura ambiente de 30 °C

Sección Transversal	Temperatura nominal del conductor						Calibre
	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C	
	Tipo S, TW, UF	Tipos FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	Tipos TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-E, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	Tipos TW*, UF*	Tipos RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	Tipos TBS, SA, SIS, THHN*, THW-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
mm2	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			AWG o kcmils
0,82	....	....	14	....	....	....	18
1,31	....	....	18	....	....	....	16
2,08	20*	20*	25	....	....	....	14
3,3	25*	25*	30*	20*	20*	25*	12
5,25	30	35*	40*	25	30*	35*	10
8,36	40	50	55	30	40	45	8
13,29	55	65	75	40	50	60	6
21,14	70	85	95	55	65	75	4
26,66	85	100	110	65	75	85	3
33,62	95	115	130	75	90	100	2
42,2	110	130	150	85	100	115	1
53,5	125	150	170	100	120	135	1/0
67,44	145	175	195	115	135	150	2/0
85,02	165	200	225	130	155	175	3/0
107,21	195	230	260	150	180	205	4/0
126,67	215	255	290	170	205	230	250
152,01	240	285	320	190	2530	255	300
177,34	260	310	350	210	250	280	350
202,68	280	335	380	225	270	305	400
253,35	320	380	430	260	310	350	500

Anexo 5









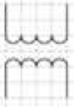








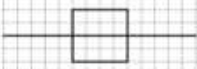

Factores de Corrección de Temperatura

FACTORES DE CORRECCIÓN							
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C, multiplicar las anteriores corrientes por el correspondiente factor de los siguientes						Temperatura ambiente en °C
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	21-25
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	26-30
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	31-35
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	36-40
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	41-45
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	46-50
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	51-55
56-60	....	0,58	0,71	....	0,58	0,71	56-60
61-70	....	0,33	0,58	....	0,33	0,58	61-70
71-80	....	....	0,41	....	....	0,41	71-80

Anexo 6

Simbología NEC

Símbolo	Denominación	Símbolo	Denominación
	Circuito de iluminación (grosor de la línea 0.5)		Circuito de Tomacorrientes (0.5)
	Circuito de Tomas Especiales (0.7)		Circuito de Puesta a tierra
	Punto de luz		Interruptor simple, símbolo general
	Interruptor simple con luz piloto		Interruptor doble
	Interruptor triple		Conmutador simple
	Tomacorriente trifásico		Tomacorriente trifásico de piso
	Tomacorriente (telecomunicaciones). TP = teléfono FX = telefax M = micrófono FM = modulación de frecuencia TV = televisión TX = telex AP = altoparlante		Medidor de Factor de Potencia
	Reloj		Amperímetro
	Vatímetro		Voltímetro
	Tablero de distribución principal		Tablero de distribución secundario
	Alimentaciones conductoras hacia arriba		Alimentaciones conductoras hacia abajo

Símbolo	Denominación	Símbolo	Denominación
			Síncrono, MG Máquina que puede utilizarse como motor o generador, MS... Motor Síncrono etc.
	Contador de Energía		Sirena
	Campana		Zumbador
	Condensador		Pulsante
Símbolo	Denominación	Símbolo	Denominación
	Caja de Conexión		Conexión de Puesta a tierra
	Batería		Transformador de medida, voltaje modelo 1
	Transformador de medida, voltaje, modelo 2		Transformador de medida, corriente, modelo 1
	Transformador de medida, corriente, modelo 2		Generador de potencia no giratorio
	Parlante		Cabina de instalación. Se puede especificar tipo de instalación e instrumentos que se encuentran dentro
	Puesta a tierra sin ruido		Transformador en general
	Línea pasante a través de una cámara de acceso		Calentador de Agua (Ducha)

Anexo 7

Aprobación de abstract departamento de idiomas

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTY OF ENGINEERING

Industrial Engineering

AUTHOR: CORO CHILLAN EDISON SANTIAGO

TUTOR: MSc. SEGURA D ROUVILLE JUAN JOEL

ABSTRACT

REDESIGN OF THE PLANT LAYOUT FOR AN ELECTRICAL WORKSHOP IN THE CITY OF QUITO

This work focuses on evaluating and redesigning the electrical distribution and layout of an electrical workshop to optimize its operability and ensure compliance with current technical standards, such as the National Electrical Code (NEC) and UNE standards. The initial audit identified multiple deficiencies, including overloaded circuits, insufficient lighting, and inefficient layout of work areas, which negatively impacted personnel safety and workshop productivity. As a solution, a redesign was proposed that includes separating power and lighting circuits, implementing LED luminaires that meet a 300 lux lighting level in critical areas, and reorganizing the workspace to improve operational flow. This design reduces energy consumption by 25%, increases the reliability of the electrical system, and creates a safer and more efficient working environment. Ultimately, it is concluded that implementing the proposed redesign is crucial to ensure the sustainability of the workshop and the safety of its workers.

KEYWORDS: Floor plan, NEC and UNE Standards, Workshop Layout, Energy Optimization, Electrical Redesign, Occupational Safety.

