

**PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN EN PLANTA POR PROCESOS.
PARA LA EMPRESA ELECTROACABADOS UBICADA EN LA CIUDAD
DE BUCARAMANGA S.A**



Maykol Yessid Morelli Campos, William David Zúñiga de la Hoz
Febrero 2022

Universidad Antonio Nariño
Magdalena

**PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN EN PLANTA POR PROCESOS
PARA LA EMPRESA ELECTROACABADOS UBICADA EN LA CIUDAD
DE BUCARAMANGA S.A**

Maykol Yessid Morelli Campos, William David Zúñiga de la Hoz
Febrero 2022

Universidad Antonio Nariño
Magdalena

NOTAS DEL AUTOR

Morelli Campos Maykol Yessid, Facultad de Ingeniería Industrial,
Universidad Antonio Nariño, Santa Marta.

Zúñiga de la Hoz William David, Facultad de Ingeniería Industrial,
Universidad Antonio Nariño, Santa Marta.

Eterno agradecimiento a la empresa Electroacabados por toda la
colaboración prestada para la elaboración de esta tesis.

Se hizo renuncia a software que no pudo ser encontrado de forma libre o
paga, por lo tanto, varios datos fueron omitidos en la elaboración de esta tesis.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer primero que todo a Dios por haberme dado la oportunidad de vivir cada día y haber estudiado esta carrera, a mis padres Jaime Morelli y Claudia campos por su amor y total apoyo en las decisiones que he tomado en la vida, mi hermana Nikkold Morelli, la niña de la casa que me ha dado también su apoyo cuando en ciertos puntos, me he llegado a arrepentir, a mi abuela Carmen Tapias y mi tía Gladys Tapias, que siempre han estado conmigo desde el momento en que nací como si fueran una segunda madre.

Quiero agradecer a Gustavo Solano, mi mejor amigo, mi hermano de otra madre, que siempre ha sido una persona que me ha ayudado sin pedir nada a cambio. A William Zúñiga, mi compañero de colegio y de carrera que siempre ha conseguido hacer que cada trabajo sea algo fuera de una simple rutina. También a Elías Cespedes, otro hermano que me acompaño en momentos de desespero y por último a Sergio “checo” Pérez, piloto de formula 1 que con su frase y su ejemplo “Never give up” me sirvió de inspiración para todos los retos de la vida.

Maykol Morelli

A mi perrita Ginny

William Zúñiga

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	4
ABSTRACT.....	5
Certificado C2 de ingles 03/05/22	¡Error! Marcador no definido.
Línea de Investigación	6
Semillero de Investigación.....	6
INTRODUCCIÓN	7
Planteamiento del problema.....	7
Formulación del problema	8
JUSTIFICACIÓN	9
OBJETIVOS	11
General.....	11
Específicos	11
MARCO REFERENCIAL.....	12
Antecedentes	12
Marco Teórico.....	19
Marco Conceptual.....	21
Marco Geográfico	23
o Barrancabermeja – Bucaramanga – Cúcuta	24
Marco Legal	27
Marco Académico.....	28
o Relación con las líneas de investigación de la Facultad	28
o Relación con la misión del programa de Ingeniería Industrial	29
o Relación con la visión del programa de Ingeniería Industrial	29
o Relación con los Objetivos del programa de Ingeniería Industrial	29
o Asignaturas del programa aplicadas en el trabajo de grado.....	29
o Competencias que se muestran en el desarrollo del trabajo de grado.....	30
DISEÑO METODOLÓGICO.....	31
Tipo y Enfoques de Investigación.....	31
Variables de Medición	31
Recolección y Análisis de Datos.....	32
Unidad de Estudio o Muestra.....	33
Fases y Actividades Metodológicas.....	33
Generalidades de la empresa.....	35
BIBLIOGRAFIA	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	36
Tabla 2	36
Tabla 3	37
Tabla 4	40
Tabla 5	42
Tabla 6	43
Tabla 7	44
Tabla 8	49
Tabla 9	50
Tabla 10	52
Tabla 11	53
Tabla 12	54
Tabla 13	55
Tabla 14	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	38
Figura 2	39
Figura 3	45
Figura 4	46
Figura 3	47
Figura 4	51
Figura 5	55
Figura 6	56
Figura 7	58
Figura 8	59
Figura 9	60
Figura 10	61
Figura 11	62
Figura 12	63
Figura 13	64
Figura 14	65

RESUMEN

En el presente trabajo de grado nuestro principal objetivo es “proponer una nueva distribución de planta para la empresa Electroacabados “utilizando herramientas claves de ingeniería, de forma que todas las personas que lean este documento puedan entender de manera clara y sencilla como elaborar una.

Comenzamos el diagnóstico en base a la situación actual de la planta, mediante una recolección de datos relacionados con las características generales de la empresa y se determina las fortalezas y debilidades que presenta la empresa, dando mayor importancia a los hallazgos en el proceso productivo de la planta.

Buscamos determinar un análisis donde los factores que influyen a la empresa se encuentran en el flujo de materiales, el factor humano, la maquinaria y donde se observa la necesidad de realizar varias soluciones para su posterior evaluación y poder ser implementadas dentro de la planta de producción, de esta manera se determina realizar una distribución en planta.

La problemática de la empresa y su situación actual, la comparación de las herramientas con las cuales aplicaremos la distribución de planta y la implementación del nuevo diseño en una herramienta interactiva como lo es Minecraft con la cual esperamos muchas personas puedan entrar y conocer más de este ambiente.

Se realiza un análisis de relaciones en los procesos y se evalúa la utilización del espacio en la planta, determinando los objetivos a alcanzar en la implementación de planta, se realiza tres soluciones para implementar por fases y se analizan los resultados obtenidos por cada solución planteada y su impacto en el proceso productivo de la empresa.

ABSTRACT

In this degree work our main objective is to "propose a new plant layout for the company Electroacabados" using key engineering tools, so that everyone who reads this document can understand in a clear and simple way how to develop one.

We started the diagnosis based on the current situation of the plant, by collecting data related to the general characteristics of the company and determining the strengths and weaknesses of the company, giving greater importance to the findings in the production process of the plant.

We seek to determine an analysis where the factors that influence the company are found in the flow of materials, the human factor, machinery and where the need for several solutions for further evaluation and to be implemented within the production plant is observed, in this way it is determined to make a plant layout.

The problems of the company and its current situation, the comparison of the tools with which we will apply the plant layout and the implementation of the new design in an interacti

Línea de Investigación

Esta propuesta se encuentra dentro de la línea productividad y competitividad e innovación en la facultad de ingeniería industrial.

Semillero de Investigación

Hasta el momento, por ser una propuesta, sujeta aprobación y a un visto bueno por el comité de grado, aún no se encuentra vinculada a un grupo de semillero de investigación, sin embargo, los autores estamos abiertos a desarrollarla en los grupos afines de la misma si se requiere.

INTRODUCCIÓN

Planteamiento del problema

En este proyecto se pretende dar solución a los problemas de espacio, orden y limpieza que tiene la empresa ELECTROACABADOS S.A, ubicada en la ciudad de Bucaramanga. Dedicada al tratamiento y revestimiento de metales, específicamente perforado y pintura en polvo, manejando estándares de calidad muy altos en la ciudad, siendo de las mejores en su área.

La empresa ELECTROACABADOS S.A en los últimos tiempos ha tenido un crecimiento grande en la industria, por lo cual han notado que el espacio que llevan bastante tiempo utilizando se puede aprovechar de una mejor manera, asignando correctamente los recursos con los que ya cuenta (materiales, instalaciones, maquinaria y equipo) porque su distribución actual hace que el ambiente laboral en el que se encuentran estos recursos más los trabajadores, se vea desordenado. Lo anterior fue validado en una entrevista a la asistente de gerencia, Lucila Duran el día 21 de septiembre del 2021.

Dadas las características de esta problemática se considera apropiado iniciar una reordenación de una distribución ya existente en el cual se mejore la eficiencia y el ámbito visual de la empresa a largo plazo, manteniendo el cumplimiento de los objetivos que la empresa ha ido logrando.

Se pretende aprovechar la situación para iniciar un proceso de delimitación de zonas de trabajo totalmente visibles y nuevas, dando un aspecto más profesional y

principalmente para que los trabajadores eviten estar en riesgo utilizando sus elementos de protección dependiendo del lugar en el que se encuentren. También, la necesidad de ubicar los desechos de la empresa es existente, por eso se propondría reubicar y mejorar esta zona en la cual se depositan recortes de metales, botellas, cajas, etc.... también material que no es reciclable y que se dispondría al sistema de recolección de basuras local.

También a esta problemática se le puede añadir que no hay un espacio delimitado para el almacén (espacio en el cual se depositan los pedidos a iniciar y finalizados). Lo anterior fue detectado en una visita virtual realizada el día 21 de septiembre del 2021

Formulación del problema

¿Qué nueva distribución en planta requiere la compañía para el aprovechamiento de sus espacios?

JUSTIFICACIÓN

El mundo ha cambiado tanto en las últimas décadas que la competitividad en las empresas se ha tornado en un lugar hostil para desarrollarse, un entorno en el que las empresas que puedan producir de una manera óptima y mantener la calidad como un pilar, tendrá un peso que inclinara la balanza hacia el éxito. Acá es donde entra la distribución en planta, donde una correcta distribución creará un mejor espacio de trabajo, con un ambiente amplio, ordenado y cómodo para los trabajadores, definiendo qué tan rápido va a fluir el material en la empresa. La distribución en planta es una de las estrategias decisivas que llevan a una empresa a su éxito, mejorando los tiempos entre los procesos, los almacenajes y el manejo que se tiene de los materiales desde la entrada hasta su salida.

Es por eso por lo que el resultado que se obtenga de este proyecto va a marcar un antes y un después para la empresa, fichando por una buena viabilidad, contribuiremos tanto a la salud física y psicológica de los empleados, al cuidado ambiental y sobre todo a la mejora de la producción.

JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La presente propuesta se desarrolla con el fin de establecer las mejoras que se van a proponer para la empresa, generando un mejor flujo de materiales, recorridos de los operarios, reducción de sobre costos, incremento en la producción, reducción de accidentes y una óptima utilización de espacios después de implementar una correcta distribución de planta. a la salida.

JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Los resultados del estudio ayudarán específicamente a la empresa a llevar al mínimo porcentaje de error todas las operaciones, creando un buen ambiente laboral y generando un mayor aprovechamiento de los recursos, optimizando costos, todo esto aplicando teorías de distribución de planta, además de adquirir conocimiento y experiencia en estos temas para todo el personal.

JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

La siguiente propuesta estaría compuesta por una serie de fases que van en identificar y analizar los procesos y la actual distribución de la planta, investigar los procedimientos adecuados a seguir guiándonos de casos similares de otras empresas y la experiencia de profesionales en el área, seleccionar la herramienta adecuada para el caso y por último diseñar las mejoras a aplicar utilizando planos y presupuestos.

OBJETIVOS

General

Elaborar una propuesta de redistribución en planta por procesos para la empresa Electroacabados ubicada en la ciudad de Bucaramanga

Específicos

1. Identificar las condiciones técnicas y operativas con las que actualmente cuenta la empresa con el fin de establecer mejoras claves en relación con el uso y aprovechamiento de espacios aplicando modelos ingenieriles relacionados.
2. Evaluar la pertinencia de las mejoras detectadas en función de espacio para su puesta en marcha y ajustes en la distribución de planta actual.
3. Crear un modelo de distribución en planta teniendo en cuenta las mejoras identificadas, necesidades de la organización e intereses nuevos de la alta dirección para aprovechar el espacio disponible para los procesos operacionales de la compañía.

MARCO REFERENCIAL

Antecedentes

Para el desarrollo del trabajo se hicieron consultas en bibliotecas virtuales y redes de divulgación para encontrar proyectos de distribución en planta y así encontrar respuestas e inspiración, casos prácticos que implementan modelos, diseños y seguridad y salud en el trabajo. Los trabajos fueron añadidos en orden de encuentro y seleccionados por utilidad gracias a nuestros docentes. Iniciamos referenciando a Aucay, (2021) en su propuesta, tuvo como objetivo principal mejorar la distribución de planta que manejaba la empresa en Ecuador, beneficiando a la empresa con unos resultados factibles en costos, tiempo y desempeño, todo esto mediante una planeación sistemática de su layout (SLP). Para lograr el desarrollo de su trabajo se ocuparon 4 fases. La primera describe el objeto de estudio, en la segunda evalúan la distribución actual de la planta, durante la tercera fase identifican una propuesta de mejora en la distribución actual y por último estiman el valor económico de la propuesta de mejora.

Las herramientas utilizadas por Aucay en su propuesta fueron AutoCAD, la metodología SLP (systematic layout planning) de Muther y ayudas sugeridas en el libro “Localización y distribución espacial de instalaciones de manufactura y servicios”, también aplican una estructura de desglose de trabajo WBS o Work Breakdown Structure y como trabajo manual usaron una revisión Documental. Creo que es un trabajo bastante completo que es compatible con la problemática que tiene la empresa ELECTROACABADOS S.A y se podría utilizar perfectamente este trabajo como guía. Tanto la estructura como las herramientas de este.

Siguiendo la investigación encontramos el trabajo de Huilca & Kenyo, (2015) aquí los autores en su presentaron un análisis de la distribución y producción de la empresa que se dedica a elaborar hornos estacionarios, hornos rotativos, yoguis, batidoras industriales, licuadoras industriales, divisoras de pan, asadores de carne y rebanadoras de pan de molde, pese a que esa empresa no sea similar a la planteada por nosotros, comparten varios procesos como el perforado de metales, limpieza y pintura, por eso fue considerada como guía.

Podemos ver que a partir de un análisis de ciertos factores se logró encontrar las líneas críticas que podían ser mejoradas. Así que se desarrolló un diagrama de causa/efecto para encontrar luego aplicar las herramientas 5S y realizar una distribución de planta nueva. Las herramientas utilizadas por Huilca & Kenyo fueron las básicas empleadas en las actividades de mejora de calidad y que también son utilizadas como un soporte para el análisis y solución de problemas de carácter operativo en una empresa. Como los diagramas de flujo y los diagramas de causa/efecto.

Con Ospina (2016) en su proyecto tuvo como objetivo principal proponer una adecuada distribución en las áreas de la planta para optimizar procesos y movimientos innecesario que afectan a la producción.

Como herramientas se utilizó una metodología correlacional donde se estableció relaciones con las variables independientes (distribución de la planta) y variables dependientes (seguridad del trabajador y capacidad de aumento en la producción) junto con la técnica de balance de línea que fue aplicada en el área de ensamble donde ocurrían

problemas de entrega final. Creo que es un trabajo que puede funcionar como guía para resolver la problemática en ELECTROACABADOS S.A.

El autor Antonio (2019) en su proyecto analiza las tendencias actuales que debe tener una planta manufacturera y busca aplicarlas en la suya, utilizando métodos de ingeniería como SLP, CORELAP Y CRAFT de estos se elige el mejor que resultado siendo CRAFT.

Como proyecto se llegó a la conclusión que es uno de los más completos y nos sirve su metodología comparativa para determinar cuál es la mejor herramienta. Así que dejaremos a investigación estas herramientas para conocer cómo implementarlas en la propuesta a ELECTROACABADOS.

En la investigación también encontramos a Paola (2011) con el proyecto realizó unos estudios para determinar qué distribución era la indicada para su empresa encargada de producir refrescos, jugos y productos derivados de los lácteos, como yogur, kumis etc. Empresa que realiza estos productos sin tener un proceso técnico elaborado. Es por esto que con la meta de lograr una sustentabilidad empresarial que pueda generar un mayor grado de eficiencia y competitividad en la industria se realiza un estudio de la situación actual de la empresa respecto a la distribución que manejan normalmente las empresas productoras de refrescos.

Las herramientas utilizadas fueron una serie de diagramas como la de Gantt para verificar el estado del proyecto.

Durante la investigación de antecedentes nacionales en ayuda de maestros y compañeros encontramos a Wilson & Juan (2020) En este proyecto los autores de la

ciudad de Cali nos muestran que la empresa tiene problemas en su distribución actual acompañados a fallos en la estructura de la empresa como desnivel en el piso y a esto se le debe sumar que el lugar es arrendado limitando las modificaciones que se pueda hacer. Sin embargo, el dueño ha pedido una distribución de planta para un nuevo lugar a construir manteniendo los procesos que ya tiene la empresa solucionando los riesgos industriales asociados a estos.

Las herramientas utilizadas son: modelo BPMN en complemento al software BIZAGI, AutoCAD, asistencia y juicio de expertos en el tema para selección de la alternativa en distribución en planta.

El trabajo presentado por (Wilson & Juan, 2020) es un trabajo muy completo y funciona como guía clara para buscar solución a la problemática que presenta ELECTROACABADOS S. A

Así como el trabajo de Nicolás, (2018) donde el autor en su proyecto propone una redistribución para la empresa SECAM J.R, la cual, cuenta con problemas en su área de producción de materiales utilizados en la construcción, presentan fallos en los tiempos y distancias, generando sobre costos y un rendimiento ineficiente porque no pueden cumplir con la demanda requerida. En el trabajo se analizaron todos los procesos y se desarrolló una estructura gráfica preliminar de todos los posibles cambios utilizando el software FLEXSIM que les permite desarrollar un modelo 3D que les permite observar a detalle cómo quedarían los procesos, sirve desde el transporte, la fabricación, manejo de materiales, logística y distribución. Etc.

Como trabajo pensamos que es una buena guía y la herramienta FLEXSIM para la investigación para determinar si su uso es compatible con nuestra problemática.

En línea con la temática anterior Moreno, (2016) con su proyecto nos cuenta que durante una visita a la tapicería Villota vio que la distribución de la empresa no tenía una secuencia lógica para los procesos que allí manejan, con una disposición incorrecta de las maquinarias y áreas de trabajo sin delimitar, generando un gran caos en la compañía, haciendo que se dañara material y se perdiera mucho tiempo, sin un lugar de almacenamiento y mucho menos un área estable de desechos, el objetivo del autor en este proyecto es diseñar una propuesta de mejora en distribución de planta que les asegure el uso eficiente de los espacios, la reducción de costos operativos y un aumento en la productividad dentro de la tapicería. Es por eso por lo que mediante una serie de 4 fases se lograron identificar los modelos adecuados compatibles con la empresa y diseñar los planos necesarios que aseguren un buen flujo durante los procesos, permitiendo una mejora continua.

Es un proyecto que se basa en otros proyectos para guiarse de los procesos que debe hacer y qué distribución estándar tienen otras empresas, me parece algo bastante lógico e inteligente disminuyendo el uso de software que es de pago, se documenta de muchos libros. Del proyecto de Moreno, (2016) no usamos nada.

ya que durante la investigación no encontramos documentos de utilidad ubicados en sección magdalena en nuestros motores de búsqueda utilizados, nos dispusimos a utilizar documentos a nivel “REGIÓN CARIBE”.

Es por eso por lo que Neila Cecilia, (2011) inicia este apartado con su proyecto en Estibas y Carpinterías Elguedo Ltda. Es una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de estibas de embalaje para la industria. Se encuentra ubicada en el barrio Bellavista vía a la zona industrial de Mamonal de Cartagena. El trabajo consiste en el estudio de la distribución de las instalaciones de Estibas y Carpinterías Elguedo Ltda. Todo inicia con el análisis de las operaciones que intervienen en el proceso de producción, mediante un estudio de métodos que permita diagnosticar la situación actual de la empresa, y determinar así, el orden sistemático de los procesos, máquinas y puestos de trabajo garantizando su flujo óptimo al más bajo costo. Manejando la metodología SLP.

Así, de una manera similar (Jazmín Esther, 2012) en la empresa Liz Muebles, que se dedica a la fabricación de muebles de madera para el hogar; maneja diferentes líneas de muebles, específicamente juegos de alcoba en madera de roble. Empresa ubicada en Barranquilla. El trabajo muestra la manera en que se puede disminuir la variabilidad de un proceso de fabricación de muebles por medio del uso de la metodología Seis Sigma, además de comprobar si es aplicable a una mediana empresa. Este proyecto se llevó a cabo en la empresa LIZ MUEBLES, la cual tenía problemas en el flujo de operaciones y su correspondiente tiempo de ciclo. Para el desarrollo, se identificaron las variables que afectan el problema; se establecieron métricas y la aplicación del ciclo DMAIC a través del cual se identificaron las causas raíz, lo que permitió encontrar soluciones gracias a la implementación de las mejoras; y se les dio seguimiento en un periodo de 3 meses para

estandarizar el proceso, logrando alcanzar las metas planteadas. Para el análisis, se emplearon herramientas del control estadístico de procesos y el uso del software Minitab para el procesamiento y análisis de datos.

En el estudio de (Miranda Redondo 2008) para la empresa Tubos y Metales & Cía. Ltda., es una empresa del sector metal mecánico de la ciudad de Cartagena dedicada a la compra y venta de materiales metálicos tales como varillas, tubos y láminas; y a la fabricación y reparación de estructuras metálicas en general. Tubos y Metales & Cía. Ltda., se sitúa en el sector con grandes expectativas de crecimiento debido a la creación de nuevas empresas y la puesta en marcha de grandes proyectos de ampliación en la zona Industrial de Cartagena, tales como la constitución de nuevas zonas francas y la ampliación de la refinería de Cartagena, los cuales requieren el suministro de materias primas y contratar la fabricación de estructuras y piezas. El presente trabajo es un estudio de distribución de instalaciones de manufactura consistente en el estudio del sistema de producción de la empresa Tubos y Metales & Cía. Ltda., para proponer una mejor ubicación de los elementos que conforman el sistema de producción de la empresa a fin de crear un ambiente de trabajo más eficiente, ordenado, seguro y cómodo.

La investigación nos llevó a encontrar el trabajo del ingeniero Berdugo De La Hoz,(2018) la propuesta de una nueva distribución del laboratorio de materiales compuestos de la Escuela Naval de Suboficiales ARC “Barranquilla” (ENSB), con el fin de reducir el costo y mejorar su proceso de producción de pintura vinilo tipo I, también se hizo un análisis de costos en el que se realizaron comparaciones entre la distribución actual y la distribución propuesta. Todo esto con el objetivo de verificar cuál de las distribuciones es

más rentable, que garantice una producción eficiente. El documento se divide en tres capítulos, en el primero se presentan generalidades del proyecto. En el segundo, se realizó un análisis de la situación actual del proceso y la distribución del laboratorio de materiales compuestos de la ENSB, esto se hizo a través de un análisis de factores y un estudio de métodos y tiempos con la finalidad de realizar los diagramas correspondientes al proceso, observar falencias y proponer algunas mejoras dentro del proceso, se determinó el costo de la distribución actual.

Sin embargo, lo expuesto por Camargo Iguarán (2017) en la compañía Banco de Alimentos de Barranquilla presenta problemáticas muy recurrentes tales como el mal manejo de los residuos sólidos generados por este; el gasto de tiempo en recorridos innecesarios a causa de la distribución ineficiente de las bodegas y la pérdida de una parte de la jornada laboral debido a la falta de organización y actualización del estado de las actividades a realizar. Se diseñó un método orientado a la organización de las actividades, que lograron la minimización de los tiempos ociosos y el aumento de la productividad. De igual manera, se generó una estrategia de recolección de desechos, el cual se encuentra ligada a las estrategias de flujo y clasificación. Además, por medio de la unificación de la zona de clasificación, se logró la reducción del número de bolsas a utilizar.

Marco Teórico

- **Distribución en planta:** Consiste en la ordenación física de los factores y elementos industriales que participan en el proceso productivo de la

empresa, en la distribución del área, en la determinación de las figuras, formas relativas y ubicación de los distintos departamentos. (David de la fuente García, 2005)

El objetivo principal de una distribución es aumentar la eficiencia en los procesos productivos, minimizando tiempo, espacio y costos, evitando riesgos(palacios,2016)

- CORELAP: Computerized Relationship Layout Planning, es una rutina de construcción basada en la planeación de distribución de Muther, con el objetivo de lograr una distribución con los departamentos cercanos entre sí, se diferencia con Craft, ya que no utiliza solo costo mínimo de transporte, sino que agrega muchos más criterios. (Peralta, 1996)
- Tipos de distribución en planta
 - Distribución por componente fijo: El material y/o material permanece en una ubicación fija, mientras que las herramientas, maquinaria y hombres, así como piezas pequeñas u otros componentes, se desplazan al lugar de trabajo (Peralta, 1996)
 - Distribución por proceso: Se agrupan todas las operaciones o procesos del mismo tipo, los materiales y los recursos humanos necesarios se dirigen a las máquinas que están en situación fija. (Peralta, 1996)

- Distribución por producto: también conocida como línea de producción, es la cual la maquinaria se dispone según la secuencia de las operaciones, una tras la otra. (Peralta, 1996)

Marco Conceptual

Extraído de (PRO-RAE, s.f.)

- Aprovechar: Tomar ventaja. no desperdiciar una oportunidad.
- Área: Cantidad de espacio requerido dentro de los límites de una superficie plana.
- Competitividad: se define como la capacidad de generar la mayor satisfacción de los consumidores fijando un precio o la capacidad de poder ofrecer un menor precio fijada una cierta calidad.
- Delimitación: Determinar o fijar con precisión los límites de algo.
- Distribución: es aquel conjunto de actividades, que se realizan desde que el producto ha sido elaborado por el fabricante hasta que ha sido comprado.
- Eficiencia: es la capacidad de disponer de alguien o algo para conseguir el cumplimiento adecuado de una función.
- Establecer: iniciar o crear una institución, organismo u otra cosa que pasa a tener existencia y actividad.
- Identificar: Identificarse se refiere a la acción de reconocer si una persona o una cosa es lo que se está buscando, estás deberán contar con ciertos rasgos característicos que serán identificables para quien los precisa reconocer.

- **Innovación:** es un proceso que introduce novedades y que se refiere a modificar elementos ya existentes con el fin de mejorarlos, aunque también es posible en la implementación de elementos totalmente nuevos.
- **Métodos:** es un modo, manera o forma de realizar algo de forma sistemática, organizada y/o estructurada. Hace referencia a una técnica o conjunto de tareas para desarrollar una tarea.
- **Procesos:** refiere a la acción de ir hacia adelante, de avanzar en una trayectoria determinada y, por semejanza, avanzar en el tiempo. Es un término empleado en una enorme variedad de contextos, sobre todo técnicos o industriales, pero siempre conservando ese sentido original.
- **Propuesta:** Una propuesta es una oferta o invitación que alguien dirige a otro o a otros, persiguiendo algún fin; que puede ser concretar un negocio, una idea, una relación personal, un proyecto laboral o educacional, una actividad lúdica, etcétera.
- **productividad:** es medir la eficiencia de producción por cada factor o recurso utilizado, entendiendo por eficiencia el hecho de obtener el mejor o máximo rendimiento utilizando un mínimo de recursos.
- **proyecto:** es una planificación que consiste en un conjunto de objetivos que se encuentran interrelacionados y coordinados.
- **recursos:** es una fuente o suministro del cual se produce un beneficio.
- **Redistribución:** La redistribución es, entonces, conseguir un nuevo reparto de ciertos bienes, o de dinero, entre los miembros de una sociedad.

Marco Geográfico

Bucaramanga, la capital de Santander, una de las ciudades más prósperas en América latina, fue fundada el 22 de diciembre de 1622 por Miguel Trujillo con la necesidad de visitar las minas cercanas y la evangelización indígena.

Durante la primera mitad del siglo XX aparece la sociedad de mejoras públicas, quienes se encargaron de mejorar y embellecer la ciudad. El escudo fue adoptado en el año 1971 en la administración de Saúl Trillos e ideado por Enrique Otero Costa, bajo el lema “MONTANI SEMPER LIBERI” (Siempre libres en nuestras montañas)

Actualmente, la ciudad cuenta con un área total de 162 kilómetros cuadrados y una población metropolitana de 1,160,472 habitantes defendida por la segunda división del ejército de Colombia.

La actividad económica predominante de la ciudad es la industria, que cuenta con una mayor presencia en el sector agroindustrial, a esta le sigue la metalmecánica y la producción de calzado. Por el tamaño de los ingresos y empleos generados, el sector agropecuario es el más relevante llevándose a cabo la administración y comercialización en la ciudad.

Bucaramanga cuenta con la zona industrial de Chimita en la cual empresas especializadas como Terpel, nexen.etc. están ubicadas, además de contar con una de las plantas principales de Bavaria. ((Santander, 2010)

Las rutas de comunicación de Bucaramanga son:

- *Barrancabermeja – Bucaramanga – Cúcuta*
- *Bucaramanga – Bogotá*
- *Bucaramanga – Ocaña*
- *Bucaramanga- Valledupar y Bucaramanga- Bosconia*

En la ciudad de Bucaramanga se han construido gran cantidad de centros comerciales y otro tipo de edificaciones dedicadas al comercio, de los cuales podemos destacar Megamall, Cañaveral, Caracolí, Cacique, San Andresito y la isla. Gracias a tanta variedad de actividades en la ciudad, Bucaramanga es una de las ciudades con un menor número de desempleados. La ciudad universitaria, la ciudad de los parques, La capital de la moda infantil, La ciudad hermosa y, sobre todo, la ciudad de oportunidades.

(Bucaramanga, 2015)

Actualmente, la ciudad está bajo un plan de desarrollo que inició en el año 2020 y finalizará en el año 2023. Que busca mejorar el plan desarrollado en años anteriores recuperando el espacio público, la inversión en áreas vulnerables y la lucha contra la corrupción en la administración pública.

Durante estos 3 años, la administración se enfrenta a retos sociales, económicos y ambientales, garantizando la protección del agua, reducir el deterioro de la calidad del aire, adecuar la gestión de los residuos sólidos y fomentar el bienestar animal.

(Bucaramanga, 2020)

El plan de desarrollo cuenta con 3 componentes estratégicos:

1. Bucaramanga equitativa e incluyente: una ciudad de bienestar. En el cual se busca aumentar la cobertura y disminuir la deserción en todos los niveles académicos, Aumentar el número de instituciones educativas, reducir la tasa de mortalidad en enfermedades cerebro vasculares y transmisibles, Fomentar la educación sexual, etc. (Bucaramanga, 2020)
2. Bucaramanga sostenible, una región con futuro. En el cual se busca aumentar en 200 hectáreas las zonas de preservación y abastecimiento hídrico, aumentar el aprovechamiento de residuos sólidos y reducir el número de personas afectadas en eventos recurrentes. (Bucaramanga, 2020)
3. Bucaramanga productiva y competitiva, empresas innovadoras, responsables y conscientes. En el cual se busca gestionar 5,000 empleos, mejorar la competitividad de las empresas y su productividad, disminuir el número de alumnos por computador, aumentar el turismo de la ciudad y aumentar en un 90% el saneamiento básico en el sector rural. (Bucaramanga, 2020)

Los proyectos del plan de desarrollo son:

1. Planta de tratamiento de aguas residuales
2. Bucaramanga ciudad inteligente y segura
3. Nueva movilidad: Metrolínea evoluciona y estrategia de la bicicleta
4. Espacio público tejido vital
5. Bucaramanga futura
6. Progresía Bucaramanga

El papel de la línea de información y conocimiento dentro de la Economía Naranja no se circunscribe al fomento de la sostenibilidad y a la elaboración de indicadores en el sentido económico y empresarial. Aunque se puede argumentar que en ellos también subyace una perspectiva teórica de desarrollo social, este enfoque se queda corto frente al debate sobre derechos y libertades creativas como factores determinantes en el enriquecimiento de la vida humana. (Desconocido, 2022)

Una política social debe considerar hoy las necesidades de redistribución, así como las necesidades de reconocimiento. El desarrollo humano es sobre todo reconocimiento: de capacidades ocultas, de actores invisibles, de procesos en marcha, de articulaciones viables que habitualmente persisten en la penumbra y casi siempre en el olvido.

En Colombia, al igual que en otros territorios, esta clase de debates teóricos y académicos sobre derechos culturales se han quedado rezagados ante los exámenes económicos que han caracterizado a la táctica de información. Al respecto, Prieto de Pedro (2004) dice

que los derechos culturales son una categoría subdesarrollada a partir de la perspectiva teórica, académica y fueron considerados, por decirlo de alguna forma, el pariente pobre de los derechos humanos. Primero se construyeron los derechos civiles y políticos; después los económicos y sociales; y al final los derechos culturales, últimos en llegar al club de los derechos humanos.

Tal, la línea de información y entendimiento va a tener una orientación interdisciplinaria, que posibilite dirigir el debate, extendiendo las indagaciones y artefactos de medición existentes e incorporando el asunto de los derechos culturales.

Marco Legal

LEY 9 DE 1979

- ART 91. Establecimientos industriales deben hacer una adecuada distribución de sus dependencias
- ART 93. Se deben implementar áreas de circulación debidamente demarcadas, con la amplitud necesaria para la circulación de personas.
- ART 159. La localización de establecimientos industriales debe aplicar las normas de protección del medio ambiente.
- ART 196. La iluminación y ventilación del establecimiento debe ser adecuada a su uso.

NORMA NFPA

Para la inspección y prueba necesarios para mantener los sistemas de protección contra incendios listos ante una emergencia.

RESOLUCIÓN 2400 DE 1979 DEL MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL

- ART 4. Los establecimientos industriales deben ser de construcción segura
- ART 17. Se deben instalar inodoros, duchas y lavamanos manteniendo una relación de 1 por cada 15 trabajadores.

DECRETO 948 DE 1995 DEL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (Min Ambiente, s.f.)

- ART 15. Se establecen los niveles de ruido según la clasificación de zonas y su debida limitación, buscando reducir el impacto sonoro.

Marco Académico

- *Relación con las líneas de investigación de la Facultad*

Las líneas de investigación de la Universidad Antonio Nariño son: “Sostenibilidad, competitividad y productividad” y nuestro proyecto precisamente busca aumentar la competitividad de la empresa, generar empleo y aumentar la productividad, acortando las distancias entre las

actividades e incrementar la comodidad entre los trabajadores. (Nariño, 2022)

○ *Relación con la misión del programa de Ingeniería Industrial*

1. *“Contribuir con el desarrollo económico del país aplicando disciplinas y herramientas de ingeniería, fomentando el desarrollo de la empresa para que se utilicen sus recursos humanos, técnicos y tecnológicos gracias a las habilidades y destrezas profesionales que se adquirieron por la formación dada en la facultad”*

○ *Relación con la visión del programa de Ingeniería Industrial*

“Esta propuesta es un aporte y una herramienta al desarrollo industrial de la empresa Electroacabados”

○ *Relación con los Objetivos del programa de Ingeniería Industrial*

“La propuesta busca mejorar el ambiente laboral, optimizar el sistema productivo y operacional de la empresa de una forma rentable, económica y socialmente, incluyendo medidas amigables con el medio ambiente”

○ *Asignaturas del programa aplicadas en el trabajo de grado*

1. *Procesos industriales: Asigna las actividades que se llevarán a cabo en cada área para transformar la materia prima en un producto final.*

2. Salud ocupacional: Disciplina que debe ejercerse para asegurar al trabajador de cualquier peligro que atente contra su seguridad dentro de la.
3. Diseño de planta: Se evalúan y ordenan físicamente los elementos industriales en un espacio necesario para el movimiento, almacenamiento y todo el conjunto de actividades que se lleve a cabo en la instalación con el objetivo de reducir los riesgos, incrementar la productividad, disminuir retrasos y optimizar materiales y espacio.

○ *Competencias que se muestran en el desarrollo del trabajo de grado*

1. Capacidad de investigación
2. Aplicación de software dedicado
3. Capacidad en diferenciar los diferentes tipos de distribución en planta
4. Habilidad en diseño de distribución de planta
5. Aplicación de conocimientos
6. Normas apa
7. Trabajo en equipo
8. Compromiso

DISEÑO METODOLÓGICO

Tipo y Enfoques de Investigación

Para la realización del proyecto se utilizó un enfoque de investigación mixto con diversos tipos de investigación como:

- Investigación descriptiva: Utilizado para describir la realidad de la empresa, la situación en los procesos y las herramientas, además del estado ambiental de la misma.
- Investigación de campo: utilizado para recoger todos los datos necesarios durante una visita industrial, realizando preguntas y visualizando la situación de la empresa.
- Investigación Cuantitativa: Se aplicaron herramientas matemáticas para contar y manejar las métricas de la maquinaria, tiempos de espera, cantidad de productos, etc.

Variables de Medición

- Materiales
- Maquinaria
- Mano de obra
- Espera en cola

Recolección y Análisis de Datos

Para desarrollar el proyecto iniciamos con una visita industrial a la empresa Electroacabados en la Cra. 15 ##10-4, Bucaramanga, Santander y se hizo la debida recolección de datos para poder analizar las variables involucradas durante los procesos. Los datos que recolectamos en tablas y hojas fueron

- Productos trabajados
- Cantidad de productos
- Actividades
- Flujo de materiales según el producto
- Necesidades de trabajadores (espacio, maquinaria)
- Limitaciones (área de la empresa)
- Relacionados con sst
- Tipo de suelo

Las unidades métricas para el área total de la empresa y el tamaño de cada departamento, así como también las herramientas pesadas (hornos, cabinas de pintura, etc.) son metros.

Hicimos preguntas y solicitamos información de carácter general de la empresa para facilitar el análisis de esta, como organigramas, misión y visión, origen, cambios recientes que se hayan aplicado, políticas de calidad y planos, también se consideró relevante el carácter de ética y valores corporativos.

Unidad de Estudio o Muestra

La población es Electroacabados cuya muestra son los trabajadores y personal que se vea afectado por la propuesta. Es un muestreo por conveniencia.

Hipótesis

La empresa Electroacabados mejorará la fluidez de los materiales, sus tiempos de producción y la eficiencia de los trabajadores, aplicando una mejora en la distribución actual de la planta.

Fases y Actividades Metodológicas

1. Identificar y evaluar las condiciones técnicas y operativas con las que actualmente cuenta la empresa con el fin de establecer mejoras claves en relación con el uso y aprovechamiento de espacios aplicando modelos ingenieriles relacionados.

- Actividad 1.1: visita industrial
- Actividad 1.2: Preguntas a personas influyentes en los procesos de Electroacabados y administrativos.
- Actividad 1.3: Registro fotográfico y en video
- Actividad 1.4: Toma de medidas
- Actividad 1.5; Identificación del método a emplear: en este paso se hace la Aplicación del método Guerchet y se comparan SLP vs Corelap.

2. Crear un modelo de distribución en planta teniendo en cuenta las mejoras identificadas, necesidades de la organización e intereses nuevos de la alta dirección para aprovechar el espacio disponible para los procesos operacionales de la compañía.

- Actividad 2.1: Uso del software para la distribución de ser necesario
- Actividad 2.2: Diseño y trazado del nuevo y el antiguo Layout
- Actividad 2.3: Presentación

Fase 1. Identificar y evaluar las condiciones técnicas y operativas con las que actualmente cuenta la empresa con el fin de establecer mejoras claves en relación con el uso y aprovechamiento de espacios aplicando modelos ingenieriles relacionados.

Generalidades de la empresa

Electroacabados es una empresa perteneciente al sector metalmecánico cuya actividad principal es el tratamiento, revestimiento y perforado de metales de forma mecanizada, el material que principalmente utilizan es el acero y aluminio. Para el revestimiento de los metales la empresa utiliza pintura electrostática. Que es un recubrimiento en polvo muy eficiente en piezas metálicas, quedando con un acabado uniforme y homogénea de muy alta calidad.

- **Misión**
Ser una empresa líder del sector metalmecánico en la ciudad de Bucaramanga, cumpliendo todos los requerimientos de los clientes mientras crece de una forma sostenible con el planeta.
- **Visión**
En unos años conseguir más contratos en otras ciudades y poder adquirir mejor maquinaria que acelere los procesos productivos de la empresa.
- **Valores y principios de Electroacabados**
 - Calidad
 - Profesionalismo
 - Compromiso
- **Producto**
Electroacabados es una empresa que se encarga de hacer tratamiento a los metales ofreciendo servicios de limpieza, pintado, de corte y perforación de forma mecanizada.

Maquinaria y herramientas:**Tabla 1.** Cantidad de máquinas y empleados utilizados por la empresa

MAQUINAS	NO EMPLEADOS	L	W	H	DESCRIPCION
Perforadora (area)	1	5	4	2,4	Marca trumpf trumatic 120
Limpieza (tanques)	1	8,36	8	5	area total con 3 tanques para limpiar + grua
Extractores/Filtros x2		1,93	1,93	4	Uno para area de pintura otro para cabina
Carro transporte Grande x2	2	6,12	0,9	1,97	
Carro Trasporte Pequeño	1	3	0,9	1,97	
Pintura (Cabina)	1	2,22	1,18	2,3	
Horno	1	6,7	1,8	2,4	A gas
Compresor x3	1	1,4	0,6	1,6	2 en taller 1 almacenado en pasillo

Productos utilizados:**Tabla 2.** Productos utilizados por la empresa.

PRODUCTOS
KLEANEX 2000F
KLEANEX ABF
ULTRACLE AN BY10R1254
Pintura en polvo tipo poliester QGCI

1. Kleanex 2000F: Desengrase a base de tensoactivos es un compuesto muy estable, que adicionado a los fosfatos de hierro amorfos les imprime un excelente poder desengrasante, eliminando grasas y aceites residuales de los procesos de desengrase previo en una sola operación y con extraordinaria rapidez, sin desprendimientos gaseosos nocivos y molestos, aumentado la vida útil del fosfato amorfo con la consiguiente economía. (Bycsa, n.d.)
2. Kleanex ABF: Decapante químico de tipo ácido para aluminio y sus aleaciones es un producto decapante de tipo ácido, base sulfúrico y activado, desarrollado para producir un ataque sobre superficies de Aluminio, eliminando los óxidos superficiales, fácil de lavar para aplicación en sistemas de inmersión y aspersion, previa a la formación de capas de conversión. (Bycsa, n.d.)
3. pintura en polvo tipo poliéster QGCI: Recubrimiento en polvo formulado con resinas de poliéster libres de TGIC Estas pinturas en polvo tienen una excelente resistencia a la radiación U.V. y una inmejorable retención de brillo y color, proporcionando superficies duras e inalterables. Están disponible en todos los colores de la carta RAL y con un acabado texturado uniforme. (Valresa, 2021)

Resumen de actividades:

Tabla 3. *Número de actividades con sus respectivos empleados*

ACTIVIDADES	NO EMPLEADOS	DESCRIPCION
Almacen	2	.
Almacen Aluminio	2	.
Almacen Pintura	1	.
limpieza aluminio	1	limpieza tiene esas fases
*Desengrase	.	.
*Decapado	.	.
*Sellado	.	.
Limpieza otros metales	1	Limpieza tiene esas fases
*Desengrase	.	.
*Decapado	.	.
*Sellado	.	.
Pintura Aluminio	1	.
Pintura otros metales	1	.
Horneado	2	Horno a Gas
Programacion y diseño	1	Programacion y diseño en el programa del diseño a perforar
Perforado	1	.
Embalaje	1	.

- **Secciones productivas de la empresa**

- Sección de perforado: Es la sección que se encarga de recibir el diseño de los clientes, pasarlo a software y proceder a hacer los perforados del metal.
- Sección de pintado: Hay 2 secciones dependiendo del tamaño de la pieza, en este lugar aplica la pintura en polvo y se dan los detalles necesarios para aumentar la durabilidad de la pintura.
- Sección de Horno: En la sección designada para el horno a gas que posee la empresa
- Sección de embalado: Es la parte final del proceso donde se hace la revisión correspondiente, el conteo y la envoltura en papel film con trozos de cartón para proteger las piezas del polvo y ralladuras, después de esto pasa a ser almacenado.

- **Infraestructura de la empresa**

Las secciones están repartidas en un área total de 1479.50 metros cuadrados

CUADRO DE AREAS	
CONSTRCC.	742.60m ²
PATIO	736.90m ²
TOTAL.	1479.50m ²

Figura 1. Cuadro de áreas de Electroacabados.
Fuente: Electroacabados.

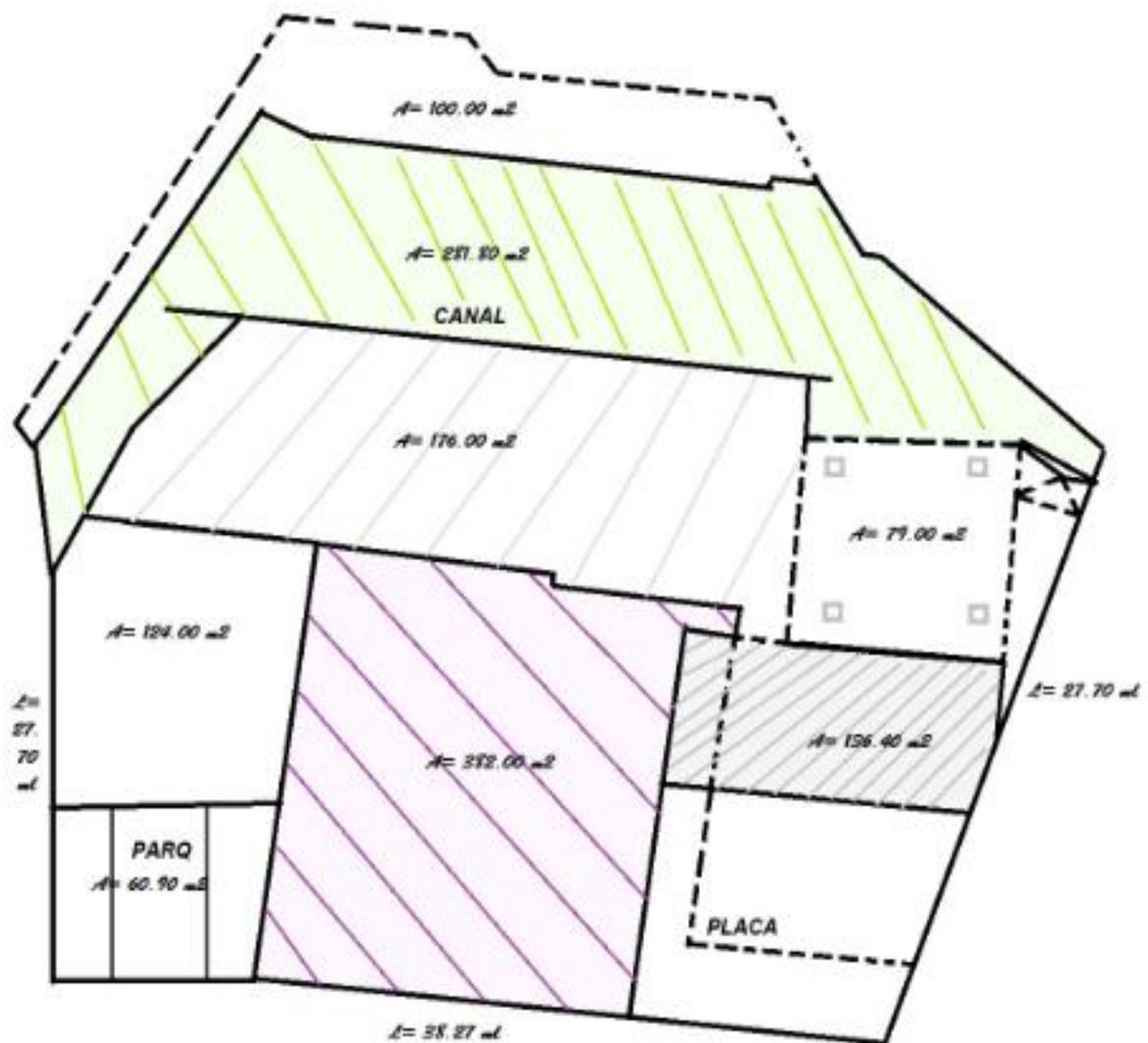


Figura 2. Plano base de la empresa
Fuente: Electroacabados.

Tabla 5. Cursograma del proceso de pintado número 2. Diseño de tabla extraído de (kanawaty, 1996)

Fuente: Por mano propia

Perforado:

CURSOGRAMA ANALITICO		OPERARIO		MATERIAL	EQUIPO	RESUMEN			
DIAGRAMA No	HOJA No					ACTUAL	PROPUESTA ECONOMIA		
OBJETO: Piezas de aluminio		ACTIVIDAD							
ACTIVIDAD: PERFORADO		OPERACION							
		TRANSPORTE							
		ESPERA							
		INSPECCION							
		ALMACENAMIENTO							
LUGAR: Area de perforado		TIEMPO (MIN-HOMBRE)							
OPERARIO(S) 1		COSTO							
		MANO DE							
		MATERIAL							
APROBADO POR:		TOTAL							
DESCRIPCION		CANTIDA D	DISTAN CIA(M)	TIEMPO (MIN)	SIMBOLO			OBSERVACIONES	
En almacen de metales		2							
Metal recogido					x				normalmente a mano
Transporte hasta el Area de perforado			26,8		x				en carrito
Descarga del metal					x				
Diseño		1		x					lo lleva el cliente
Dibujo				60	x				por orden
Programado				60	x				
perforado				60	x				Marca trumpf trumatic 120
inspeccion				5	x				
transporte hasta el almacen			26,8		x				
descarga del metal perforado					x				
embalaje o espera a pintura						x			
TOTAL			53,6		6	4	1	1	

Tabla 7. *Cursograma del proceso de limpieza.* Diseño de tabla extraído de (kanawaty, 1996)

Fuente: *Por mano propia*

- **Diagrama de flujo de procesos general:**

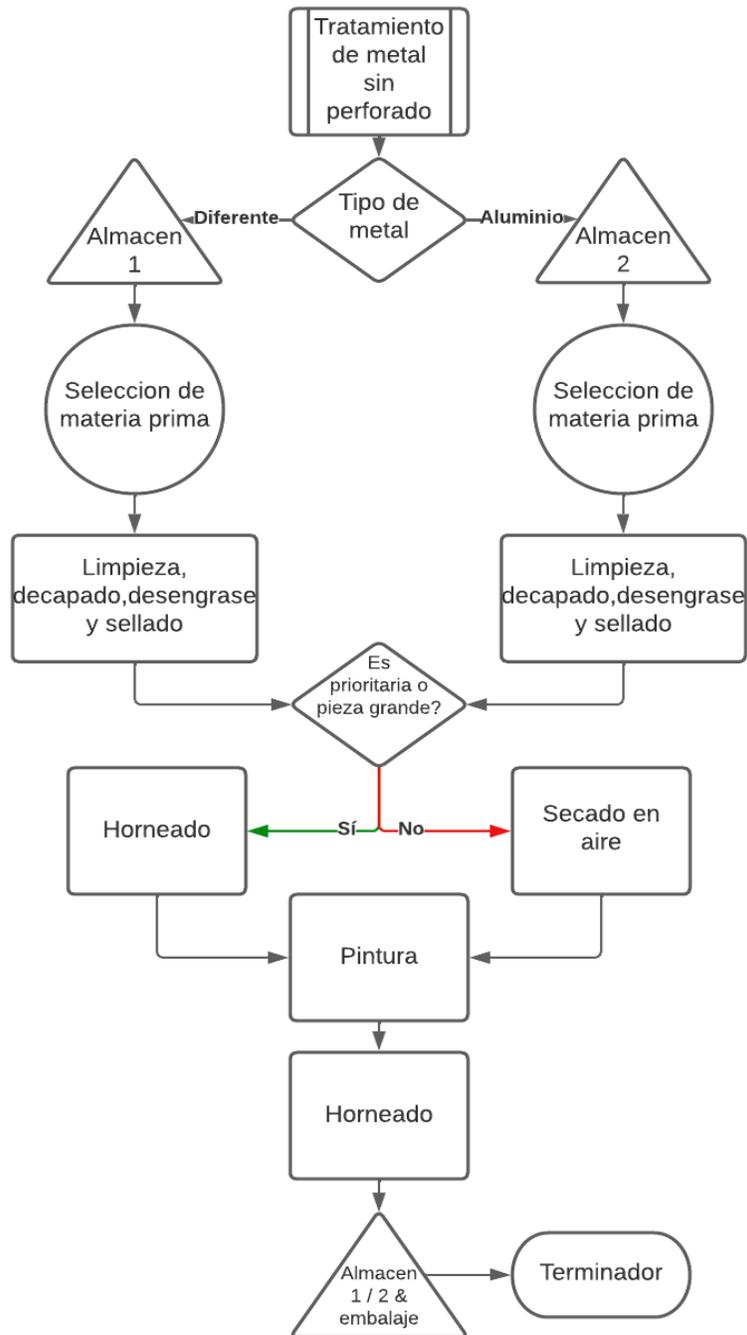


Figura 3. Diagrama de flujo, tratamiento de metal sin perforado
Fuente: Por mano propia

- Diagrama de flujo proceso perforado:

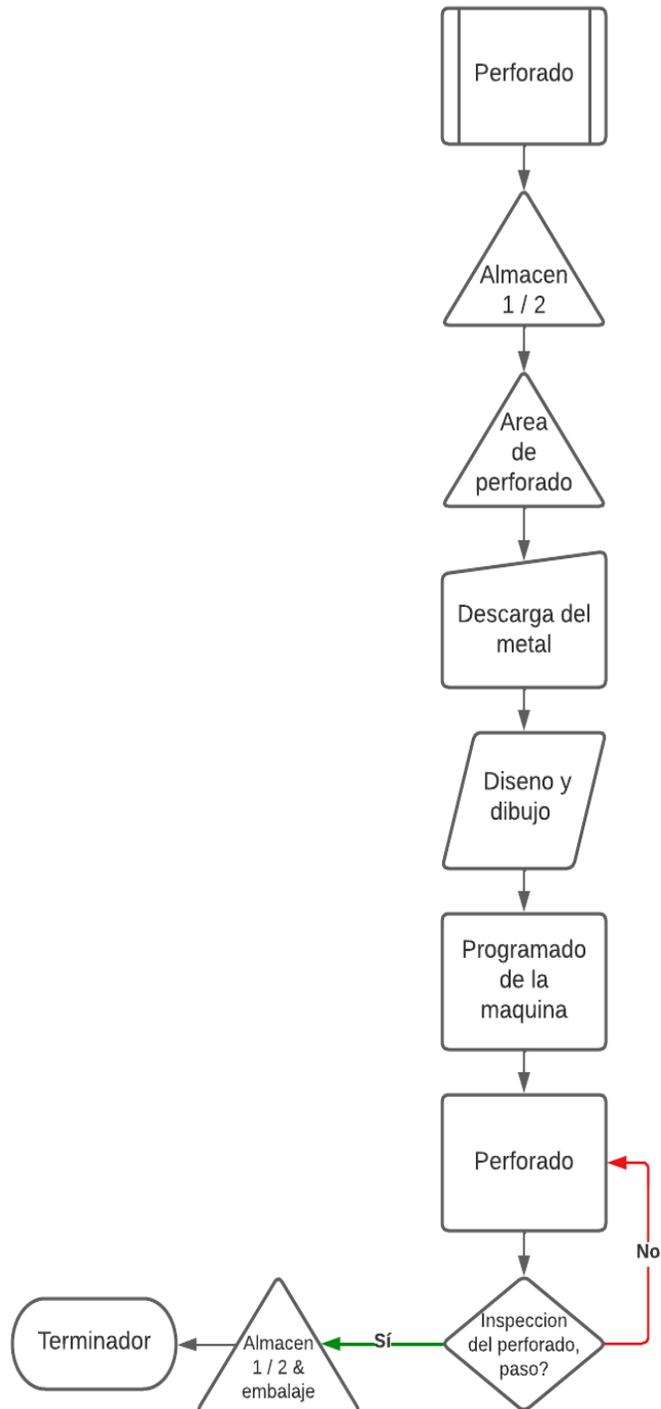


Figura 4. *Diagrama de flujo proceso perforado*
Fuente: *Por mano propia*

- **Diagrama de flujo pintura:**

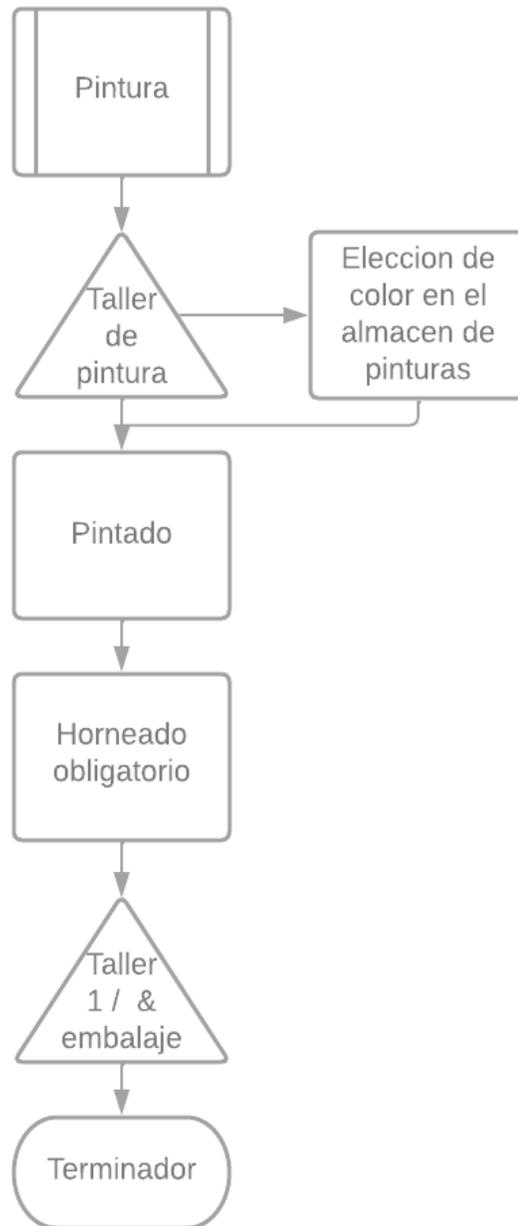


Figura 3. *Diagrama de pintura*
Fuente: *Por mano propia*

Método Guerchet:

Es un método utilizado para calcular los espacios físicos que se requieren en una planta, en este método, es necesario poder identificar el número total de maquinaria y equipo con su respectivo número de trabajadores.

Se utilizan 3 tipos de superficie, superficie estática o S_s , superficie gravitacional o S_g y la superficie de evolución o S_e . Que se emplean en la siguiente fórmula.

$$S_t = N(S_s + S_g + S_e)$$

Donde:

- S_t =Superficie total
- S_s =Superficie estática= *Largo x ancho*
- S_g =Superficie de gravitación=
 $S_s \times n$, donde n es igual a numero de lados por el cual puede ser utilizado
- S_e =Superficie de evolución =
 $K(S_s + S_g)$ donde K es el coeficiente de evolucion.
- N = número de elementos móviles y estáticos de un tipo

Superficie total: Es el área general que ocupan las máquinas y equipos con todos los objetos que son necesarios para ser utilizable.

Superficie gravitacional: Es el área que utiliza el operador y el material en el puesto de trabajo.

Superficie de evolución: Es el área que utiliza el personal y equipo de transporte del producto durante el proceso y al final.

Industria de K	Valores de K
Industria grande	0.05 - 0.15
Trabajo en cadena con transporte mecánico	0.10 - 0.25
Textil Hilado	0.05 - 0.25
Textil Tejido	0.5 - 1
Reloj y joyería	0.75 - 1
Pequeña mecánica	1.5 - 2
Industria mecánica	2 - 3

Tabla 8. Coeficiente de evolución

Fuente: (Salinas, 2020)

En este método para distribución de planta se utilizan tamaños promedio para los trabajadores con medidas de 1.7 m y superficie estática de 0.5 m², los almacenes que están separados mediante el uso de muros no hacen parte de este análisis y las medidas son aproximadas, por lo tanto, el método abre la posibilidad a ajustes dependiendo la necesidad y circunstancia.

Maquinas	N	n	Largo	Ancho	Ss	Sg	Se	St
Horno	1	1	6	2,2	13,2	13,2	39,6	66
Pintado	3	1	2	2,4	4,8	4,8	14,4	72
Embalaje	1	3	3	3,1	9,3	27,9	55,8	93
Perforadora	1	3	2	2,6	5,2	15,6	31,2	52
Limpieza	3	2	4	1,1	4,4	8,8	19,8	99
Grúa	1	1	3	2	6	6	18	30
Requerimiento aproximado de área								
412								

Tabla 9. *Método Guerchet*

Fuente: *Por mano propia*

Método SLP (SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING)

Es un método mediante el cual se detallan flujos, departamentos, relaciones entre los departamentos y sus actividades teniendo en cuenta las áreas de cada máquina.

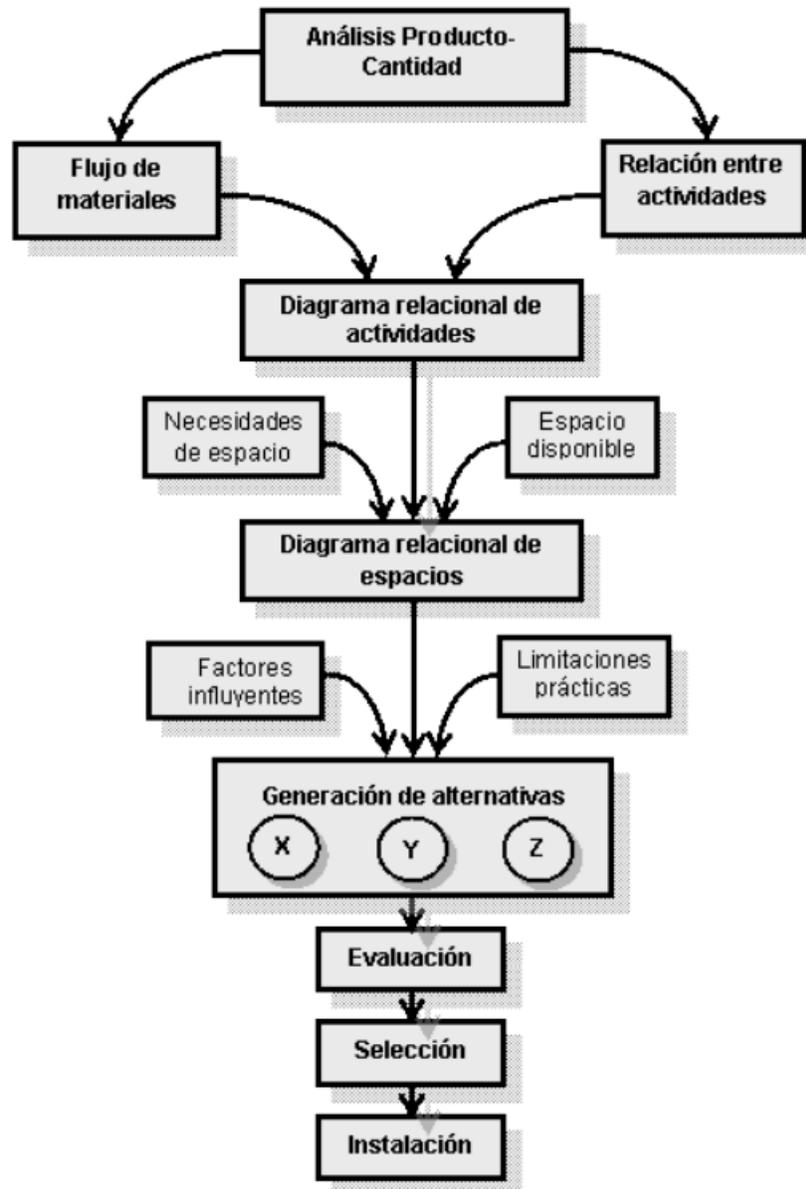


Figura 4. Esquema de la metodología SLP

Fuente: (Wilmar, Sharon, & Milton, 2016)

1. Procesos y análisis PQ: Aquí se hace el análisis de producto cantidad

Producto	informacion del producto	Ruta	Demanda mensual promedio
1	Pintado metales	A-D-G-H-F-G-A	200
2	Pintado aluminio	B-C-G-H-E-G-B	100
3	Perforacion metales	A-H-D-G-A	75
4	Perforacion aluminios	B-H-C-G-B	75

ACTIVIDADES GENERALES	ETIQUETA
Almacen	a
Almacen Alum	b
Almacen Pint	-----
Limpieza Alum	c
Limpieza otros	d
Pintura Alum	e
Pintura otros	f
Zona de secado y horneado	g
Progr & perforacion	h

Descartado porque no se requieren X unidades de pintura, esto varia dependiendo el tamaño del objeto a

Analisis PQ	
Producto 1	
AD	200
DG	200
GH	200
FG	200
GA	200
Producto 2	
BC	100
CG	100
GH	100
HE	100
EG	100
GB	100
Producto 3	
AH	75
HD	75
DG	75
GA	75
Producto 4	
BH	75
HC	75
CG	75
GB	75

Tabla 10. Análisis de ruta y cantidades

2. **Fuente:** Por mano propia

3. Tabla de flujo de actividades: Aquí se determina cual es el flujo que tiene cada actividad.

Tabla de flujo de actividades									
	A	B	C	D	E	F	G	H	
A	0						200 75		A
B		0					100 75		B
C			100 0						75 C
D	200			0					75 D
E					0				100 E
F						0			F
G			100 75	200 75	100	200	0		G
H	75	75					200 100	0	H

Tabla de flujo de actividades sumada									
	A	B	C	D	E	F	G	H	
A	0						275		A
B		0					175		B
C			100 0						75 C
D	200			0					75 D
E					0				100 E
F						0			F
G			175	275	100	200	0		G
H	75	75					300	0	H

Tabla 11. Flujo de actividades

Fuente: Por mano propia

4. Tabla de relación de actividades: Aquí se determina qué relación tienen todas las actividades con su respectivo código de importancia establecido en el método.

		intervalos	
codigo	proximidad	menor	mayor
A	Altamente necesaria	244	304
E	Especialmente necesaria	183	243
I	Importante	122	182
O	Ordinaria	61	121
U	No importante	0	60

Intervalos= Mayor-menor/5

Ordenar de mayor a menor	Codigo	
GH	300	A
AG	275	A
DG	275	A
AD	200	E
FG	200	E
BG	175	I
CG	175	I
BC	100	O
EG	100	O
EH	100	O
AH	75	O
BH	75	O
CH	75	O
AB	0	U
AC	0	U
AE	0	U
AF	0	U
BD	0	U
BE	0	U
BF	0	U
CD	0	U
CE	0	U
CF	0	U
DE	0	U
DF	0	U
DH	0	U
EF	0	U
FH	0	U

Tabla 12. *Relación de actividades*

Fuente: *Por mano propia*

5. Diagrama de relación de actividades: Aquí se empieza a elaborar el cuadro entre cada actividad con su importancia de cercanía con el resto de las actividades.

Codigo	Motivo de proximidad
1	Flujo de materiales
2	Facil supervision
3	Uso del mismo personal
4	Uso de mismas instalaciones
5	Emisiones, contaminacion y polvos

Se elige el codigo 1 en este caso porque estamos manejando flujo de materiales

Tabla 13. *códigos de motivo de proximidad*

Fuente: (Salinas, 2020)

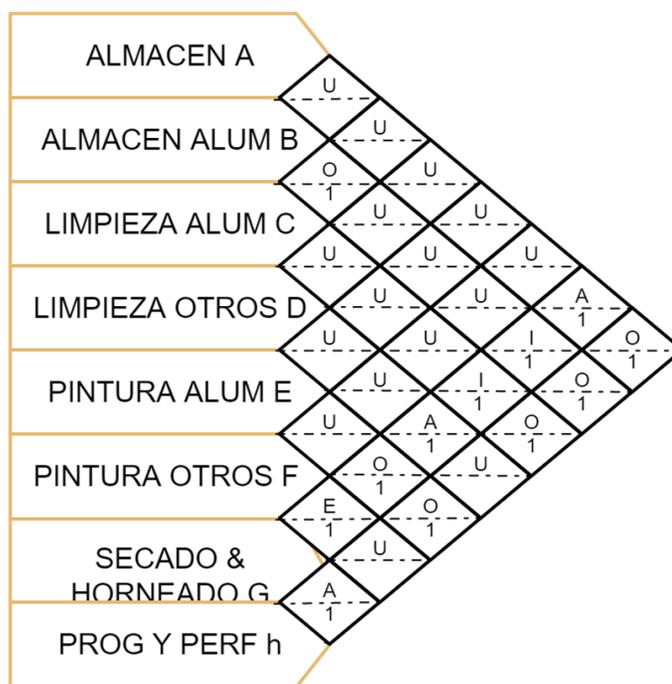


Figura 5. *Diagrama de relación de actividades*

Fuente: Creately

6. Diagrama de relación de espacios: Aquí se logra determinar qué tan cerca deben estar los procesos para reducir los tiempos de transporte.

codigo	proximidad
A	Altamente necesaria
E	Especialmente necesaria
I	Importante
O	Ordinaria
U	No importante

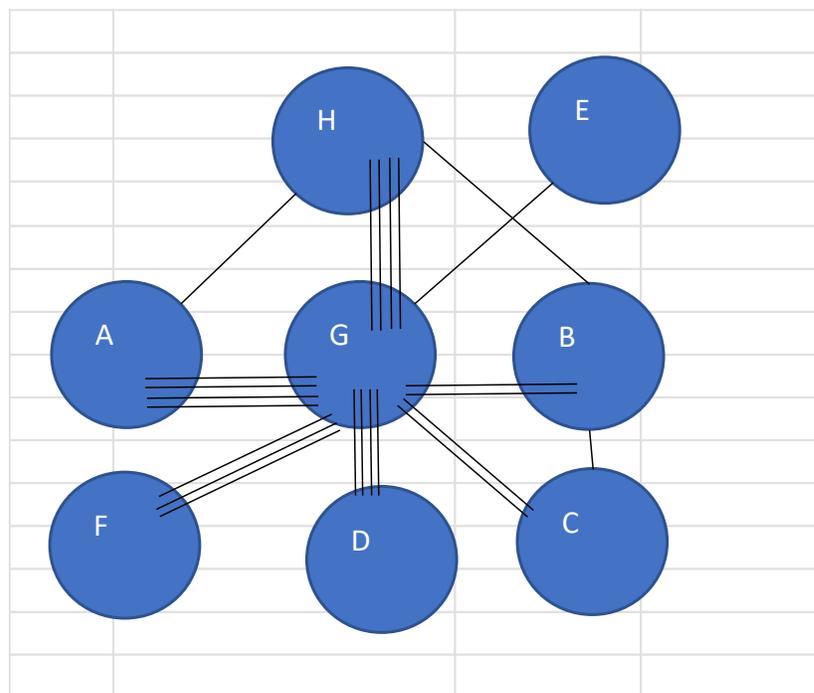


Figura 6. Diagrama de relación de actividades (No definitiva)

Fuente: Por mano propia

CORELAP:

Corelap es un algoritmo constructivo que por su definición de computerized relationship Layout planning, busca determinar la mejor ubicación secuencial de cada actividad productiva basándose en una tabla de relaciones de cercanía con sus respectivos valores.

Relaciones de cercanía	Valor de las relaciones
A = Absolutamente importante	4
E = Especialmente importante	3
I = Importante	2
O = Ordinario	1
U = No importante	0
X = Indeseable	-1

Tabla 14. *Relación de cercanía CORELAP*

Fuente: (Salinas, 2020)

El criterio de elección que tiene se basa en la cercanía y la importancia de todos los procesos de forma correlacional, es decir, la zona que más relaciones tenga y, por ende, más importancia, va a estar localizada en la zona central del área porque es la que más puntuación tiene y a su alrededor los demás procesos en función de su necesidad y puntuación de relación es representado de manera rectilínea según Mejía, Wilches, Galofre, & Montenegro, (2011).

Lamentablemente, durante la elaboración del proyecto, la herramienta dejó de estar disponible y ni fue posible encontrarla, por la cual esta opción de desarrollo fue inmediatamente descartada. Añadimos los pasos que se debieron hacer si la herramienta hubiese estado disponible.

- Definir el número de departamentos y/o procesos que se quieren implementar en la empresa, además de añadir sus áreas respectivas en la medida de metros cuadrados.
- Se aplica la tabla de relaciones de actividades y se ordenan respetando la importancia que estos van a tomar debido a la suma de puntuaciones.

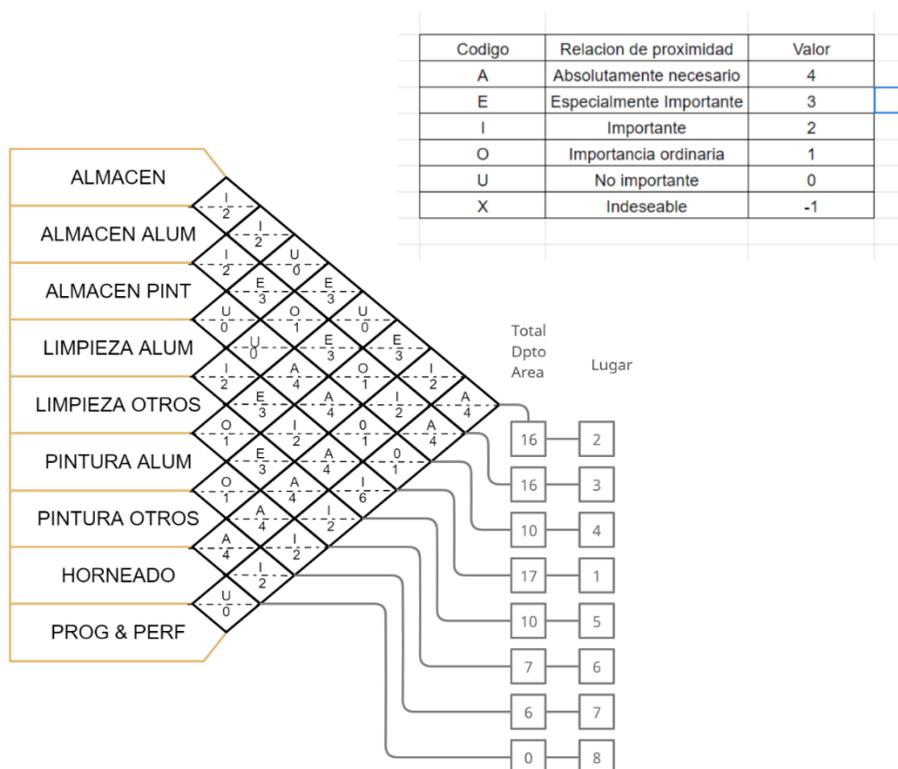


Figura 7. Tabla relación de actividades Corelap: ejemplo (no representa valores reales)

Fuente: Por mano propia

- La herramienta Corelap con esos datos puede mostrar un Layout adecuado y varias muestras más teniendo en cuenta las medidas de las áreas, su superficie requerida y la superficie disponible.

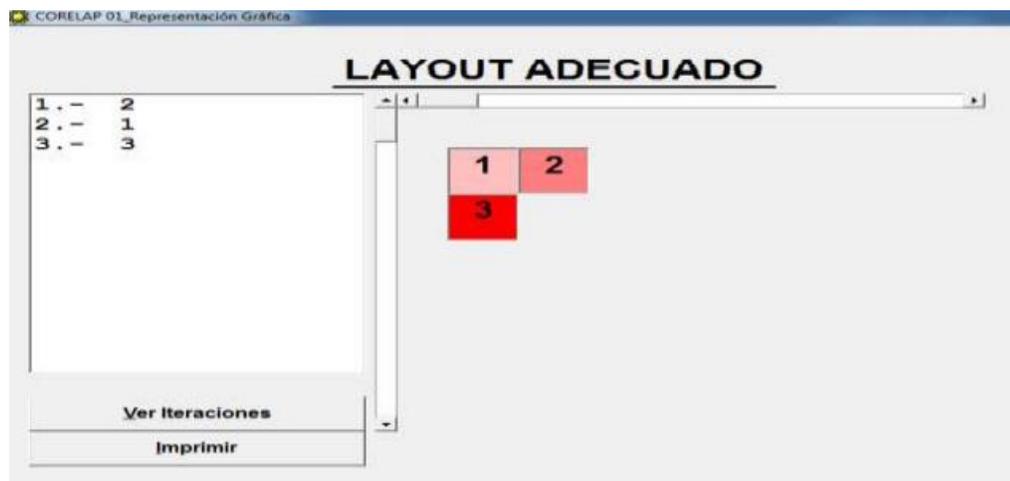


Figura 8. *Layout propuesto método CORELAP (Ejemplo)*

Fuente: (Malquin, 2019)

Fase 2. Crear un modelo de distribución en planta teniendo en cuenta las mejoras identificadas, necesidades de la organización e intereses nuevos de la alta dirección para aprovechar el espacio disponible para los procesos operacionales de la compañía.

AutoCAD: Es un software de diseño a computador creado en 1982 por la compañía norteamericana Autodesk, está elaborada especialmente para las industrias manufactureras, de infraestructura y entretenimiento. Es una

herramienta que permite el diseño digital en 2D y la modelación de figuras en 3D. optamos por elegir este programa como herramienta de diseño principal debido a que buscábamos aportar una experiencia innovadora e interactiva de fácil acceso y buen manejo para todas las personas, ya que sabemos que el uso de AutoCAD requiere mucho tiempo de uso debido a la gran cantidad de funciones que alberga el programa y que uno de los obstáculos principales para tener una experiencia de fácil acceso para todos es que el programa tiene unos requerimientos elevados que no cualquier computador puede soportar.

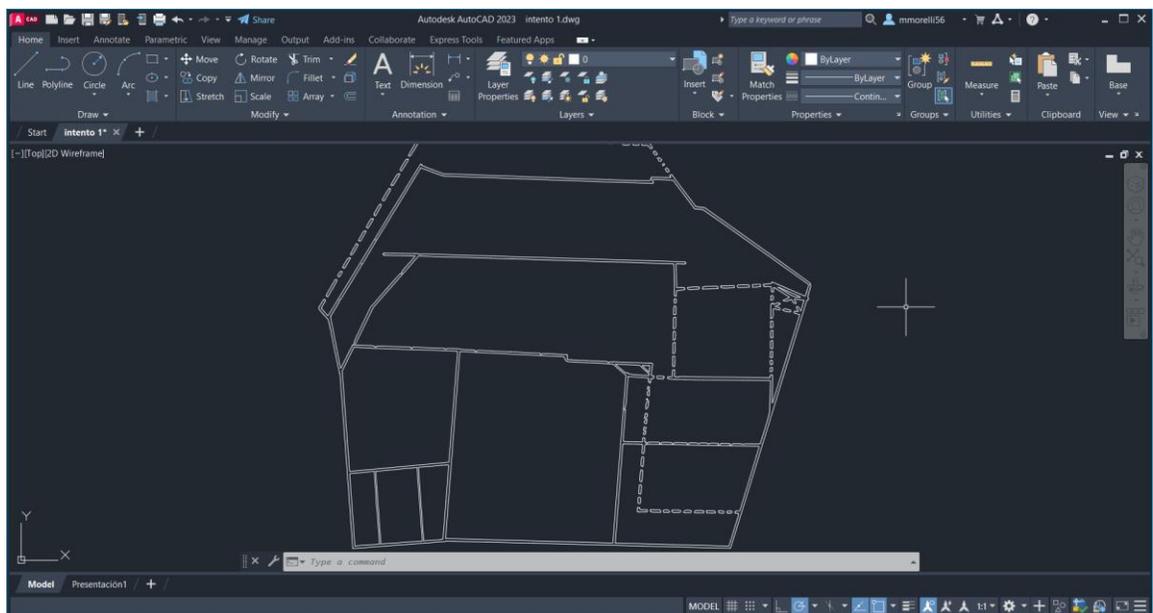


Figura 9. Layout base en AutoCAD sin acotar

Elaborado por: *Mano propia*

Minecraft: Es un videojuego de mundo abierto creado y desarrollado por el programador sueco Markus persson (Notch), un videojuego que desde su creación

en el año 2011 se ha convertido en un fenómeno cultural por su infinidad de posibilidades de crear una aventura. cada mundo es basto y diferente, lleno de la simpleza que lo caracteriza acompañado de su mecánica más encantadora, la construcción.

como si fueran bloques legos, este videojuego nos da la posibilidad de colocar los bloques a gusto para representar nuestras ideas y en este caso, los planos de Electroacabados de una forma interactiva y “fiel” a la realidad. Dándole un valor agregado a esta distribución que muy pocas veces se ha podido ver en América latina, por lo menos de este modo. Esto es una revolución en la manera de ver, disfrutar, desarrollar y jugar una tesis de grado. Minecraft es uno de los pilares de la historia de los videojuegos y la cultura popular que ha estado presente con nosotros.

Para la elaboración de la redistribución en planta optamos por elegir la última versión disponible de minecraft para tener la mayor cantidad de bloques y comandos que faciliten la representación de la empresa.

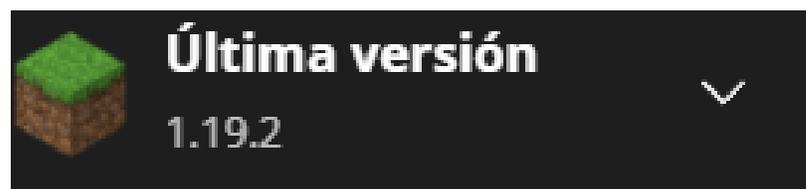


Figura 10. *Versión de Minecraft utilizada en la distribución Minecraft launcher*

Fuente: *Por mano propia*

También optamos por elegir el modo de juego “Creativo”, ya que este permite construir de forma ilimitada y sencilla sin la necesidad de obtener recursos, además de que nos deja volar, facilitando mucho la elaboración.



Figura 11. Configuración establecida Minecraft 1.19.2

Fuente: *Por mano propia*

Comenzamos creando la distribución actual de la empresa, representando visualmente con un color cada proceso y tomando captura a una vista aérea sin techo como están ubicados los procesos y que rutas tienen los trabajadores para manejar los mismos. La representación que ocupamos en minecraft es lo más fiel a la realidad que nos permite este, ya que no nos deja modificar arduamente la inclinación y ángulo de los muros, sin embargo, permite conocer cómo está la empresa manejando el flujo de materiales y la relación de espacios.



Figura 12. *Distribución actual de Electroacabados.*

Fuente: *Por mano propia*

Tras utilizar el método SLP y las diferentes combinaciones que nos arroja este, hemos optado por aplicar el siguiente diagrama de relación de espacios, ya que nos permite utilizar la mayor cantidad de área de la empresa sin tener que modificar tanto la ubicación de procesos importantes o derribar muros para facilitar el acceso.

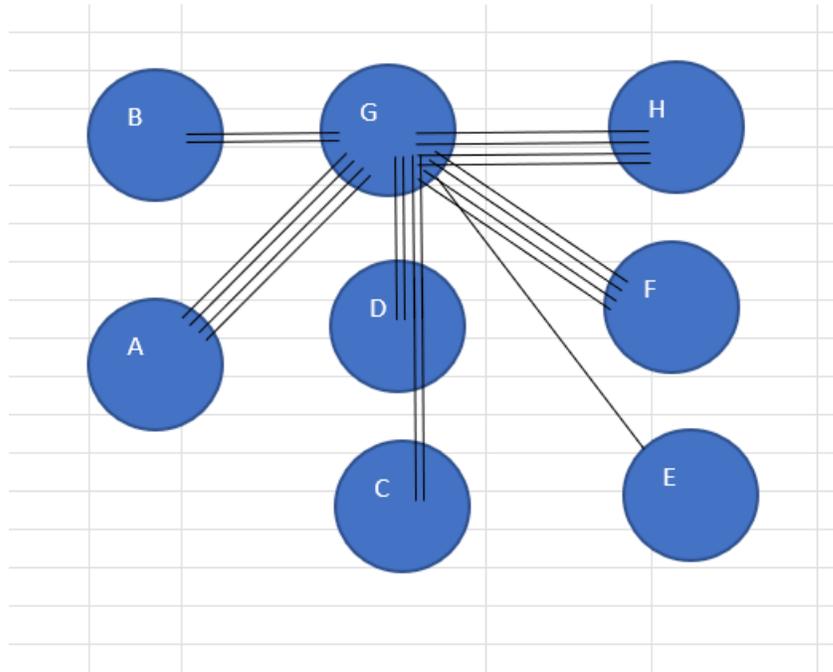


Figura 13. *Diagrama de relación de espacios seleccionado.*

Elaborado por: *mano propia*

Teniendo en cuenta esta nueva relación de espacios, decidimos rotar algunas máquinas y desplazar otras, como se puede ver, Buscamos que el proceso G (Horneado) sea el centro de relación de todos, aquí lo primordial también, fue ubicar el almacén de pinturas en un lugar más cercado o al lado, de los talleres de pintura y el levantamiento de un nuevo muro para mantener aislado el proceso F (pintura otros), El proceso B (almacén de aluminios) quedo cerca del proceso A (Almacén otros) que a la vez quedo estático, para facilitar la cercanía al parqueadero que funciona también como puerta principal de la empresa. Entre los procesos C (Limpieza de aluminios) y el proceso D (Limpieza de otros) se pudo abrir un pasillo central que facilita la movilidad entre los talleres de pintura y los

almacenes gracias a que se removió una de las escaleras que da a los tanques y estos a su vez, fueron rotados quedando de forma horizontal sin interrumpir el uso que actualmente tiene la grúa de ellos.

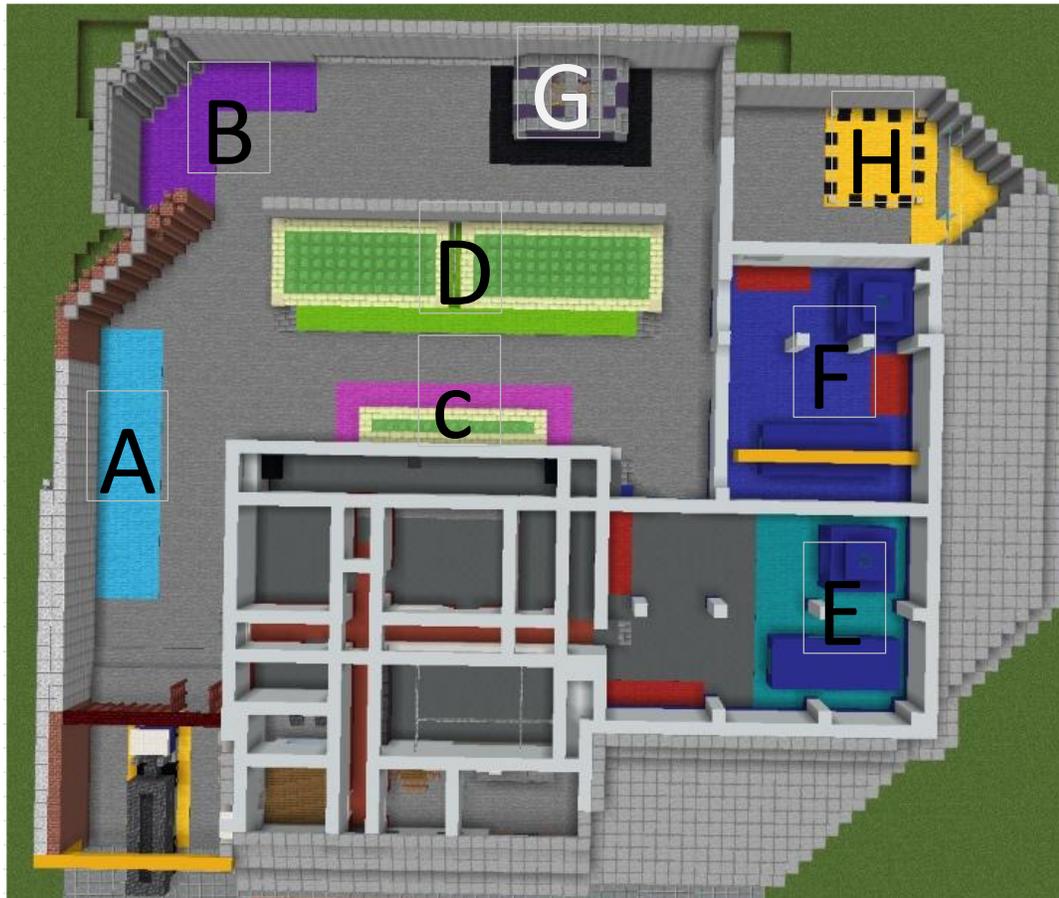


Figura 14. *Propuesta de nueva distribución para Electroacabados en Minecraft*

1.19.2

Fuente: *Por mano propia*

CONCLUSIONES

- Se logró implementar la metodología SLP con los datos proporcionados por la empresa, dando con una mejor distribución que solucione las problemáticas de Electroacabados como lo son los recorridos innecesarios y la comodidad que tienen los trabajadores durante los procesos.
- Electroacabados cuenta con el área necesaria y las habitaciones predefinidas, dan una posibilidad de combinaciones amplia, logrando que podamos modificar la empresa sin la necesidad de derribar muros de una manera sencilla.
- La metodología SLP sigue siendo vigente en la actualidad para aumentar la eficiencia, competitividad y productividad en las empresas siendo reconocida mundialmente en toda la industria manufacturera.
- Como se logra ver en las herramientas implementadas, uno de los inconvenientes que presentan los pintores se puede solucionar fácilmente colocando pequeños almacenes de pinturas en cada taller evitando hacer una doble ruta.
- La implementación de nuevas líneas de señalización en el suelo ayuda a reducir la cantidad de accidentes en el trabajo, además, la ampliación del pasillo central logra que el movimiento de material tenga tiempos disminuidos.

RECOMENDACIONES

- Aplicar la nueva distribución en planta sin prisas, los cambios pueden ser progresivos para no afectar el funcionamiento de la empresa de inmediato y al final poder minimizar distancias.
- Aumentar las capacitaciones en materia de seguridad y salud en el trabajo a los trabajadores para minimizar los riesgos que hay en la empresa al momento de utilizar la maquinaria y moverse por la nueva distribución.
- Aprovechar el rendimiento de producción de la empresa para seguir cumpliendo con las métricas establecidas por ellos mismos.

BIBLIOGRAFIA

- Antonio, p. m. (2019). *Propuesta de una nueva planta manufacturera para la empresa bio humic, basándose en métodos de distribución de planta*. Ibarra ecuador: universidad técnica del norte.
- Aucay, n. (2021). *evaluación y mejora de la distribución en planta del área de producción de una empresa metalmecánica de la ciudad de Guayaquil*. guayaquil, ecuador: universidad politécnica salesiana ecuador.
- Bucaramanga, a. d. (29 de mayo de 2015). *Información general de Bucaramanga*. Bucaramanga: Alcaldía de Bucaramanga. obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/bucaramanga>
- Bucaramanga, a. d. (2020). *unal*. obtenido de http://ie.u.unal.edu.co/images/planes_de_desarrollo_2020/bucaramanga_plan-de-desarrollo-2020-2023-2.pdf
- David de la Fuente García, i. f. (2005). *distribución en planta*. Universidad de Oviedo. desconocido. (2022). *economía naranja*. obtenido de <https://economianaranja.gov.co/>
- huilca, m. g., kenyo, m. a. (2015). *Propuesta de distribución de planta nueva y mejora de procesos aplicando las 5s y mantenimiento autónomo en la planta metalmecánica que produce hornos estacionarios y rotativos*. Lima: Pontificia universidad católica de Perú.
- kanawaty, g. (1996). *Introducción al estudio de trabajo*. Ginebra: oficina internacional del trabajo en Ginebra.
- Min ambiente. (s.f.). *min ambiente*. obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/>
- Moreno, h. d. (2016). *propuesta de diseño distribución de planta tapicería Villota*. Medellín: institución universitaria pascual bravo.
- Nariño, u. a. (2022). *Uan*. obtenido de universidad Antonio Nariño: <https://www.uan.edu.co/>
- Nicolas, p. r. (2018). *Propuesta de mejoramiento de distribución de planta de la empresa secam Jr. mediante un software o un aplicativo de simulación*. Bogotá: universidad católica de Colombia.
- Ospina, p. d. (2016). *Propuesta de distribución de plantas para aumentar la productividad en una empresa metalmecánica en ate, Lima, Perú*. lima: universidad san Ignacio de Loyola.
- Ricaurte, p. b. (2011). *redistribución de planta de producción "proalim" en la línea de refrescos de la ciudad de Riobamba*. Riobamba ecuador: escuela superior politécnica de Chimborazo.
- Peralta, j. l. (1996). *notas de distribución de plantas*. México df: Azcapotzalco.
- pro-rae, f. (s.f.). *Real academia española*. obtenido de <https://www.rae.es/>
- Santander, z. f. (2010). *zona franca de Santander*. gobernación de Santander.
- Wikipedia. (29 de mayo de 2020). *Wikipedia Bucaramanga*. obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/bucaramanga>
- Wilson, g., & juan, t. (2020). *Propuesta de diseño de distribución en planta para el sistema productivo de una empresa metalmecánica contra pedido caso: empresa de ingeniería y estructuras*. Cali: universidad autónoma de occidente

- Bycsa. (s.f.). *Bycsa*. Obtenido de <https://bycsa.co/>
- Malquin, O. A. (2019). *Propuesta de una nueva planta manufacturera para la empresa Bio humic, basandose en metodos de distribucion de planta*. Ibarra: Universidad tecnica del norte.
- Salinas, J. M. (19 de Noviembre de 2020). *Youtube*. Obtenido de Dr Salinas: <https://www.youtube.com/channel/UCZfSUSUdlZeKF9vIM3LnHsg>
- Valresa. (2021). *Valresa.com*. Obtenido de <https://valresa.com/pintura-en-polvo/poliester-qualicoat-texturado/>
- Wilmar, R., Sharon, C., & Milton, R. (2016). *METODOLOGÍA DE LA PLANEACIÓN SISTEMÁTICA DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE MUTHER*. Cali: Universidad de santiago de cali.

ANEXOS

MAQUINARIAS Y HERRAMIENTAS

ANEXO 1 trumpf trumatic 120



- Marca / Trumpf
- Modelo / tipo TRUMATIC 120 ROTACIÓN
- Capacidad / capacidad 15 toneladas
- Espesor de chapa / espesor máx. de chapa 4 mm
- Campo de trabajo / área de trabajo 1000 x 1000 mm
- Diámetro de punzonado / diámetro máximo de punzonado 38 mm
- Carrera / carrera 356 mm
- CNC Bosh

- Velocidad del eje / velocidad del eje X, Y 40 mm / min
- Golpes / golpes 1 / min 395
- Reubicación automática / reubicación automática
- Cambiador de herramientas de 7 postes Stk Cambiador de herramientas de 7 postes Stk 9
- Con herramientas / con equipo
- Año / año 1991

Fuente: *Sidicom.it*

ANEXO 2 PINTURA(CABINA)



Fotografiado por: *William Zúñiga*

ANEXO 3 EXTRACTORES/FILTROS



Fotografiado por: *William Zúñiga*

ANEXO 4 HORNO



Fotografiado por: *William Zúñiga*

ANEXO 5 CARRO TRANSPORTE

Fotografiado por: *William Zúñiga*

ANEXO 6 COMPRESOR

Fuente: *Anunciosgratis.mx*

PRODUCTOS UTILIZADOS

ANEXO 7 Kleanex 2000 F



Fuente: *bycsa.co*

ANEXO 9 PINTURA EN POLVO TIPO POLIESTER QGCI



Fotografiado por: *William Zúñiga*

ANEXO 10 ALMACEN A



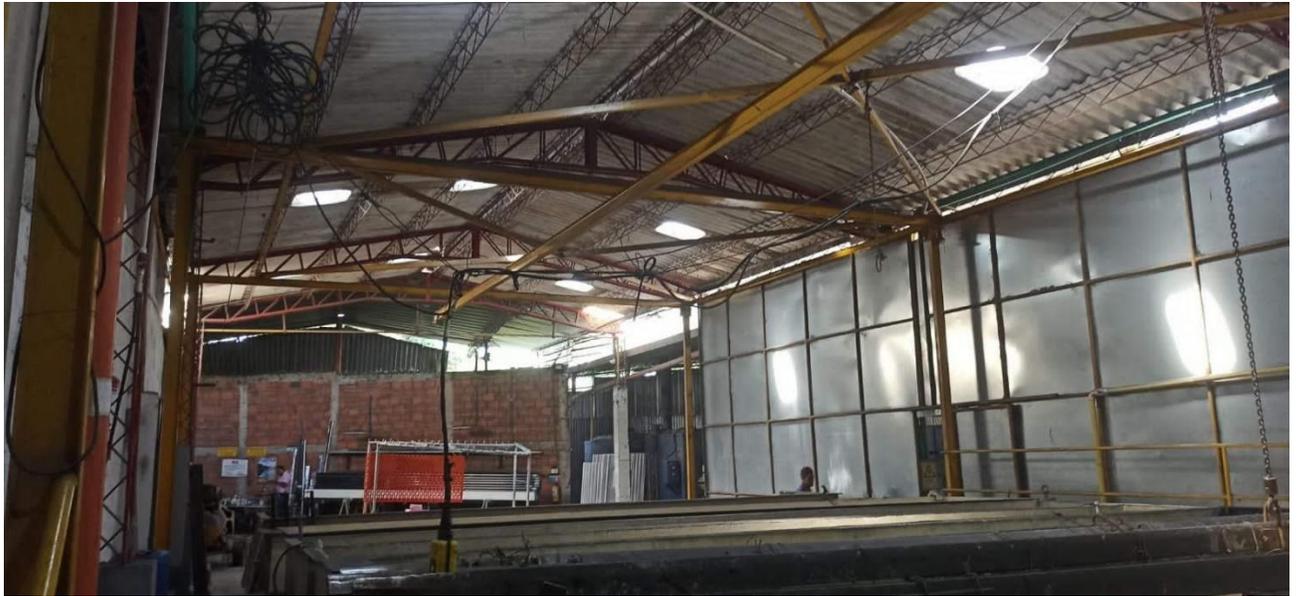
Fotografiado por: *William Zúñiga*

ANEXO 11 ALMACEN ALUMINIO B



Fotografiado por: *William Zúñiga*

ANEXO 12 LIMPIEZA OTROS D



Fotografiado por: *Maykol Morelli*

ANEXO 13 PINTURA ALUMINIO E



Fotografiado por: *William Zúñiga*

ANEXO 14 HORNEADO G



Fotografiado por: *William Zúñiga*

ANEXO 15 PROGRAMACION Y PERFORADO H



Fotografiado por: *William Zúñiga*

