

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS
AMÉRICAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

Para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial

**Propuesta de distribución de planta del proceso de
fabricación de superficies a base de piedras naturales en la
empresa GRAMAQUI S.A.**

AUTOR

Karen Lilliana Herrera Zúñiga

TUTOR

Ing. Alejandro Leiva González

LECTOR

Ing. Pablo Barrantes Rivera

San José, diciembre, 2022

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto se realizó en la empresa GRAMAQUI S.A., la cual se dedica a la fabricación, venta e instalación de superficies innovadoras a base de piedras naturales como cuarzo, granito, mármol, entre otras.

La investigación tiene como objetivo realizar un estudio de la distribución de planta actual, con el fin de proponer una nueva distribución que permita mejorar el proceso de fabricación de superficies, por medio del análisis de los factores que interviene en la distribución de la planta.

El análisis y desarrollo de herramientas de ingeniería industrial pretende detectar las deficiencias, reconocer ventajas, mejorar el manejo de materiales, centrado en el uso de procedimientos que ayuden a realizar traslados y movimientos productivos en la planta, realizar un rediseño de la planta permite conocer el método más conveniente y económico de realizar cada operación productiva para conseguir una distribución adecuada del taller.

La distribución de la empresa es por procesos, ya que se encuentra dividida en áreas de medición, corte, lijado y acabados finales.

Por medio de diagramas de Ishikawa y matrices de priorización se determinaron los factores que son críticos, que se deben mitigar con urgencia, ya que generan reprocesos y por medio del análisis de la planeación sistemática de la distribución de planta (SLP) se comprobó que no existe una distribución de planta adecuada.

Se recomienda a la empresa aprovechar al máximo la relación, espacio y reparto, entre actividades buscando la cercanía de las áreas implicadas en el proceso de fabricación de superficies, lo que permite reducir los problemas al trasladar materiales entre estaciones y determinar el flujo de los materiales, por lo tanto, es de suma importancia clasificar cada proceso según las necesidades de los operarios y aportar seguridad en las áreas.

Se considera que el patrón de flujo más recomendado para el tipo producto y el manejo del material, por ser grande y pesado, así como para lograr un acomodo adecuado del taller, es una distribución en “U” o circular.

Por lo anterior, lo que se pretende es satisfacer las necesidades de la gerencia, los operarios y los clientes aprovechando al máximo los recursos con los que cuenta la empresa, para obtener mayores logros y crecimiento.

CONTENIDO

DEDICATORIA 	1
AGRADECIMIENTO	2
CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL TUTOR	3
CARTA INCORPORACIÓN DE LAS MODIFICACIONES AL TFG	5
DECLARACIÓN JURADA	6
RESUMEN EJECUTIVO	8
FIGURAS	12
TABLAS	16
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	17
Generalidades de la Empresa	18
Organigrama	18
Logo	19
Garantía	19
Ubicación	20
Misión	21
Visión	21
Planteamiento de Problema	22
Objetivos	22
Objetivo General	23
Objetivos Específicos	23
Justificación	23
Antecedentes	24
Proyecciones	27

	10
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	28
Distribución de Planta	28
Tipos de Distribución	29
Factores que Influyen en la Distribución de Planta	32
Herramientas para Describir el Problema	35
Diagrama de Flujo	35
Gráfico de Relaciones	37
Diagrama de Recorrido	40
Herramientas para Medir las Consecuencias	42
Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE)	42
Matriz FODA	46
Herramientas para Analizar las Causas	50
Diagrama de Causa y Efecto	50
Matriz de priorización	52
Diagrama de Pareto	56
Herramientas para el Diseño o Propuesta	57
SLP: Planeación Sistemática de la Distribución de Planta	57
Herramientas para el Control de la Propuesta	60
Gráfico de GANTT	60
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO	62
Enfoque	62
Cuantitativo	62
Cualitativo	64
Mixto	66

	11
Alcance	66
Diseño	70
Diseño Experimental	70
Diseño no Experimental	71
Variables o unidades de análisis	74
Muestra	77
Instrumentos	79
Recolección de datos	80
Método de Análisis	82
Cronograma	83
Estructura EDT	83
Diagrama de Gantt	85
CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	86
Descripción del Problema	86
Distribución actual de la planta	86
Gráfica de Relaciones de la Distribución de Planta Actual	88
Diagrama de Recorridos	92
Diagrama de Ishikawa	95
Medición de las Consecuencias	98
Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE)	98
Matriz FODA	100
Análisis de las causas	102
Matriz de priorización	102
Análisis de las causas críticas de los factores de la distribución de planta	102

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	114
Conclusiones	114
Recomendaciones	115
CAPÍTULO VI PROPUESTA	117
Propuesta (A)	118
Diagrama de Recorrido	120
Propuesta (B)	121
Diagrama de Recorrido	124
Propuesta (C)	125
Diagrama de Recorrido	129
Análisis de las Propuestas	130
Gráfica de Relaciones	138
Análisis Económico	142
Costos para la Implementación de la Propuesta	142
Beneficios Esperados de la Propuesta	147
Plan de Implementación	149
Requerimientos para la Implementación	150
Cronograma de Implementación	150
APÉNDICES	152
REFERENCIAS	159

FIGURAS

Figura 1 Organigrama GRAMAQUI S.A	19
Figura 2 Logo de la empresa	19

	13
Figura 3 Garantía del producto	20
Figura 4 Ubicación Cartago	20
Figura 5 Ubicación Guanacaste	21
Figura 6 Posición fija de materiales	30
Figura 7 Por proceso o función	31
Figura 8 Por producto o en línea	32
Figura 9 Tabla de Simbología del Diagrama de Flujo	36
Figura 10 Diagrama de Flujo	37
Figura 11 Gráfica de Relaciones	38
Figura 12 Códigos de proximidades	39
Figura 13 Regla del dedo	39
Figura 14 Diagrama de Relaciones	40
Figura 15 Clasificaciones AMFE	44
Figura 16 AMFE	45
Figura 17 Descripción del análisis externo	47
Figura 18 5 Fuerzas de Porter	48
Figura 19 Matriz FODA	49
Figura 20 Diagrama de Causa y Efecto	52
Figura 21 Ejemplo importancia relativa	53
Figura 22 Ejemplo de escala	54
Figura 23 Matriz en L ponderada	55
Figura 24 Criterios	55
Figura 25 Diagrama de Pareto	56
Figura 26 Elementos de la distribución de planta	58

Figura 27 Patrones de Flujo predominantes	59
Figura 28 Diagrama de Gantt	61
Figura 29 Proceso del enfoque cuantitativo.	62
Figura 30 Proceso del enfoque cualitativo.	64
Figura 31 Tipos de investigación no Experimental	72
Figura 32 Recolección en el tiempo.	73
Figura 33 Estructura EDT	83
Figura 34 Diagrama de Gantt.	85
Figura 35 Plano Actual del Taller	86
Figura 36 Gráfico de relaciones	90
Figura 37 Simbología	92
Figura 38 Color de las proximidades	93
Figura 39 Diagrama de Recorrido GRAMAQUI S.A.	93
Figura 40 Diagrama de Flujo GRAMAQUI S.A.	94
Figura 41 Diagrama de Ishikawa GRAMAQUI S.A.	95
Figura 42 AMFE del proceso	98
Figura 43 Matriz FODA de GRAMAQUI S.A.	100
Figura 44 Matriz de priorización factor maquinaria	103
Figura 45 Resumen de datos	103
Figura 46 Datos ordenados	103
Figura 47 Gráfico de Pareto factor maquinaria	104
Figura 48 Matriz de priorización factor materia	105
Figura 49 Resumen de datos	105
Figura 50 Datos ordenados	106

Figura 51 Gráfico de Pareto factor material	106
Figura 52 Matriz de priorización factor movimiento	108
Figura 53 Resumen de datos	108
Figura 54 Datos ordenados	109
Figura 55 Gráfico de Pareto factor movimiento	109
Figura 56 Matriz de priorización factor espera	110
Figura 57 Resumen de datos	111
Figura 58 Datos ordenados	111
Figura 59 Gráfico de Pareto factor espera	112
Figura 60 Plano propuesta (A)	118
Figura 61 Patrón de Flujo Propuesta (A)	119
Figura 62 Diagrama de Recorrido Propuesta (A)	120
Figura 63 Plano propuesta (B)	121
Figura 64 Patrón de Flujo Propuesta (B)	123
Figura 65 Diagrama de Recorrido Propuesta (B)	124
Figura 66 Plano propuesta (C)	126
Figura 67 Patrón de Flujo propuesta (C)	127
Figura 68 Diagrama de Recorrido Propuesta (C)	129
Figura 69 Simulación de la Distribución Actual del Taller	133
Figura 70 Propuesta (A) FlexSim	134
Figura 71 Propuesta (B) FlexSim	135
Figura 72 Propuesta (C) FlexSim	137
Figura 73 Gráfica de Relaciones, Propuesta (C)	140
Figura 74 Cotización de materiales para remodelación	144

Figura 75 Cotización Cortina arrollable manual	146
Figura 76 Etapas de la Puesta en Marcha	150
Figura 77 Cronograma de Gantt	150

TABLAS

Tabla 1 Factores y características	33
Tabla 2 Conceptos básicos del AMFE	42
Tabla 3 Valores prioritarios de riesgo	44
Tabla 4 Categorías del Diagrama de Causa y Efecto	51
Tabla 5 Características de los alcances de la investigación.	67
Tabla 6 Diferencias del diseño experimental y no experimental	71
Tabla 7 Variables del proyecto	74
Tabla 8 Muestra de la Investigación	77
Tabla 9 Instrumentos de investigación	79
Tabla 10 Recolección de datos	80
Tabla 11 Áreas del taller	88
Tabla 12 Motivos de la relación por actividad	89
Tabla 13 Colores de la relación por actividad	89
Tabla 14 Resultado de Proximidades	91
Tabla 15 Áreas del Taller	138
Tabla 16 Motivos de la Relación, Propuesta (C)	139
Tabla 17 Relación por actividad, Propuesta (C)	141
Tabla 18 Salarios Mínimos del MTSS	142
Tabla 19 Salarios totales por días trabajados	143

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

GRAMAQUI S.A, se dedica a la fabricación, venta e instalación de soluciones innovadoras a base de piedras naturales, hoy, la empresa cuenta con una amplia gama de productos para cocinas, baños, escaleras, entre otros acabados a base de piedras, lo que exige que cuente con un equipo de trabajo altamente calificado que, de acuerdo a la calidad de los productos y materiales, trabaja para garantizar la satisfacción de los clientes.

Por lo tanto, la línea de investigación del proyecto se basa en la localización y distribución de planta por medio de la planeación sistemática, con el fin de mejorar el proceso de fabricación de superficies a base de piedras naturales.

La importancia del proyecto es mejorar el proceso de fabricación de superficies por medio de una nueva propuesta de distribución de planta, la empresa se encuentra en un mercado de producción sumamente competitivo y mejorar su distribución permitirá que cada factor que interviene en el proceso mejore la productividad, buscando la eficiencia, disminuyendo atrasos, erradicando fallas y evitando pérdidas económicas.

El proyecto consiste en mejorar el manejo de materiales, centrado en el uso de procedimientos que ayuden a realizar traslados y movimientos en la planta, no busca cambiar la forma o características de los materiales, ni añade elementos, lo que pretende es lograr el modo más conveniente y económico de realizar cada operación productiva para conseguir una distribución de planta adecuada.

Es importante mencionar que la distribución de planta se basa en la ordenación física de los elementos industriales, ya practicada o en proyecto, incluye los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y las actividades involucradas en el proceso.

Por lo anterior, la información de este proyecto se obtendrá a través de datos suministrados por la empresa, así como recursos teóricos para comprobar que la misma cuenta con los medios y la experiencia necesaria para obtener mayores logros y crecimiento.

A continuación, se detallan los capítulos que contiene el proyecto y los temas que se desarrollan en cada uno de ellos:

Capítulo I Introducción: Desarrolla la introducción, las generalidades de la empresa, el planteamiento del problema, objetivo general y objetivos específicos, así como la justificación antecedentes y proyecciones.

Capítulo II Marco Teórico: Plantea conceptos básicos para definir el tema, herramientas para definir el problema, medir consecuencias, analizar causas, para diseñar la propuesta y para el control de la propuesta.

Capítulo III Marco Metodológico: Explica el enfoque, alcance, diseño, variables, muestra, instrumentos, recolección de datos, método de análisis y cronograma del proyecto.

Capítulo IV Análisis de la situación: Describe el problema, mide las consecuencias y analiza las causas que afectan a la empresa.

Capítulo V Conclusiones y recomendaciones: Aborda las conclusiones a las que se llega con la investigación y recomienda soluciones a la empresa con base en el proyecto.

Capítulo VI Propuesta: Expone la propuesta, se crea un plan de implementación y se realiza el análisis económico para la puesta en marcha por medio de una simulación.

Como parte del capítulo de introducción se procede a definir los temas que lo componen:

Generalidades de la Empresa

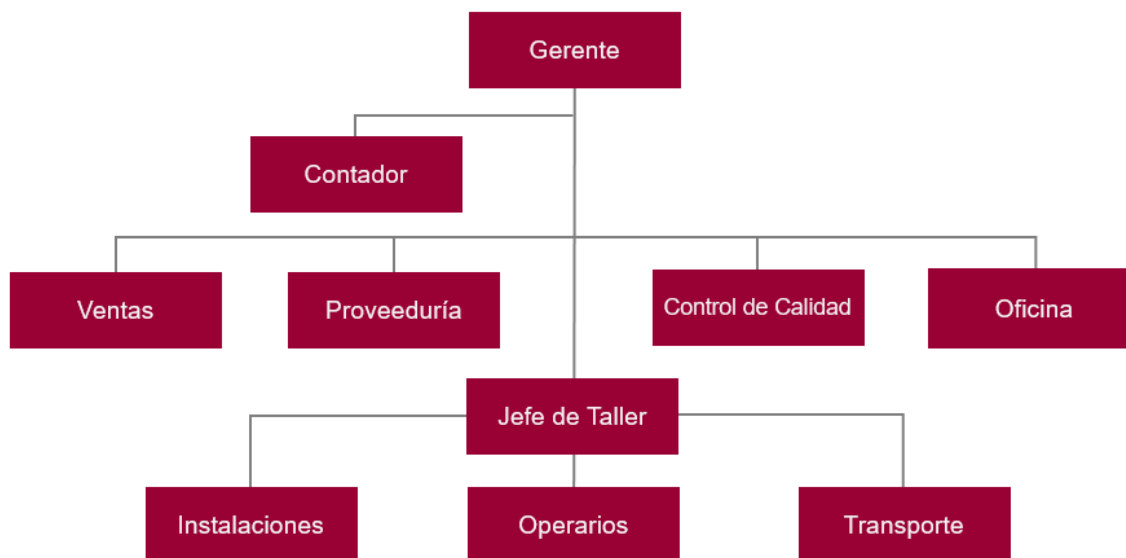
GRAMAQUI S.A., es una empresa sólida, con más de 18 años de experiencia en fabricación, venta e instalación de soluciones innovadoras a base de piedras naturales, inició de la mano del Sr. Francisco Quirós, como “Piedras del Mundo GRAMAQUI S.A.”, y con la capacitación de expertos italianos fue especializándose en el trabajo de superficies de mármol, granito y cuarzo, cuentan con una amplia gama de productos para cocinas, baños, escaleras, entre otros lugares que así lo requieran.

El éxito de GRAMAQUI S.A. radica en la dedicación del personal, y sobre todo del socio fundador, para garantizar la satisfacción de cliente, no solo por el diseño e instalación de productos, sino también por la puntualidad en las entregas, los excelentes acabados y la más detallada inspección de los proyectos. Son distribuidores autorizados y trabajan con productos Silestone.

Organigrama

A continuación, en la **Figura 1** se muestra el organigrama de GRAMAQUI S.A.

Figura 1 Organigrama GRAMAQUI S.A



Fuente: Gte. Manuel Quirós

Logo

En la **Figura 2**, se muestra el logo de la empresa GRAMAQUI S.A.

Figura 2 Logo de la empresa



Nota: Fuente GRAMAQUI S.A.

Garantía

GRAMAQUI S.A., es respalda por la garantía de los productos Silestone by Cosentino, la cual es una empresa española global que produce y distribuye superficies de alto valor para el diseño y la arquitectura.

La **Figura 3** muestra el logo de la garantía con la que cuentan los productos de GRAMAQUI S.A.

Figura 3 Garantía del producto



Nota: Fuente GRAMAQUI S.A.

Como parte de las generalidades de la empresa se expone la misión, la visión y los valores de GRAMAQUI S.A.

Ubicación

GRAMAQUI S.A. actualmente se ubica en dos provincias de Costa Rica, en Cartago donde cuentan con el taller de producción y en Guanacaste con una sala de exhibición.

Ubicación en Cartago

En Cartago GRAMAQUI S.A. se encuentra en el complejo de Bodegas frente a RECOPE, específicamente de Vymisa 200 metros al oeste.

En la **Figura 4** se muestra la ubicación de Cartago, según google maps

Figura 4 Ubicación Cartago



Nota: Google Maps

Ubicación en Guanacaste.

En Guanacaste GRAMAQUI S.A. se ubica a 1.4km del cruce de huacas, camino a Playa Tamarindo.

En la **Figura 5** se muestra la ubicación de Guanacaste, según google maps.

Figura 5 Ubicación Guanacaste



Nota: Google Maps

Misión

Ofrecer soluciones innovadoras de productos de piedras naturales que satisfagan las necesidades de nuestros clientes, con altos estándares de fabricación, instalación y comercialización.

Visión

Ser una empresa líder en el sector de soluciones a base de piedras naturales, reconocida por los altos estándares de calidad e innovación que permiten satisfacer las necesidades y requerimientos de clientes de superficies de mármol, granito y cuarzo.

Valores

- Responsabilidad
- Innovación

- Compromiso
- Puntualidad
- Honestidad

Planteamiento de Problema

La correcta asignación de los recursos como terrenos, edificios, materiales, instalaciones, máquinas, equipos y recurso humano, son la base para la supervivencia de cualquier organización, por lo anterior, las empresas se empeñan en utilizar de forma eficiente los recursos que poseen, mediante diversos estudios de ingeniería.

La empresa GRAMAQUI S.A., desea mejorar la distribución de planta, ya que la misma se encuentra en un mercado de fabricación y producción de superficies a base de piedras naturales, altamente competitivo, por lo tanto, busca aumentar la eficiencia, disminuir atrasos, erradicar fallas y evitar pérdidas económicas en el futuro.

El proyecto busca potenciar los procesos y servicios que ofrece la empresa, haciendo uso de los recursos con los que cuenta GRAMAQUI S.A., sin afectar e impactar las operaciones, esto quiere decir, que se espera aprovechar al máximo los recursos más importantes de la empresa, como, el espacio físico, equipo, materiales y recurso humano, con el fin de aumentar la calidad y reducir atrasos.

GRAMAQUI S.A. desea comprobar que cuenta con los medios y la experiencia necesaria para obtener mayores logros y crecimiento en el futuro y es donde nace la pregunta de investigación que se resolverá con el desarrollo de este proyecto:

¿Cómo rediseñar la distribución de planta de la empresa GRAMAQUI S.A. para aprovechar los recursos y mejorar el proceso de fabricación de superficies de piedras naturales?

El planteamiento del problema y la pregunta de investigación permiten tener una idea clara de cómo se debe desarrollar el proyecto y dan una apertura para exponer los objetivos de la investigación.

Objetivos

A continuación, se plantea el objetivo general de la investigación.

Objetivo General

Rediseñar la distribución de planta de la empresa GRAMAQUI S.A. para mejorar el proceso de fabricación de superficies a base de piedras naturales.

Objetivos Específicos

1. Definir la distribución de planta actual de la empresa GRAMAQUI S.A.
2. Identificar dentro del proceso las principales causas de los problemas, así como el incumplimiento de los procedimientos.
3. Analizar cada uno de los factores involucrados en la distribución de la planta.
4. Desarrollar por medio de una simulación un método de trabajo que permita el aprovechamiento de todos los factores involucrados en la planta de GRAMAQUI S.A.
5. Proponer una distribución física que permita una interacción completa entre las áreas de trabajo aumentado la calidad de la mano de obra.

Justificación

GRAMAQUI S.A., a través de los años ha adquirido mucha experiencia para la fabricación y producción de superficies a base de piedras naturales, sin embargo, en el taller de producción se desea aumentar la eficiencia, erradicar fallas, disminuir atrasos y evitar pérdidas económicas, por lo tanto, para lograr llevar los deseos de la empresa a la realidad, es importante hacer la evaluación de los recorridos para aprovechar los espacios al máximo, así como estudiar cada uno de los factores involucrados en la planta y en el desarrollo de las funciones diarias, un eficiente estudio de distribución de planta, beneficia a la empresa, sus colaboradores y al cliente final.

La distribución de planta es una de las tareas más significativas y críticas, ya que, por lo general se diseñan las distribuciones al inicio de las operaciones, sin embargo, a medida que la organización crece y se producen cambios, estas se vuelven deficientes y conllevan a gastos y pérdidas económicas, que, a largo plazo, se convierten en un problema difícil de solucionar.

Rediseñar la planta trae beneficios como el incremento de la productividad, menores tiempos de producción y entrega, disminución de horas extras de trabajo, baja en los gastos operativos y administrativos, mayor seguridad laboral, que provoca menores riesgos e incapacidades y adicionalmente provoca que se eleve la competitividad de la empresa.

Antecedentes

Los antecedentes dan inicio al proceso de investigación y permiten conocer lo que se ha estudiado sobre un tema en particular o en su defecto, también facilitan la delimitación del tema, el encuadre o la perspectiva que se dará a la investigación y su profundidad.

Según Brenes Underwood, Morera Malcolm, y Urgellés Ventura (2014) en su trabajo presentado para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial en la Universidad de Costa Rica, titulado “Diseño de una nueva planta productiva para Nueces Industriales S.A.” y por la naturaleza del proyecto relacionada con el diseño de una nueva planta productiva, indican que:

Es esencial definir el sistema productivo y el tipo de distribución de interés y para ello, realizar un análisis producto-cantidad (PQ por sus siglas en inglés) el cual permite determinar la cantidad de unidades elaboradas por cada producto dentro de los procesos productivos, este análisis logra determinar el peso porcentual que tiene cada producto y permite establecer el tipo de distribución que mejor se acopla, ya sea fija, por producto o por proceso. (p. 36)

Según Álvarez Chaves y Matamoros Corrales (2015) en la Revista Médica De La Universidad De Costa Rica indican que:

Una evaluación ergonómica para movimientos repetitivos de miembro superior, mediante observación directa, considera una serie de variables como: la duración real del movimiento repetitivo, los períodos de recuperación o descanso, la frecuencia de las acciones requeridas, la duración y el tipo de fuerza ejercida así como la postura del cuerpo durante la realización de movimientos y la existencia de factores adicionales tales como la utilización de guantes, presencia de vibraciones, tareas de precisión, el ritmo del trabajo, entre otros, define como aceptable un índice global de riesgo igual o menor a 7,5. (pp.91-92)

Según Bermúdez Elizondo , Maroto Herrera, y Robleto Jerez, (2017) es su trabajo para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial en la Universidad de Costa Rica, desarrollaron el tema de “Rediseño de los procesos sustantivos de mantenimiento industrial en la Cooperativa Dos Pinos R.L” y con la ayuda de un diagrama de Ishikawa indican que:

Realizar observaciones durante un tiempo prudencial permite llegar a las causas que generen un problema relacionado a un rediseño de procesos, por lo tanto, el análisis del diagrama de causa- efecto o Diagrama de Ishikawa permite profundizar en la causa raíz de un determinado problema y que se aborden de forma más eficiente los problemas de tiempos y disminuyan los gastos para la empresa. (pp. 88-87)

Según Carvajal Mora y Villalobos Quirós (2017) es su trabajo presentado para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial en la Universidad de Costa Rica, titulado “Rediseño de la gestión de las operaciones en la planta de inyección Pet de INGRUP S.A.” implementan herramientas de diagnóstico e indican que:

Como parte de la metodología general que se implementa en la fase de diagnóstico y con base en las actividades de caracterización de las operaciones de planta, se implementan herramientas como, entrevistas, revisión documental y mapeo de procesos, con el fin de obtener actividades y tareas de los procesos de planificación y producción, analizar criterios para la programación de piso y la asignación del recurso humano y de materiales. (p.28)

Según Obando Rodríguez (2017) es su trabajo presentado para optar por el grado de bachillerato en Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental en el Instituto Tecnológico de Costa Rica, desarrolló el tema “Propuesta de redistribución en planta y mejoramiento del sistema de almacenamiento e iluminación del Laboratorio Aduanero del Ministerio de Hacienda.” indica que:

Por medio de las entrevistas realizadas al personal del Laboratorio Aduanero se obtuvo información respecto a los recorridos y desplazamientos que realizan a diario para realizar su trabajo y obtener esta información permite conocer las condiciones deficientes en cuanto a la distribución, denotando un desorden en la ubicación de los departamentos, identificando las causas de las distracciones entre las personas, además que estar en constante movimiento, se pierde tiempo efectivo de trabajo y se desaprovecha el espacio en el que se podría utilizar para otras funciones y de forma lógica. (pp.49-50)

Para Sánchez González, Rodríguez Rodríguez, y Ramírez Durán (2017) en su trabajo para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial en la Universidad de Costa Rica, en el cual desarrollaron el tema de “Rediseño del sistema de planificación y control de la producción del área de ToolRoom en Panduit Costa Rica” indican que en las distribuciones de planta “Es necesario realizar análisis de tiempos de las ordenes que ingresan a producción para identificar los cuello de

botella y haciendo uso de los tiempos registrados por los operarios, realizar un análisis para determinarlos”. (p.64)

El diseño de un modelo para la mejora de procesos de producción y servicios, integrando herramientas y controlando el impacto económico requiere de “La observación, es un método que refleja las aplicaciones prácticas de herramientas propias del campo de la investigación como el análisis y realización de encuestas, la conformación de planes de mejora, así como la detección y análisis de deficiencias” (Marrero Hernández, Vilalta Alonso, y Martínez Delgado, 2019, p.149)

Según Díaz Vargas (2021) En la revista de Ingeniería Industrial actualidad y nuevas tendencias y con base en el rediseño de una planta manufacturera a través de layout, orientado al proceso indica que:

Es un tipo de distribución en planta que se emplea una producción de bajo volumen y alta variedad; se agrupan maquinaria y equipos similares y que el layout es más eficiente cuando se fabrican productos con requisitos diferentes y la producción es por lotes”. (p. 53)

Según Leandro Alpízar (2021) en su trabajo presentado para optar por el grado de Maestría Profesional en Química Industrial, en la Universidad de Costa Rica, desarrolló el tema “Implementación de un Sistema de Evaluación de Riesgo en una Industria Farmacéutica aplicando la Herramienta FMEA como Instrumento para determinar los Atributos de Calidad en la Evaluación de Procesos” indica que:

La implementación de un análisis modal de fallos y efectos es una forma de identificar las áreas de mayor riesgo, sin embargo, es importante implementar un diagrama de Pareto, con el fin de mostrar los riesgos en orden de tamaño, para posteriormente definir el límite de RPN adecuado que represente una proporción del riesgo total y tratar el riesgo de esta manera asegura que el 80% del riesgo acumulado sea evaluado para futuras acciones. (p.51)

Según Contreras Castañeda y Pérez Uribe (2021) En la revista de Ingeniería Industrial actualidad y nuevas tendencias, relacionado al tema de “Priorización de problemas en talleres metalmecánicos”, específicamente en dos casos de estudio en Boyacá-Colombia indican que:

La solución de problemas tanto esporádicos como crónicos está relacionada con las prácticas de mejora continua derivadas de la gestión de la calidad total y realizar prácticas como la implementación del kaizen y el Seis Sigma, prueban que el 95% de los problemas

de una organización se pueden solucionar utilizando siete herramientas, que son, diagrama de Pareto, diagrama de espina de pescado, diagrama de dispersión, histogramas, diagramas de estratificación, hojas de verificación y gráficos de control. (p. 48)

Proyecciones

Las proyecciones de este trabajo pretenden:

- Aumentar la eficiencia del proceso de fabricación y producción de superficies a base de piedras naturales.
- Disminuir los atrasos generados por los reprocesos y retrabajos.
- Erradicar las fallas por medio de la implementación de herramientas que permitan analizar consecuencias.
- Disminuir las pérdidas económicas por atrasos en los tiempos de entrega.
- Realizar un uso adecuado de los factores que influyen en la distribución de la planta.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

El presente capítulo se basa en la recopilación de antecedentes, investigaciones previas y consideraciones teóricas, en la que se va a sustentar el proyecto, con la finalidad de dar soporte teórico, contextual y real de los conceptos por utilizar para plantear el problema de investigación.

Por lo tanto, el marco teórico se caracteriza por definir la disciplina a la cual pertenece el tema de investigación, por ende, conocer conceptos relevantes, que permitan justificar, demostrar, apoyar e interpretar los resultados de forma ordenada y coherente, con el fin de proponer una nueva distribución de planta para mejorar el proceso de fabricación de superficies de piedras naturales en la empresa GRAMAQUI S.A.

Es importante, como parte del capítulo conocer conceptos y definiciones que permitan comprender de forma clara y ordenada, las herramientas, diagramas y características de la distribución de planta, por lo tanto, se procede a describir conceptos importantes para el desarrollo del proyecto.

Distribución de Planta

La distribución de planta se define como “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” (De la Fuente García y Fernández Quesada, 2005, p. 3)

El objetivo principal de la distribución de planta es que los elementos se ordenen de tal manera que sea eficiente y que la ordenación se realice con el fin de contribuir a los objetivos fijados por la empresa y su debido crecimiento.

Principios de la distribución de planta.

Los principios básicos de la distribución de planta son una combinación de objetivos y su planificación se apoya en los compromisos, beneficios, limitaciones, modificaciones, según el grado de importancia.

La distribución de planta se basa en los siguientes principios, según Platas García y Cervantes Valencia (2014)

- **Integración** de todos los factores que afectan la distribución.
- **Utilización** eficiente de la maquinaria, el recurso humano y la planta.

- **Facilidad** para la expansión.
- **Flexibilidad** para el reacomodo.
- **Versatilidad** de adaptación a los cambios de productos, diseños, ventas y procesos.
- **Uniformidad** de las áreas en especial cuando hay una separación de muros, pisos, pasillos principales y secundarios.
- **Cercanía** con los materiales, para facilitar el traslado de los mismos.
- **Orden** para que el flujo de materiales sea lógico y las áreas de trabajo estén limpias.
- **Comodidad** para las operaciones y los empleados.
- **Satisfacción y seguridad** para los colaboradores de la organización.

Los principios permiten que la distribución de la planta tenga la capacidad de fabricar lo necesario, la cantidad de productos adecuados y con la calidad apropiada. (p.74)

Tipos de Distribución

Platas García y Cervantes Valencia, (2014) Indican que existen cuatro tipos clásicos de distribución de planta, de los cuales se definen tres, a continuación.

Distribución por posición fija de materiales.

La distribución por posición de materiales es que su componente principal es permanecer fijo en un lugar, es decir, no se mueve.

Ventajas.

- Reduce el manejo de la unidad principal de ensamble.
- El trabajo finaliza en un solo punto y la responsabilidad de la calidad del producto se fija en una persona o equipo de ensamble.
- Es posible efectuar cambios en el producto o el diseño, así como en la secuencia de las operaciones.
- Se adapta a la variedad de productos y la demanda intermitente.
- Es flexible, no exige una dirección de distribución altamente organizada o muy costosa

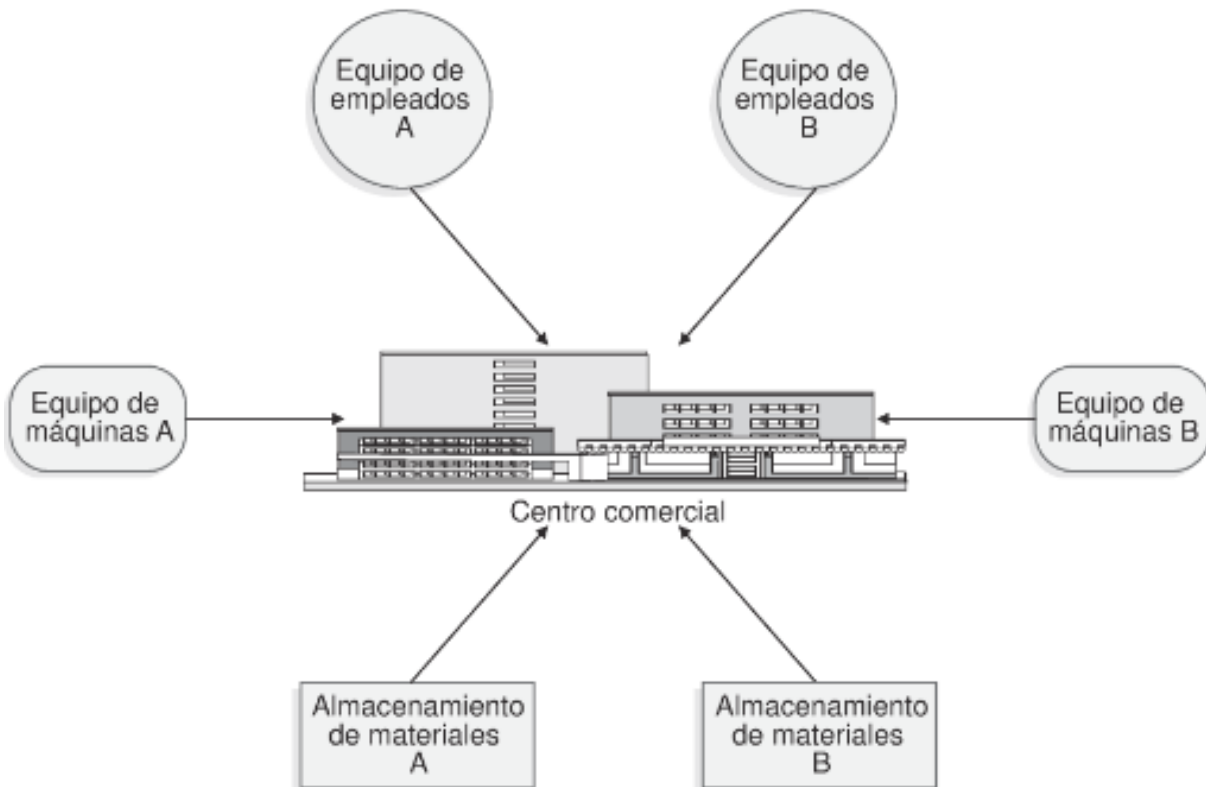
Desventajas.

- Escasa flexibilidad en los tiempos de fabricación.
- Inversión elevada en equipos específicos.

- El conjunto depende de cada una de las partes.
- Trabajos repetitivos que afectan al operario.

En la **Figura 6** se presenta un ejemplo de la distribución por posición fija de materiales.

Figura 6 Posición fija de materiales



Nota: Platas García y Cervantes Valencia

Distribución por proceso o función.

Conocida como “taller de tareas”, debido a que agrupa las operaciones del mismo proceso y está diseñado para trabajar varios tipos de productos.

Ventajas.

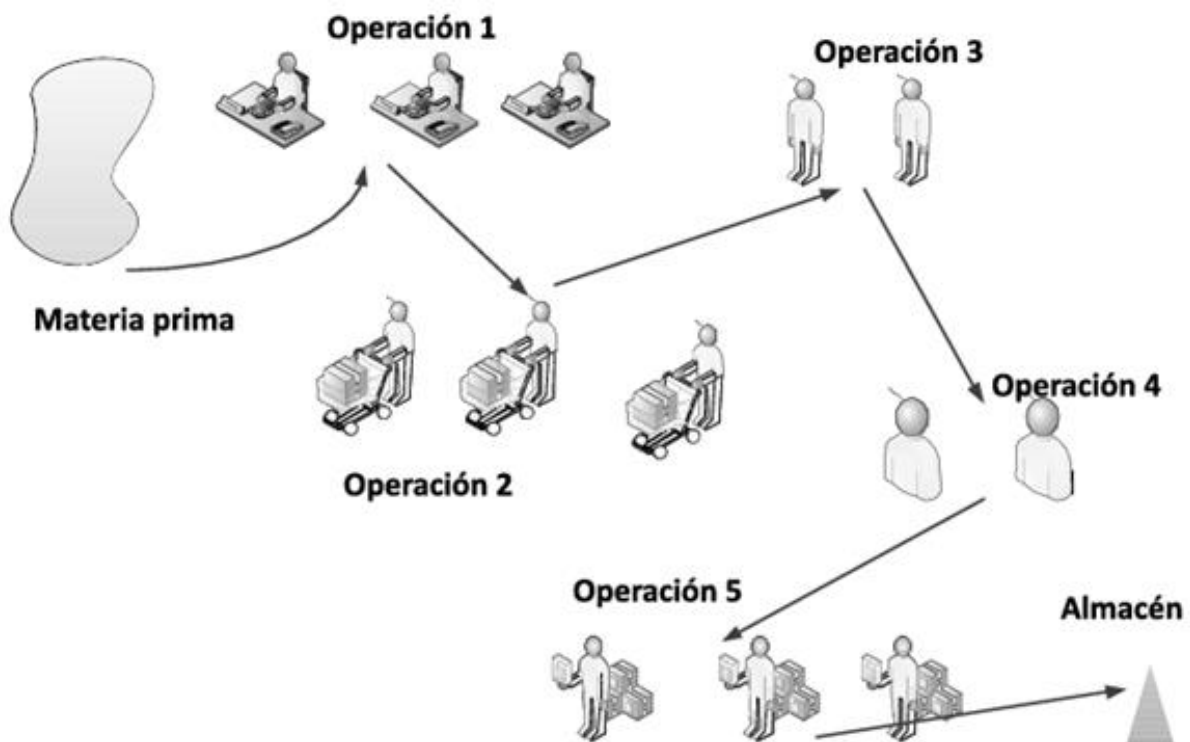
- Adapta los productos a distintas secuencias de operaciones.
- La demanda es intermitente.
- Incentiva a los trabajadores por medio de aumentos en sus beneficios.
- Mantiene de manera sencilla la producción, por lo tanto, está preparada para fallos intermitentes.

Desventajas.

- Dificulta establecer rutas fijas.
- Debido a recorridos cortos y la separación en las operaciones hace sencilla la manipulación de materiales.
- Eleva las producciones.
- Se dan congestiones en las rutas y áreas de trabajo.
- Dificulta la reprogramación.
- Dificulta el control de los procesos.

En la **Figura 7** se presenta un ejemplo de la distribución por proceso o función.

Figura 7 Por proceso o función



Nota: Google Imágenes

Distribución por producto o en línea.

La distribución por producto o línea se da cuando los productos se fabrican en una zona determinada y a diferencia de la distribución por posición fija, el material se traslada al lugar donde sea requerido.

Ventajas.

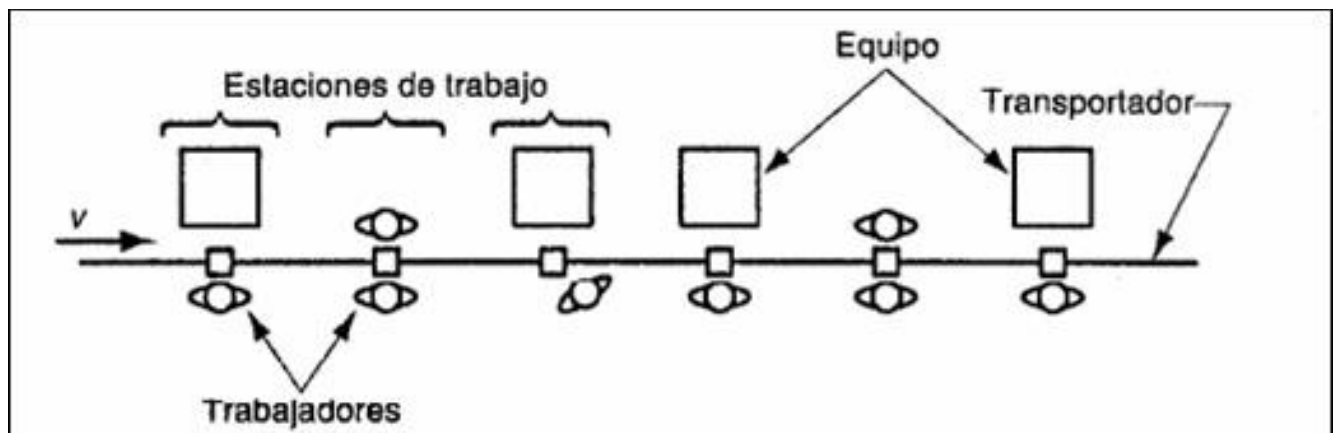
- Reduce el manejo de material.
- Reduce la cantidad de material en proceso.
- Mediante especialización, capacitación y disponibilidad de mano de obra se obtiene mayor eficiencia.
- Facilidad en el control de la producción.
- Reduce el congestionamiento, la acumulación y el espacio de los suelos.

Desventajas.

- Sistema de poca flexibilidad.
- Las inversiones son mayores.
- Las operaciones son repetitivas y generan monotonía.
- La producción se ve afectada en casos de fallos de maquinaria.
- El ritmo de la producción es dirigido por la máquina más lenta. (pp.75-79)

En la **Figura 8** se presenta un ejemplo de la distribución por producto o en línea.

Figura 8 Por producto o en línea



Nota: Google Imágenes

Factores que Influyen en la Distribución de Planta

Platas García y Cervantes Valencia (2014) Son ocho los factores que influyen en la distribución de planta y todos forman parte fundamental de cualquier empresa, sin importar su tamaño, sin embargo, pueden variar según el tipo de actividad que realice la organización.

En la **Tabla 1** se describen características según el tipo de factor. (pp.68-71)

Tabla 1 Factores y características

<p style="text-align: center;">Material</p> <ul style="list-style-type: none"> • Material entrante, en proceso, saliente o embalado. • Accesorios. • Piezas rechazadas, recuperación o de repetición. • Entregas lentas. • Material para mantenimiento. 	<p style="text-align: center;">Espera</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grandes cantidades de almacenamiento. • Pilas de materiales en espera de proceso. • Congestión en la zona de almacén y confusión en áreas de recepción y embarque. • Operarios en espera de material. • Poco aprovechamiento de las dimensiones en el área de trabajo. • Mermas. • Elevados costos de demoras y esperas de los conductores de equipo por manejo de materiales.
<p style="text-align: center;">Maquinaria</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maquinaria de producción. • Equipo de proceso y manejo de materiales. • Herramientas. • Maquinaria averiada, inactiva o anticuada. • Maquinaria y equipo para mantenimiento. 	<p style="text-align: center;">Servicio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quejas de las instalaciones y servicios. • Puntos de control inadecuados. • Elementos de control ociosos. • Áreas de rechazo y desperdicios con exceso de personal. • Demora en las reparaciones.

<p style="text-align: center;">Hombre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Condiciones de trabajo poco seguras. • Áreas que no se ajustan a reglamentos. • Quejas por las condiciones laborales. • Excesiva rotación de personal. • Operarios ociosos. • Operarios no identificados. 	<p style="text-align: center;">Edificio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Delimita las áreas de productos, procesos y equipos con las divisiones del edificio. • Evita la sobrecarga de los montacargas y la espera de los mismos. • Se utilizan todos los espacios. • Evita distribuciones sin ningún orden. • Evita trabajos en el pasillo.
<p style="text-align: center;">Movimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reduce el retroceso y establecer una dirección para los materiales. • Cuida el espacio de los pasillos. • Reduce el manejo innecesario de materiales y establece rutas cortas. • Analiza rutas para mejorar el movimiento de materiales. • Vigila que los operarios realicen las actividades que les competen. • Reduce el tiempo para ordenar y deja las piezas en su lugar. 	<p style="text-align: center;">Cambio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se dan modificaciones o cambios anticipados para el producto, proceso, material y producción. • Cambios anticipados en las máquinas, métodos y equipos. • Edificios flexibles, espacios amplios y mínimas obstrucciones. • Asegura la adaptabilidad de los equipos suplementarios con ayuda del ingeniero de distribución. • Cambios en el horario de trabajo. • Cambios anticipados de los elementos de manejo y almacenaje.

Nota: Platas García y Cervantes Valencia

Herramientas para Describir el Problema

Las herramientas para describir el problema tienen como función identificar la gravedad, localización e impacto, que afectan un determinado proceso o actividad.

Diagrama de Flujo

El diagrama de flujo es la representación gráfica de las distintas etapas de un proceso, respetando un orden secuencial. Puede mostrar acciones, materiales, servicios, entradas o salidas de un proceso, decisiones a tomar y personal implicado en la fabricación, gestión, administración o servicio de una empresa. (Gómez Fraile, Villar Barrio, y Tejero Monzón, 2003, p.202)

A continuación y con base en el mismo autor, se describe: para qué utilizar el diagrama de flujo, cómo implementarlo y el análisis que se realiza con ayuda de la herramienta.

¿Para qué utilizarlo?

- Mejora el entendimiento común de un proceso.
- Estandariza y documenta los procesos.
- Identifica puntos de medición de los procesos.
- Identifica fuentes de variación de los procesos.
- Genera ideas respecto a la mejora de los procesos.
- Identifica las actividades sin valor añadido. (p.202)

Como parte de la implementación de un diagrama de flujo, siempre es importante entender y encontrar las mejoras potenciales de un proceso, por lo tanto, se requiere conocer cuándo utilizarlo y una de las preguntas más importantes es: ¿Cómo es en realidad el proceso?, algo similar ocurre cuando se diseña un proceso mejorado, sin embargo, la pregunta sería: ¿Cómo se quiere que sea el proceso? (Gómez Fraile, Villar Barrio, y Tejero Monzón, 2003, p.202)




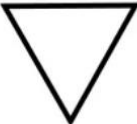
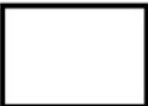

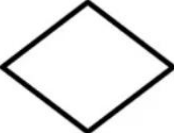

Con base en lo mencionado anteriormente, se puede decir que los diagramas de flujo se utilizan en la planificación de un proyecto y siempre que sea necesario mejorar la comunicación entre las personas involucradas en un mismo proceso.

Implementación.

Gómez Fraile, Villar Barrio, y Tejero Monzón (2003) describen cómo implementar el diagrama de flujo. (p.203)

1. Definir el proceso que se desea representar y se recomienda reflejarlo por escrito en tarjetas, con el fin de posicionarlas en las superficies de trabajo.
2. Discutir y acordar las fronteras del proceso:
 - Dónde empieza.
 - Qué incluye.
 - Dónde acaba.
3. Definir el nivel de detalle con el que se va a construir el diagrama.
4. Realizar lluvia de ideas para determinar todas las etapas del proceso.
5. Incluir las etapas o casos en los cuales existe una inconsistencia, así como las decisiones que se deben tomar.
6. Cuando las etapas de todo el proceso estén listas y exista la certeza de que el diagrama es correcto, se deben trazar las líneas que muestren el flujo.
7. Utilizar los símbolos especiales para obtener mayor visibilidad del proceso. Los símbolos se muestran en la **Figura 9**. (p.203)

Figura 9 Tabla de Simbología del Diagrama de Flujo

SÍMBOLO	REPRESENTA	SÍMBOLO	REPRESENTA
	Terminal. Indica el inicio o la terminación del flujo, puede ser acción o lugar; además se usa para indicar una unidad administrativa o persona que recibe o proporciona información.		Documento. Representa cualquier tipo de documento que entra, se utilice, se genere o salga del procedimiento.
	Disparador. Indica el inicio de un procedimiento, contiene el nombre de éste o el nombre de la unidad administrativa donde se da inicio		Archivo. Representa un archivo común y corriente de oficina.
	Operación. Representa la realización de una operación o actividad relativas a un procedimiento.		Conector. Representa una conexión o enlace de una parte del diagrama de flujo con otra parte lejana del mismo.
	Decisión o alternativa. Indica un punto dentro del flujo en que son posibles varios caminos alternativos.		Conector de página. Representa una conexión o enlace con otra hoja diferente, en la que continúa el diagrama de flujo.

Nota: Google Imágenes

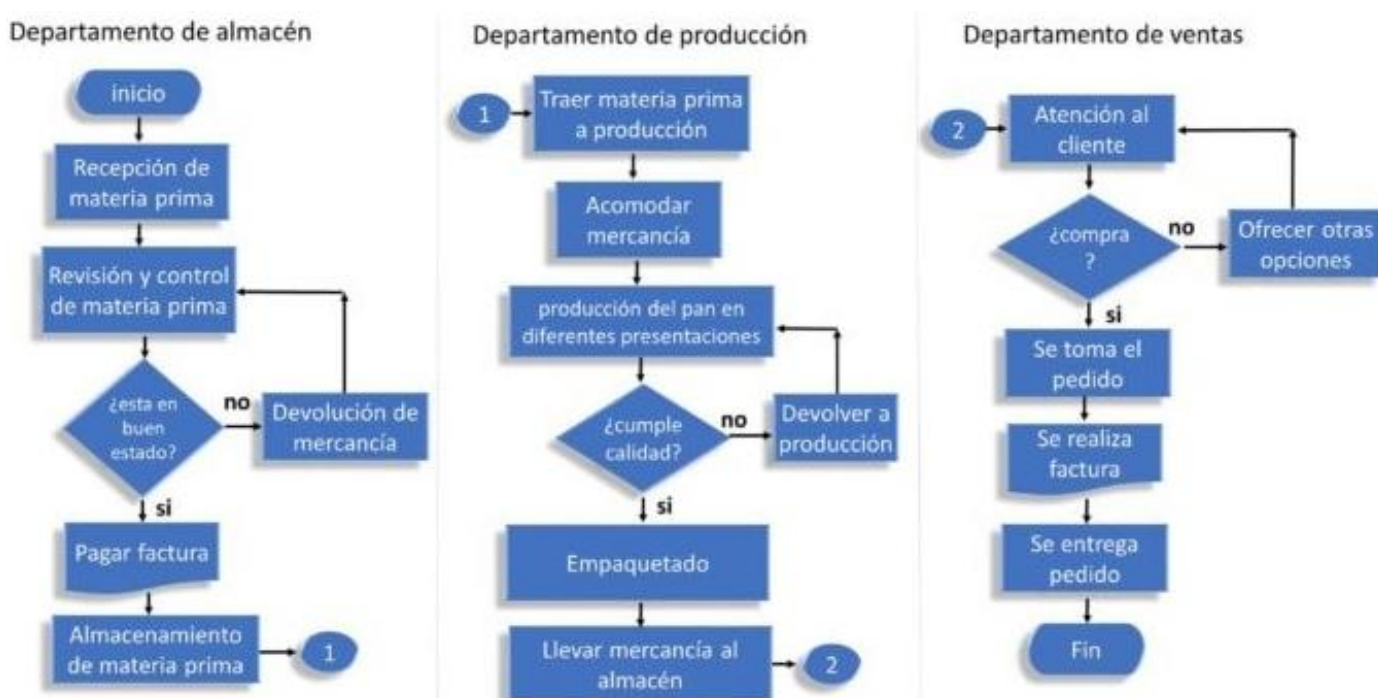
Análisis de la herramienta.

Gómez Fraile, Villar Barrio, y Tejero Monzón (2003) El diagrama de flujo se analiza por medio de comprobaciones, por ejemplo, cuando un símbolo de decisión implique una comprobación, deberá analizarse si la comprobación es necesaria, en caso contrario deberá eliminarse.

Por ende, se deben estudiar los bucles de reproceso para establecer el número de operaciones repetidas y cada operación en particular.

En la **Figura 10** se observa el ejemplo de un diagrama de flujo en el cual se logra identificar coherencia (p.204)

Figura 10 Diagrama de Flujo



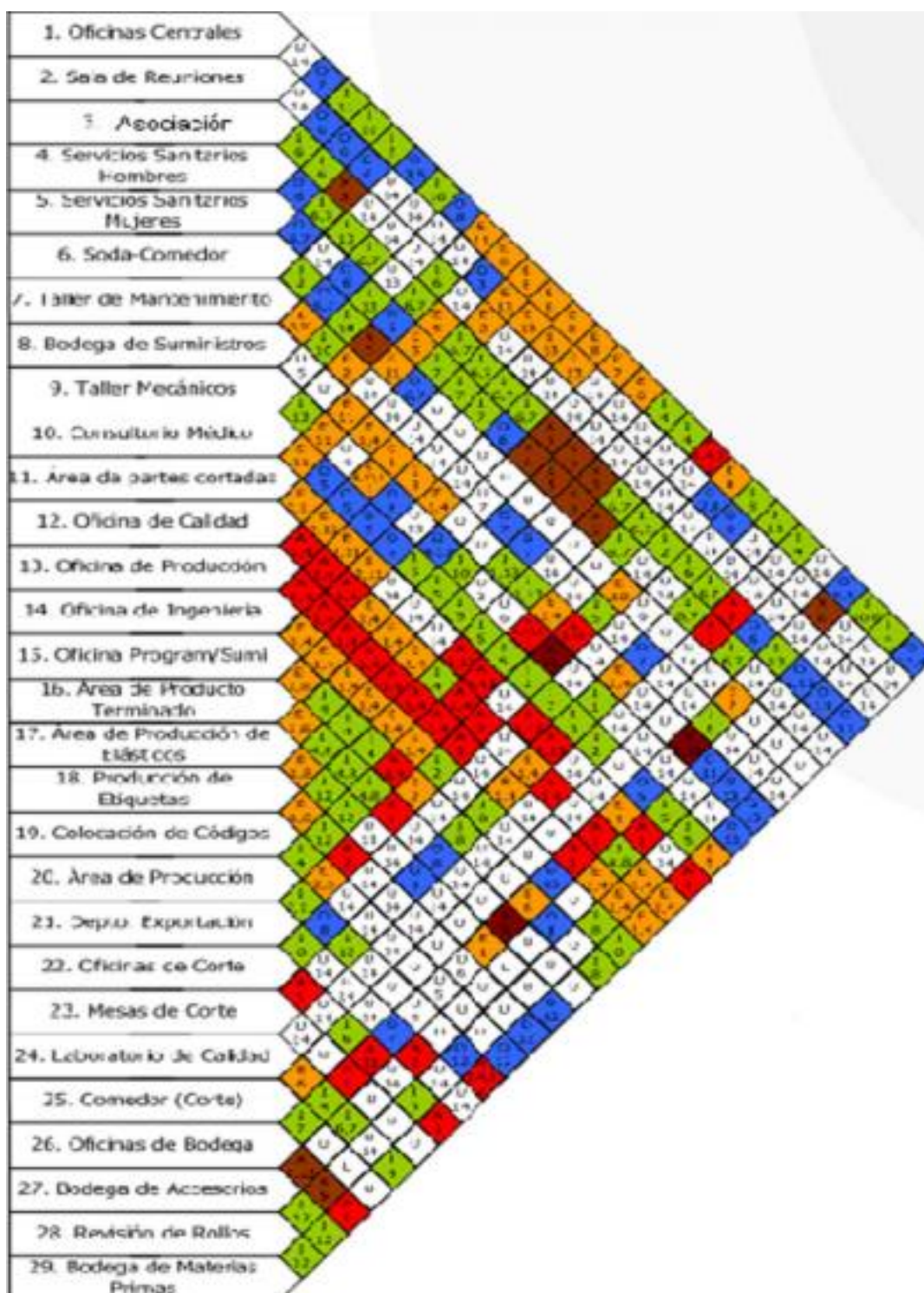
Nota: Google Imágenes

Gráfico de Relaciones

Platas García y Cervantes Valencia (2014) La gráfica de relaciones es una matriz que registra las relaciones entre áreas o departamentos, según su actividad dicho registro permite mostrar los departamentos o áreas que requieren estar cerca y las que deben colocarse lejos, a estas relaciones se les otorga una calificación según el flujo de materiales, el grado de contacto personal y el grado de contacto comunicativo o de papeleo. (p.100)

En la **Figura 11** se muestra la matriz que se trabaja para generar el gráfico de relaciones.

Figura 11 Gráfica de Relaciones



Nota: Google Imágenes

Implementación.

Platas García y Cervantes Valencia (2014) El diagrama es un gráfico simple, en el cual las actividades son representadas por nodos unidos por líneas y representan la intensidad de la relación. (p.100)

Por lo que se debe:

1. Crear códigos y motivos, para llenar el gráfico de relaciones.
2. Relacionar las actividades entre sí, a partir de anotaciones, proximidades, colores y número de líneas según las anotaciones, como se detalla en la **Figura 12**.

Figura 12 Códigos de proximidades

Anotación	Proximidad	Color	Número de líneas	Tipo de líneas
A	Absolutamente necesaria	Rojo	4 rectas	
E	Especialmente importante	Naranja	3 rectas	
I	Importante	Verde	2 rectas	
O	Normal y ordinaria	Azul	1 recta	
U	Sin importancia	Blanco	0	
X	No deseable	Café	1 zigzag	
XX	Altamente indeseable	Negro	2 zigzag	

Nota: Localización y Distribución de Planta, UIA

3. Realiza la menor cantidad de cruces entre las líneas que representan las relaciones entre las actividades, o bien aquellas que representen una mayor intensidad relacional, utilizando la regla del dedo (principio o criterio no es necesariamente preciso), según la **Figura 13**. (pp.100-101)

Figura 13 Regla del dedo

Regla del Dedo
1. Pocas relaciones deben ser A/X y no más del 5%
2. No más del 10% deben ser E
3. No más del 15% deben ser I
4. No más del 20% deben ser O
5. El 50% deben ser U

Nota: Localización y Distribución de Planta, UIA

La nomenclatura de los colores y la regla del dedo son el procedimiento sugerido, ya que, permiten la identificación de las áreas o departamentos a estudiar, numerando las actividades para determinar las relaciones para cada área o departamento, así como los motivos que la justifican. (p.101)

Platas García y Cervantes Valencia (2014) indican algunos motivos en los cuales se basa el desarrollo del gráfico de relaciones.

- Uso de las mismas instalaciones o equipo.
- Uso de registros en común.
- Uso del mismo personal.
- Deseos de los directivos o a conveniencia del personal.
- Supervisión o control
- Ruido, polvo, mugre, emisiones y riesgos.
- Distracciones o interrupciones. (p.101)

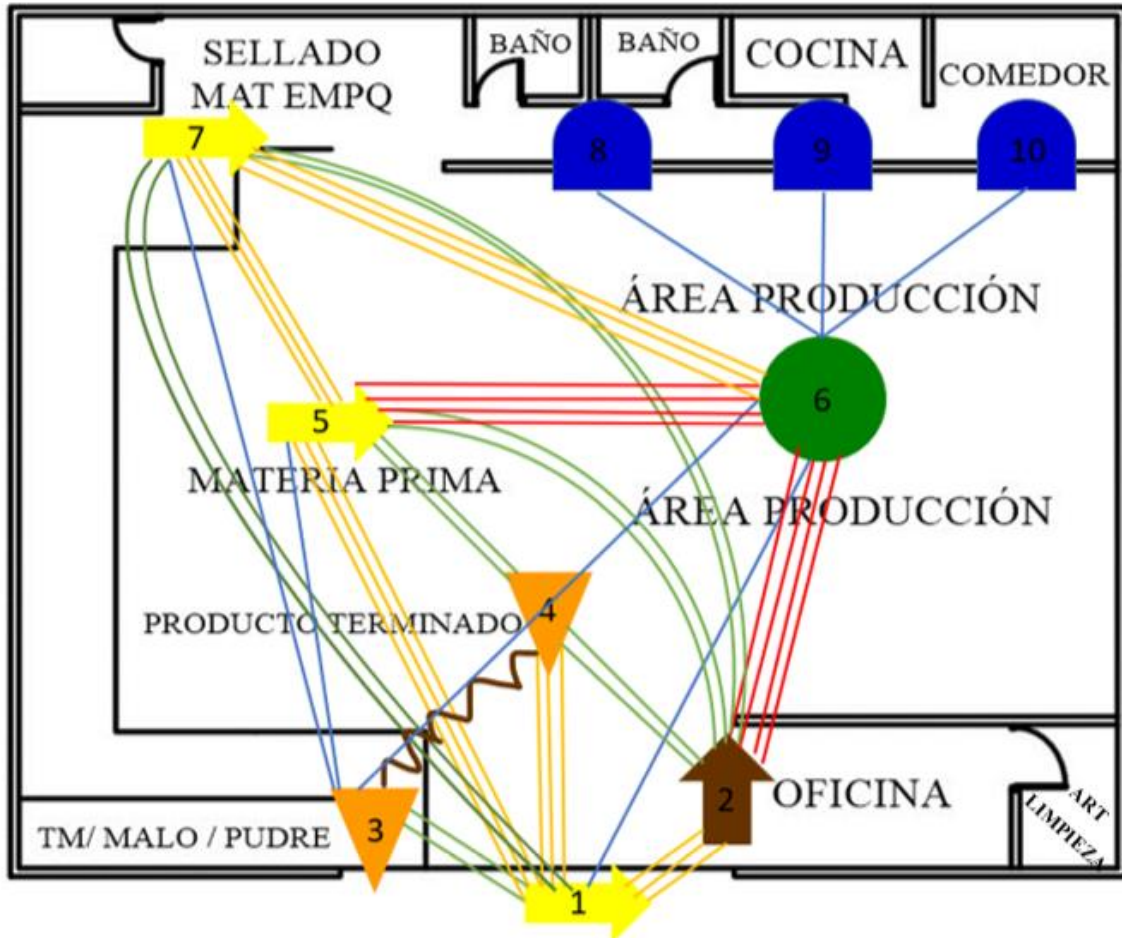
Diagrama de Recorrido

Platas García y Cervantes Valencia (2014) El diagrama de recorridos en una representación del diagrama de relaciones y se conoce como una distribución sin espacio. Puede elaborarse con el plano del piso, de una distribución existente de la planta.

La diferencia que tiene el diagrama de relaciones al de recorrido es que se dibuja utilizando los símbolos del diagrama de flujo que se muestran en la **Figura 9**, independientemente del espacio y se hace según la convención del número de líneas de los códigos de proximidades de la **Figura 12**, con base en el gráfico de relaciones. (p.101)

El diagrama de recorrido se muestra en la **Figura 14**.

Figura 14 Diagrama de Relaciones



Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

La distribución de planta es un convenio entre factores, objetivos y tipos de distribución y se han utilizado diversas técnicas para las evaluaciones. (Platas García y Cervantes Valencia, 2014, p)

Con base en el mismo autor, a continuación se indican varias técnicas.

- Clasificación basada en las consideraciones seleccionadas.
- Conteo de ganancias y las pérdidas esperadas.
- Clasificación de valor de pros y los contras.
- Clasificación de las alternativas contra los objetivos.
- Clasificación de las alternativas contra la distancia total recorrida por los materiales.
- Clasificación de las alternativas según conserven las relaciones.
- Auditoría de las alternativas contra las preguntas de verificación establecidos.

Sin embargo, es probable que las evaluaciones más utilizadas sean:

- Lista de ventajas y desventajas.
- Análisis de factores.
- Justificación de costos. (p.102-105)

Herramientas para Medir las Consecuencias

Ante la aparición de un problema o situación que afecta a una empresa, es necesario implementar herramientas que permitan analizar las causas de que generan un determinado problema.

Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE)

Gillet-Goinard y Seno (2014) define el AMFE como:

Es una herramienta de particular eficacia cuando existe la descripción de un proceso, este análisis permite hacer de manera colectiva una lista de los incidentes potenciales que pueden ocurrir durante la fabricación de un producto o durante la prestación de un servicio. Se jerarquizan de acuerdo con tres criterios: probabilidad de aparición, gravedad y capacidad de detección, lo que posibilita la asignación de la prioridad a las acciones diseñadas para evitar que sucedan estos incidentes. (p. 138)

En la **Tabla 2** se definen los conceptos básicos para entender la herramienta.

Tabla 2 Conceptos básicos del AMFE

Modo de fallo	Modo de fallo potencial
<p>El modo de fallo es un componente o sistema que responde a la pregunta ¿Cómo se produce el fallo?, dicha pregunta es posible responderla con los siguientes fallos típicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rotura. • Deformación. • Fuga. • Desprendimiento. • Corto circuito 	<p>Es cada uno de los fallos posibles, que podrían ocurrir y responde a las preguntas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿En qué forma puede fallar el proceso? 2. ¿Cómo puede la pieza o componente dejar de cumplir con las especificaciones?

Modo de fallo	Modo de fallo potencial
	<p>Los modos de fallos potenciales pueden ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Roto/torcido. • Suelto/Apretado. • Mal montado/Omitido.
Efecto de fallo potencial	Causas potenciales de fallo
<p>Se trata de lo que el cliente puede observar en caso de que el fallo ocurra.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ruidos • Olores • Partes o sistemas que no funcionan. • Mal aspecto. 	<p>Son las causas asignables a cada modo de fallo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso de material incorrecto. • Manipulación inadecuada. • Mantenimiento deficiente.

Nota: Pola Maseda

Etapas del AMFE.

Miranda González, Chamorro Mera y Rubio Lacoba (2014) El desarrollo de esta técnica de análisis de las causas de los fallos se lleva a cabo en el seno de grupos de trabajo multifuncionales siguiendo un proceso que consta de las siguientes etapas:

1. Identificar cada componente, pieza, parte del producto o proceso con su respectiva función, para lo cual se debe analizar un exhaustivo de las diferentes actividades implicadas en el desarrollo del producto, para lo cual es recomendable el uso de un diagrama de flujo.
2. Identificar los elementos que cuentan con modos potenciales de fallos que se puedan producir.
3. Identificar los efectos de fallo, es decir, los síntomas que pueda detectar el cliente, cuando se produzca el fallo.
4. Relacionar los fallos con las causas.
5. Asignar puntuaciones a cada factor:

- Gravedad o severidad (S): Importancia en cuanto a las consecuencias funcionales del producto o el grado de defecto del proceso, se utiliza una escala del 1 al 10, el (1) indica una consecuencia sin efecto y el (10) indica una consecuencia grave.
- Frecuencia (O): Probabilidad que se presente un fallo en el producto o proceso, una vez producida una causa de fallo, se utiliza una escala del 1 al 10, el (1) indica una ocurrencia remota y el (10) indica ocurrencia muy alta.
- Detección (D): Probabilidad de no detectar el fallo antes de que suceda, se utiliza una escala del 1 al 10, el (1) indica una detección alta y el (10) indica ocurrencia improbable.

En la **Figura 15** se clasifican y se dan las valoraciones que se deben asignar a los factores para puntuar el AMFE.

Figura 15 Clasificaciones AMFE

<i>Clasificación</i>	<i>Valoración</i>
<i>Muy baja</i>	<i>1</i>
<i>Baja</i>	<i>2-3</i>
<i>Moderada</i>	<i>4-6</i>
<i>Alta</i>	<i>7-8</i>
<i>Muy Alta</i>	<i>9-10</i>

Nota: Google Imágenes

6. Obtener el índice de prioridad del riesgo (IPR), utilizando como producto los tres factores anteriores:

$$IPR = S \times O \times D$$

El resultado se utiliza para clasificar por importancia los fallos potenciales, según el valor del IPR.

Tabla 3 Valores prioritarios de riesgo

500-1000	Alto riesgo de falla
125-499	Riesgo de falla medio
1-124	Riesgo de falla bajo

0	No existe riesgo de falla
---	---------------------------

Nota: Pola Maseda

7. Se debe elaborar un plan para dar solución a los defectos, comenzando por los que ocupan los primeros lugares del IPR, por lo que, siempre es indispensable disminuir los grados críticos que sean superiores a 10, actuando de manera prioritaria en la frecuencia, la cual, asocia el modo directo con la causa. (p.136)

El formato de AMFE se observa en la **Figura 16**.

Figura 16 AMFE

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS										HOJA	REVI. N°	FECHA	POR			
DE PROCESO <input type="checkbox"/> DE DISEÑO <input checked="" type="checkbox"/>										de						
PRODUCTO: Conector de un faro					PROCESO:					RESPONSABLE:						
ESPECIFICACIÓN: B-26-02-05					OPERACIÓN:					FECHA:						
FECHA DE EDICIÓN: 14-05.99					ACTUAR SOBRE IPR > QUE: 100					REVISADO:						
Nombre de producto 1	Operación o función 2	Modo de fallo 3	Efectos de fallo 4	G 5	Causas de fallo 6	O 7	Controles actuales 8	D 9	IPR 10	Acción correctora 11	Responsables 12	Acciones Implantadas 13	Valoración			IPR 17
													G 14	O 15	D 16	
Tornillo de ajuste	Ajuste del ángulo de inclinación	Rotura del tornillo	Faro libre angularmente imposible de reglar	8	Mala calidad del material	4	Muestreo	5	160	Homologación del proveedor	Compras		8	2	5	80
		Rotura de las roscas	Faro libre angularmente	8	Configurac. inadecuada	3	Muestreo	5	120	Autocontrol automático	Producción		6	3	1	18
		Ovalización de la esfera	Faro libre angularmente	8	Fallo de la máquina	5	Muestreo	5	200	Mantenimiento preventivo	Ingeniería		8	2	5	80
		Oxidación del tornillo	Rotura	8	Tipo de material	4	Muestreo	5	120	Cambio de material	Desarrollo		8	2	5	80
Bombilla	Dar luz	Calor excesivo	Rotura cristal difusor (deja de difundir luz y puede provocar accidente)	10	Tamaño inadecuado del conjunto	7	Autocontrol automático	1	70							
					Ausencia Disipador	2	Autocontrol automático	1	20							
		Fundirse	Quedarse sin luz (posible accidente)	10	Filamento mal diseñado	2	Certificado proveedor	3	50							
					Mal vacío	4	Certificado proveedor	2	80							

Nota: Miranda González, Chamorro Mera y Rubio Lacoba

El AMFE evita que las organizaciones gasten recursos innecesarios en solucionar problemas y que se enfoquen en aquellas que afectan de manera directa y considerable. (Miranda González, Chamorro Mera y Rubio Lacoba, 2014, p.136)

Matriz FODA

Sánchez Huerta (2020) El análisis FODA, también conocido en los países hispanohablantes como DAFO o DOFA, es una herramienta clave para hacer una evaluación pormenorizada de la situación actual de una organización o persona sobre la base de sus debilidades y fortalezas, y en las oportunidades y amenazas que ofrece su entorno. Es también una metodología de trabajo que facilita la toma de decisiones. (p.15)

Sánchez Huerta (2020) describe para qué utilizar la matriz FODA, cómo implementarla y el análisis que se realiza con ayuda de la herramienta.

¿Para qué utilizarlo?

El análisis FODA, puede ser útil en situaciones como:

- Antes de crear una empresa.
- Una vez al año para mantener o redefinir las estrategias de la misma.
- Para un nuevo proyecto.
- Ante cualquier cambio interno o externo. (p.17)

Implementación.

Sánchez Huerta (2020) El análisis **FODA** es una herramienta sencilla de realizar y sigue un proceso estructurado y minucioso y se recomienda llevar a cabo definiendo los siguientes pasos para la selección, planificación e implementación de las acciones apropiadas con base en el análisis realizado y la estrategia seleccionada para la empresa, por lo que debe cumplir con las siguientes fases:

Para definir las oportunidades y amenazas:

1. Análisis macro del entorno.
2. Análisis micro del entorno.
3. Análisis PESTEL.
4. 5 Fuerzas de Porter.

Para definir las fortalezas y debilidades:

1. Análisis interior de la empresa
2. Autoevaluaciones

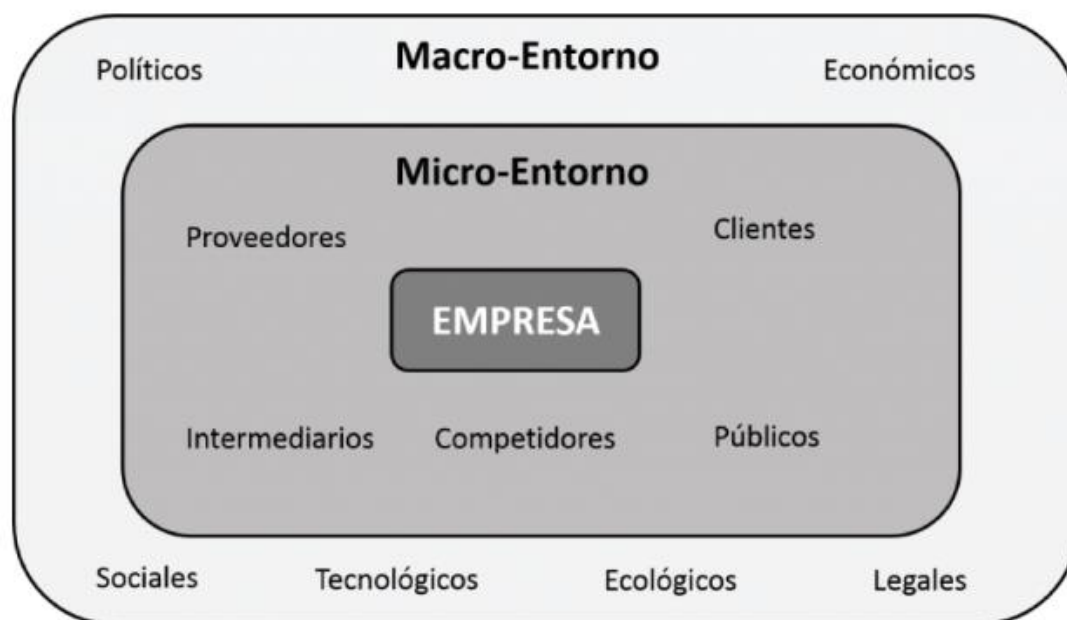
Posterior a cumplir con las fases que definen cada una de las letras de la matriz (F, O, D, A) se debe:

- Generar la matriz FODA.
- Realizar la estrategia y compararlo con el análisis CAME.
- Definir y planificar acciones (p.18)

Análisis de la herramienta.

Sánchez Huerta (2020) Se deben analizar las oportunidades y amenazas las cuales forman parte del análisis externo el cual engloba el micro entorno y el macro entorno, tomando en consideración los datos que se muestran en la **Figura 17**. (p.20)

Figura 17 Descripción del análisis externo



Nota: Sánchez Huerta

Sánchez Huerta (2020) El análisis del macroentorno se encarga de estudiar aquellas variables políticas, económicas, sociales, tecnológicas, ecológicas y legales que afectan a la empresa desde su entorno más lejano y que nos puede ayudar a identificar oportunidades y amenazas.

Es lo que se conoce como análisis PESTEL (cada sigla de esta herramienta coincide con cada una de las variables descritas anteriormente:

- P - Políticas
- E – Económicas
- S - Sociales
- T - Tecnológicas
- E - Ecológicas
- L – Legales (p.20)

Sánchez Huerta (2020) El micro entorno está formado por las fuerzas del entorno más cercano a la empresa proveedores, clientes, públicos, intermediarios y competidores, a dichas fuerzas se les conoce como las 5 fuerzas de Porter y se define por cuatro elementos.

- Las amenazas de nuevos competidores entrantes.
- El poder negociador de los clientes.
- La amenaza de nuevos productos o servicios sustitutivos.
- El poder negociador de los proveedores. (p.23)

En la **Figura 18** se muestran las 5 fuerzas de Porter para determinar las amenazas y oportunidades

Figura 18 5 Fuerzas de Porter



Nota: Sánchez Huerta

El análisis interno es donde se encuentran las debilidades y fortalezas de una empresa que generan ventajas y desventajas competitivas que agregan aspectos organizativos de recursos, activos,

calidad o la percepción de los consumidores y lo ideal es que el proceso de lidere internamente y que no sea una única persona que lidere las conclusiones. (Sánchez Huerta, 2020, p.26)

El mismo autor hace mención de los tipos de fortalezas, se trata de aquellos puntos donde se está bien o incluso es mejor que los competidores, dentro de las fortalezas se encuentran las:

- Propiedad de la tecnología principal.
- Capacidad de fabricación.
- Capacidad de financiación.
- Habilidades y recursos superiores.
- Instalaciones modernas.
- Costes unitarios bajos.
- Buena rentabilidad. (p.26)

Adicionalmente explica las debilidades, que son aspectos que limitan o reducen la capacidad de desarrollo efectivo de la estrategia de la empresa y que por tanto constituyen un serio problema para la organización.

- No hay dirección estratégica clara.
- Incapacidad de financiación.
- Falta habilidades o capacidades clave.
- Atraso en I+D.
- Exceso problemas operativos internos.
- Instalaciones obsoletas.
- Costes unitarios elevados.
- Rentabilidad insuficiente (pp.26-27)

La **Figura 19** muestra la estructura de la matriz FODA.

Figura 19 Matriz FODA



Nota: Sánchez Huerta

Las herramientas para medir las consecuencias existen para identificar, evaluar y calificar los riesgos para la modificación de un proceso o actividad.

Herramientas para Analizar las Causas

Diagrama de Causa y Efecto

El diagrama de causa o efecto, también conocido como diagrama de Ishikawa, se utiliza para estructurar el resultado de una sesión de lluvia de ideas, para dar forma y ordenar ideas de acuerdo a categorías predefinidas. (Gómez Fraile, Villar Barrio, y Tejero Monzón, 2003, p.193)

A continuación y con base en el mismo autor, se describe: para qué utilizar el diagrama de causa y efecto, cómo implementarlo y el análisis que se realiza con ayuda de la herramienta.

¿Para qué utilizarlo?

- Identificar características y parámetros claves.
- Identificar las distintas causas que afectan un problema.
- Para entender un problema por parte de un grupo. (p.193)

El diagrama de causa y efecto es posible utilizarlo cuando se requiere:

1. Desplegar características claves.

2. Buscar causas posibles de un problema.
3. Organizar resultados de una sesión de lluvia de ideas.
4. Para identificar la variación de un proceso.
5. Para realizar un diseño de experimentos. (p.194)

Implementación.

La implementación del diagrama de Ishikawa depende de la definición del problema, lo que constituirá el “efecto” y mediante una sesión de lluvia de ideas se determinan las categorías más importantes que causan un problema. (Gómez Fraile, Villar Barrio, y Tejero Monzón, 2003, p.194)

Como parte de la implementación, en la **Tabla 4**, se resumen las posibles categorías relacionadas a un posible efecto.

Tabla 4 Categorías del Diagrama de Causa y Efecto

Área de Fabricación	Área de Administración
<ul style="list-style-type: none"> - Hombres (mano de obra) - Máquinas (equipos) - Materiales - Métodos - Mediciones - Entorno 	<ul style="list-style-type: none"> - Hombres - Políticas - Procedimientos - Entorno

Nota: Gómez Fraile, Villar Barrio y Tejero Monzón

Las categorías mencionadas anteriormente son una sugerencia, ya que, es necesario utilizar las categorías principales que ayuden a que emerja la creatividad. Cuando se examina una causa, se buscan las posibles desviaciones de un determinado problema, no los síntomas. (Gómez Fraile, Villar Barrio, y Tejero Monzón, 2003, pp.194-195)

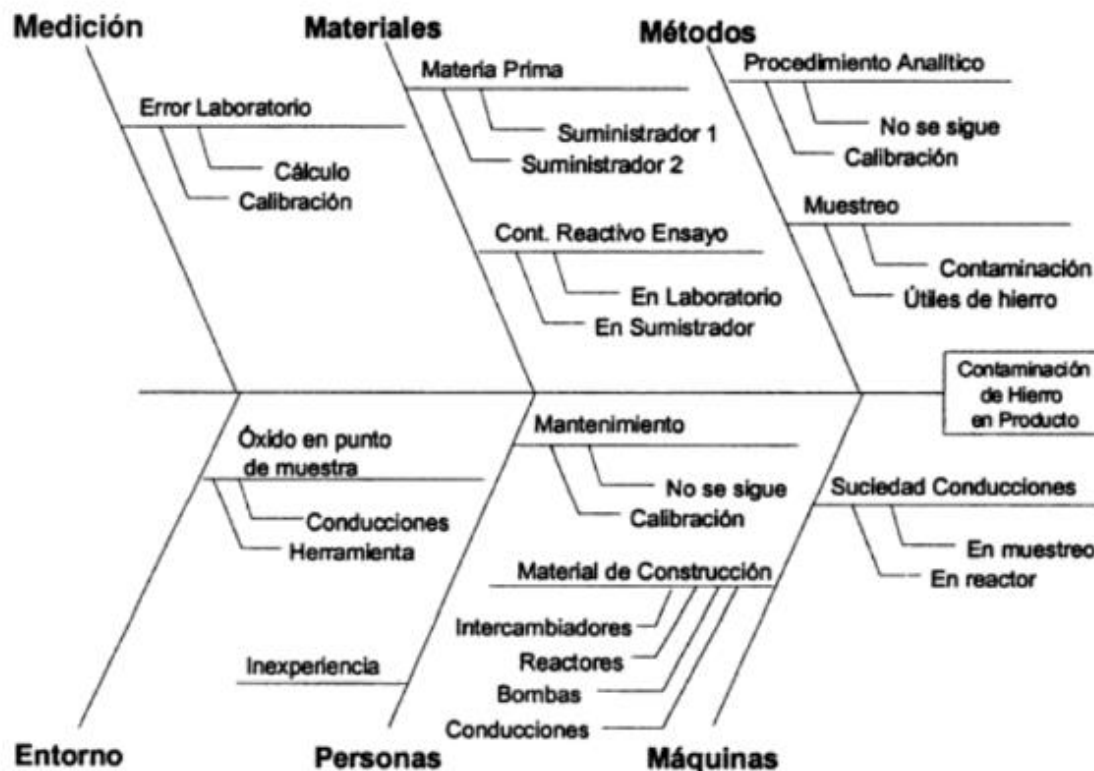
Análisis de la herramienta.

Para el análisis del diagrama se requiere asegurar que cada causa/efecto tenga un sentido lógico y comprobar si existe alguna causa principal que tenga menos de tres sub-causas. En caso afirmativo, se debe revisar el proceso y es necesario comprobar si existe alguna causa principal que tenga, de

una forma apreciable, menos niveles de sub-sub-causas que las causas principales y de ser así, se procede a revisar el proceso. (Gómez Fraile, Villar Barrio, y Tejero Monzón, 2003, pp.195-196)

En la **Figura 20** se presenta un ejemplo del diagrama de Ishikawa, causa y efecto, o espina de pescado.

Figura 20 Diagrama de Causa y Efecto



Nota: Gómez Fraile, Villar Barrio y Tejero Monzón

Para desarrollar el diagrama y con base en la **Figura 20**, es importante utilizar el menor número de palabras en las definiciones (Gómez Fraile, Villar Barrio, y Tejero Monzón, 2003, p.196)

Matriz de priorización

Camisón , Cruz, y González (2006) Las Matrices de priorización son herramientas que sirven para priorizar actividades, temas, características de productos o servicios, etc. a partir de criterios de ponderación conocidos y se utilizan para la toma de decisiones. (p.1270)

El mismo autor describe la matriz de priorización de método del criterio analítico completo como el más laborioso y costoso, aunque está justificada su utilización, por lo tanto, a continuación, se describe para qué utilizar la herramienta. (p.1272)

¿Para qué utilizarlo?

1. La decisión a tomar es crítica para la organización.
2. Existe más de un criterio que puede ser aplicado en la toma de decisiones.
3. Todos los criterios son relevantes y significativos.

Implementación.

1. Definir el objetivo a conseguir: Se trata de definir claramente cuál es el objetivo a alcanzar.
2. Creación del listado de criterios a aplicar a las opciones generadas: Mediante una discusión en grupo el equipo debe establecer una serie de criterios para poder llevar a cabo el proceso de priorización entre las opciones, es muy importante que los criterios sean juicios, es decir, no neutrales, de forma que reflejen el resultado deseado.
3. Juzgar la importancia relativa de cada criterio en comparación con los otros criterios: A partir del listado de criterios generado (1, 2 y 3), el siguiente paso es determinar la importancia de cada uno de ellos, es decir, valorar cada criterio asignándole una puntuación. Para ello, se representa una matriz donde figuren en ambos lados la lista de criterios, como se muestra en la **Figura 21**. (p.1272)

Figura 21 Ejemplo importancia relativa

	Mejora en la satisfacción del cliente	Menor coste de implantación	Rapidez en la implantación	Total fila (% Total Global)
Mejora en la satisfacción del cliente				
Menor coste de implantación				
Rapidez en la implantación				
Total columna				

Nota: Camisón , Cruz, y González

4. El siguiente paso es comparar la importancia relativa de cada criterio respecto al resto de los criterios utilizando una escala predefinida. Para ello haremos la siguiente pregunta

criterio por criterio: ¿Cómo de importante / preferente es el criterio 1 frente al criterio 2?, y así sucesivamente. Las respuestas se registran en la matriz de forma numérica, utilizando, por ejemplo, una escala como:

1 = Igualdad en importancia / preferencia

2 = Más importante / preferido

5 = Significativamente más importante / preferido

A continuación, en la **Figura 22** se muestra una escala para el desarrollo del diagrama. (p.1273)

Figura 22 Ejemplo de escala

	Mejora en la satisfacción del cliente	Menor coste de implantación	Rapidez en la implantación	Total fila (% Total Global)
Mejora en la satisfacción del cliente		5	5	
Menor coste de implantación			2	
Rapidez en la implantación				
Total columna				

Nota: Camisón , Cruz, y González

La matriz presentada en la **Figura 22** se lee por filas y la interpretación de la misma es la siguiente: para el equipo de trabajo, el criterio 1 «mejora en la satisfacción del cliente» es significativamente más importante que el criterio 2 «menor coste de implantación» y que el criterio 3 «rapidez en la implantación» (se cumplimentan con un 5 la segunda y tercera celda).

En la segunda fila observamos que el criterio 2 es menos importante que el criterio 1, por lo que la primera celda está en blanco, pero se considera más importante que el criterio 3 (celda con un 2).

En la tercera fila, el criterio 3 se considera menos importante que el 1 y el 2 (celdas en blanco).

Para completar esta matriz registraremos en las celdas en blanco los valores inversos a sus simétricos. A continuación, se suman las puntuaciones de cada columna y se anota el total obtenido y se suman los totales de todas las columnas y se registra en el Total Global, posteriormente, se

suman los valores de cada fila de la matriz y se divide el valor total obtenido de cada fila entre el Total Global para convertirlo en un porcentaje.

Este porcentaje es la puntuación ponderada que se utilizará como multiplicador en la matriz final de comparación de todas las opciones, cada opción con base en la combinación de todos los criterios y en este paso se construye una matriz en L donde se registran en las diferentes opciones en las filas y todos los criterios en las columnas como se muestra en la **Figura 23**.

Figura 23 Matriz en L ponderada

	Mejora en la satisfacción del cliente	Menor coste de implantación	Rapidez en la implantación	Total fila (% Total Global)
Mejora en la satisfacción del cliente		5	5	10 (0,78)
Menor coste de implantación	1/5		2	2,2 (0,17)
Rapidez en la implantación	1/5	1/2		0,7 (0,05)
Total columna	0,4	5,5	7	12,9

Nota: Camisón , Cruz, y González

De la lectura de esta matriz de la **Figura 23** se deduce que los distintos criterios tienen los pesos específicos, como se observa en la **Figura 24**.

Figura 24 Criterios

Criterios	Ponderación
Mejora en la satisfacción del cliente	78 %
Menor coste de implantación	17 %
Rapidez en la implantación	5 %

Nota: Camisón , Cruz, y González

5. Comparar todas las opciones consideradas con los criterios ponderados: Ahora se debe analizar cómo cada una de las actividades u opciones contribuye a satisfacer cada uno de los criterios seleccionados. (pp.1273-1274)

Análisis de la herramienta

La interpretación de esta matriz se realiza en orden de importancia, donde cada importancia se ordena mayor a menor y todas aquellas que supere el 80% son las que más impacto tienen y las que se deben mitigar con mayor urgencia, o bien buscar la mejora del criterio. (p.1275)

Diagrama de Pareto

Gillet-Goinard y Seno (2014) Permite elegir en forma visual el problema a tratar con base en datos calculados respaldados por hechos. Se basa en la Ley del 80/20: 20% de las disfunciones de una empresa ocasionan el 80% de sus problemas. (p.100)

Gillet-Goinard y Seno (2014) describen para qué utilizar el diagrama de Pareto, cómo implementarlo y el análisis al que se puede llegar con la ayuda de la herramienta.

¿Para qué utilizarlo?

El objetivo principal de Pareto se utiliza para elegir el problema prioritario que se debe abordar, la herramienta se emplea para solventar y “comunicar” de manera visual los resultados calculados en una reunión y sirve para dar un balance de incumplimientos en producción, de reclamaciones de los clientes y de costos por falta de calidad. (p.101)

Implementación.

- Recopilar los datos y colocarlos en un cuadro intermedio.
- Reclasificar los datos en orden decreciente desde la sección más relevante, hasta la sección que sea menos relevante.
- Traducir los datos en porcentaje y porcentaje acumulado, para realizar un cuadro como se muestra en la **Figura 25**.

Figura 25 Diagrama de Pareto

Categoría de defecto	Cantidad de reclamaciones recibidas	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Plazo	154	51.7%	51.7%
Factura	78	26.2%	77.9%
Producto	37	12.4%	90.3%
Recepción	12	4.0%	94.3%
Embalaje	10	3.4%	97.7%
Comercial	5	1.7%	99.4%
Disponibilidad	2	0.6%	100.0%
TOTAL	298	100.0%	

Nota: Gillet-Goinard y Seno

- Trazar la gráfica de Pareto: Se debe graduar la escala vertical de 0 a 100% y se debe colocar un rectángulo para cada una de las secciones en estudio, respetando el orden decreciente del cuadro.
- Trazar la curva de los porcentajes acumulados.
- Interpretar.
- Se basa en el uso de datos confiables, que deben ser recopilados con cuidado.
- Se debe garantizar la elección del criterio en forma correcta.

Análisis de la herramienta.

El análisis de la herramienta se basa en tres tipos de reclamaciones:

1. Reclamación en términos numéricos.
2. Reclamaciones en términos de costos generados.
3. Reclamaciones de impacto para el cliente. (p.101)

Herramientas para el Diseño o Propuesta

Las herramientas para el diseño de la propuesta que se definen a continuación, se enfocan en diseñar lo que se quiere alcanzar al mejorar la distribución de una planta.

SLP: Planeación Sistemática de la Distribución de Planta

La planeación sistemática incluye los principios, tipos y factores de la distribución de planta, así como los requerimientos para analizar las causas que puedan afectar los procesos y productos.

Platas García y Cervantes Valencia (2014) Determina que se deben seguir tres pasos esenciales para el desarrollo del SLP.

1. Obtención de datos básicos.
2. Determinar el equipo y maquinaria.
3. Fijar el número de unidades de cada máquina y tipo de equipo.
4. Calcular el espacio total requerido para la fábrica.

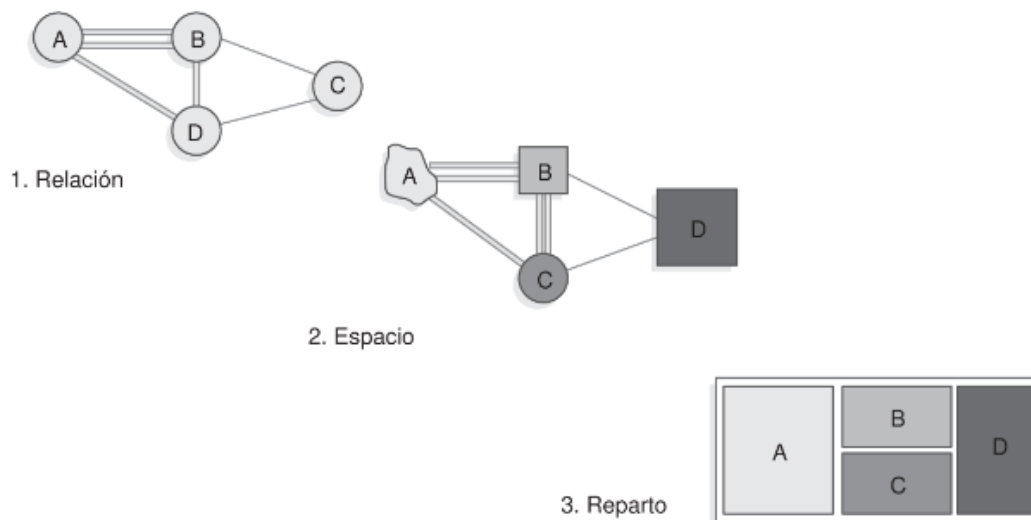
Por lo anterior, se requiere de modelos y herramientas para un adecuado análisis, los cuales se detallan a continuación. (pp.83-89)

Modelo para el SLP.

Según Platas García y Cervantes Valencia (2014) Existen 10 conceptos básicos para orientar la planificación eficiente de la distribución de planta, a continuación, se describen:

1. Cada distribución implica tres elementos fundamentales relación, espacio y reparto, entre actividades o áreas, como se muestra en la **Figura 26**.

Figura 26 Elementos de la distribución de planta.



Nota: Platas García y Cervantes Valencia

2. Para planificar la distribución se requiere:
 - **P**: Producto, lo que se quiere fabricar.
 - **Q**: Cantidad o Volumen, cuánto se debe fabricar.

- **R:** Ruta o proceso, manera en cómo se va a fabricar el producto
 - **S:** Servicios o apoyos, respaldo para transformar el material en producto.
 - **T:** Tiempo o sincronización, cuándo y durante cuánto tiempo se va a fabricar el producto.
3. La cercanía entre las áreas implicadas en el proceso de fabricación del producto, lo que permite reducir los problemas al trasladar materiales entre estaciones.
 4. Debe existir un flujo de materiales entre el producto, la cantidad y la ruta que conduce a las distribuciones industriales básicas.
 5. Se debe considerar el tipo de distribución, con base en el predominio del producto.
 6. Las relaciones entre departamentos o áreas debe ser predominante
 7. El espacio debe clasificarse según las necesidades de los operarios.
 8. La seguridad de las áreas es fundamental.
 9. Se deben considerar los patrones de flujo predominantes para los productos o materiales grandes, para el acomodo de la planta, como se muestra en la **Figura 27**.

Figura 27 Patrones de Flujo predominantes



Nota: Platas García y Cervantes Valencia

10. Existen cuatro fases para cada planificación, las cuales son:
 - **Fase I: Localización,** determina la localización del área a distribuir.
 - **Fase II: Distribución General,** comprende el arreglo general del área a distribuir.
 - **Fase III: Distribución detallada,** ubica cada unidad específica de la maquinaria y equipo.
 - **Fase IV: Instalación,** Consiste en planear e instalar, así como obtener la aprobación y efectuar los arreglos físicos necesarios. (pp.86-89)

Según Platas García y Cervantes Valencia (2014) “Un conjunto de convenciones se utiliza para ayudar a la planificación, la comprensión y la comunicación. Las convenciones se usan en cada etapa del modelo de procedimientos descrito para hacer diagramas, clasificaciones, representaciones y evaluaciones” (p.94)

Las gráficas utilizadas en la distribución de planta, está conformada por:

- Flujo de materiales.
- Gráfica de relación.
- Diagrama de relación de espacios.
- Alternativas de distribución.
- Distribución seleccionada. (p.94)

Herramientas para el Control de la Propuesta

Las herramientas para el control de la propuesta permiten realizar un seguimiento de lo que se está haciendo y cómo se organiza la empresa para llevar a cabo las funciones, con base en la propuesta diseñada.

Gráfico de GANTT

Gillet-Goinard y Seno (2014) El diagrama de Gantt cubre todas las acciones prioritarias del plan de acción y las posiciona en el tiempo. Permite visualizar la duración de las acciones y constituye el punto de referencia de los plazos que deben observarse. (p.46)

¿Para qué utilizarlo?

Gillet-Goinard y Seno (2014) El diagrama hace que el plan de acción sea visible en el tiempo, Permite que el gerente de control disponga de un auxiliar visual que le permita responder a la pregunta: ¿Quién hace qué y en qué plazo?, el diagrama pone en manifiesto las zonas temporales y cruciales del proceso, en las cuales se centran numerosas acciones. (p.47)

Con base en el mismo autor se define la implementación del diagrama de Gantt

Implementación.

- Retoma las acciones medulares del plan de acción y se elabora el diagrama de Gantt.
- Informa las acciones en la columna izquierda y en la derecha para la duración.
- La estimación se realiza con los responsables de la acción.

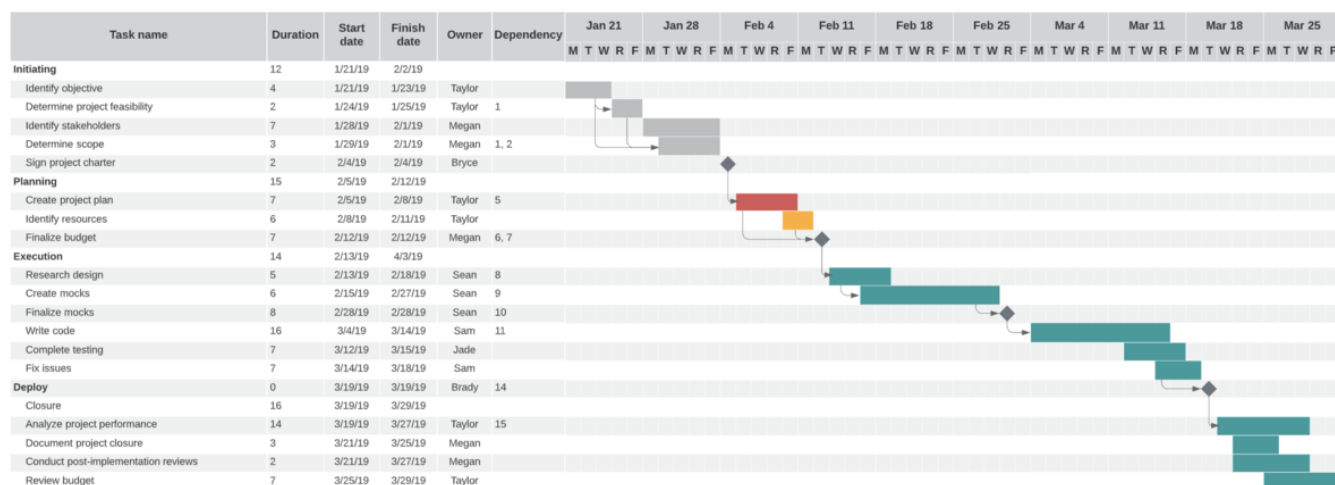
- Se debe identificar si hay acciones que se relacionen entre sí.
- El plan de acción debe ser autorizado y oficializado por la dirección de la empresa. (p.47)

Análisis de la herramienta.

El Gantt se debe analizar con ayuda de la visualización de las posibles sobrecargas de trabajo, en períodos determinados, en particular, cuando varias acciones intervienen en el mismo proceso o con los mismos recursos, se debe priorizar las acciones para aligerar las cargas, ejecutar planificaciones y darles seguimiento, por lo tanto, permite darle seguimiento al progreso del plan y hacer un balance rápido. (Gillet-Goinard y Seno, 2014, p.47)

La **Figura 28** ejemplifica el diagrama de Gantt:

Figura 28 Diagrama de Gantt



Nota: Google Imágenes

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

Según Martínez Ruiz (2012) La palabra metodología se compone de dos vocablos: método (camino a seguir) y logos (estudio, tratado racional) y se define como “El estudio de los métodos o caminos a seguir en una investigación. (p. 73)

La metodología de la investigación se refiere al estudio sistemático de los métodos que se utilicen para el desarrollo de una investigación relacionados a la misma y según las metas que se plantean, así como el estudio de los procedimientos, técnicas y aplicación sistemática. (Martínez Ruiz, 2012, p.73)

Enfoque

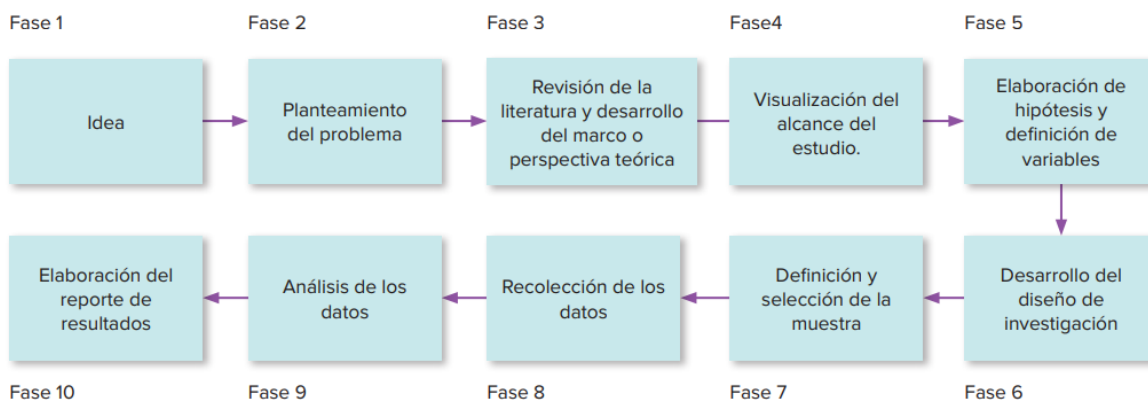
Para Hernández-Sampieri y Mendoza Torres (2018) “Los enfoques cuantitativo, cualitativo y mixto constituyen rutas posibles para resolver problemas de investigación. Todos resultan igualmente valiosos y son, hasta ahora, los mejores métodos para investigar y generar conocimientos” (p.2)

Cuantitativo

Para Hernández-Sampieri y Mendoza Torres (2018) El enfoque cuantitativo “Es apropiado cuando se desea estimar magnitudes u ocurrencia de fenómenos, así como probar hipótesis, sus causas son; predecir, comprobar cuál es el mejor método de enseñanza e incrementar el aprendizaje de algo y en cierta población” (p.6)

En la **Figura 29**, se muestra el proceso que sigue el enfoque cuantitativo.

Figura 29 Proceso del enfoque cuantitativo.



Nota: Hernández-Sampieri y Mendoza Torres

En términos generales esta ruta consiste en plantear un problema de estudio acotado sobre el fenómeno de interés y una vez planteado el problema, el investigador examina lo que se ha indagado previamente y construye un marco del cual deriva una o varias hipótesis, las cuales somete a prueba mediante el empleo de un diseño de investigación apropiado. Si los resultados corroboran las hipótesis o son congruentes se aporta evidencia a su favor, en caso de lo contrario se descarta con el fin de buscar mejores explicaciones y nuevas hipótesis, las cuales se generan antes de recolectar y analizar datos. (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2018, pp.6-7)

La recolección de datos se fundamenta en la medición y se lleva a cabo utilizando procedimientos estandarizados y aceptados por una comunidad científica, los datos son numéricos y se deben analizar con métodos estadísticos, en el proceso se trata de alcanzar el control para lograr que otras posibles explicaciones, distintas o “rivales” a la propuesta del estudio, se desechen y se excluya la incertidumbre y minimice el error, por lo que, los resultados se interpretan en relación de las suposiciones o predicciones iniciales y al final se establece una discusión que constituye una explicación de cómo los resultados encajan en el conocimiento existente. (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2018, pp.6-7)

Según Hernández-Sampieri y Mendoza Torres (2018) las características del enfoque cuantitativo son:

1. Búsqueda de la mayor objetividad, los fenómenos que se observan o miden no deben ser influidos por el investigador.
2. Para el enfoque cuantitativo se sigue un patrón predecible y estructurado y se debe tener presente que las decisiones críticas sobre los métodos se toman antes de recolectar los datos.
3. En la mayoría de los estudios cuantitativos se pretende generalizar los resultados y descubrimientos encontrados en la muestra a una población mayor.
4. Al final, con los estudios cuantitativos se pretende describir, explicar y predecir los fenómenos investigados, buscando regularidades y relaciones causales entre las variables.

5. En el enfoque cuantitativo, si se sigue rigurosamente el proceso y, de acuerdo con ciertas reglas lógicas, los datos generados poseen los estándares de validez y confiabilidad deseados.
6. Este enfoque se vale de la lógica o razonamiento deductivo, que parte de la teoría, de la cual se derivan las hipótesis que el investigador somete a prueba.
7. El destino del enfoque cuantitativo es identificar leyes universales y causales.
8. En la indagación cuantitativa se busca conocer o capturar la realidad externa o fenómeno estudiado tal y como es, o al menos, aproximarse lo mejor posible a ello. (p.7)

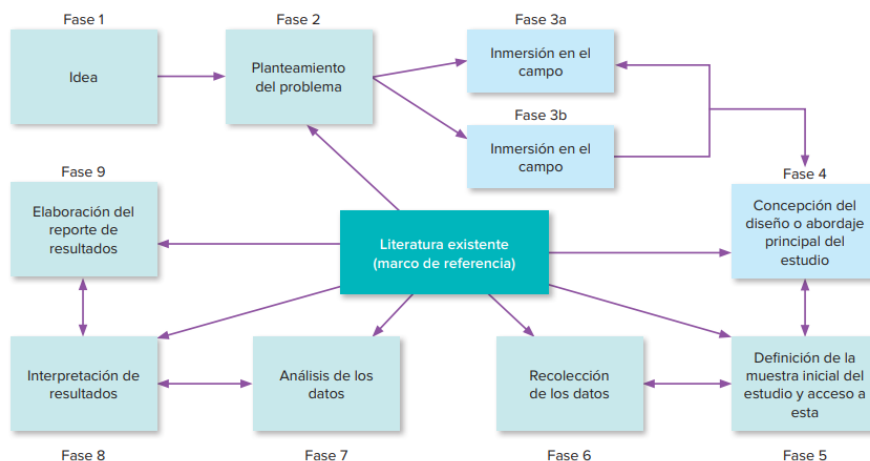
Cualitativo

Definir el enfoque cualitativo para las investigaciones permite conocer si el mismo se adopta al tipo de proyecto a desarrollar, por lo que se define, a continuación:

El enfoque cualitativo también se estudian fenómenos de manera sistemática, sin embargo, en lugar de comenzar con una teoría y regresar al mundo empírico para confirmar si esta es apoyada por los datos y resultados, el investigador comienza el proceso examinando los hechos en sí y revisado los estudios previos, a fin de generar una teoría que sea consistente con lo que está observando y se plantea un problema de investigación, no tan específico como en la indagación cuantitativa, el enfoque se construye de acuerdo al contexto y los eventos que ocurren conforme se desarrolla el estudio. (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2018, p.7)

En la **Figura 30** se muestra el proceso del enfoque cualitativo.

Figura 30 Proceso del enfoque cualitativo.



Nota: Hernández-Sampieri y Mendoza Torres

Según Hernández-Sampieri y Mendoza Torres (2018) las características del enfoque cualitativo son:

1. El investigador plantea el problema, pero no sigue un proceso preestablecido con claridad.
2. En la ruta cualitativa predomina la lógica o razonamiento inductivo, dirigiéndose de lo particular a lo general, es decir se procede caso por caso, dato por dato, hasta llegar a una perspectiva más general.
3. El proceso de indagación resulta más flexible y se desplaza entre la experiencia, la acción y los resultados, por una parte; y el desarrollo de la teoría, por la otra. El propósito es “reconstruir” la realidad, tal como la observan los actores de un sistema social definido previamente.
4. En la mayoría de los enfoques cualitativos no se prueba hipótesis, ya que se generan durante el proceso y van refinándose conforme se recolectan datos; son un resultado del estudio.
5. El enfoque cualitativo es naturalista porque:
 - a) Se estudia a las personas y sus expresiones o animales en sus ambientes naturales y en su cotidianidad.
 - b) Los eventos se analizan tal y como sucedieron, es decir, su desarrollo natural, no hay manipulación de la realidad.
6. La investigación cualitativa resulta interpretativa y pretende encontrar sentido a los fenómenos y hechos en función de los significados que las personas les otorguen.
7. Para el enfoque cualitativo la realidad se define a través de las interpretaciones de los participantes y del investigador respecto de sus propias realidades, son realidades que van modificándose conforme transcurre el estudio.
8. El investigador se introduce y recopila información sobre las percepciones, emociones, prioridades, vivencias, significados y cualidades de los participantes, y construye el conocimiento, siempre consciente de que es parte del fenómeno analizado y se adquiere un punto de vista tanto “interno” como “externo”.
9. El enfoque se basa en métodos de recolección de datos no estandarizados al inicio ni completamente predeterminados.

10. Por lo anterior, en las investigaciones cualitativas se producen datos y resultados en forma de notas, diagramas, mapas o “cuadros humanos” para generar descripciones bastante detalladas.
11. El explorador cualitativo extrae el significado de los datos y no necesita reducirlos a números ni analizarlos estadísticamente, aunque el conteo de regularidades y diferencias puede utilizarse para fortalecer el análisis.
12. Los estudios cualitativos regularmente no pretenden generalizar de manera probabilística los resultados a poblaciones más amplias ni obtener necesariamente muestras representativas; incluso en ocasiones no buscan que las investigaciones se repliquen. (pp.9-10)

Mixto

Según Hernández-Sampieri y Mendoza Torres (2018) El enfoque mixto puede implementarse de acuerdo con diversas secuencias, por lo que se define, a continuación:

El enfoque mixto realiza la investigación entrelazada de los enfoques cuantitativo y cualitativo, pero es más que la suma de las dos anteriores e implica su interacción y potenciación. Los métodos mixtos o híbridos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de la investigación e implican la recolección y el análisis de datos tanto cuantitativos como cualitativos, así como su integración y discusión conjunta. El enfoque mixto en secuencia de lo cuantitativo precede a lo cualitativo, o bien cuando lo cualitativo es primero puede desarrollarse de manera simultánea o en paralelo. (p.10)

Con base en lo expuesto anteriormente y según el tema de investigación a desarrollar en este trabajo, el cual es “Propuesta de distribución de planta para mejorar el proceso de fabricación de superficies de piedras naturales en la empresa GRAMAQUI S.A”, se determina que el mejor enfoque metodológico para su exposición es el cuantitativo.

Alcance

Posterior a la evaluación del planteamiento del problema y a raíz de la revisión de la literatura, el investigador mantiene, ajusta o modifica, la siguiente etapa en la ruta cuantitativa es visualizar el alcance que tendrá la investigación. Los alcances son cuatro: exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo. (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2018, p. 106)

El mismo autor, define las características de los alcances de la investigación, los cuales se exponen en la **Tabla 5** se desarrollan las características de los cuatro tipos de alcances. (pp.106-109)

Tabla 5 Características de los alcances de la investigación.

Exploratorio	Descriptivo
<ul style="list-style-type: none"> • Se llevan a cabo cuando el propósito es examinar un fenómeno o problema de investigación nuevo o poco estudiado. • Sirven para obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación completa y profunda respecto a un contexto particular. • Establece prioridades para futuros estudios o sugiere afirmaciones, hipótesis y postulados. • No constituyen un fin en sí mismo. • Determinan tendencias, identifican áreas, ambientes, contextos y situaciones de estudio. • Establecen el tono y dirección de investigaciones posteriores más elaboradas y rigurosas. • Es flexible en su método en comparación con las descriptivas, correlacionales o explicativas, y son más amplias y dispersas. • Implica un mayor riesgo y requieren gran paciencia, serenidad y 	<ul style="list-style-type: none"> • Especifican las propiedades, características y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. • Miden o recolectan datos y reportan información sobre diversos conceptos, variables, aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o problema a investigar. • En el estudio descriptivo el investigador selecciona una serie de cuestiones y después recaba información sobre cada una de ellas. • Mide conceptos en un país y momento específicos como: aspectos de la vivienda e información sobre los ocupantes y otras dimensiones que se juzgen relevantes para identificar a la población objetivo. • Las investigaciones descriptivas son útiles para mostrar con precisión los ángulos o

<p>receptividad por parte del investigador.</p>	<p>dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La descripción puede ser más o menos profunda, aunque en cualquier caso se basa en la medición de uno o más atributos del problema de interés.
<p>Correlacional</p>	<p>Explicativo</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Tienen como finalidad conocer la relación o grado de asociación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables. • Pretende responder a preguntas de investigación. • Se analiza la relación entre dos conceptos o variables, pero con frecuencia se ubican en el estudio vinculaciones entre tres, cuatro o más variables. • Los estudios correlacionales, evalúan el grado de asociación entre las variables. • La utilidad principal de los estudios correlacionales es saber cómo se puede comportar un concepto o una variable al conocer el comportamiento de otras variables vinculadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los estudios explicativos van más allá de la descripción de fenómenos, conceptos o variables o del establecimiento de relaciones. • Están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos de cualquier índole. • El interés del alcance explicativo se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables.

- Las correlaciones pueden ser positivas o negativas.
- La investigación correlacional tiene, en alguna medida, un valor explicativo, aunque parcial, ya que el hecho de saber que dos conceptos o variables se relacionan aporta cierta información explicativa.
- Cuanto mayor sea el número de variables que se asocien en el estudio y mayor sea la fuerza de las relaciones, más completa será la explicación.
- Cuando planteamos un estudio correlacional debemos asegurarnos de que la relación entre los hechos, conceptos o variables sea real y lógica.
- Se deben tomar datos de control.
- Se requiere de una investigación explicativa para saber cómo y por qué las variables están supuestamente relacionadas.

Nota: Hernández-Sampieri y Mendoza Torres (pp.106-109)

Posterior al planteamiento del problema, así como la elección del enfoque del proyecto y a raíz de la comparación de las características expuestas en la tabla anterior, el alcance que tendrá la investigación es correlacional, ya que se espera evaluar más de una variable o factor que influyen de manera positiva o negativa en la distribución de la planta de GRAMAQUI S.A, así como analizar la relación entre los conceptos, diagramas, gráficos y datos recolectados.

Diseño

Según Hernández-Sampieri y Mendoza Torres (2018) el diseño de la investigación con respecto al enfoque cuantitativo es” La representación el punto donde se conectan las fases conceptuales del proceso con la recolección y el análisis de los datos” (p.148)

Diseño Experimental

Para Hernández-Sampieri y Mendoza Torres (2018) El término experimento tiene dos acepciones básicas.

1. Realizar una acción y después observar las consecuencias, por lo tanto, cuando se habla de “experimentar” se refiere, por ejemplo, a mezclar sustancias químicas y ver la reacción provocada, esto quiere decir que el diseño de experimental es la manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles resultados.
2. Una investigación se manipula deliberadamente para una o más variables independientes, con el fin de, analizar las consecuencias que tengan manipulación tiene sobre una o más variables, dependientes dentro de una situación de control. (p.151)

Para Hernández-Sampieri y Mendoza Torres (2018) se realizan diseños de experimentos cuando “El investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula, sin embargo, para establecer influencias, se deben cubrir varios requisitos y no es factible experimentar con hechos pasados, así como no se debe realizar cierto tipo de experimentos por cuestiones éticas” (p. 152)

Los experimentos analizan las relaciones entre una o más variables independientes y una o más dependientes para Hernández-Sampieri y Mendoza Torres (2018) se trata de:

Diseños cuantitativos completamente deductivos, aunque pueden ser parte de una investigación mixta, se basan en lo siguiente:

1. Las hipótesis preestablecidas, miden variables y su aplicación debe sujetarse al diseño concebido con antelación.
2. Al desarrollar un diseño de experimentos, el investigador está centrado en la validez, el rigor y el control de la situación de investigación
3. El análisis estadístico resulta fundamental para lograr los objetivos de conocimiento. (pp.172-173)

Diseño no Experimental

Para Hernández-Sampieri y Mendoza Torres (2018) a parte del diseño experimental se puede clasificar en diseño no experimental y el mismo se define como:

El diseño experimental es la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables y se trata de estudios en los que no se hace variar, de forma intencional, las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables, la investigación no experimental es observar o medir fenómenos y variables tal como se dan en su contexto natural, para analizarlas. (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2018, p. 174)

El estudio no experimental no genera ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza.

El mismo autor indica que, la indagación no experimental las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, ya que no se tiene control directo sobre dichas variables, esto quiere decir que no se puede influir en ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos. (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2018, p. 174)

Según Hernández-Sampieri y Mendoza Torres (2018) en el libro de metodología “La investigación no experimental puede o no poseer un alcance explicativo: más bien se trata de un parteaguas de varios estudios cuantitativos, como las encuestas de opinión, los estudio retrospectivos y prospectivos” (p. 174)

En la **Tabla 6** se puntualizan la diferencia entre un estudio experimental y uno no experimental.

Tabla 6 Diferencias del diseño experimental y no experimental

Experimental	No Experimental
<ul style="list-style-type: none"> • Se construye en el contexto y se manipula de manera intencional la variable independiente, después se observa el efecto de esta manipulación sobre la variable dependiente, es decir, el 	<ul style="list-style-type: none"> • No hay ni manipulación intencional ni asignación al azar, es decir, el investigador no tuvo nada que ver • Es sistemática y empírica, las variables independientes no se manipulan porque ya han sucedido.

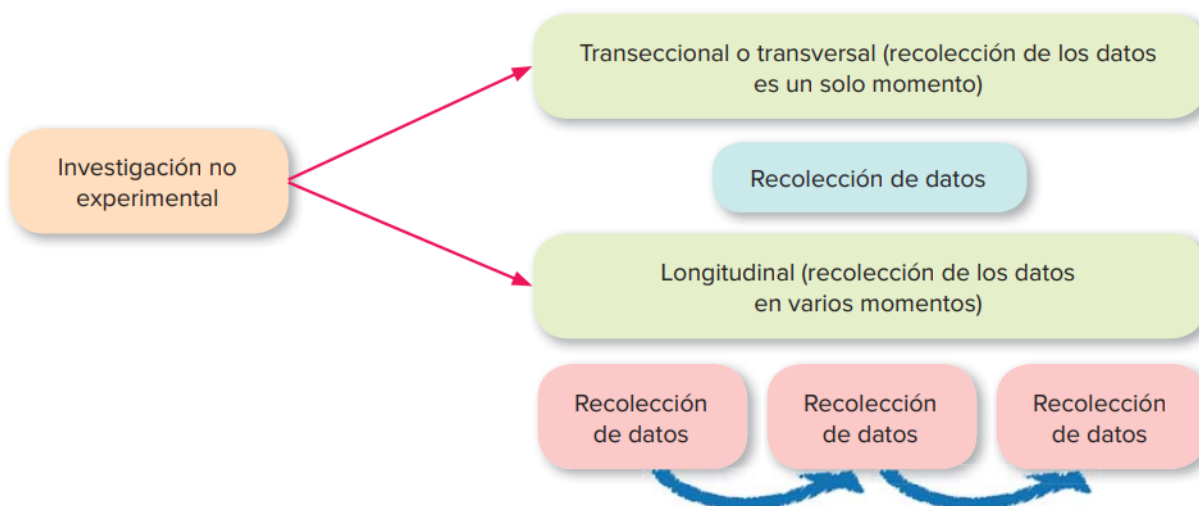
Experimental	No Experimental
<p>investigador influye de manera directa.</p> <ul style="list-style-type: none"> La investigación tiene alcances iniciales y finales correlacionales y explicativos. 	<ul style="list-style-type: none"> Las relaciones entre las variables se realizan sin intervención o influencia directa, y se observan tal como se han dado en su contexto natural.

Nota: Hernández-Sampieri y Mendoza Torres (pp.174-175)

Según Hernández-Sampieri y Mendoza Torres (2018) los diseños no experimentales son “La manera de clasificar las investigaciones y se dan por la dimensión temporal o el número de momentos o puntos en el tiempo, en los cuales se recolectan datos” (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2018, p. 176)

Se dividen en transversales y longitudinales, como se muestra en la **Figura 31**.

Figura 31 Tipos de investigación no Experimental



Nota: Hernández-Sampieri y Mendoza Torres

Diseño no experimental transversal.

Para Hernández-Sampieri y Mendoza Torres (2018) se necesita conocer el propósito de los diseños transeccionales o transversales, los cuales recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único, dichos propósitos son:

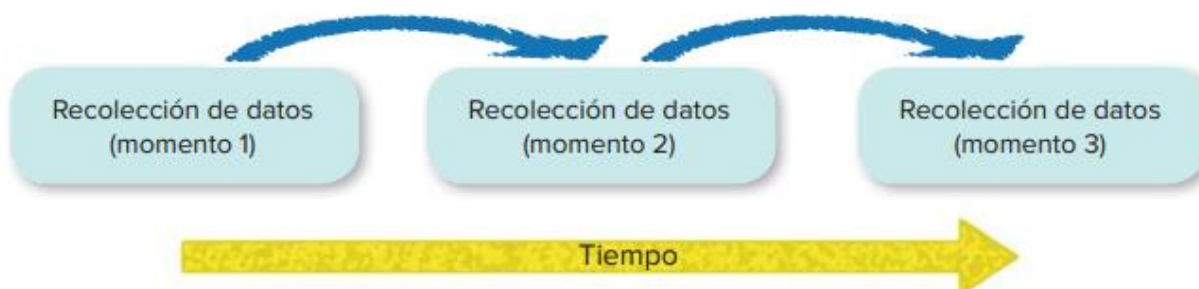
1. Describir variables en una muestra o población, o bien, determinar cuál es el nivel o modalidad de las variables en un momento dado.
2. Evaluar una situación, comunidad, evento, fenómeno o contexto en un punto del tiempo.
3. Analizar la incidencia de determinadas variables, así como su interrelación en un momento, lapso o periodo. Por ejemplo:
 - a) Establecer la incidencia de diabetes mellitus en una determinada población dentro de un periodo específico.
 - b) Determinar la relación entre la dirección estratégica y la competitividad en pymes restauranteras de Bogotá. Datos recolectados en una sola ocasión.
4. Explorar si en una ciudad hay discriminación por género, edad y capacidades distintas en los procesos de selección, reclutamiento y contratación de las grandes empresas industriales.
5. Identificar si la satisfacción respecto a la calidad del diseño ambiental del interior de áreas de trabajo u oficinas afecta significativamente el desempeño laboral, en un momento específico. (pp.176-177)

Diseño no experimental longitudinal.

Para Hernández-Sampieri y Mendoza Torres (2018) “El interés del investigador es analizar cambios con el paso del tiempo en determinadas categorías, conceptos, sucesos, variables, contextos o comunidades, o bien, las relaciones entre estas, los cuales recolectan datos en diferentes momentos o periodos para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias” (p. 180)

Los puntos o periodos regularmente se especifican de antemano y son estudios de seguimiento a través de diversas mediciones. Estos diseños se esquematizan como se muestra en la **Figura 32**.

Figura 32 Recolección en el tiempo.



Nota: Hernández-Sampieri y Mendoza Torres

La diferencia entre las tres clases de recolección de datos es el tipo de población considerada. En los diseños de tendencias se recolectan datos de una población que en todas las mediciones es la misma, pero las muestras son distintas, se estudia a una subpoblación o grupo específico que posee una característica en común o se encuentra vinculado por uno o más factores. (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2018, p.181)

El enfoque y alcance de la investigación permite definir qué diseño tendrá la investigación, por lo tanto, con base en lo mencionado anteriormente se define que el diseño no experimental se adecua al desarrollo del proyecto, ya que permite establecer la forma en la que se van a analizar variables, sin que se manipulen y permite realizar estudios en los que no se hace cambiar, de forma intencional, las variables independientes, ya que realiza una influencia sistemática, directa y se observa tal como se ha dado un problema en el contexto natural.

Adicionalmente se determina que el tipo de diseño no experimental es transversal, ya que permite establecer la incidencia, determinar la relación entre la dirección estratégica, explorar capacidades distintas en los procesos o procedimientos, así como identificar si la satisfacción respecto a la calidad del diseño afecta significativamente el desempeño de las funciones.

VARIABLES O UNIDADES DE ANÁLISIS

Las variables a medir con esta investigación se analizaron con base en los objetivos planteados, con el fin de dar solución a un problema y en busca de la mejora de la distribución de planta de la empresa GRAMAQUI S.A.

$$PA = \frac{\text{Oportunidad de mejora}}{\text{Cantidad de procesos analizados}} \times 100$$

En la **Tabla 7** se muestran las variables del proyecto.

Tabla 7 Variables del proyecto

Objetivos	Variable	Conceptual	Operaciona I	Instrumenta I
1. Definir la distribución de	Distribución de planta	Para Muther, (1970) los tipos de	Porcentaje de Avance.	Observación de recorridos

Objetivos	Variable	Conceptual	Operaciona I	Instrumenta I
planta actual de la empresa GRAMAQUI S.A.		la distribución suceden debido a la producción que se define como “El resultado obtenido de un conjunto de hombres, materiales y maquinaria actuando bajo alguna forma de dirección. (p. 23)	$PA = \frac{\text{(Oportunidad de mejora)}}{\text{(Cantidad de procesos analizados)}} \times 100$	
2. Identificar dentro del proceso las principales causas de los problemas, así como el incumplimiento de los procedimientos .	No conformidad	Para INTECO, (2015) una no conformidad es “Incumplimiento de requisitos”	Unidades $\frac{N^{\circ} \text{ de unidades conformes}}{N^{\circ} \text{ total de unidades}}$	Entrevistas
3. Analizar cada uno de los factores involucrados	Factores de la planta.	Los factores de la distribución de planta son ocho y Platas García y	Eficacia de los factores $\frac{\text{Eficacia} = \text{factores utilizados}}{\text{factores}}$	Hojas de recolección de datos

Objetivos	Variable	Conceptual	Operaciona I	Instrumenta I
en la distribución de la planta.		Cervantes Valencia, (2014) considera que “Los factores influyen de manera importante en las empresas; no obstante, estos pueden variar de acuerdo con el tipo de organización.”(p.68)	<i>factores requeridos</i>	
4. Desarrollar por medio de una simulación la nueva propuesta del diseño de la planta de GRAMAQUI S.A.	Diseño de planta	Según Cuadrado y Riverola (2003) la construcción de un modelo de simulación es “Una representación computacional de la situación, que permita, con un buen grado de fidelidad, el cálculo de los resultados que se deducen de un conjunto de hipótesis, esto quiere decir un	Porcentaje de avance con el modelo $PA = \frac{\text{(Cantidad de líneas de producción del modelo)}}{\text{(producción total diaria)}} \times 100$	Simulador

Objetivos	Variable	Conceptual	Operaciona I	Instrumenta I
		proceso de traducción de un lenguaje a otro. (p.19)		
5. Implementar hojas de control del proceso para la organización de componentes y cumplimiento de estándares de calidad.	Control	Para Miranda González, Chamorro Mera , y Rubio Lacoba (2014), el control de la calidad es “La parte de la gestión de la calidad orientada al cumplimiento de los requisitos de la calidad. (p. 82)	Eficiencia del proceso <i>Eficiencia = control implementado / control proyectado</i>	Informes

Nota: Karen Herrera Zúñiga

Muestra

Según Hernández-Sampieri y Mendoza Torres (2018) indica que “En la ruta cuantitativa, las muestras implican un pequeño esfuerzo de cálculo, pero significan un gran ahorro de tiempo y recursos” (p.194)

En la **Tabla 8** se expone la muestra de estudio para la investigación.

Tabla 8 Muestra de la Investigación

Indicador	Tipo de muestra	Unidad de muestreo	Fórmula
PA= (Oportunidad de mejora) / (Cantidad de procesos analizados) x100	Probabilística de tipo conglomerado	Procesos	<p>Muestra</p> $n = \frac{Z_{\frac{\alpha}{2}}^2 * N * p * q}{Z_{\frac{\alpha}{2}}^2 * p * q + NE^2}$ <p>Error</p> $\sigma_p = \sqrt{\left(\frac{N-n}{N-1}\right) * \left(\frac{p * q}{n}\right)}$
N° de unidades conformes / N° total de unidades	Probabilística de tipo conglomerado	Producto terminado	$n = \frac{Z_{\frac{\alpha}{2}}^2 * N * p * q}{Z_{\frac{\alpha}{2}}^2 * p * q + NE^2}$
Eficacia = factores utilizados / factores requeridos	No probabilística - conveniencia	Protocolo	El tamaño de la muestra depende de las decisiones del investigador, la conveniencia.
PA = (Cantidad de líneas de producción del modelo) / (producción total diaria) x 100	No probabilística - conveniencia	Días de ejecución	<p>Muestra</p> $n = \frac{Z_{\frac{\alpha}{2}}^2 * N * p * q}{Z_{\frac{\alpha}{2}}^2 * p * q + NE^2}$ <p>Error</p> $\sigma_p = \sqrt{\left(\frac{N-n}{N-1}\right) * \left(\frac{p * q}{n}\right)}$

Indicador	Tipo de muestra	Unidad de muestreo	Fórmula
Eficiencia = control implementado / control proyectado	Probabilística de tipo conglomerado	Mecanismo de control	El tamaño de la muestra depende de las decisiones del investigador, la conveniencia.

Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

En el desarrollo de esta investigación se determina que la muestra sobre la que se centra la recolección de datos es la planta de GRAMAQUI S.A y la información recolectada se basará en la capacidad de la planta, las medidas del taller, la cantidad de producción y los involucrados serán los empleados, quienes formarán parte de la recolección de datos.

La población en estudio para el desarrollo de la nueva distribución de planta para la empresa GRAMAQUI S.A, serán todos aquellos factores involucrados en las operaciones, entre los cuales encontramos materiales, esperas, maquinaria, servicio, hombre, edificio, movimiento y cambio, los cuales influyen de manera positiva o negativa en la producción

Instrumentos

Los instrumentos de medición adecuados son aquellos que registran datos observables y deben reunir tres requisitos esenciales: confiabilidad, validez y objetividad. (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2018, p.228)

En la **Tabla 9** se plantean los instrumentos de la investigación.

Tabla 9 Instrumentos de investigación

Indicador	Instrumentos	Recursos requeridos
¿Qué se va a medir?	¿Con qué se mide?	¿Qué se necesita?
Porcentaje de avance	Observación de recorridos	Excel, AutoCad, Word, Humanos,

Indicador	Instrumentos	Recursos requeridos
No conformidades	Entrevistas.	Materiales, Herramientas, Internet
Eficacia	Hojas de recolección de datos.	
Porcentaje de avance	Simulador	
Eficiencia	Informes	Herramientas para cada uno de los indicadores que se van a medir.

Nota: Hernández-Sampieri y Mendoza Torres (pp.429)

Recolección de datos

Según Hernández-Sampieri y Mendoza Torres (2018) la recolección de datos se define como “Los datos son la materia prima para el análisis, los ladrillos sobre los cuales se construye este y, por lo tanto, el conocimiento” (p.224)

En la **Tabla 10**, se indica la recolección de los datos a realizar.

Tabla 10 Recolección de datos

Indicador	Fuente de los datos	Método de recolección de los datos	Beneficios esperados.
¿Qué se va a medir?	¿Cuáles son las fuentes de las que se obtendrán los datos?	¿Cómo va a recolectar los datos?	¿Qué información espera obtener?

Indicador	Fuente de los datos	Método de recolección de los datos	Beneficios esperados.
Porcentaje de avance	Los datos se obtendrán de la empresa, por medio de la gerencia y operarios, con base en datos ya recolectados.	Mediante visitas al taller en el cual se realiza una entrevista al operario involucrado en el proceso.	Criterios para establecer la línea de producción involucrada en la distribución de la planta.
No conformidades		Desarrollar herramientas que permitan obtener información deseada, con base en el conocimiento del experto.	Detectar oportunidades de mejora.
Eficacia		Desarrollas diagramas para recoger, organizar, clasificar y ordenar las actividades involucradas en el proceso de fabricación.	Causas y efectos negativos en el proceso.

Indicador	Fuente de los datos	Método de recolección de los datos	Beneficios esperados.
Porcentaje de avance		Definir las relaciones entre las actividades, analizar los recorridos y la dependencia de los factores que afectan la distribución actual de la planta.	Reducir la cantidad de recorridos.
Eficiencia		Describir métodos y resultados con información práctica y útil para la toma de decisiones e implementación de mejoras.	Mejorar los tiempos de entrega, la calidad y cantidad de producción.

Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

Método de Análisis

Según Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, (2018), el método de análisis se basa en “Analizar datos cuantitativos debemos recordar dos puntos: primero, que los modelos estadísticos son representaciones de la realidad, no la realidad misma; y segundo, los resultados numéricos siempre se interpretan en contexto” (p.310)

El análisis se realiza por medio de programas computarizados, para efectuar el análisis cuantitativo se elige un programa y para el caso de esta investigación se elige Excel y FlexSim.

Excel es un programa informático escrito de Microsoft Office y analiza, administra y comparte información para la toma de decisiones, las herramientas de análisis y visualización permiten realizar un seguimiento y obtener datos.

Para realizar una distribución de planta con un diseño atractivo se realiza primeramente el análisis de la planta actual para obtener una idea clara de la situación del taller, por medio de visitas y entrevistas al personal a cargo del proceso. Estas entrevistas serán la base para la construcción de las propuestas, por lo tanto, el factor más importante en el proceso es el factor hombre ya que son la fuente primaria de la información, con el fin de detectar oportunidades de mejora se aprovecha al máximo la experiencia y el conocimiento técnico de los operarios. La creación de diagramas de Ishikawa, matrices de priorización y Pareto permite la extracción de las causas que afectan la distribución de planta, de manera que se puede identificar aquellas que se deben mitigar según su prioridad.

Cronograma

El proyecto pretende mejorar la distribución de planta actual para potenciar los procesos y servicios, haciendo uso de los recursos con los que cuenta GRAMAQUI S.A., sin afectar e impactar las operaciones, por lo tanto, se espera aprovechar al máximo los recursos más importantes de la empresa y uno de esos recursos es el tiempo, por lo tanto, la investigación plantea un cronograma para cumplir con los tiempos establecidos, la entrega del proyecto final y la propuesta de mejora.

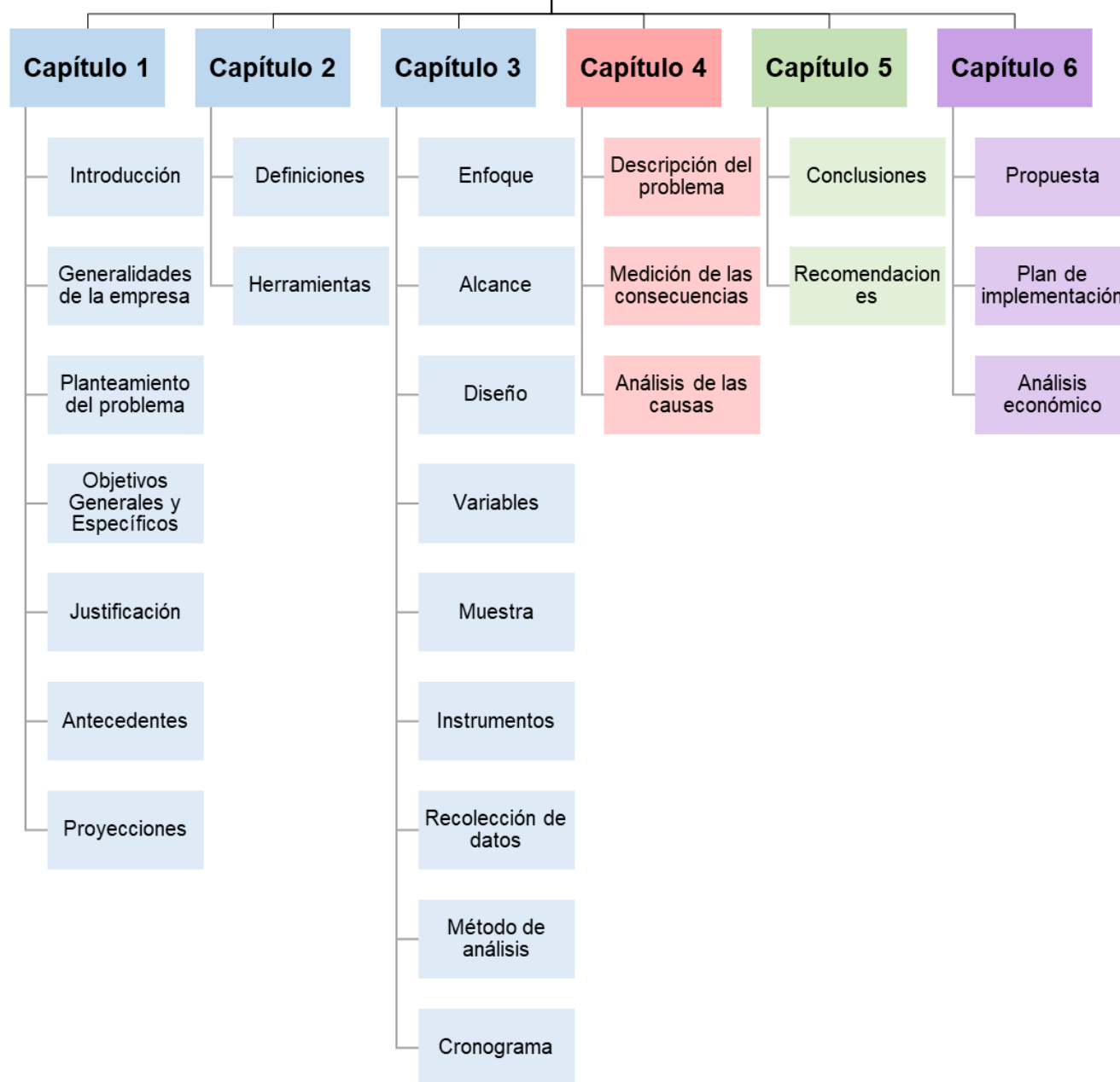
Los cronogramas que se implementan en esta investigación son el EDT, el cual representa la estructura de descomposición del trabajo y el diagrama de Gantt dicha herramienta es una gráfica del tiempo o dedicación planeada para las distintas tareas o actividades, a lo largo de las 27 semanas en las cuales se va a desarrollar el proyecto.

Estructura EDT

A continuación, en la **Figura 33** se presenta la estructura de descomposición de la investigación.

Figura 33 Estructura EDT

Propuesta de distribución de planta para mejorar el proceso de fabricación de superficies de piedras naturales en la empresa GRAMAQUI S.A



Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

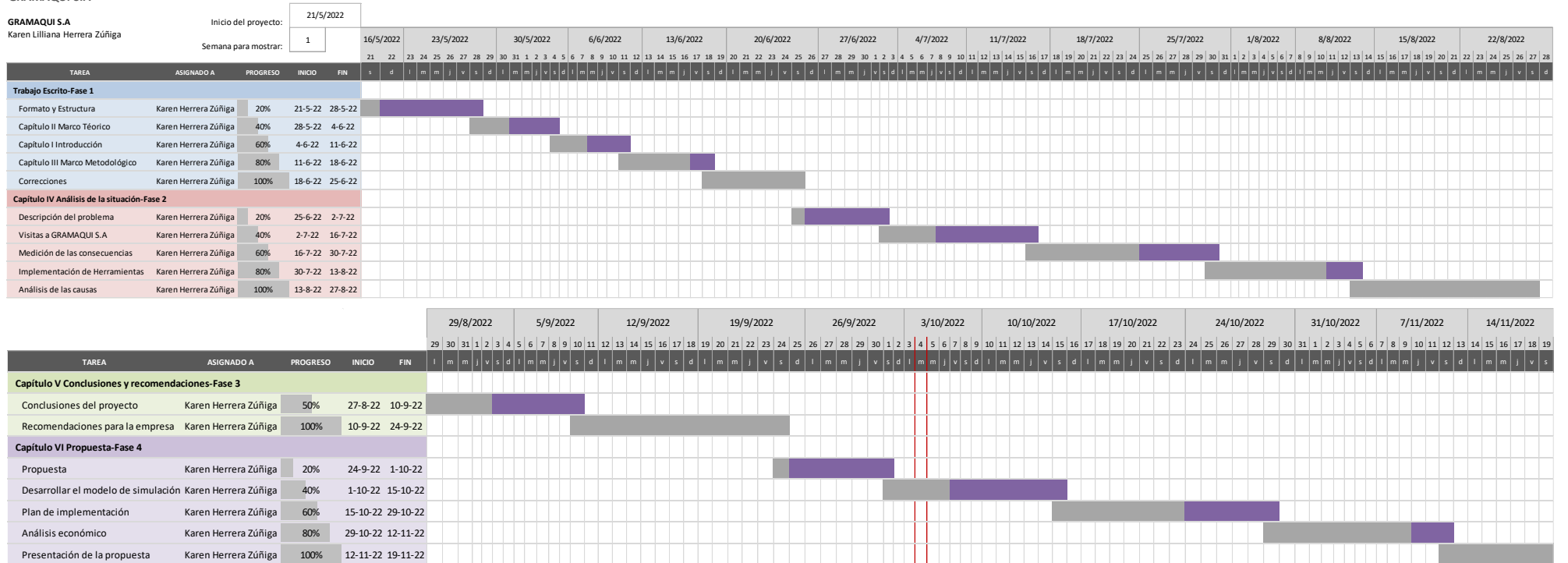
Diagrama de Gantt

El diagrama hace que el plan de acción sea visible en el tiempo y se dispone de un auxiliar visual, el diagrama pone en manifiesto las zonas temporales y cruciales del proceso, en las cuales se centran numerosas acciones. (Gillet-Goinard y Seno, 2014, p.47)

En la **Figura 34** se muestra el diagrama de Gantt de la investigación.

Figura 34 Diagrama de Gantt.

Propuesta de distribución de planta para mejorar el proceso de fabricación de superficies de piedras naturales en la empresa GRAMAQUI S.A



Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El presente capítulo permitirá analizar la situación actual de la empresa GRAMAQUI S.A., así como los problemas que presenta y a lo que está expuesta, el análisis dará a conocer la necesidad que tiene la empresa de hacer uso de todos los factores involucrados en la distribución de la planta.

Para describir el problema de la empresa se utilizarán herramientas como gráfica de relaciones, diagrama de recorrido, diagrama de flujo y diagrama de Ishikawa.

Las herramientas permiten exponer de manera detallada el flujo de proceso, las actividades que otorgan responsabilidades, la comunicación entre áreas y la retroalimentación que permite solventar las necesidades del cliente interno.

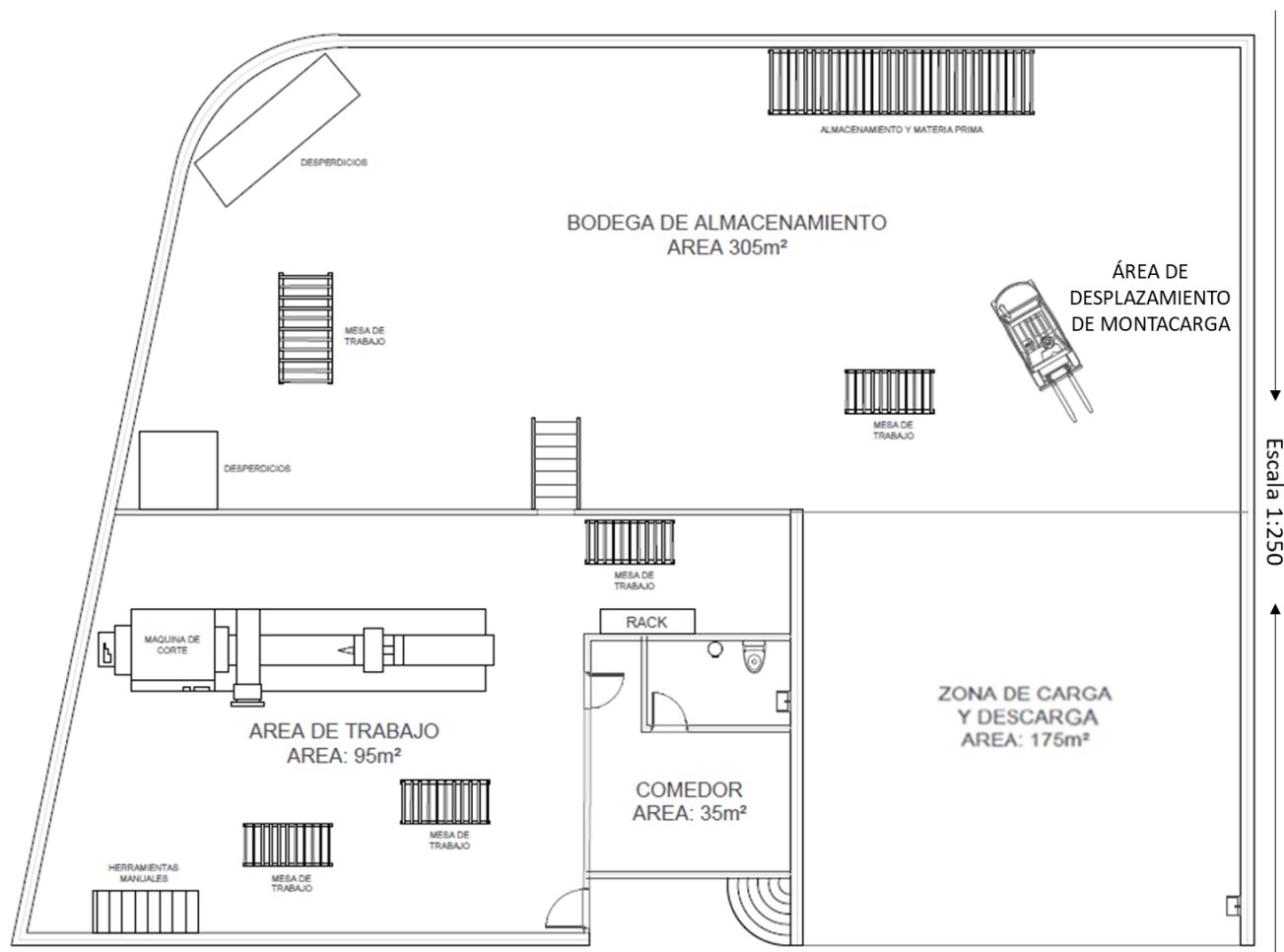
Descripción del Problema

El proyecto se desarrolla en el taller de producción de la empresa GRAMAQUI S.A., el cual está ubicado en Ochoмого de Cartago, en el laboran 10 operarios y se desea un crecimiento a nivel operacional y productivo, para la empresa es importante aprovechar al máximo los recursos con los que desarrolla las funciones diarias, sin embargo, la mala distribución del taller no está permitiendo el aprovechamiento de los factores involucrados en la distribución de planta.

Distribución actual de la planta

Es importante para el desarrollo de este capítulo, tener una idea clara de la distribución actual de la planta, a continuación, en la **Figura 35** se muestra el plano de áreas, el cual detalla la distribución con la que cuenta el taller y las medidas respectivas para cada área.

Figura 35 Plano Actual del Taller



Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

La **Figura 35** representa una idea clara del taller de GRAMAQUI S.A., el cual se encuentra en un lote con un área de 466m², en la misma se observa la parte interna del edificio la cual cuenta con cinco mesas de trabajo, una máquina de corte, una zona de carga y descarga, área para herramientas y materiales, área de almacenamiento de producto terminado y materia prima, así como área de desperdicios y desechos.

Las áreas mencionadas anteriormente tienen características específicas, el área de almacenamiento y materia prima comparte el espacio con mesas de trabajo y con la zona de desperdicios para un área total de 305m², el área de almacenamiento y materia prima se diferencia ya que tiene racks que mantienen las placas de piedra en una posición segura para que no se quiebren.

La planta cuenta con un acceso para zona de carga y descarga, lo que provoca recorridos dobles, debido a que las placas se trasladan desde la zona de almacenamiento para pasar a la máquina de

corte y posteriormente deben moverse a una mesa de trabajo, con el fin de lijar sus bordes, una vez lista la placa los operarios deben llevar nuevamente el producto terminado para almacenamiento, lo que implica bajar gradas o que el producto se saque al camión por la puerta principal del taller, cabe destacar que la puerta es estrecha y se topa con unas gradas caracol que llevan a la oficina de la segunda planta.

Por lo anterior, indica que el producto hace el mismo recorrido para volver a almacenarse hasta el de realizar la entrega e instalación de las superficies, los recorridos establecen que se generan cargas de trabajo por el mal manejo del producto terminado, ya que según a donde requiera ser trasladada, los espacios estrechos y accesos peligrosos complican el movimiento del producto, con base en lo anterior se describe el problema que presenta la distribución del taller y permite el desarrollo de este proyecto.

A continuación, se procede a realizar una gráfica de relaciones, para definir la relación entre las áreas involucradas en el proceso.

Gráfica de Relaciones de la Distribución de Planta Actual

La gráfica de relaciones, así como su nombre lo indica, permite observar la relación que existe entre las áreas involucradas en la elaboración de superficies a base de piedras naturales y para el desarrollo de la gráfica se especifican las secciones con las que cuenta el taller.

En la siguiente **Tabla 11** se muestran las áreas o secciones del taller.

Tabla 11 Áreas del taller

Código	Áreas
1	Zona de carga y descarga
2	Almacenamiento y materia prima
3	Máquina de corte
4	Mesa de trabajo
5	Materiales
6	Herramientas manuales
7	Desechos
8	Desperdicios
9	Baño
10	Comedor

Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

Por medio de las áreas del taller se establecen los códigos y motivos considerados para dar importancia a las relaciones, dichos motivos se definen con respecto a las necesidades del producto, el proceso, la facilidad o acceso a los materiales, el espacio utilizado para los elementos importantes del proceso y aquellas relaciones que no tienen importancia, o bien que la relación no es deseable.

En la siguiente **Tabla 12** se definen los motivos con sus respectivos códigos.

Tabla 12 Motivos de la relación por actividad

Códigos	Motivos
1	Producto
2	Proceso
3	Facilidad
4	Espacio
5	Sin importancia

Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

El análisis de la gráfica de relaciones considera las áreas del taller y los motivos con sus respectivos códigos, sin embargo, para identificar con facilidad las relaciones y la proximidad que mantienen se debe representas con un color en específico.

La siguiente **Tabla 13** muestra los colores de la relación por actividad.

Tabla 13 Colores de la relación por actividad

Relación por actividad	
A	Absolutamente Necesario
E	Especialmente Importante
I	Importante
O	Ordinario
U	Sin Importancia
X	No deseable

Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

Una vez establecidas las relaciones por actividad, los códigos y motivos, se procede a desarrollar la gráfica de relaciones, ya que permite visualizar la relación de las actividades de manera más ordenada y con base en la distribución de planta actual.

La **Figura 36** representa el desarrollo de la gráfica de relaciones.

El análisis de la gráfica o matriz de relaciones se realizó por medio de “la regla del dedo” con la cual se definen las relaciones entre áreas y la misma consiste en contar la cantidad de relaciones iguales y realizar una sumatoria, el resultado de la cantidad de relaciones es la base para calcular el porcentaje de la relación y la cantidad de relaciones realizadas.

En la **Tabla 14** se muestra el cálculo de las proximidades, con base en las relaciones por actividad.

Tabla 14 Resultado de Proximidades

Relación por actividad	Porcentaje de relación	Cantidad de relaciones
A/X	4,44%	2
E	0,00%	0
I	11,11%	5
O	11,11%	5
U	31,11%	14
X	42,22%	19
Σ	100%	45

Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

La **Tabla 14** muestra la sumatoria de las proximidades y el porcentaje respectivo para las 45 relaciones, de las cuales el 4.44% corresponde a 2 absolutamente necesarias, 0 relaciones especialmente importantes, 5 importantes que comprenden el 11.11%, 5 ordinarias que su porcentaje es de 11.11%, 14 relaciones sin importancia que dan como resultado 31.11% de las relaciones y por último 19 relaciones no deseadas que comprenden el 42.22% para obtener el 100% de las relaciones.

Lo indicado anteriormente demuestra que la relación entre las áreas es inaprovechable, ya que se requiere tener al menos 5 relaciones absolutamente necesarias, 10 especialmente importantes, 15 importantes, 20 ordinarias, 50 sin importancia y 5 no deseables, sin embargo, eliminar o reducir las relaciones no deseables y las relaciones sin importancia permite darle valor al proceso y que la distribución de planta se vuelva optima y permita un crecimiento a nivel operativo.

Realizar cambios en la distribución del taller es el principio para aumentar y dar valor al producto terminado, con el fin de cumplir las expectativas del cliente interno y externo. A continuación, se






procede realizar un diagrama de recorridos para conocer el proceso de elaboración de superficies, con respecto al recorrido de la materia prima, el producto en proceso y el terminado.

Diagrama de Recorridos

El diagrama de recorrido permite obtener un panorama amplio del proceso en estudio, en el mismo se observan los recorridos y retrocesos del proceso, en especial el área donde se trasladan las placas de piedra, para realizar los cortes, lijar los bordes, colocar la piedra nuevamente en el área de almacenamiento y poder cargarla al camión, lo que provoca recorridos innecesarios.

En la **Figura 37** se muestra la simbología utilizada en el diagrama de recorridos.

Figura 37 Simbología

OPERACIÓN	
INSPECCIÓN	
TRANSPORTE	
ALMACENAMIENTO	
DEMORA	

Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

La simbología de la **Figura 37** se conecta por medio de líneas de colores específicos y cada símbolo tiene un color que representa la actividad que desarrolla cuando se relacionan las áreas, lo que permite identificar la proximidad de la relación y el recorrido que se realiza dentro del proceso de fabricación.

En la **Figura 38** se representan los colores y números de líneas, correspondientes a la proximidad entre las áreas y permite identificar la importancia del recorrido con la relación de la actividad.

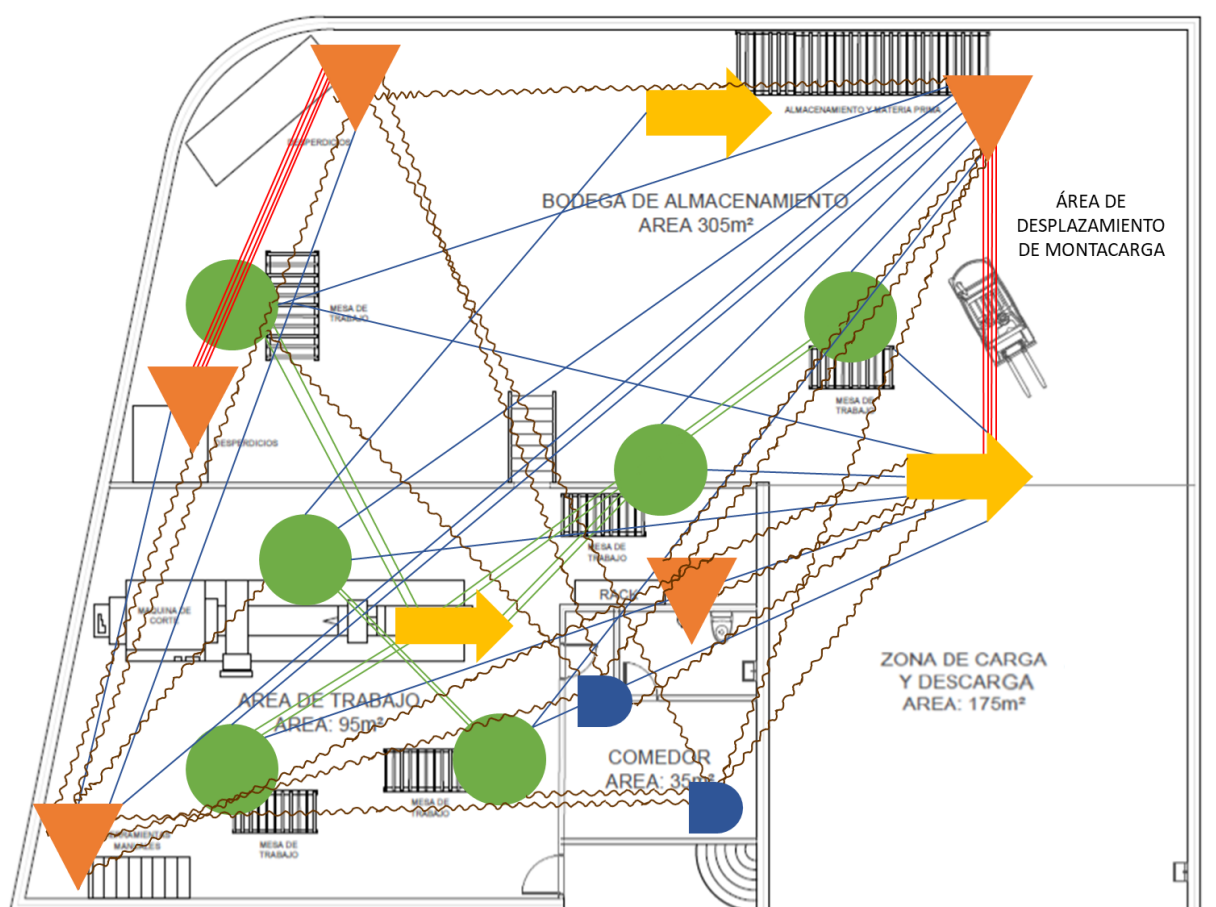
Figura 38 Color de las proximidades

Anotación	Proximidad	Color	Número de líneas	Tipo de líneas
A	Absolutamente necesaria	Rojo	4 rectas	
E	Especialmente importante	Naranja	3 rectas	
I	Importante	Verde	2 rectas	
O	Normal y ordinaria	Azul	1 recta	
U	Sin importancia	Blanco	0	
X	No deseable	Café	1 zigzag	
XX	Altamente indeseable	Negro	2 zigzag	

Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

En la siguiente **Figura 39**, se elabora el recorrido con respecto al proceso de fabricación.

Figura 39 Diagrama de Recorrido GRAMAQUI S.A.



Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

El diagrama de recorridos, como su nombre lo indica, muestra el recorrido de la materia prima y el enlace entre las operaciones, transportes, almacenamientos e inspecciones de control de calidad y muestra de manera gráfica el flujo del proceso y la distribución del taller.

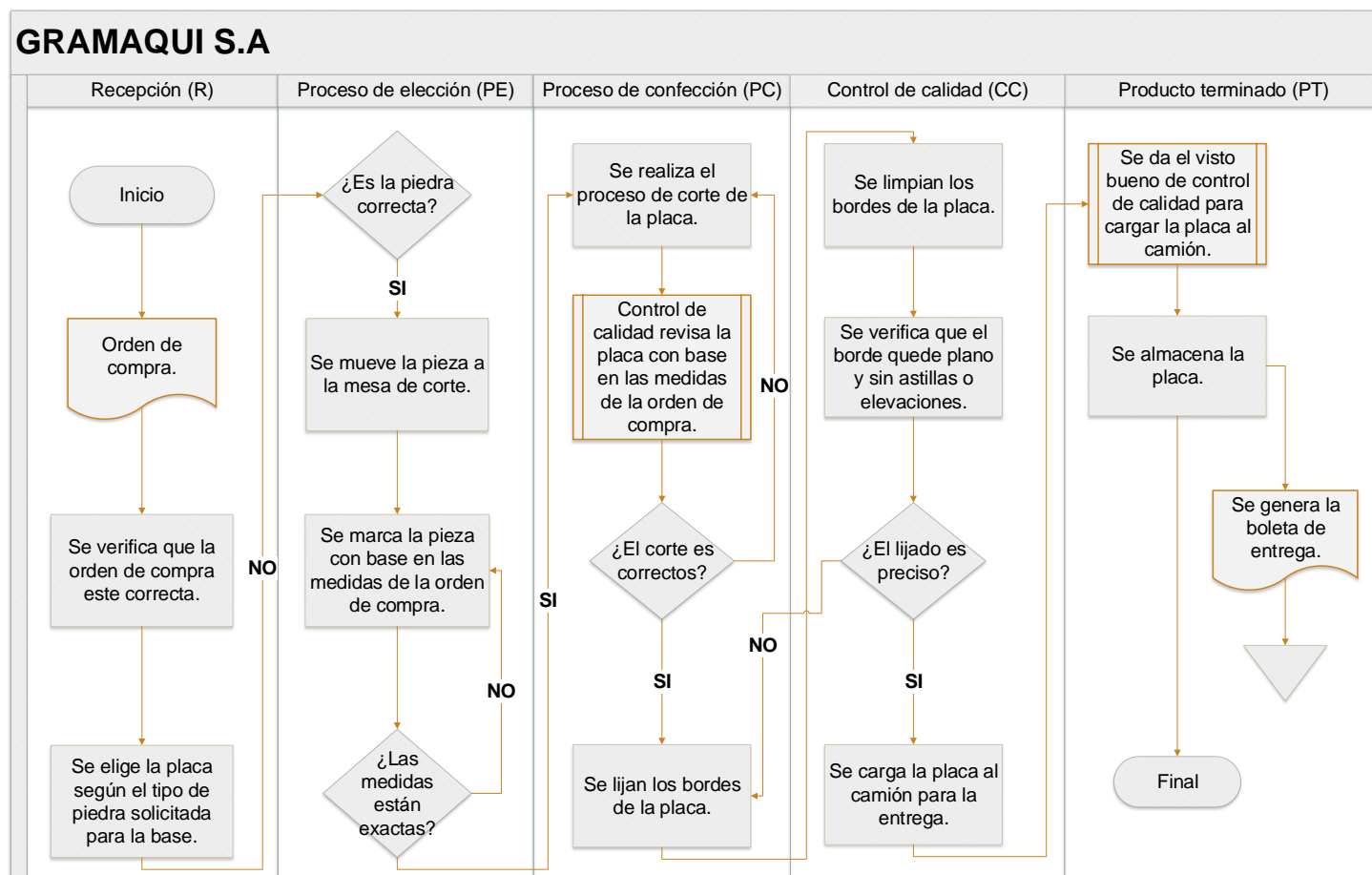
Dicha técnica permite verificar si se está realizando aprovechamiento de los factores y espacios de la planta, sin embargo, para fundamentar mejor el flujo del recorrido es de suma importancia desarrollar un diagrama de Flujo para definir el proceso de fabricación de superficies a base de piedras naturales.

Diagrama de Flujo del Proceso

El diagrama de flujo detalla el proceso de la elaboración de superficies a base de piedras naturales y representa la secuencia de pasos que siguen los colaboradores en el taller para obtener el producto terminado.

A continuación, en la **Figura 40** se muestra el diagrama de flujo.

Figura 40 Diagrama de Flujo GRAMAQUI S.A.



Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

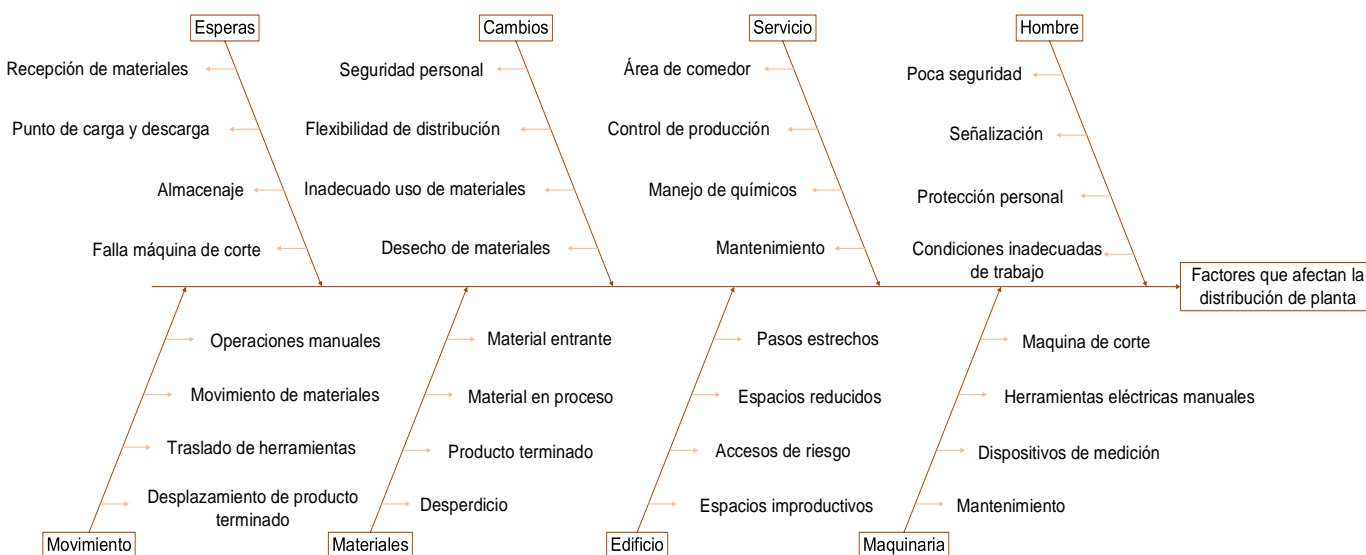
El diagrama de flujo anterior permite identificar las actividades involucradas en el proceso de fabricación y el área a la cual pertenece cada operación, así como los documentos y evaluaciones que se realizan cumplir las expectativas del cliente.

Diagrama de Ishikawa

Los diagramas anteriores permiten describir el problema que presenta la distribución de planta de GRAMAQUI S.A. y como parte del análisis de la situación actual es importante estudiar los factores que afectan o influyen en dicha distribución, realizar un reconocimiento de cada factor constituyen la base para implementar nuevas técnicas de ejecución de los procesos, o como es el objetivo del proyecto una nueva propuesta para la distribución de la planta.

A continuación, en la **Figura 41** se muestra un Diagrama de Ishikawa con los factores que afectan la distribución de GRAMAQUI S.A.

Figura 41 Diagrama de Ishikawa GRAMAQUI S.A.



Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

Los factores que se mencionan en la que **Figura 41**, son la base para el desarrollo de las diversas características y consideraciones que se deben tomar en cuenta al momento de llevar a cabo una mejora o redistribución de planta. Examinar cada uno de los factores establece un método sistemático y ordenado, sin descuidar detalles que pueden afectar el proceso, a continuación, se describe cada factor.

Factor hombre.

En cualquier distribución de planta se debe considerar la seguridad de los trabajadores y empleados, así como las condiciones específicas de seguridad para un área de trabajo confortable, entre las distintas categorías que afectan a GRAMAQUI S.A. en el factor hombre, se identifican causas como poca seguridad, falta de señales visuales de precaución, insumos de protección personal en mal estado o en abandono y condiciones inadecuadas de trabajo por falta de insumos de protección, lo que provoca que el desarrollo de las funciones no sea óptimo.

Factor servicio.

Este factor está compuesto por elementos que generan un servicio para el personal de la organización, en GRAMAQUI S.A. hay varias áreas que se ven involucradas en brindar un servicio al personal, como lo son el comedor, el área de producción, el manejo de químicos para las herramientas manuales y el montacargas, así como el espacio para almacenar los productos de mantenimiento del taller, debido a que no están ubicadas o rotuladas de manera adecuada.

Factor cambio.

El factor cambio permite que la empresa determine las necesidades generales conforme al volumen de producción con el fin de establecer la relación de cada una de las áreas, considerando el movimiento del material para lograr un patrón básico de flujo y así detallar una distribución integrada, que permita que las áreas trabajen en conjunto, es importante que dentro del cambio se considere el planeamiento de una distribución ideal, pero sobre todo práctica.

Por lo tanto, se debe planear la distribución del taller con base en las necesidades del proceso, la maquinaria, los materiales, el diseño del producto, la materia prima y las especificaciones del producto, el factor de cambio para GRAMAQUI S.A. está enfocado en la seguridad del personal, la flexibilidad de la distribución del taller, el inadecuado uso de los materiales y los desechos.

Factor espera.

Las demoras o esperas para el taller comprenden las áreas de recepción de materiales, el punto para la carga y descarga de materia prima, las láminas de piedra, el almacenaje de materiales y el producto terminado e involucra los fallos inesperados en la máquina de corte, la cual es fundamental para el proceso.

Factor movimiento.

Entre los movimientos que causan un problema para el proceso encontramos que, las operaciones manuales, el movimiento de materiales, el traslado de herramientas y el desplazamiento del producto terminado son operaciones que se ven afectadas por la dificultad de acceso a las áreas de trabajo y las condiciones, medidas y dimensiones de los pasillos, rampas, gradas, salidas, entradas, zonas de carga, paredes y pisos. Las condiciones mencionadas anteriormente, entorpecen las funciones de los empleados y generan atrasos en las entregas del producto terminado.

Factor material.

El factor relacionado con los materiales involucrados en la elaboración del producto es el más importante en la distribución de planta y para GRAMAQUI S.A., el material entrante, en proceso, el producto terminado y el manejo de los desperdicios son un objetivo de mejora debido a que las características de los materiales, la cantidad y la frecuencia con que se opera conllevan a la necesidad de realizar un ordenamiento de las áreas de trabajo y equipos.

El objetivo de este factor es transformar la producción y enfoca el proyecto a generar una propuesta de redistribución del taller para conseguir una producción efectiva, manejo de las especificaciones del producto de forma cuidadosa y al día.

Factor edificio.

Con mucha frecuencia, el diseño una planta se inicia con el sistema de circulación y flujo alrededor del cual se disponen los recursos y servicios, por lo tanto, el flujo de los materiales es uno de los factores que determina el tipo de distribución debido a que informa sobre la cantidad de material empleado en el proceso, el espacio que el proceso ocupa, los cuellos de botella y la duración o tiempo total de la producción.

En el taller de GRAMAQUI S.A. dicha circulación o flujo no está determinado y los pasos estrechos, espacios reducidos, accesos de riesgo y espacios que no generan o aportan valor a la producción, no permiten que las operaciones fluyan.

Factor maquinaria.

La maquinaria es uno de los factores que son fundamentales para una distribución apropiada y en el caso de la empresa que se está analizando, la máquina de corte, las herramientas eléctricas manuales, los dispositivos de medición y el mantenimiento de la maquinaria son elementos que

provocan el desequilibrio de las operaciones y genera que la distribución sea menos favorable y podría evitarse.

Evitar el desequilibrio de las operaciones permite asegurar la disposición de las herramientas y máquinas en el momento que se necesiten y se procura que para cada producto terminado se pueda obtener el mismo resultado y calidad.

Los factores descritos anteriormente definen las causas y efectos que provoca la mala distribución de GRAMAQUI S.A. y lo que genera que el proceso se vuelva lento y en ocasiones que las operaciones sean ineficientes, cada uno de los factores permiten determinar problemas, sin embargo, es necesario realizar un análisis para medir las consecuencias de cada causa y cada efecto, con ello se busca dar claridad de hacia dónde debe ir enfocada la propuesta de solución.

Medición de las Consecuencias

La medición de consecuencias tiene la finalidad de identificar y calificar los riesgos de una distribución de planta inadecuada.

Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE)

El propósito del AMFE consiste en sistematizar el estudio del proceso de elaboración de superficies a base de piedras naturales, para identificar los puntos de fallo potenciales y proponer planes de acción para combatir los riesgos, el análisis emplea criterios de clasificación, que también son propios de la seguridad en el trabajo, la posibilidad de acontecimiento de los fallos o hechos indeseados y la severidad o gravedad de sus consecuencias.

La herramienta introduce un factor de interés especial y no utilizado normalmente, ya que tiene la capacidad de detectar el fallo producido por el operario o usuario del equipo, al realizar una identificación adecuada de los fallos se genera la importancia de un análisis de problemas potenciales, en las instalaciones, equipos y procesos de GRAMAQUI S.A., pensando siempre en las diferentes fases de su funcionamiento.

A continuación, en la **Figura 42** se muestra el análisis modal de fallos y efectos de GRAMAQUI S.A.

Figura 42 AMFE del proceso

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE PROCESO <input checked="" type="checkbox"/>								DE DISEÑO <input type="checkbox"/>		HOJA	REV. N°	FECHA	POR		
								DE		Recolección #1	ago-22	Karen Herrera Zúñiga			
PRODUCTO				PROCESO				RESPONSABLE							
Superficies a base de piedra natural				Elaboración de superficies				Operarios de GRAMAQUI S.A							
ESPECIFICACIÓN				OPERACIÓN				FECHA							
				Varias				ene-23							
FECHA DE EDICIÓN				ACTUAR SOBRE IPR>QUE : 100				REVISADO							
ago-22								Sr.Manuel Quiros							
Nombre del proceso 1	Operación 2	Modo de fallo 3	Efecto de fallo 4	G 5	Causa de fallo 6	O 7	Controles actuales 8	D 9	IPR 10	Acción correctora 11	Responsables 12	Valoración			IPR 16
												G 13	O 14	D 15	
Validación	Verificar orden de compra del producto	Información incorrecta	Error de digitación	7	Ventas se equivocó al ingresar el requerimiento del cliente	5	Confirmar los datos ingresados	3	105	Confirmar los datos con el cliente	Departamento de Ventas	5	3	1	15
Elección	Elegir la piedra solicitada por el cliente	Piedra incorrecta	Aumenta el tiempo de espera del cliente	6	Descuido del trabajador	3	No existe	7	126	Elegir la piedra contra orden de compra	Operarios	1	2	1	2
Corte	Corte de la piedra	Corte erróneo	Daño de placa de piedra	8	Fallos en la máquina de corte	7	No existe	9	504	Mantenimiento preventivo total	Jefe del taller	8	3	4	96
Lijado	Lijar bordes de la placa	Lijadora sin disco	Tiempo invertido sin resultados	9	Lijadora no está en óptimas condiciones	4	Inventario	3	108	Implementar lista de comprobación de materiales	Proveeduría	2	4	1	8
Control de calidad	Validar que se cumplieran los requisitos de la orden de compra	No se realiza revisión al producto terminado	Envío de producto dañado	10	Descuido del Jefe de Calidad	3	No existe	4	120	Imprimir boletas de control de revisión para la calidad del producto	Jefe de Calidad	1	4	3	12
Almacenamiento	Almacenar el producto terminado	Sin espacio de almacenaje	Base expuesta a daños	5	Capacidad insuficiente en el área de almacenaje	5	No existe	1	25	Reorganizar el área de almacenaje	Jefe del taller	1	5	5	25
Carga	Carga de producto terminado al camión	Producto no conforme	Error de carga	1	Descuido del operario	3	No existe	6	18	Verificar el producto contra orden de compra	Jefe del taller y operario de transporte	2	2	1	4
Entrega	Entrega de producto terminado	Atraso en la entrega	Pérdida de tiempo	8	Camión con problemas mecánicos	10	No existe	5	400	Mantenimiento preventivo total	Jefe del taller y operario de transporte	5	2	1	10

Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

El análisis modal de fallos y efectos desarrollado anteriormente, no considera los errores humanos, sino la responsabilidad inmediata de las malas prácticas en las operaciones involucradas en el proceso, la herramienta permite relacionar de manera sistemática los posibles fallos, con sus respectivos efectos, resultando de fácil aplicación para analizar cambios en el diseño de la planta o bien modificaciones en el proceso.

Identificar los fallos y documentar el conocimiento del proceso de GRAMAQUI S.A. permite analizar las fuentes de error en las instalaciones, la fabricación y ensamble del producto, así como la medición de las consecuencias generadas por los controles actuales de la empresa.

El cálculo del índice de prioridad de riesgos va asociado a la prioridad de intervención, y fue calculado para todas las causas de fallo, sin embargo, no establece un criterio de clasificación, un valor de (IPR) inferior a 100 no requiere intervención a excepción que la mejora sea fácil de introducir y contribuya a mejorar aspectos de calidad del producto, proceso o trabajo en general.

El análisis del (IPR) ofrece una aproximación para determinar la importancia del fallo y se consideran los factores que dan un valor de 100 o superior, el cual se obtiene como resultado de la multiplicación de la gravedad, frecuencia y detección del fallo, lo que facilita la toma de decisiones para la acción preventiva, con base en los resultados del (IPR), se procedió a buscar una acción correctiva para los siguientes criterios:

- Mejora en el diseño del proceso general.
- Mejora en el proceso de fabricación.
- Incrementar el control o la inspección.

La herramienta permitió conocer la eficiencia del proceso y buscar que al momento de la propuesta de redistribución del taller se pueda dar una reducción de costos y tiempo de entrega, debido a que generalmente es más económico reducir la probabilidad de ocurrencia de fallo que dedicar recursos a la detección de fallos.

El análisis modal de fallos y efectos, permite generar un FODA para describir la situación actual que tiene la empresa ante el mercado y determinar cuáles son sus áreas de mejora con base en las consecuencias originarias por los problemas que presenta la distribución actual de la planta.

Matriz FODA

La medición de las consecuencias generadas por una mala distribución de planta permite elaborar una matriz FODA, con base en la situación actual de la empresa, con el fin de conocer las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que puede aprovechar GRAMAQUI S.A. para mejorar.

Figura 43 Matriz FODA de GRAMAQUI S.A.



Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

El FODA de GRAMAQUI S.A., demuestra que la combinación de fortalezas con oportunidades permite que surjan ideas potenciales, las cuales crean líneas de acción más prometedoras para la toma de decisiones.

Las limitaciones, determinadas por una combinación de debilidades y amenazas, colocan una advertencia a evaluar riesgos (combinación de fortalezas y amenazas) y desafíos (combinación de debilidades y oportunidades), determinados por los factores que afectan la distribución del taller, los cuales exigirán un manejo cuidadoso a la hora de implementar cambios.

El desarrollo de la matriz FODA de la empresa provoca que el enfoque del proyecto se base en el análisis de las causas que generan los problemas de GRAMAQUI S.A., los cuales se van a determinar a partir del estudio de los factores involucrados en la distribución de planta y tomando en consideración las herramientas expuestas en la descripción del problema y la medición de las consecuencias.

Análisis de las causas

Matriz de priorización

La matriz de priorización, como su nombre lo indica, prioriza alternativas para la toma de decisiones, por lo tanto, con base en los factores descritos en la **Figura 41 Diagrama de Ishikawa GRAMAQUI S.A.**, se procedió a calificar la importancia de cada causa involucrada en los problemas de los factores que comprende la distribución de planta, dichas calificaciones fueron asignadas por gerente de la empresa y por el investigador del proyecto, las mismas se otorgaron para evaluar cada causa con respecto a otra.

Para realizar el análisis se utilizaron calificaciones de 25, 50, 75 y 1, las notas asignadas permiten generar sumatorias, obtener pesos y clasificaciones que determinan el nivel de importancia de un factor, cada peso es el resultado de la división de la sumatoria de una fila entre el resultado de la sumatoria de cada columna y la clasificación se realiza multiplicando la nota asignada por el gerente, la nota del investigador y el resultado del cálculo para cada peso.

Los factores desarrollados en la **Figura 41 Diagrama de Ishikawa GRAMAQUI S.A.**, son la base para realizar el resumen de los datos obtenidos, con el fin de identificar de una manera más clara y sencilla la importancia de cada causa, a continuación, se procede a priorizar las causas.

Análisis de las causas críticas de los factores de la distribución de planta

Después de conocer los factores relacionados con la distribución de planta, es importante priorizar las causas más críticas que están afectando la distribución del taller de GRAMAQUI S.A.

Para realizar el análisis se utiliza la matriz de priorización, a la cual se le asigna la nota de la empresa y la del investigador.

Factor maquinaria.

Anteriormente, se realizó el análisis de un diagrama de Ishikawa, en el cual se determinaron las causas para el factor maquinaria, entre las cuales encontramos:

1. Máquina de corte.
2. Herramientas eléctricas manuales.
3. Dispositivos de medición.
4. Mantenimiento.

Por lo tanto, es necesario encontrar cuál de las causas es el componente más crítico para el factor maquinaria, a continuación, en la **Figura 44** se desarrolla la matriz de priorización para el factor.

Figura 44 Matriz de priorización factor maquinaria

Matriz de priorización factor maquinaria							
Gerente / Dueño	75	50	25	50	Sumatoria	Peso	Clasificación
Investigador	50	50	25	75			
Sub causa	Maquina de corte	Herramientas electricas manuales	Dispositivos de medición	Mantenimiento			
Maquina de corte		0,75	0,5	0,75	2,00	0,28	1034
Herramientas electricas manuales	0,25		0,75	0,5	1,50	0,21	517
Dispositivos de medición	0,25	0,5		0,25	1,00	0,14	86
Mantenimiento	1	1	0,75		2,75	0,38	1422
Total	1,5	2,25	2	1,5	7,25	1,00	3060

Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

Una vez determinada la importancia se procede con el resumen de los datos, tomando en consideración la sumatoria, el peso y la clasificación, como se muestra en la **Figura 45**.

Figura 45 Resumen de datos

ID	Factor	Sumatoria	Peso	Clasificación
MC	Maquina de corte	2,00	27,59%	1034
HM	Herramientas electricas manuales	1,50	20,69%	517
DM	Dispositivos de medición	1,00	13,79%	86
M	Mantenimiento	2,75	37,93%	1422
Total		7,25	100%	3060

Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

Al obtener la clasificación de las causas, se deben ordenar los datos para calcular el porcentaje relativo y acumulado que permitirá conocer el nivel de importancia y enfocar la solución en las causas que conforman el 80% del total, en la **Figura 46** se muestran los datos ordenados de mayor a menor, según su importancia.

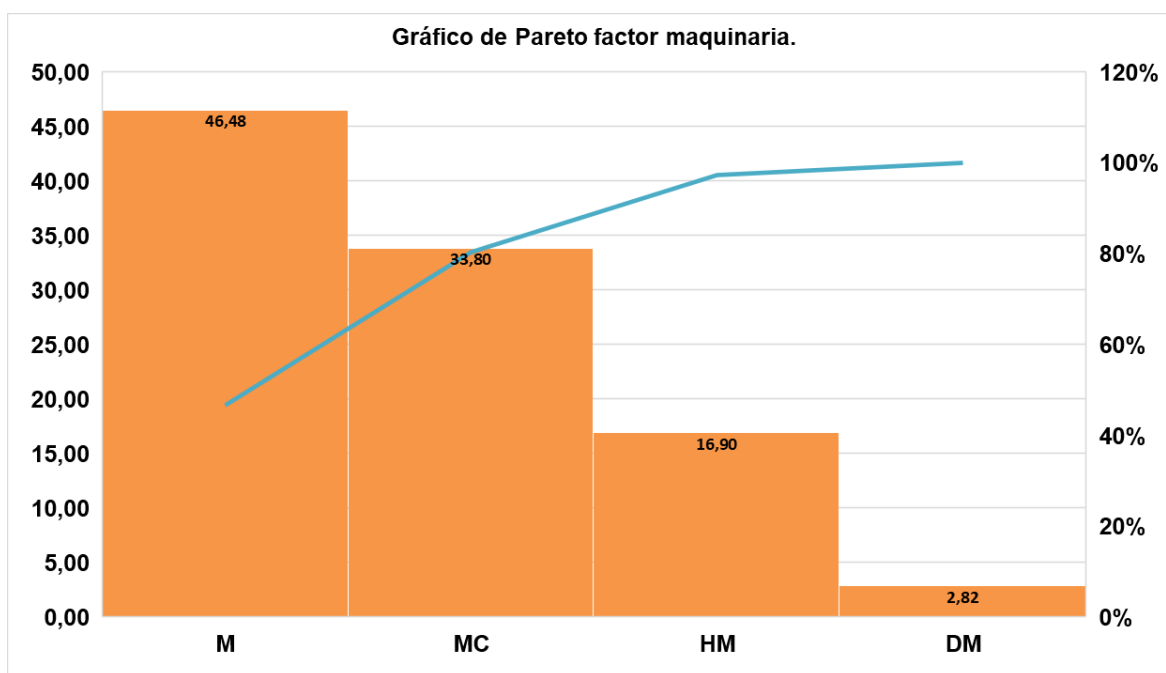
Figura 46 Datos ordenados

ID	Factor	Clasificación	% Relativo	% Acumulado
M	Mantenimiento	1422	46,48	46,48
MC	Maquina de corte	1034	33,80	80,28
HM	Herramientas electricas manuales	517	16,90	97,18
DM	Dispositivos de medición	86	2,82	100,00
Total		3060	100,00	

Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

Posterior a determinar la causa de mayor importancia se desarrolla un gráfico de Pareto del factor maquinaria, en la **Figura 47**.

Figura 47 Gráfico de Pareto factor maquinaria



Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

Por medio de este análisis, se obtiene que los componentes más críticos son: mantenimiento y máquina de corte.

Dentro del proceso el mantenimiento preventivo de las máquinas es nulo y el riesgo de que la máquina de corte falle, es elevado y no está controlado, esto genera problemas como los retrasos en las operaciones y el atraso en la entrega del producto final.

Por lo tanto, para GRAMAQUI S.A. es de suma importancia incluir los mantenimientos preventivos en su maquinaria para evitar demoras y gastos innecesarios por fallas técnicas.

Factor material.

Anteriormente, se realizó el análisis de un diagrama de Ishikawa, en el cual se determinaron las causas para el factor material, entre las cuales encontramos:

1. Material entrante.
2. Material en proceso.
3. Producto terminado.
4. Desperdicio.

Por lo tanto, es necesario encontrar cuál de las causas es el componente más crítico para el factor material, a continuación, en la **Figura 48** se desarrolla la matriz de priorización para el factor.

Figura 48 Matriz de priorización factor materia

Matriz de priorización factor material							
Gerente / Dueño	50	50	50	25	Sumatoria	Peso	Clasificación
Investigador	50	75	50	50			
Sub causa	Material entrante	Material en proceso	Producto terminado	Desperdicio			
Material entrante		0,75	0,5	0,5	1,75	0,23	565
Material en proceso	1		1	0,75	2,75	0,35	1331
Producto terminado	0,75	0,75		0,75	2,25	0,29	726
Desperdicio	0,5	0,25	0,25		1,00	0,13	161
Total	2,25	1,75	1,75	2	7,75	1,00	2782

Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

Una vez determinada la importancia se procede con el resumen de los datos, de la **Figura 49**.

Figura 49 Resumen de datos

ID	Factor	Sumatoria	Peso	Clasificación
ME	Material entrante	1,75	22,58%	565
MP	Material en proceso	2,75	35,48%	1331
PT	Producto terminado	2,25	29,03%	726
D	Desperdicio	1,00	12,90%	161
Total		7,75	100%	2782

Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

Al obtener la clasificación de las causas, se deben ordenar los datos para calcular el porcentaje relativo y acumulado, que permitirá conocer el nivel de importancia y enfocar la solución en las sub causas que conforman el 80% del total, en la **Figura 50** se muestran los datos ordenados de mayor a menor, según su importancia.

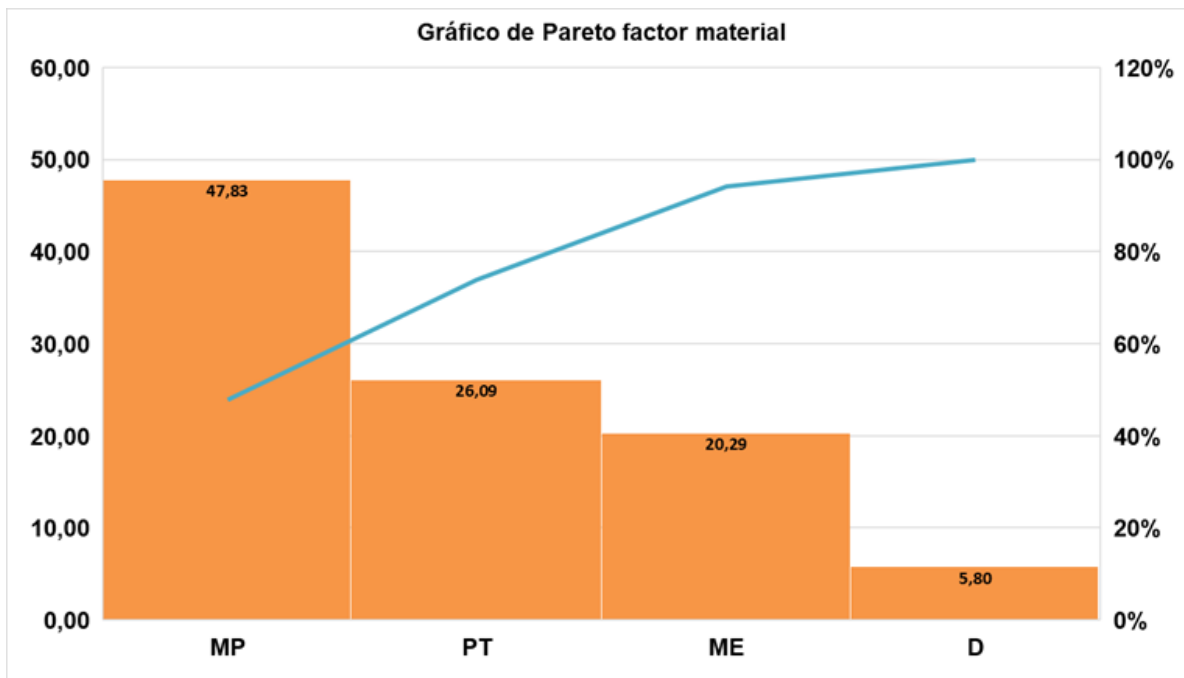
Figura 50 Datos ordenados

ID	Factor	Clasificación	% Relativo	% Acumulado
MP	Material en proceso	1331	47,83	47,83
PT	Producto terminado	726	26,09	73,91
ME	Material entrante	565	20,29	94,20
D	Desperdicio	161	5,80	100,00
Total		2782	100,00	

Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

Posterior a determinar la causa, de mayor importancia, se desarrolla un gráfico de Pareto del factor en la **Figura 47**.

Figura 51 Gráfico de Pareto factor material



Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

El análisis permite determinar que los componentes más críticos son: material en proceso y producto terminado.

El material en proceso es la causa más crítica dentro del factor material, debido a que es elemento de alto riesgo dentro de todo el proceso, ya que, la placa de piedra pasa por muchas operaciones antes de llegar a ser un producto terminado, operaciones en las cuales se puede picar, quebrar, astillar o bien la máquina de corte puede sufrir una falla técnica que provoque el daño del material en proceso.

En segundo lugar, tenemos el producto terminado como otra causa crítica y este llega a ese nivel debido a que la zona para almacenar no cuenta con condiciones óptimas y los espacios, para el traslado del producto al camión, son estrechos o de difícil acceso.

Factor movimiento.

El análisis de un diagrama de Ishikawa, permitió determinar las causas para el factor movimiento, entre las cuales encontramos:

1. Operaciones manuales.
2. Movimiento de materiales.
3. Traslado de herramientas.

4. Desplazamiento del producto terminado.

Con base en las causas indicadas anteriormente es necesario encontrar cuál es la más crítica para el factor movimiento, a continuación, en la **Figura 52** se desarrolla la matriz de priorización para el factor.

Figura 52 Matriz de priorización factor movimiento

Matriz de priorización factor movimiento							
Gerente / Dueño	50	50	25	75	Sumatoria	Peso	Clasificación
Investigador	75	75	50	50			
Sub causa	Operaciones manuales	Movimiento de materiales	Traslado de herramientas	Dezplazamiento de PT			
Operaciones manuales		0,75	0,75	0,75	2,25	0,25	938
Movimiento de materiales	1		1	0,75	2,75	0,31	1146
Traslado de herramientas	0,5	0,75		0,25	1,50	0,17	208
Dezplazamiento de PT	1	0,75	0,75		2,50	0,28	1042
Total	2,5	2,25	2,5	1,75	9	1,00	3333

Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

Luego de analizar la importancia se procede con el resumen de los datos, tomando en consideración la sumatoria, el peso y la clasificación, como se muestra en la **Figura 53**.

Figura 53 Resumen de datos

ID	Factor	Sumatoria	Peso	Clasificación
OM	Operaciones manuales	2,25	25,00%	938
MM	Movimiento de materiales	2,75	30,56%	1146
TH	Traslado de herramientas	1,50	16,67%	208
D.PT	Dezplazamiento de PT	2,50	27,78%	1042
	Total	9,00	100%	3333

Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

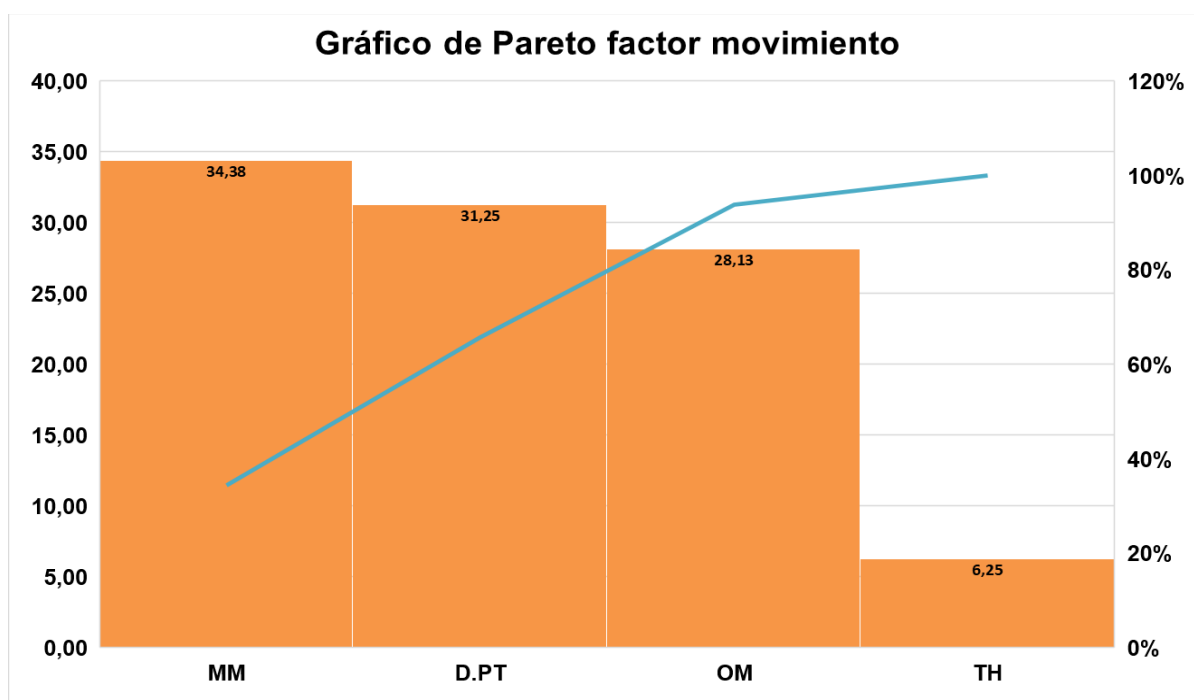
Al obtener la clasificación de las causas, se deben ordenar los datos para calcular el porcentaje relativo y acumulado que permitirá otorgar el nivel de importancia y enfocar la solución en las causas que conforman el 80% del total, en la **Figura 54** se muestran los datos ordenados de mayor a menor, según su importancia.

Figura 54 Datos ordenados

ID	Factor	Clasificación	%Relativo	%Acumulado
MM	Movimiento de materiales	1146	34,38	34,38
D.PT	Dezplazamiento de PT	1042	31,25	65,63
OM	Operaciones manuales	938	28,13	93,75
TH	Traslado de herramientas	208	6,25	100,00
Total		3333	100,00	

Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

Posterior a determinar la sub causa de mayor importancia se desarrolla un gráfico de Pareto del factor **Figura 55**.

Figura 55 Gráfico de Pareto factor movimiento

Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

La descripción que se realizó de cada uno de los factores, con base en el diagrama de Ishikawa, determinó que las operaciones se ven afectadas por la dificultad de acceso a las áreas de trabajo las cuales entorpecen las funciones de los empleados y generan atrasos en las entregas del producto terminado.

El gráfico de Pareto permite observar que los componentes más críticos son: movimiento de materiales y desplazamiento de producto terminado, por lo tanto, se confirma que para el factor movimiento, son los puntos más críticos dentro del proceso.

En primer lugar, el movimiento de materiales hasta las áreas de corte o de lijado se vuelve una carga de trabajo, debido a la lejanía entre las zonas, lo cual genera que los encargados de la operación se deban apoyar en sus compañeros de trabajo lo cual provoca atrasos al tener que interrumpir las demás actividades involucradas en el proceso.

En segundo lugar, tenemos el desplazamiento de producto terminado como otra causa crítica y este llega a ese nivel debido a que la zona para almacenar el producto final es de difícil acceso, ya que se pasa por pasillos estrechos, rampas empinadas, gradas con reposa pie angosto y salida del producto por la puerta principal del taller y no por la zona de carga, esto provoca que exista el riesgo de accidentes para el personal y para la superficie, debido a que el traslado lo realizan los operarios de forma manual.

Factor espera

El diagrama de Ishikawa, permitió determinar las causas para el factor espera, entre las cuales encontramos:

1. Recepción de materiales.
2. Punto de carga y descarga.
3. Falla de máquina de corte.
4. Almacenaje.

Las causas indicadas anteriormente requieren ser analizadas con una matriz de priorización para determinar cuál es la más crítica para el factor espera. A continuación, en la **Figura 56** se muestra el desarrollo de la matriz de priorización para el factor.

Figura 56 Matriz de priorización factor espera

Matriz de priorización factor espera							
Gerente / Dueño	50	50	25	75	Sumatoria	Peso	Clasificación
Investigador	75	75	50	50			
Sub causa	Recepción de materiales	Punto de carga y descarga	Falla en la máquina de corte	Almacenaje			
Recepción de materiales		0,5	0,5	0,75	1,75	0,25	938
Punto de carga y descarga	0,75		0,75	0,75	2,25	0,32	1205
Falla en la máquina de corte	0,25	0,25		0,5	1,00	0,14	179
Almacenaje	0,75	0,5	0,75		2,00	0,29	1071
Total	1,75	1,25	2	2	7	1,00	3393

Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

El análisis de los datos, determina la importancia y permite generar el resumen de los datos, tomando en consideración la sumatoria, el peso y la clasificación, como se muestra en la **Figura 57**.

Figura 57 Resumen de datos

ID	Factor	Sumatoria	Peso	Clasificación
RM	Recepción de materiales	1,75	25,00%	938
PC/D	Punto de carga y descarga	2,25	32,14%	1205
F.MC	Falla en la máquina de corte	1,00	14,29%	179
A	Almacenaje	2,00	28,57%	1071
Total		7,00	100%	3393

Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

Obtener la clasificación de las causas, como se muestra en la **Figura 57**, requiere que se ordenen los datos para calcular el porcentaje relativo y acumulado que permitirá conocer el nivel de importancia y enfocar la solución en las causas que conforman el 80% del total.

A continuación, en la **Figura 58** se muestran los datos ordenados de mayor a menor, según su importancia.

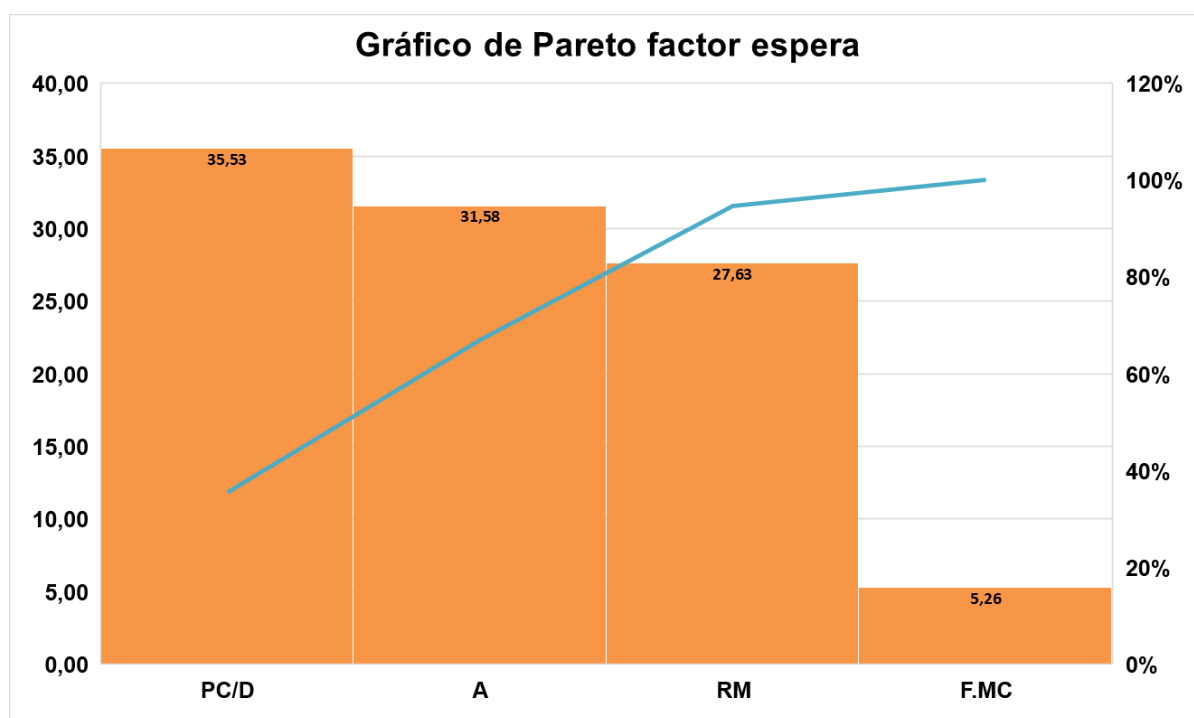
Figura 58 Datos ordenados

ID	Factor	Clasificación	%Relativo	%Acumulado
PC/D	Punto de carga y descarga	1205	35,53	35,53
A	Almacenaje	1071	31,58	67,11
RM	Recepción de materiales	938	27,63	94,74
F.MC	Falla en la máquina de corte	179	5,26	100,00
Total		3393	100,00	

Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

Para determinar las causas de mayor importancia se desarrolla un gráfico de Pareto del factor en la **Figura 59**.

Figura 59 Gráfico de Pareto factor espera



Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

La descripción que se realizó de cada uno de los factores, determinó que las operaciones se ven afectadas por las demoras o esperas.

El gráfico de Pareto permite observar que los componentes punto de carga y descarga, así como el almacenamiento, son los puntos más críticos dentro del proceso.

Uno de los puntos críticos para el factor espera se generan para los puntos de carga y descarga de materia prima, materiales o producto rechazado por no conformidades, debido a que se utiliza un mismo espacio para cargar y descargar, lo provoca que el producto sufra daños y cambios en su traslado.

El punto crítico dos que genera esperas en el proceso es el almacenamiento, debido a que en ese espacio se almacena materia prima, producto terminado, producto en proceso, lo que provoca que, si el pedestal esta al máximo de capacidad, se deba esperar para seguir produciendo, debido a que la placa en proceso o terminada deberá permanecer en la mesa de trabajo o bien impide que reciba nueva materia prima.

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El desarrollo de herramientas en el capítulo IV determinaron las variables críticas que se deben considerar en el proceso y facilita que se concluya en análisis de la situación actual, para evaluar las necesidades que presenta el taller de GRAMAQUI S.A.

Conclusiones

Definir la distribución de planta actual de la empresa GRAMAQUI S.A. proporcionó datos de vital importancia para conocer cuales factores son críticos dentro del proceso y los motivos por los cuales se deben mitigar, de manera que se les pueda otorgar una prioridad, por lo tanto, se concluye que buscar soluciones para mejorar el diseño de la planta impactará el proceso en general provocando un incremento en la eficiencia.

Identificar dentro del proceso las principales causas de los problemas, demostró que no se requiere modificación de los procedimientos, ya que los procedimientos establecidos, permiten realizar el proceso de elaboración de superficies de manera ordenada y con base a la necesidad del producto, sin embargo, la mala distribución de la planta tiene una influencia negativa sobre los factores involucrados en la distribución de la planta de GRAMAQUI S.A.

El análisis de cada uno de los factores involucrados en la distribución de la planta evita el desequilibrio de las operaciones y permite asegurar la disposición de las herramientas y máquinas para procurar que el producto terminado pueda obtener el mismo resultado y calidad, los factores analizados definieron las causas y efectos que provoca una mala distribución de planta y comprueban que realizar un análisis de los factores aporta claridad de hacia dónde debe ir enfocada la propuesta para la empresa.

Se determina que desarrollar una simulación con el fin de crear un método de trabajo no es funcional para la empresa, ya que el método de trabajo actual cumple los objetivos del proceso, sin embargo, el método no aprovecha el espacio físico de la planta y minimiza la importancia de los factores involucrados en la planta, por lo tanto, la simulación permitirá realizar la elección de la propuesta de redistribución más óptima para el proceso.

El desarrollo y análisis de la gráfica de relaciones y el diagrama de recorridos, permite concluir que la empresa requiere de una distribución física que permita una interacción completa entre las áreas de trabajo aprovechando la calidad de sus materiales, mano de obra y espacio físico.

Presentar una nueva distribución de planta para GRAMAQUI S.A. mejorará de manera sustancial el proceso de fabricación, otorgará responsabilidades, reducirá errores en el proceso y establecerá que las evaluaciones de riesgos son las bases para tomar decisiones.

Las conclusiones descritas anteriormente se realizan con base en los resultados obtenidos en el proyecto, mismos resultados comprueban que buscar la maximización de los factores involucrados en la distribución de planta determinará la viabilidad del proceso.

Recomendaciones

Las recomendaciones direccionan las acciones a tomar para mejorar un procedimiento o proceso y maximizar los recursos de la empresa y nacen de la ausencia de análisis para las debilidades halladas durante la investigación, a continuación, se plantean las recomendaciones para GRAMAQUI S.A.

Se recomienda a la empresa modificar la distribución de planta actual, con el fin de definir un flujo de recorrido para la materia prima, buscando aportar valor al producto terminado, es importante aclarar que una nueva ordenación física no altera la forma o característica de los elementos involucrados en el proceso.

Se recomienda realizar una distribución basada en tres elementos fundamentales, los cuales son relación, espacio y reparto, ya que los tres aportan calidad al producto terminado, debido a que las actividades o áreas implicadas en el proceso de fabricación del producto reduzcan los problemas entre estaciones de trabajo.

La empresa debe considerar un tipo de distribución en forma de “U” o circular, para aprovechar al máximo las características del edificio en el cual se encuentran y generar un flujo de trabajo que permita organizar, identificar y aprovechar los espacios para reducir la carga de trabajo por traslados o movimientos repetitivos.

Los factores involucrados en la distribución de planta permiten equilibrar las operaciones y asegurar la disposición de las herramientas y máquinas, por lo tanto, se recomienda a la empresa realizar la ordenación física de los elementos industriales por medio de la utilización de mobiliario simple.

La seguridad es parte fundamental de los procesos en las empresas de fabricación, por lo tanto, se recomienda realizar la demarcación de las áreas de trabajo y la señalización de accesos, con el fin

de aportar guías visuales para la seguridad de los operarios y mejorar las relaciones entre las actividades.

Se recomienda a la empresa realizar evaluaciones de riesgos y mantenimientos preventivos cada tres meses, con el fin de establecer las oportunidades de mejora y crecimiento con las que cuenta GRAMAQUI S.A. y buscar fortalecer sus operaciones aumentando su valor competitivo en el mercado de fabricación de superficies a base de piedras naturales.

CAPÍTULO VI PROPUESTA

El capítulo VI permite llevar a GRAMAQUI S.A. propuestas para una nueva distribución de planta, con base en una secuencia lógica de los procesos, la relación de actividades entre las áreas, la disminución de recorridos y simplificar las cargas de trabajo.

Las alternativas de distribución se plantearon de acuerdo con las siguientes preguntas:

1. ¿Es necesario un recorrido o puede eliminarse?
2. ¿Pueden combinarse los procesos?
3. ¿Puede el orden de los procedimientos, el lugar de trabajo y los operarios cambiarse o disponerse de otra forma?
4. ¿Pueden mejorarse los detalles de los movimientos realizados para el traslado de materia prima?

Realizar este cuestionamiento, permitió plantear un sistema en el que se logran combinar las operaciones, eliminando las innecesarias y proponiendo cambios significativos para aprovechar los factores involucrados en la distribución de la planta.

Por lo tanto, se procede con el planteamiento de tres propuestas de distribución de planta, las cuales se basan en el modelo de planeación sistemática conocido como SLP, el cual incluye los principios, tipos y factores, así como los requerimientos para analizar las causas que puedan afectar los procesos y productos.

Las propuestas, con base en el modelo SLP permite obtener datos básicos, determinar el equipo y maquinaria requerida para cumplir con el proceso, fijar el número de unidades de cada máquina y tipo de equipo, así como calcular el espacio total requerido para la fabricación del producto.

El modelo SLP para las propuestas de distribución de planta, exponer a GRAMAQUI S.A. diseños con base en el producto que fabrica, la cantidad diaria que se fabrica, la ruta que sigue la materia prima para convertirse en el producto terminado, el apoyo de los materiales utilizados para transformar la piedra en una superficie de lujo y el tiempo, sin embargo, esta última varía según la demanda y tamaño de la superficie.

A continuación, se plantean tres propuestas para la empresa, (A), (B) y (C).

Propuesta (A)

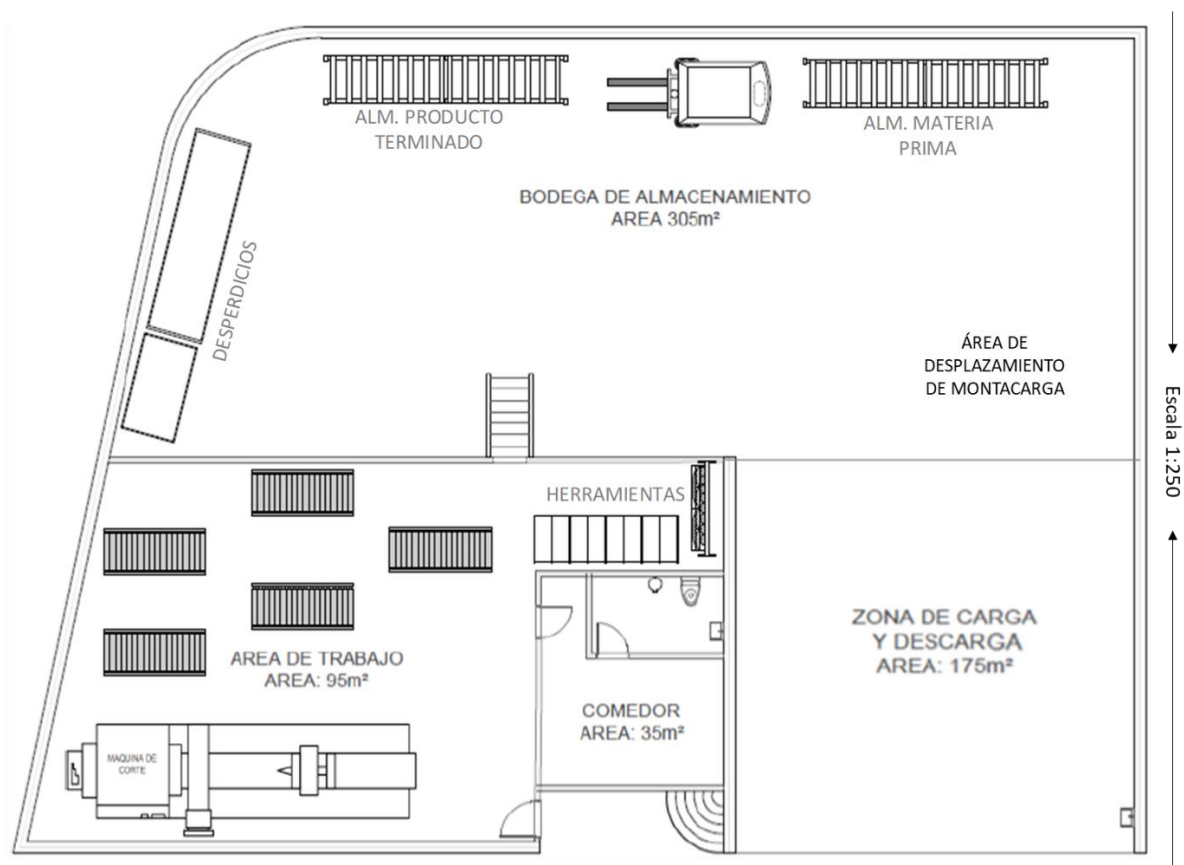
La propuesta (A) para el proceso de fabricación de superficies consiste en realizar un tipo de distribución por posición fija de materiales y su principal característica es que los materiales permanecen fijos en un lugar, es decir, no se mueven.

La distribución por posición fija de materiales busca reducir el manejo de la principal unidad de ensamble esto debido a que su trabajo finaliza en un solo punto y la responsabilidad de que el producto cumpla con las especificaciones de calidad recae en una persona o equipo de ensamble fijo.

Para realizar cambios en el producto, el diseño o el orden de las operaciones que requiera la distribución y que se adapte a la variedad de productos conforme la demanda, la distribución por posición fija, lo permite, esto quiere decir que es flexible y no exige una dirección o distribución altamente organizada o costosa.

En la **Figura 60**, se muestra el plano con la distribución de planta para la propuesta (A).

Figura 60 Plano propuesta (A)

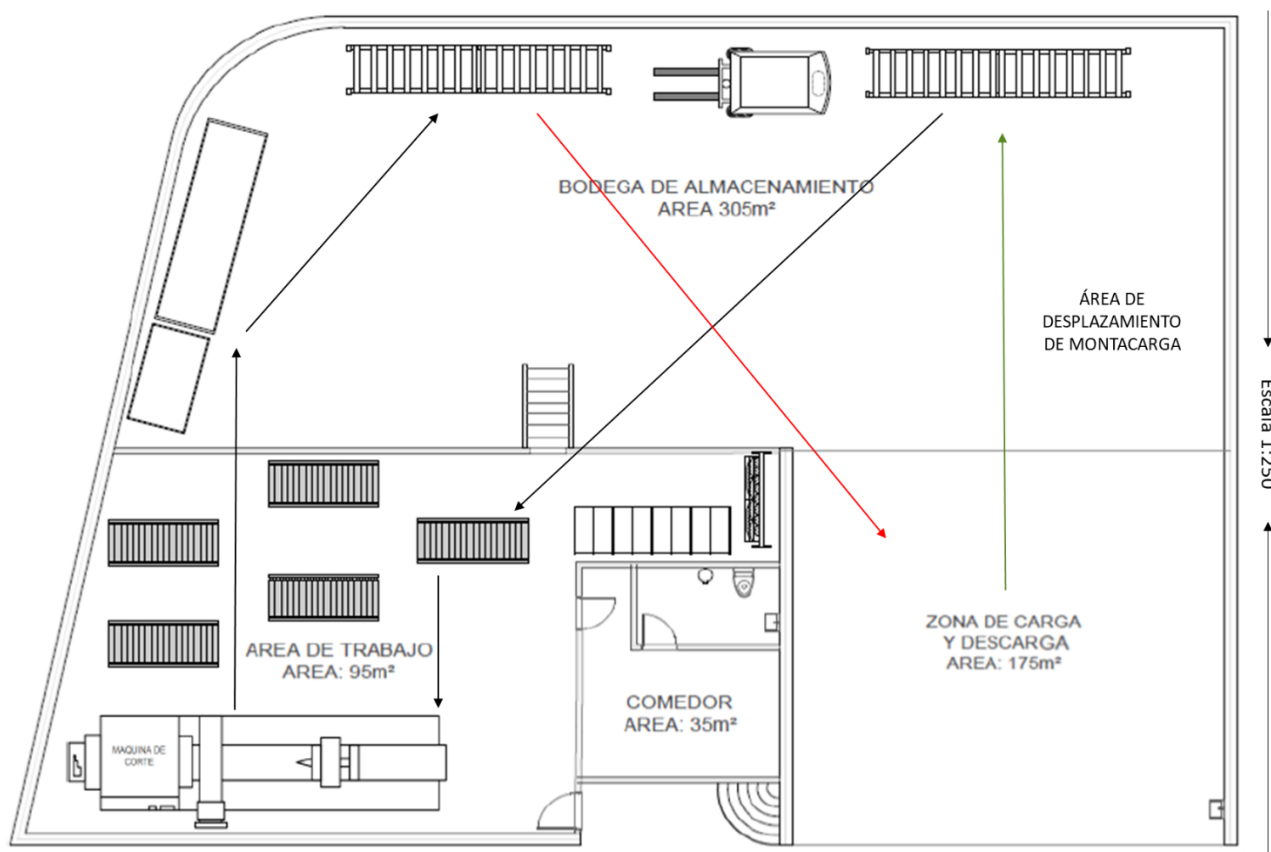


Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

El plano (A) plantea una nueva ubicación de la máquina de corte, las mesas y los materiales involucrados en el proceso, sin alterar las características del edificio. Al realizar el movimiento de la máquina de corte se pretende acercar las mesas de trabajo, donde se da el acabado final al producto, al área de almacenamiento la cual separa la materia prima del producto terminado, de manera que el patrón de flujo con base en el material y tipo de producto para la propuesta (A) sea en forma de “S”, haciendo uso de los tres elementos fundamentales, relación, espacio y reparto.

A continuación, se muestra el patrón de flujo para la propuesta (A), en la **Figura 61**.

Figura 61 Patrón de Flujo Propuesta (A)



Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

La imagen que antecede, muestra el patrón de flujo, representando con la flecha verde en ingreso de la materia prima, con las flechas negras el recorrido de la materia prima para convertirse en producto y la roja la salida del producto terminado. El patrón de flujo permite desarrollar el

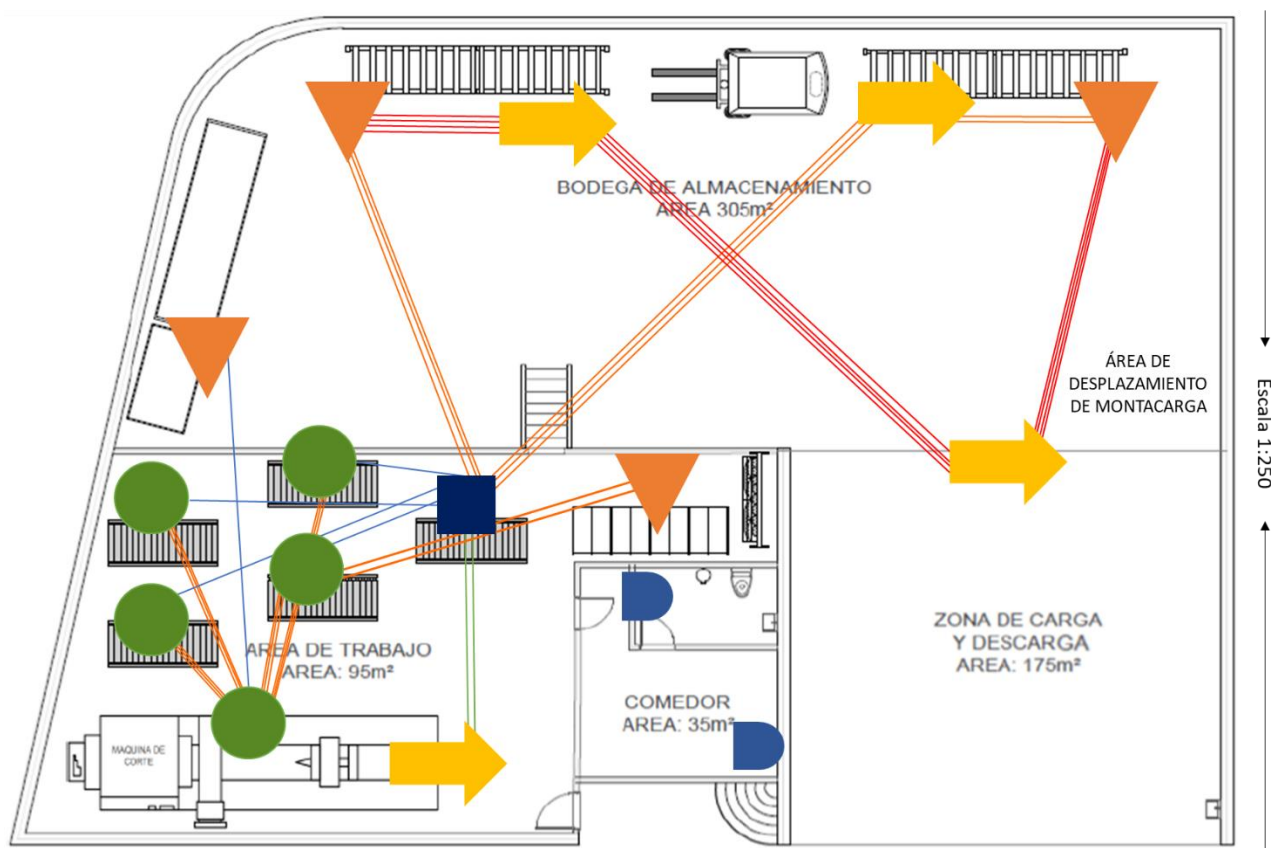
diagrama de recorridos para la propuesta (A), con el fin de graficar la relación entre las áreas por medio de símbolos y líneas que indican la importancia de la proximidad.

Diagrama de Recorrido

El diagrama de recorrido se realiza con base en la propuesta (A) y permite mostrar de manera clara el recorrido de la materia prima y el producto en proceso, con respecto al patrón de flujo de la **Figura 61**.

A continuación, en la **Figura 62** se muestra el diagrama de recorrido.

Figura 62 Diagrama de Recorrido Propuesta (A)



Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

El recorrido contiene movimientos absolutamente importantes, especialmente importantes, importantes, normales y sin importancias, entre cada una de las áreas de la planta, estos últimos se reducen de manera considerable y como se observa en el recorrido se eliminaron por recorridos no deseables, debido a que el patrón de flujo permite el aprovechamiento de todos los espacios y factores involucrados en el proceso.

La propuesta (A) no pretende modificar o cambiar las características de los materiales, ni añade elementos al proceso, por el contrario logra el modo más conveniente del traslado de la materia prima, los materiales, el producto en proceso y terminado, con el fin realizar cada operación productiva con eficiencia y eficacia.

Con lo expuesto anteriormente, GRAMAQUI S.A. puede analizar las ventajas que tiene la distribución por posición fija de materiales, sin embargo, no es menos importante mencionar las desventajas que acompañan a la propuesta (A), debido a que la empresa está en busca de mejorar y no de retroceder.

Las desventajas del tipo de distribución planteada es que tiene una escasa flexibilidad en los tiempos de fabricación, inversiones elevadas en caso de requerir equipos específicos, el proceso depende del conjunto de partes que lo componen, se corre el riesgo de que los trabajos sean repetitivos y afecten al operario.

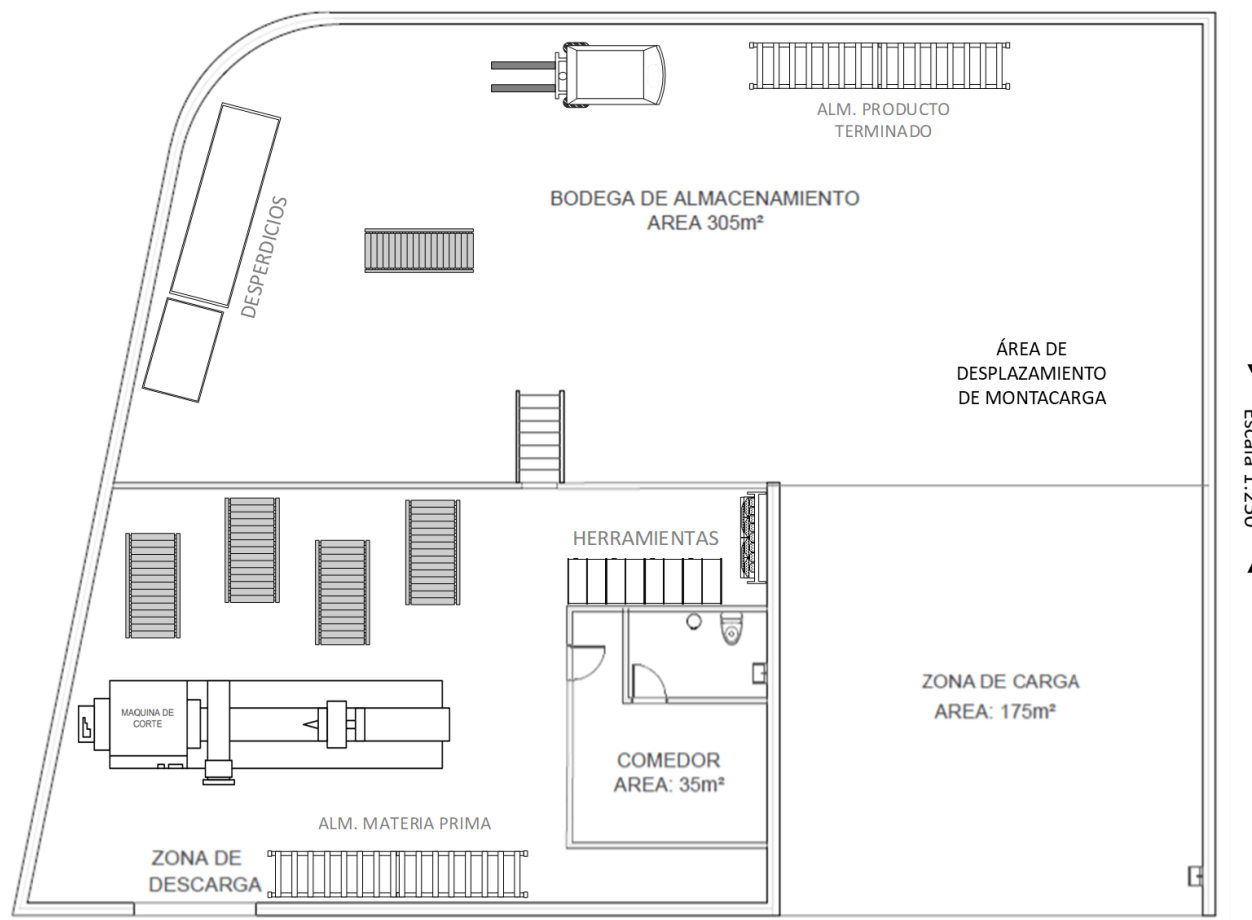
Propuesta (B)

La propuesta (B) para el proceso de fabricación de superficies a base de piedras naturales procura realizar una distribución por proceso o función y se define por agrupar las operaciones del mismo proceso y está diseñado para trabajar varios productos al mismo tiempo, la distribución por proceso busca adaptar los productos a distintas secuencias de operaciones y se adapta a la demanda intermitente, lo que provoca que los trabajadores se incentiven al realizar las funciones debido a que la producción se maneja de manera sencilla y está preparada para fallos intermitentes.

La propuesta (B) no realiza cambios en el producto, el diseño o el orden de las operaciones, lo que indica que se adecua más a los procesos establecidos y a la función de las operaciones, permite los recorridos cortos y la separación de las operaciones hace sencilla la manipulación de los materiales, esta distribución eleva las producciones, por lo que se sacan órdenes en menor tiempo y se genera más satisfacción en el cliente interno y externo.

En la **Figura 63**, se muestra el plano con la distribución de planta para la propuesta (B).

Figura 63 Plano propuesta (B)



Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

La propuesta (B), al igual que la propuesta(A), no pretende modificar o cambiar la forma característica de los materiales, ni añade elementos al proceso, lo que pretende es lograr el modo más conveniente del traslado de la materia prima, los materiales, el producto en proceso y terminado, con el fin de aprovechar los factores de la distribución de planta. El plano (B) muestra una nueva ubicación de la máquina de corte, las mesas, los materiales involucrados en el proceso y la remodelación del edificio, cambiando características específicas del mismo.

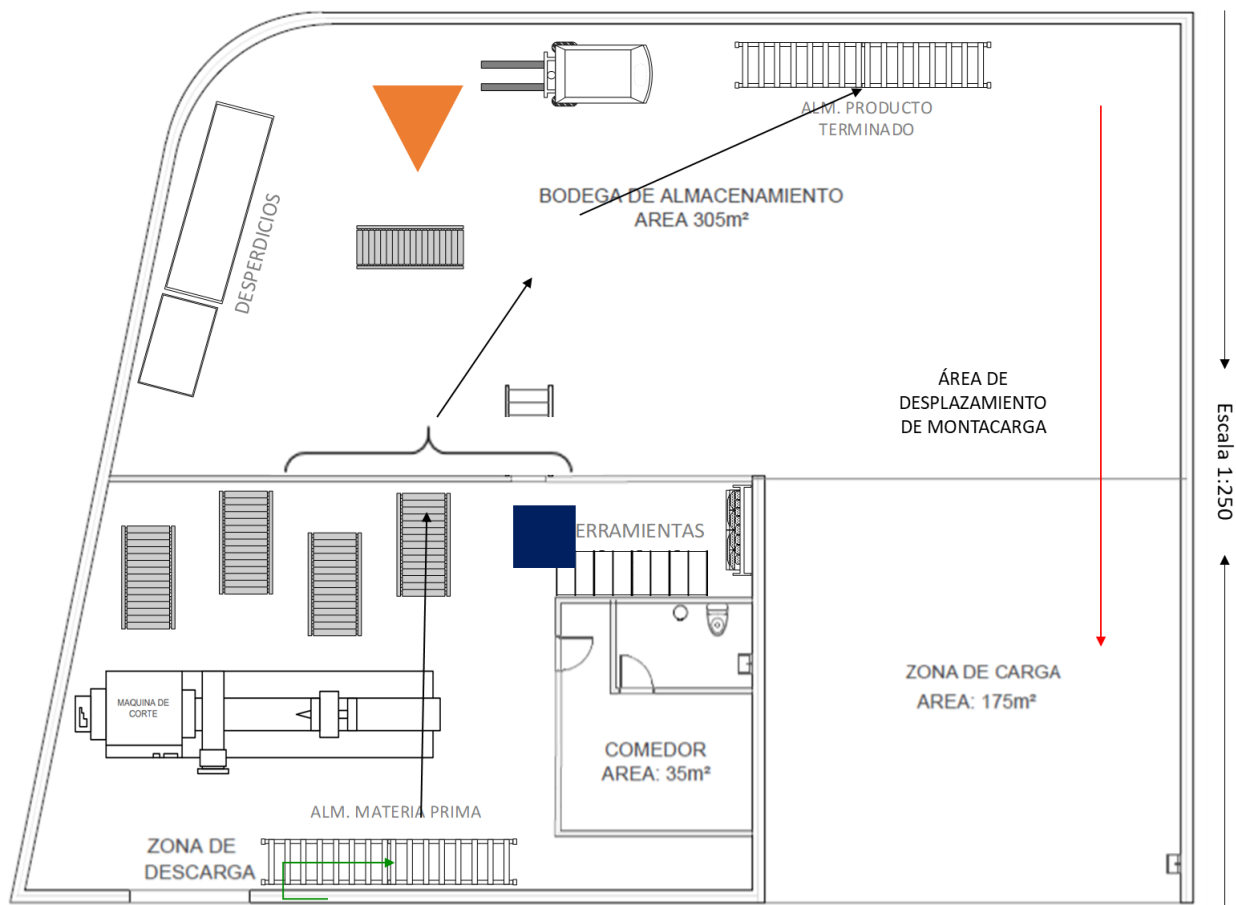
La remodelación busca que la zona de carga y descarga se convierta en la salida del producto terminado y construir una entrada en la fachada principal para colocar un rack dentro del taller de manera que el almacenamiento de la materia prima se separe del almacenamiento de producto terminado y que se ubique en la esquina derecha de la nueva entrada para que cuente con el espacio suficiente para que el camión se ubique en posición de salida y el montacargas tome la placa y la coloque en el rack o directamente en la máquina de corte.

Adicionalmente a la remodelación mencionada anteriormente recomienda la construcción de compuertas tipo portón, que aporten seguridad al empleado al acercarse a la bodega de almacenamiento y que al abrir la compuerta el montacargas pueda tomar el producto terminado directamente de las mesas y trasladarlo a la zona de inspección de calidad, para posteriormente colocarlo en un rack de almacenamiento a la espera de ser entregado al cliente final.

Al realizar las modificaciones del taller se espera reducir la carga de trabajo por el movimiento manual de las mesas, ya que el único movimiento sería lineal para tomar el producto en proceso de la máquina de corte y colocarlo en la mesa para iniciar el proceso de lijado de bordes, se espera que las cargas más pesadas, por traslado, las realice el montacargas y aumentar la seguridad para los operarios y el producto.

A continuación, en la **Figura 64** se detalla el patrón de flujo para la propuesta (B).

Figura 64 Patrón de Flujo Propuesta (B)



Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

La imagen que antecede, muestra el patrón de flujo, representando con la flecha verde en ingreso de la materia prima, con las flechas negras el recorrido de la materia prima para convertirse en producto y la roja la salida del producto terminado.

Se recomienda un patrón de flujo con base en el material y tipo de producto, y se sugiere un patrón de flujo en forma circular “○” o “U” para todo el proceso, sin embargo, surge una combinación con el flujo de peine “≡” para el traslado del producto de la máquina de corte a las mesas. La combinación de los flujos permite que se aprovechen al máximo los factores de la planta y se haga uso de los elementos fundamentales del modelo SLP, relación, espacio y reparto.

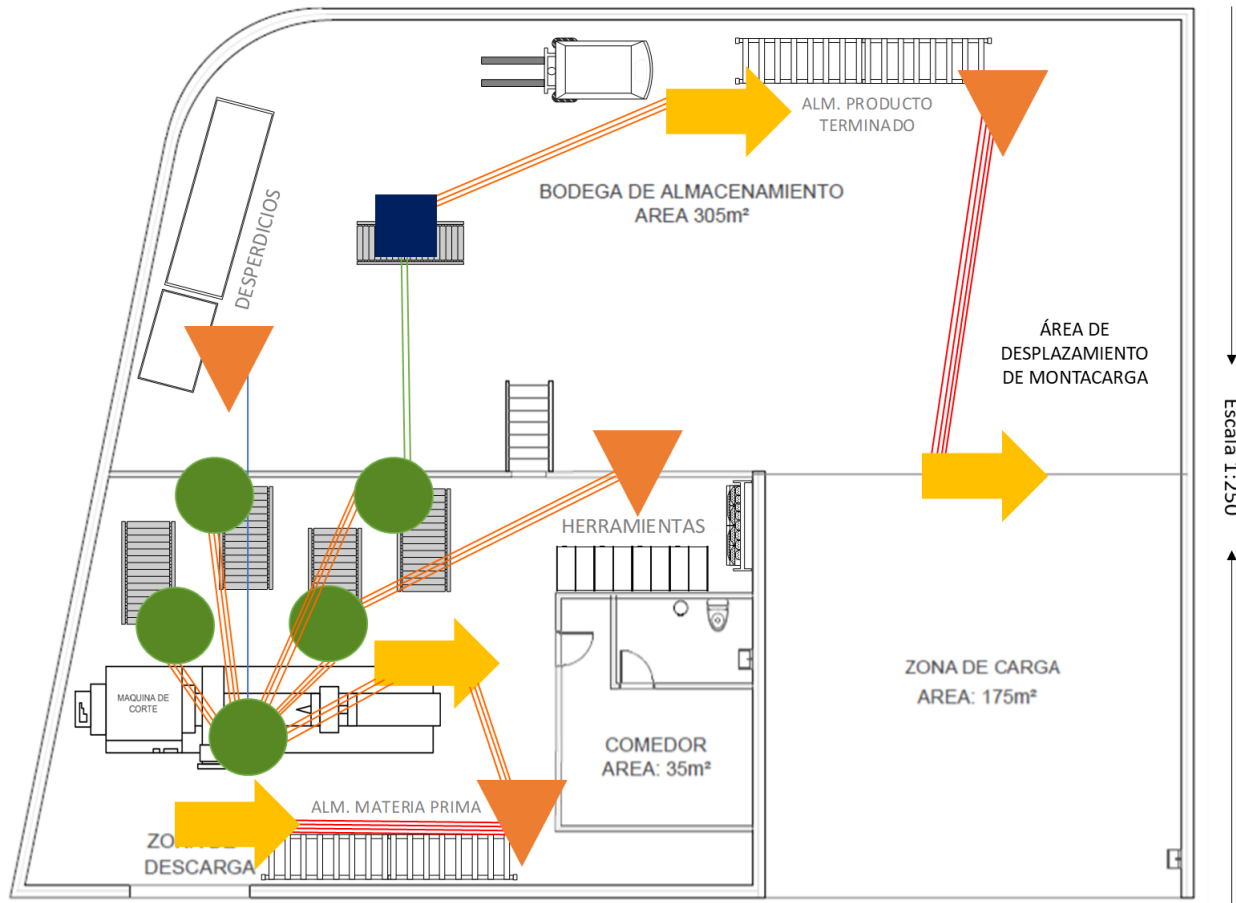
La combinación de los flujos en conjunto con el modelo (SLP) permiten que la relación, espacio y reparto, se cumpla en el proceso de fabricación de superficies a base de piedras naturales.

Diagrama de Recorrido

El diagrama de recorrido se realiza con base en la propuesta (B) y permite mostrar de una manera más clara el recorrido de la materia prima, el producto en proceso y terminado.

A continuación, en la **Figura 65** se muestra el diagrama de recorrido.

Figura 65 Diagrama de Recorrido Propuesta (B)



Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

La propuesta (B) aporta valor al producto terminado, por lo que GRAMAQUI S.A. puede analizar las ventajas que tiene la distribución por proceso o función, sin embargo, no es menos importante mencionar las desventajas, ya que pueden influir negativamente si no se saben aprovechar, la distribución por proceso genera que la producción se vea afectada en caso de fallos de maquinaria y el ritmo de la producción se ve dirigido por la máquina u operario más lento.

Anteriormente se hizo mención que la distribución por proceso o función eleva las producciones, por lo que se sacan órdenes en menor tiempo y se genera más satisfacción en el cliente interno y externo, sin embargo, este tipo de distribución provoca congestiones en las rutas y áreas de trabajo, dificulta la reprogramación y el control de los procesos.

Propuesta (C)

La propuesta (C) para la elaboración de superficies a base de piedras naturales, consiste en realizar una distribución por producto o línea, la cual se caracteriza por fabricar los productos en una zona

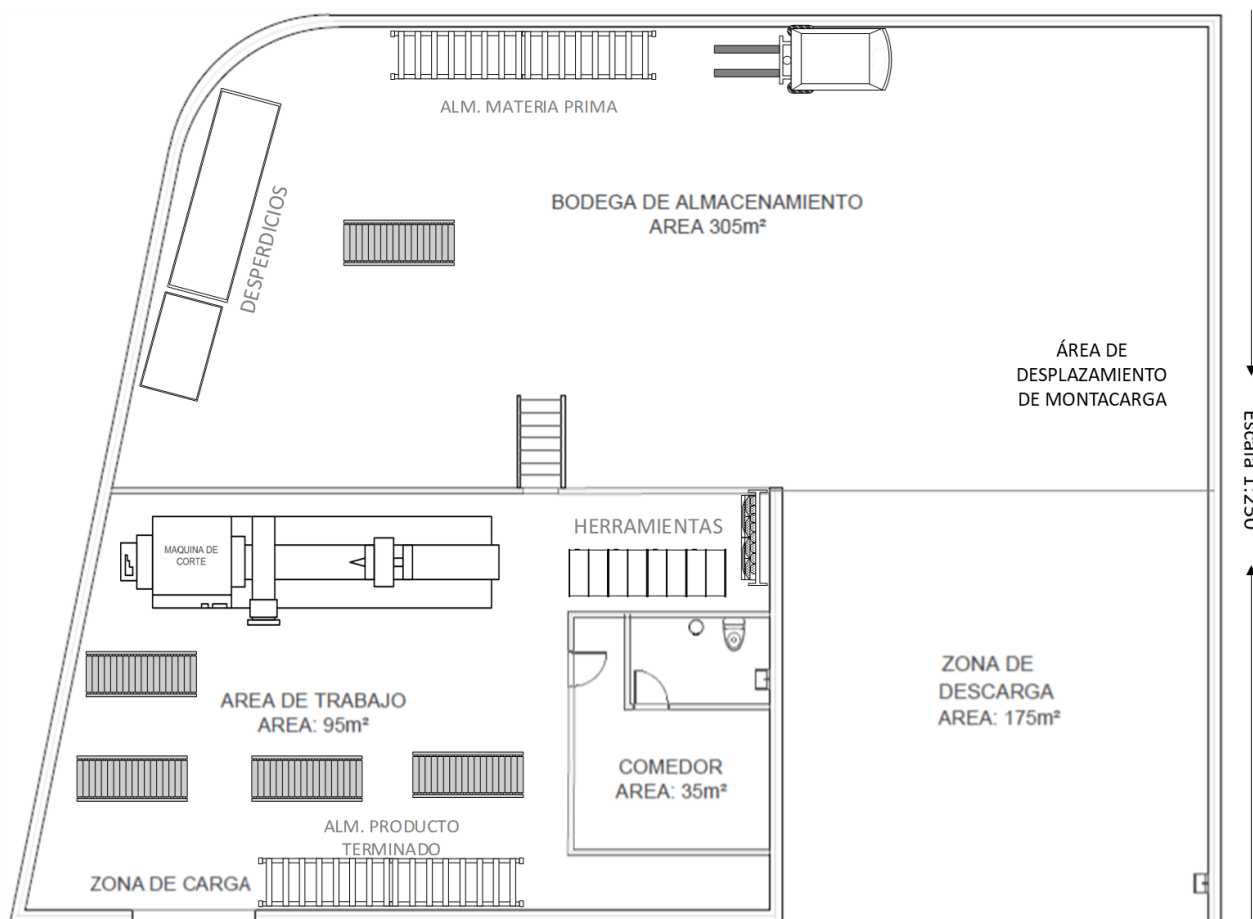
determinada y a diferencia de la distribución por posición fija, el material se traslada al lugar donde va a ser trabajado.

La distribución por proceso busca reducir el manejo del material, reduce la cantidad de material en proceso y aprovecha al máximo la especialización, capacitación y disponibilidad de mano de obra, por lo tanto, se obtiene mayor eficiencia aportando facilidad a la producción, ya que reduce el congestionamiento, la acumulación de producto en proceso, materiales y producto terminado, adicionalmente pretende mejorar el espacio de los suelos.

La propuesta (C) no realiza cambios en el producto, el diseño o el orden de las operaciones, lo que indica que se adecua al 100% al proceso establecido y a la función de las operaciones. Implementar una distribución por producto o línea permite recorridos cortos y separa las operaciones haciendo más sencilla la manipulación de los materiales y el producto terminado.

En la **Figura 66** se muestra el plano con la distribución de planta para la propuesta (B).

Figura 66 Plano propuesta (C)



Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

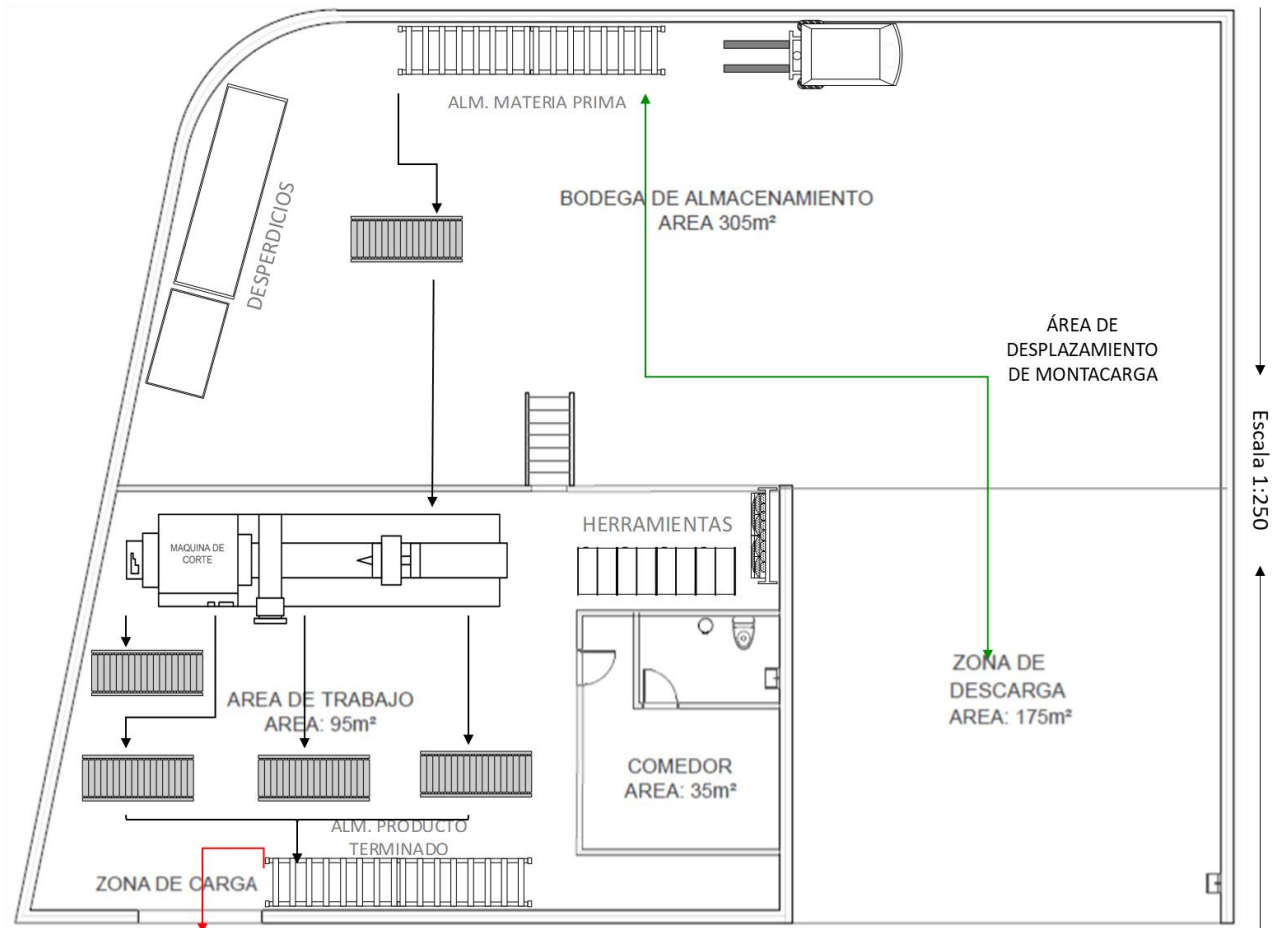
El plano (C) muestra una nueva ubicación de la máquina de corte, las mesas, los materiales involucrados en el proceso, la entrada de la materia prima, la salida del producto terminado y la remodelación del edificio, cambiando características específicas.

La remodelación busca que la zona de carga y descarga se convierta en la entrada de la materia prima y construir una entrada en la fachada principal para colocar un rack dentro del taller de manera que el almacenamiento del producto terminado se separe de la materia prima y la nueva entrada se transforme en la zona de carga, el producto terminado se ubicaría dentro del taller al lado derecho de la zona de carga, con espacio suficiente para ser cargado al camión y proceder con la entrega al cliente final.

Para esta propuesta al igual que en la (B), se recomienda construir compuertas de seguridad, que a su vez al abrirse permita el acercamiento del montacargas para trasladar la materia prima directamente a la mesa de corte, colocando las mesas con ruedas de manera línea a la máquina, con el fin de que el operario la tome e inicie el proceso de lijado.

Al realizar las modificaciones del taller se espera aumentar la seguridad en el traslado de la materia prima a la máquina de corte, con la modificación y la nueva posición de la máquina de corte y las mesas de trabajo se da un ordenamiento de las áreas de trabajo y se lograr disminuir las cargas más pesadas, por traslado.

Figura 67 Patrón de Flujo propuesta (C)



Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

La imagen que antecede, muestra el patrón de flujo, representando con la flecha verde en ingreso de la materia prima, con las flechas negras el recorrido de la materia prima para convertirse en producto y la roja la salida del producto terminado.

Se pretende que la distribución tenga un patrón de flujo con base en la materia prima, el material y el tipo de producto. La propuesta (C) sugiere un patrón en forma de “U” para todo el proceso, con una combinación del flujo de peine “≡” para aprovechar al máximo los factores de la planta y el uso de los elementos fundamentales del modelo SLP, relación, espacio y reparto.

La propuesta (C), al igual que las propuestas (A) y (B), no pretende modificar o cambiar la forma característica de los materiales, ni añade elementos al proceso, lo que pretende es lograr el modo más conveniente para el traslado de la materia prima, los materiales, el producto en proceso y terminado.

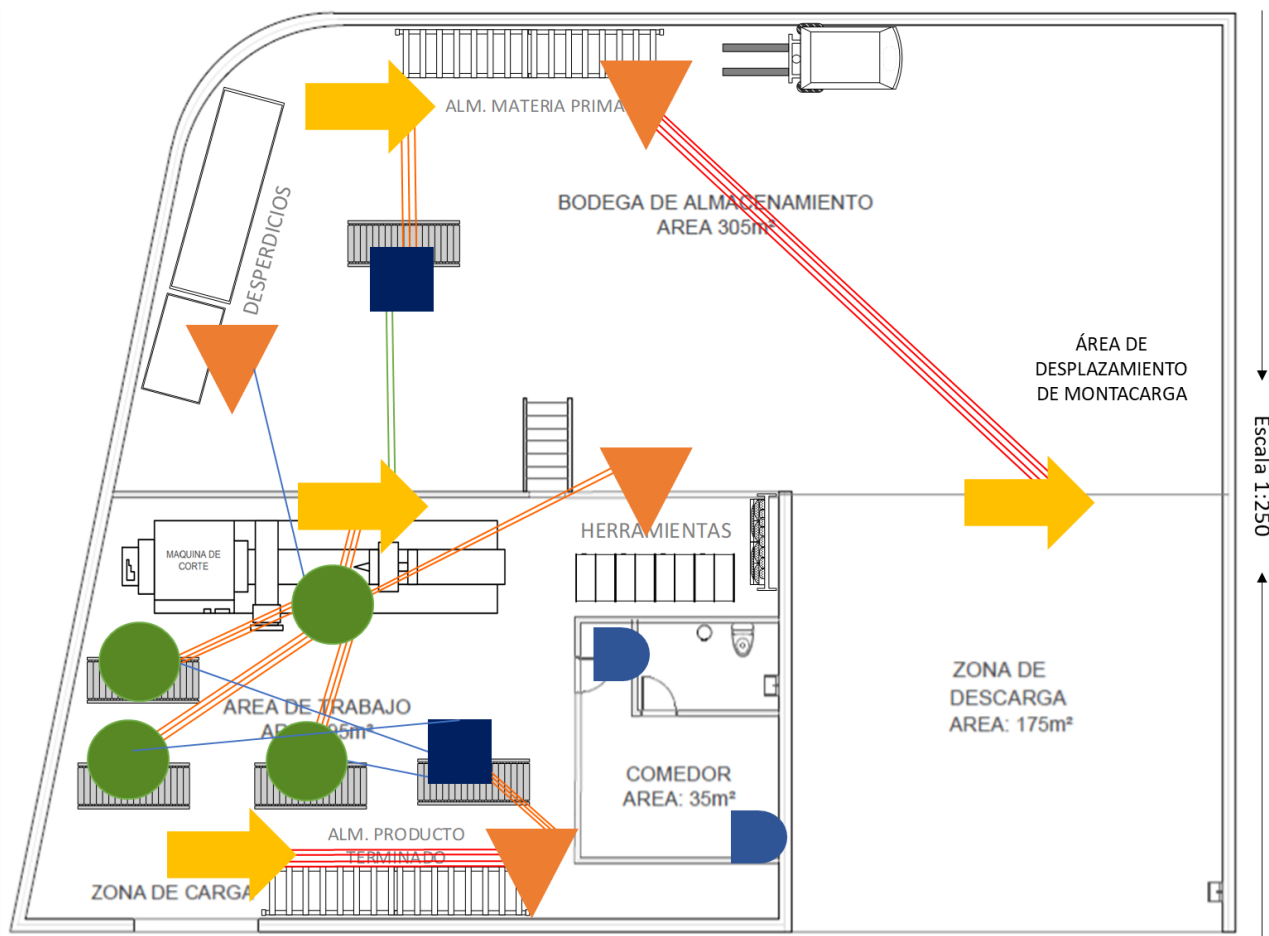
A continuación, se detalla el recorrido para la propuesta (C).

Diagrama de Recorrido

El diagrama de recorrido se realiza con base en la propuesta (C) y permite mostrar de una manera más clara el recorrido de la materia prima, el producto en proceso y terminado.

A continuación, en la **Figura 68** se muestra el diagrama de recorrido.

Figura 68 Diagrama de Recorrido Propuesta (C)



Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

La propuesta (C) aporta valor al producto terminado, por lo que GRAMAQUI S.A. puede aprovechar al máximo las ventajas de una distribución por producto o línea, debido a que la propuesta permite que el proceso cuenta con dos zonas de inspección, de manera que se garantiza la calidad del producto terminado, para la empresa es importante conocer las desventajas, debido a que forman parte del estudio de la mejor propuesta, entre las características negativas se da un

sistema de poca flexibilidad, altas inversiones, operaciones monótonas, la producción podría verse afectada por fallos en la maquinaria y el ritmo de la producción es dirigido por la máquina u operario más lento.

Anteriormente se hizo mención que la distribución por producto o línea facilita el control de las producciones y aprovecha el espacio de los suelos, provocando el aumento en la satisfacción del cliente interno y reduciendo el congestionamiento en las rutas y áreas de trabajo.

Para comprobar la mejora que tiene el taller con respecto a la relación entre las áreas y cada una de las actividades del proceso. A continuación, se desarrolla la gráfica de relaciones para las propuestas (A), (B) y (C).

Análisis de las Propuestas

En la fabricación y manufactura de productos una herramienta útil y versátil es la simulación digital, que permite conocer las capacidades y los alcances de los materiales utilizados en un proceso productivo que puede predecir los flujos de movimiento y traslado de materiales, materia prima y mano de obra, optimizando la eficiencia en las operaciones

Las crecientes exigencias de los clientes en la industrias de elaboración de superficies a base de piedras naturales que se atienden en el país han dado lugar a la búsqueda de modificaciones en los edificios para reducir tiempos de producción, entrega y pruebas de calidad en los productos que se comercializan; por lo que las simulación se presenta como una alternativa eficaz para hacer frente a los retos impuestos por el mercado, disminuyendo costos en la producción de prototipos físicos para realizar pruebas y entregando resultados fiables que garantizan la calidad de los productos.

El análisis por elementos finitos consiste en dividir geoméricamente y en pequeños elementos un espacio en el que se busca resolver un problema en un dominio. Dicho análisis considera ecuaciones de campo, los entornos y las fuentes generadoras de cada elemento y se estudia de manera independiente para que el software pueda procesar la interacción de todos los componentes de la figura. Este análisis es utilizado para realizar modelados de producto y sistemas en un entorno virtual, con la finalidad de resolver problemas potenciales o presentes dentro de las estructuras y optimizar el rendimiento de las herramientas o instalaciones involucradas en las operaciones.

La simulación predice cómo se comportará un elemento sin la necesidad de tenerlo físicamente para probarlo, lo que se busca es averiguar los efectos del cambio en los materiales, el proceso, el producto, entre otros.

La simulación permite obtener un prototipo físico y ver qué sucede antes de entrar al proceso de implementación. El beneficio radica en evaluar opciones digitales para reducir la posibilidad de que se presenten defectos.

Los modelos de análisis de elementos finitos se pueden crear usando elementos en una dimensión, dos dimensiones o tridimensionales, con el objetivo de simular los efectos de los entornos real de la empresa, es posible aplicar distintos tipos de carga al modelo, entre los que se encuentran, fuerzas, momentos, desplazamientos, velocidades, aceleraciones y carga distribuida. Por otra parte, algunos de los tipos de análisis que se pueden realizar son análisis de los efectos debidos al contacto (donde una parte del modelo entra en contacto con otra); las definiciones de material no lineal y el desplazamiento de gran tamaño.

Debido a la creciente demanda de los clientes por tiempos de producción más cortos, muchas empresas se han visto impulsadas a probar esta alternativa en sus procesos productivos, a fin de acelerarlos y realizar las pruebas necesarias que garantizan el buen funcionamiento de sus equipos de trabajo, por lo tanto, la simulación se ha convertido en algo necesario.

Una de las principales estrategias que han permitido la aceptación de la simulación digital fue el acceso a la tecnología, haciéndola más accesible en relación con el precio, dando una apertura para las empresas que realizan productos, obtenga mayores ventajas debido a la flexibilidad que presenta, ya que las herramientas de simulación pueden utilizarse para predecir la versatilidad de las operaciones.

Por otra parte, su implementación también ha implicado algunos retos debido al obstáculo en la toma de decisión de implementar la tecnología, ya que, como la gente no lo ve y no lo siente ha sido complicada su aceptación.

Los sistemas de simulación al igual que cualquier sistema tecnológico en el mundo cuentan con un margen de error, generalmente asociado con los datos ingresados. La veracidad de los datos inmersos en las simulaciones es de vital importancia para una correcta estimación. La ingeniera explica que “no es lo mismo hacer una simulación especificando que la carcasa es de aluminio a que se coloque que es de acero. Mientras más fieles sean los datos que se colocan en el simulador,

más verídica será la respuesta del sistema. La simulación no refleja por completo la validación del prototipo físico, pero la propuesta es que en lugar de hacer 10 pruebas destructivas al producto físico para conocer si es viable o no, se hagan simulaciones.

Este tipo de sistemas puede verse como una inversión al tratarse de un software que permitirá llevar a cabo diversas pruebas mientras reduce el costo de producción, muchas simulaciones posibilitarán la toma de decisión digitalmente, debido a que el margen de error del resultado podría encontrarse dentro del rango aceptado para las especificaciones del producto manufacturado, sin embargo, la tecnología se encuentra muy bien adoptada lo cual ha hecho que las empresas se inclinen a implementarla en sus procesos, debido a que necesitan mejorar constantemente sus tiempos de entrega.

La aplicación de una simulación abarca una amplia gama de posibilidades, ofreciendo ventajas significativas, puede utilizarse en el diseño de nuevos productos o para refinar uno ya existente, para asegurar que el diseño y mejorar las especificaciones antes de la fabricación, predecir y mejorar el rendimiento y la fiabilidad; así como para evaluar los diferentes diseños propuestos y, optimizar el proceso para reducir retrabajos.

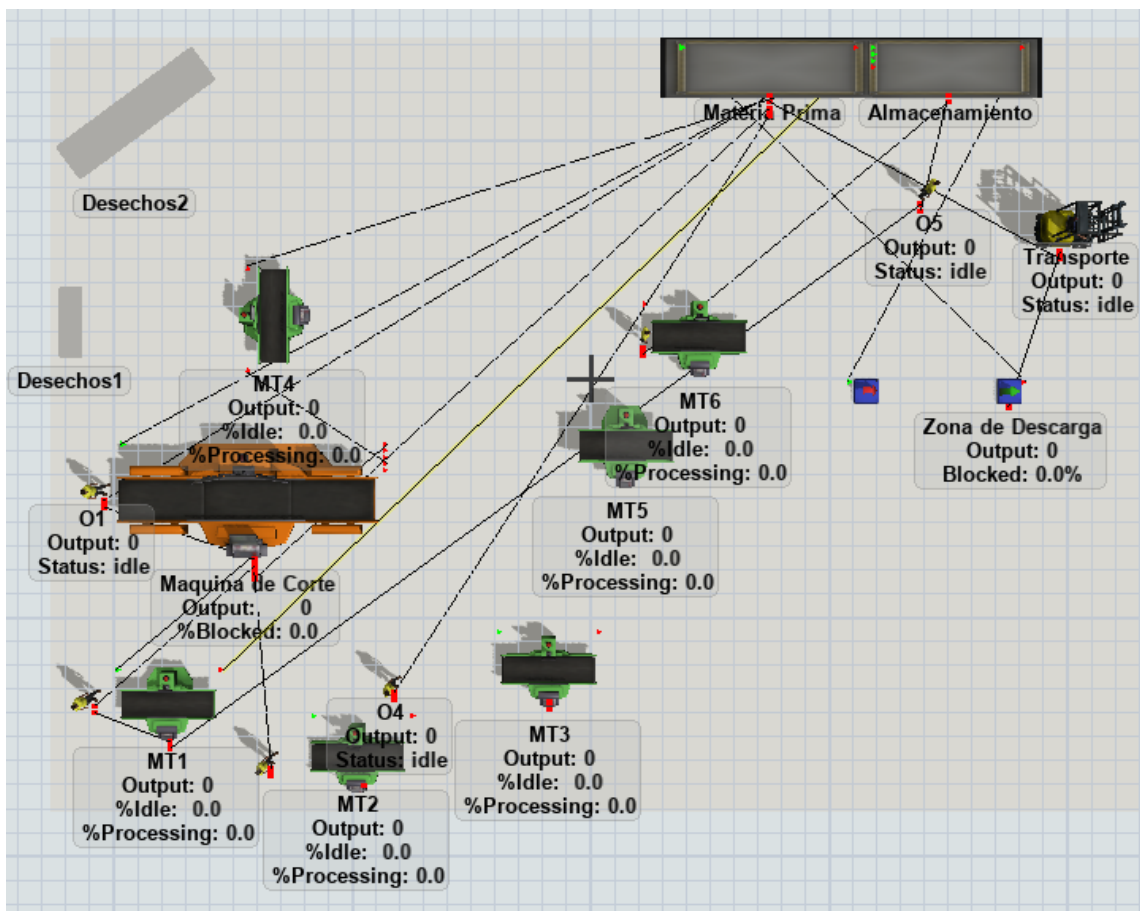
El análisis de las propuestas (A), (B) y (C), se realizó por medio de una simulación, la cual consiste en representar el patrón de flujo de manera más real por medio de una computadora, se considera que es la herramienta de modelaje más útil y poderosa.

Para conocer cuál de las propuestas es mejor para la empresa se simuló cada una de ellas por medio de Flexim, el cual consiste en el conjunto de elementos que funcionan juntos para el logro de un objetivo, la importancia de simular las propuestas se debe a que la herramienta permite estudiar, medir, diseñar y controlar un sistema utilizando elementos como: entidades (objetos verdaderos), atributos (prioridades), variables (tiempo de la simulación), recursos (operarios, equipo, espacios) y colas (esperas), así como los eventos para la simulación, entre los cuales tenemos el arribo, la salida y el final.

La herramienta de modelaje FlexSim, permite observar de una manera más clara y real las distribuciones planteadas en cada una de las propuestas y el uso de la herramienta permite que la simulación pueda predecir el comportamiento del proceso y en el análisis del sistema de producción de GRAMAQUI S.A., ya que es fundamental visualizar el funcionamiento del taller antes de implementar algún cambio.

A continuación, se muestran las figuras para cada una de las propuestas, así como la planta actual de GRAMAQUI S.A., desarrollados en la herramienta FlexSim.

Figura 69 Simulación de la Distribución Actual del Taller



Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

La **Figura 69**, muestra de manera tridimensional la distribución actual de la planta, en la misma se observa por medio de líneas los recorridos para el traslado de la materia prima, el producto en proceso y terminado para su almacenamiento, los operarios y el montacarga que realizan los traslados, con la simulación se comprueba que patrón de flujo en el taller no está definido.

Adicionalmente la herramienta genera las estadísticas básicas del proceso, las cuales permiten determinar la cantidad de productos procesados en cada estación de trabajo, el porcentaje de tiempo productivo y el porcentaje de tiempo de ocio. Cuando se pone a correr la simulación se detecta que hay 4 mesas de trabajo (MT3, MT4, MT5 y MT6) en las cuales no se está llevando a cabo el proceso de lijado de superficies, por lo que las mesas de trabajo (MT1 y MT2) son las que llevan toda la

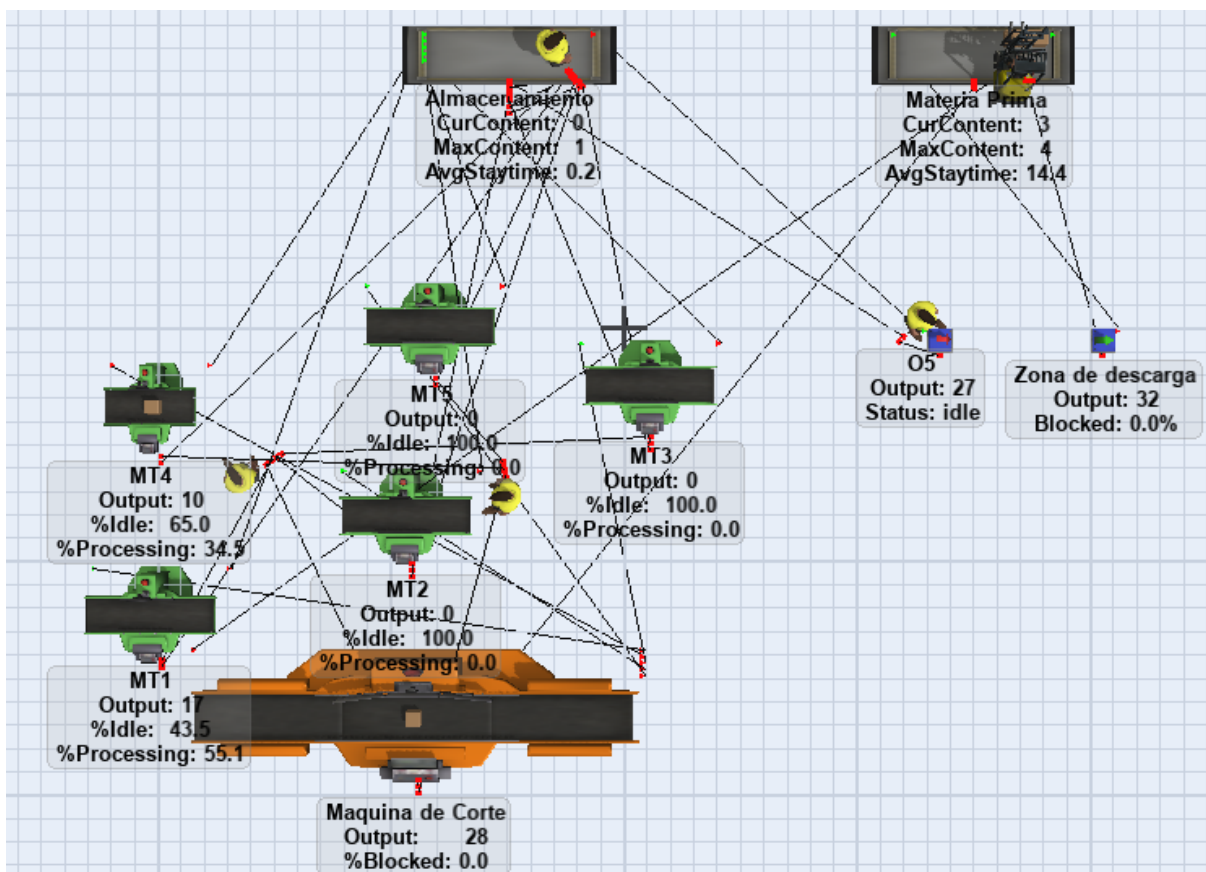
carga, esto quiere decir que la placa de piedra realiza el recorrido pasando solamente por la maquina de corte y las dos mesas de lijado indicadas.

Flexim aplica criterios que llevan la simulación a ser lo más realista posible y uno de esos criterios permite identificar que a pesar de que todas las estaciones de trabajo llevan una secuencia para el proceso del producto valen lo mismo, de manera que cuando se generan cuellos de botella el modelo se ajusta, lo que permite determinar que sin importar la velocidad con la que se desarrolle la operación o cuál de las estaciones termine primero siempre hay un cuello de botella que no permite que el proceso fluya como corresponde y genera atrasos en las entregas.

Con base en lo anterior, se define que lo importante para la empresa es que todo el producto salga de manera correcta y terminado, por lo tanto, simulando las propuestas se busca un escenario real de las operaciones, en un ambiente controlado, para dar solución al cuello de botella y que el flujo del producto se dé para todas las estaciones de trabajo.

En la **Figura 70** se muestra la propuesta (A) en la herramienta FlexSim.

Figura 70 Propuesta (A) FlexSim



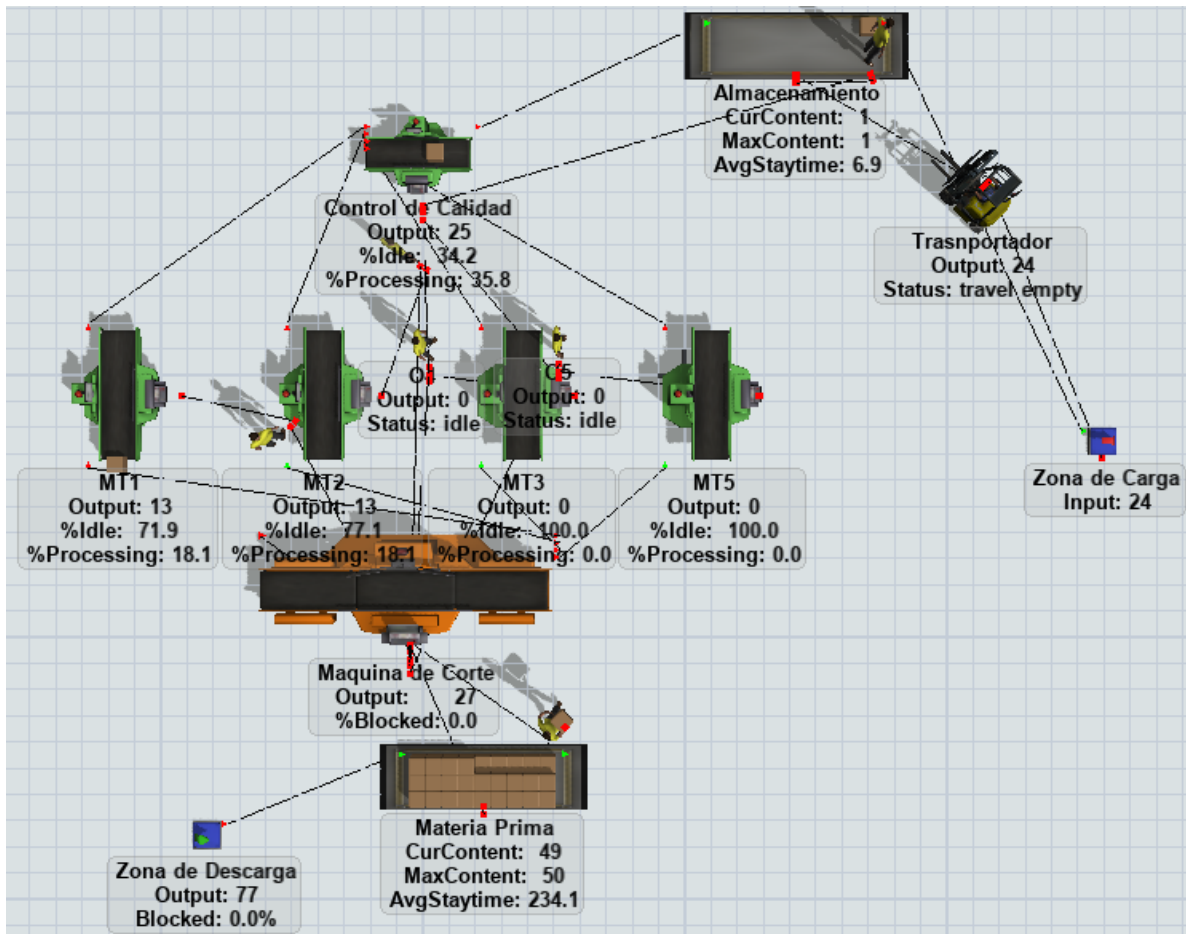
Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

El análisis de la propuesta (A) por medio de la herramienta Flexim permite comprobar que al realizar el movimiento de la máquina de corte y acercar las mesas de trabajo, donde se da el acabado final al producto, para ser trasladado al área de almacenamiento y separar el producto terminado de la materia prima, con un patrón de flujo en forma de “S”, no elimina los cuellos de botella, debido a que solamente dos estaciones de trabajo (MT1 y MT4) llevan toda la carga del proceso, por lo tanto la propuesta no aporta beneficios para la GRAMAQUI S.A.

La simulación demuestra que se da una carga de trabajo para las estaciones (MT1 y MT2) generando cuellos de botella en el proceso, ya que como la simulación lo demuestra se da un ingreso de materia prima de 32 láminas, quedando en el área de materia prima 3 láminas sin trabajar y el área de carga determina que solamente 27 están saliendo como producto terminado esto debido a que las estaciones (MT2, MT3 y MT5) generan el atraso en la producción y se vuelven estaciones 100% ociosas.

A continuación, en la **Figura 71** se muestra el desarrollo de la propuesta (B) en la herramienta Flexim.

Figura 71 Propuesta (B) FlexSim

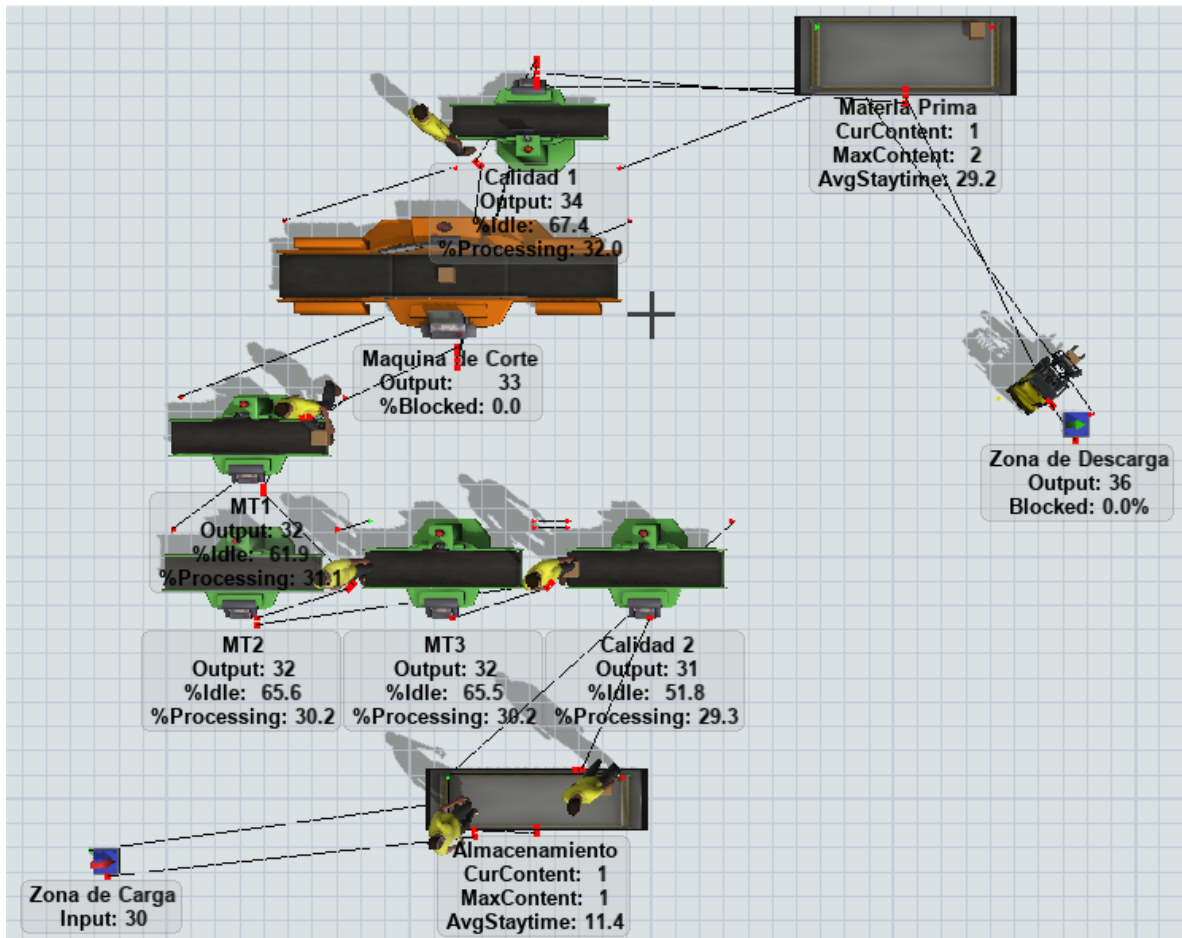


Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

La imagen que antecede, muestra el patrón de flujo, con base en el material y tipo de producto, la propuesta sugiere un patrón de flujo en forma circular “O” o “U” para todo el proceso, sin embargo, surge una combinación con el flujo de peine “≡” para el traslado del producto de la máquina de corte a las mesas. La combinación de los flujos permite que se aprovechen al máximo los factores de la planta y hace uso de los elementos fundamentales del modelo SLP, relación, espacio y reparto, sin embargo, la simulación demuestra que se da una carga de trabajo para las estaciones (MT1 y MT2) generando cuellos de botella en el proceso, ya que como la simulación lo demuestra se da un ingreso de materia prima de 49 láminas y el área de carga determina que solamente 24 están saliendo como producto terminado, esto debido a que las estaciones (MT3 y MT4) generan el atraso en la producción y siendo estaciones 100% ociosas.

A continuación, en la **Figura 72** se muestra el desarrollo de la propuesta (C) en la herramienta Flexim.

Figura 72 Propuesta (C) FlexSim



Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

La simulación para la propuesta (C) mantiene un patrón de flujo con base en la materia prima, el material y el tipo de producto, en forma de “U” para todo el proceso, con una combinación del flujo de peine “≡” para aprovechar al máximo los factores de la planta y el uso de los elementos fundamentales del modelo SLP, relación, espacio y reparto.

La simulación demuestra que la carga de trabajo es igual y constante para cada estación, y las cinco estaciones involucradas en el proceso trabajan de manera igualitaria, esto se comprueba con los tiempos de ocio, ya que todos disminuyen de manera considerable con respecto a las propuestas (A) y (B), los cuellos de botella se merman ya que ingresan 36 láminas, salen 30 como producto terminado, 1 queda en almacenamiento, 3 en proceso y 1 como materia prima.

Analizar las propuestas por medio de la herramienta FlexSim permitió observar de manera más clara todos los recorridos que se realizan en cada una, al comparar estos recorridos se estableció que la mejor propuesta es la (C), ya que la disminución en el recorrido es bastante evidente y se observa un mayor beneficio en el manejo de la materia prima y los materiales.

En la actualidad los recorridos son repetitivos, aumentan la carga de trabajo por mal manejo de la materia prima, los materiales, el producto en proceso y terminado, por lo que, con la implementación de la propuesta (C) se genera el aumento de la eficiencia, se añade valor al producto terminado y se hace un uso correcto de los factores de la planta.

Adicionalmente en la propuesta (C) se le da mayor importancia al control de calidad del producto, no solamente al terminado, si no desde que ingresa la materia prima al taller, ya que se asignaron mesas de trabajo que se dedican única y exclusivamente a inspeccionar la calidad y estado de la piedra al ingresar como materia prima y posterior a realizar todo el recorrido del proceso, antes de ser almacenada para entregar al cliente, se realiza la inspección de la calidad de la superficie, cada proceso comparando el producto con las especificaciones de la orden de compra.

Elegir la propuesta (C) como la más indicada para GRAMAQUI S.A. permite realizar una gráfica de relaciones, a continuación, se desarrolla la gráfica.

Gráfica de Relaciones

El análisis de la gráfica de relaciones de la propuesta (C), permite comprobar que la propuesta tiene viabilidad con respecto a las relaciones de las áreas, aprovechando al máximo los factores de la planta y las actividades del proceso. La gráfica ordena de manera coherente las áreas, con respecto a los motivos que vinculan las actividades, como se muestra en la **Tabla 15**.

Tabla 15 Áreas del Taller

Códigos	Áreas
1	Zona de descarga
2	Almacenamiento de materia prima
3	Área de inspección de calidad
4	Máquina de corte
5	Desperdicios
6	Mesas de trabajo

7	Herramientas
8	Almacenamiento de producto terminado
9	Zona de carga
10	Comedor
11	Baño

Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

El ordenamiento coherente de las áreas del taller permite conocer los motivos que permiten que la relación entre las áreas sea óptima para el proceso. A continuación, en la **Tabla 16** se dan a conocer los motivos con respecto a la ordenación física del taller.

Tabla 16 Motivos de la Relación, Propuesta (C)

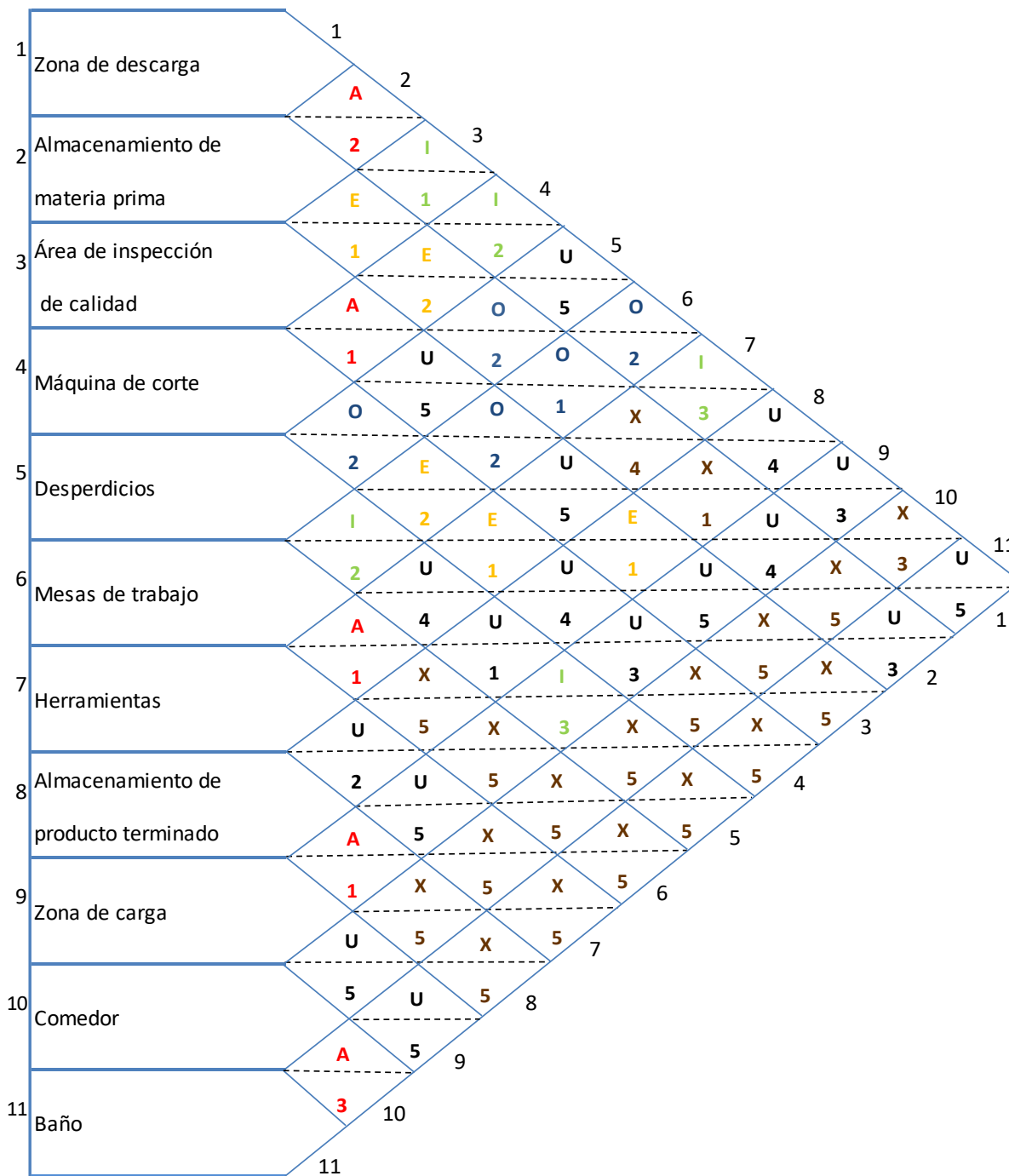
Códigos	Motivos
1	Producto
2	Proceso
3	Facilidad
4	Espacio
5	Sin importancia

Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

Anteriormente en el análisis de la situación actual del proyecto se desarrolló el gráfico de relaciones y se obtuvieron los siguientes resultados; 45 relaciones, de las cuales el 4.44% correspondía a 2 absolutamente necesarias, 0 relaciones especialmente importantes, 5 importantes que conformaban el 11.11%, 5 ordinarias con un porcentaje de 11.11%, 14 relaciones sin importancia que dieron como resultado 31.11% de las relaciones y por último 19 relaciones no deseadas que comprenden el 42.22% para obtener el 100% de las relaciones.

Por lo tanto, para conocer como mejora el proceso de fabricación a base de piedras naturales con la implementación de la propuesta se realiza nuevamente la ordenación de manera coherente de las relaciones de las áreas, utilizando los mismo motivos de la gráfica de la **Figura 36** y comprobar con una nueva gráfica de relaciones que la propuesta reduce las relaciones no deseables y sin importancia, por lo tanto, a continuación, en la **Figura 73** se desarrolla la gráfica de relaciones con respecto a la propuesta.

Figura 73 Gráfica de Relaciones, Propuesta (C)



Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

La **Figura 73**, permite comprobar que las relaciones entre las áreas y las actividades que componen el proceso de fabricación de superficies a base de piedras naturales, con respecto a la propuesta,

mejora considerablemente en comparación con la **Figura 36**, la cual muestra las relaciones entre áreas que presenta GRAMAQUI S.A. actualmente.

La propuesta (C) separa áreas que actualmente GRAMAQUI S.A. tiene combinadas y a raíz de esto se generar 55 relaciones, 10 más que el gráfico de relaciones de la situación actual, por lo que se obtiene mejores resultados con la propuesta.

A continuación, **Tabla 17** se muestran los resultados de las relaciones entre actividades.

Tabla 17 Relación por actividad, Propuesta (C)

Relación por actividad	Porcentaje de relación	Cantidad de relaciones
A/X	9,09%	5
E	9,09%	5
I	9,09%	5
O	9,09%	5
U	30,91%	17
X	32,73%	18
Σ	100%	55

Nota: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

Las 55 relaciones dan como resultado un 9.09% que corresponde a 5 relaciones absolutamente necesarias, 5 relaciones especialmente importantes para un total de 9.09%, 5 importantes que conformaban el 9.09%, 5 ordinarias con un porcentaje de 9.09%, 17 relaciones sin importancia que dieron como resultado 30.91% y por último 18 relaciones no deseadas que comprenden el 32.73% para obtener el 100% de las relaciones.

Lo anterior permite comprobar que realizar una ordenación física y nueva distribución de los principales elementos de trabajo con base en las propuestas realizadas, aumenta la eficiencia, eficacia y da valor al producto terminado, para cumplir con las expectativas del cliente interno y externo, ya que se establecen las necesidades de espacio absolutamente importantes y permite resolver los problemas de manejo de materiales y distribución de planta relacionados con las distribuciones por producto o en línea.

El objetivo principal de la propuesta (C) es aumentar la eficacia del proceso y enfocar el desarrollo de un sistema de producción que permita la fabricación del número deseado de productos, la distribución física relacionando los elementos importantes del sistema de producción y fabricación, de manera que los elementos están cuidadosamente integrados para cumplir con el objetivo establecido.

Análisis Económico

El análisis económico permite comparar el costo/beneficio del proyecto, una vez definida la propuesta de diseño y permite identificar el impacto financiero del mismo, para definir la viabilidad previo al desarrollo del plan de implementación, de manera que la empresa pueda analizar a nivel administrativo un estudio del presupuesto requerido para la implementación, lo cual facilita la toma de decisiones.

Costos para la Implementación de la Propuesta

Los costos para la puesta en marcha del proyecto incluyen profesionales en soldadura, electricidad y construcción, así como un transportista que se encargue de botar los escombros y desechos de la remodelación.

La necesidad de profesionales provoca conocer los salarios mínimos del Decreto Ejecutivo N° 43365-MTSS que empezaron a regir a partir del 01 de enero del año 2022. La lista de salarios mínimos se clasifica con base en los Perfiles Ocupacionales, documento aprobado por el Consejo Nacional de Salarios (Resolución Administrativa 03-2000) y es una guía ilustrativa que contiene ocupaciones seleccionadas por el Departamento de Salarios Mínimos del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (Departamento de Salarios Mínimos, 2022)

Los salarios se basan en las ocupaciones y las tareas típicas conocidas, por lo que cada puesto podría tener una variación salarial distinta según las características y responsabilidades, en la **Tabla 18**, se muestran los salarios por jornada ordinaria, la cual comprende 8 horas diarias de trabajo. (Departamento de Salarios Mínimos, 2022)

Tabla 18 Salarios Mínimos del MTSS

Ocupación	Salario por Jornada Ordinaria
Maestro de obras	¢14.381,27

Soldador	¢14.381,27
Electricista	¢12.289,59
Transportista	¢12.289,59

Fuente: Departamento de Salarios Mínimos, MTSS

Con base en los salarios por jornada ordinaria presentados para cada profesión, se calcularon los montos a pagar por la mano de obra, cantidad de días y horas, para realizar la nueva distribución de taller. A continuación en la **Tabla 19** se encuentran los salarios de los profesionales.

Tabla 19 Salarios totales por días trabajados

Ocupación	Salario por Jornada diaria	Días laborados	Salario total por días trabajados
Maestros de obras	¢14.381,27	31	¢445,819.00
Soldador	¢14.381,27	8	¢115,050.00
Electricista	¢12.289,59	12	¢147,475.00
Transportista	¢12.289,59	3	¢36,869.00
Inversión en mano de obra			¢745,213.38

Fuente: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

Los salarios de la **Tabla 19**, son calculados con base en servicio profesionales o por contrato, esto quiere decir que no es un recurso fijo para la empresa, por el contrario es un contrato por tiempo definido, por lo tanto, los salarios indicados anteriormente contienen los costos de las cargas sociales, del 15.16% que corresponde a la cotización en la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS) y el seguro del Instituto Nacional de Seguros (INS) del 3.02%.

La empresa debe considerar que para la obra se requieren cuatro maestros de obras, dos soldadores, dos electricistas y dos transportistas debido a que se espera que el proyecto se desarrolle en un lapso de 2 meses y una semana, de manera que no se superen los 3 meses de obra, esto quiere decir

que la empresa requiere invertir en más mano de obra para cumplir con el tiempo del cronograma para la puesta en marcha del proyecto, por lo GRAMAQUI S.A., debe contemplar un total de ¢2,382,065.50 colones de mano de obra.

En la **Figura 74** se indican los costos de los materiales requeridos en la remodelación.

Figura 74 Cotización de materiales para remodelación

Construplaza.com

Ferretería en Alajuela



Dirección de la compañía

300 metros Oeste de Gasolinera Delta Alameda, Av. 10 Jesús Ocaña Rojas, Alajuela, 20101
Teléfono: 2588 8888

Fecha 7/11/2022

N.º de cotización 000004779

Id. del cliente 115770332

Presupuesto para

Nombre del cliente Karen Lilliana Herrera Zúñiga

Nombre de la compañía: GRAMAQUI S.A

Dirección de entrega: Cartago

Número de teléfono: 8766-9595

Presupuesto válido hasta: 7/12/2022

Tenemos el gusto de presentar la cotización formal para su proyecto GRAMAQUI S.A

Vendedor	Número de orden	Fecha de envío	PUERTO DE Punto	Condiciones
1995	4779	-	-	Contado
Cantidad	Descripción	Precio por unidad	¿Se le aplican impuestos?	Importe
5	Arena corriente de tajo	€14 743,36	Sí	€73 716,80
5	Piedra cuartilla de tajo 3/4"	€15 610,62	Sí	€78 053,10
30	00791 - Block 15 x 20 x 40 cm Clase A	€546,37	Sí	€16 391,10
8	04421 - Cemento Fuerte saco 50 kg Holcim (gris)	€5 904,42	Sí	€47 235,36
5	00264 - Malla galvanizada #10 (3.05 mm) 2.5 metros 2 x 2" (55 x 55 mm)	€6 938,05	Sí	€34 690,25
3	04450 - Pintura anticorrosiva poliuretano para techos y estructuras metálicas galon Lanco MM94-4 (azul)	€20 814,16	Sí	€62 442,48
3	25656 - Soldadura 6013 3/32" (2.5 mm) x 350 mm 60-100A Punto Rojo Hilco (caja de 1 kg)	€5 128,82	Sí	€15 386,46
2	02676 - Tape electrico 3/4" x 20 metros Super 33 3M	€3 642,48	Sí	€7 284,96
1	15756 - Cable THHN #12 negro (100 metros por caja)	€29 486,73	Sí	€29 486,73
1	04828 - Cable THHN #12 rojo (100 metros por caja)	€29 486,73	Sí	€29 486,73
1	04827 - Cable THHN #12 verde (100 metros por caja)	€29 486,73	Sí	€29 486,73
50	53312 - Gaza EMT 1 hueco 3/8" (9.5 mm) para cable armado sin forro	€34,69	Sí	€1 734,50
5	33878 - Tubo EMT 1-1/4" (31 mm) x 3 metros UL	€11 707,96	Sí	€58 539,80
1	Fuente de poder eléctrica 7.6V P6000-HW6 Zurn (Cubre hasta 8 unidades)	€36 424,80	Sí	€36 424,80
3	Tornillo gypsum galvanizado punta broca 6 x 1-1/4 (50 por paquete)	€433,62	Sí	€1 300,86

Gracias por su confianza.

Razón social: Construplaza S.A.

Cédula jurídica: 3-101-289562

BCR IBAN Colones: CR36015201001023259001

BCR IBAN Dólares: CR26015201001024426479

SINPE Móvil +506 6093-8888

Por favor enviar comprobante de pago a: pagos@construplaza.com

Subtotal € 521 660,66

IVA 13,00%

Impuesto sobre las ventas € 67 815,89

Descuentos

TOTAL € 589 476,55



· El Precio Cotizado incluye impuesto de ventas y costo del transporte al proyecto.

· Nuestros camiones tienen capacidad máxima, cualquier entrega menor se cobrará un recargo de €8.000.00 colones.

· El cliente tiene derecho a un único cierre de su pedido

· La orden de compra, correo de aceptación o pago de la oferta implica la aceptación de las Condiciones de Entrega del Producto.

· Las devoluciones sean responsabilidad del cliente tendrán un recargo de €15.000,00 colones.

· En consideración a la naturaleza de nuestros productos y a los costos derivados de su manipulación y entrega, las devoluciones de materiales sea por incumplimiento en calidad o error en el pedido es de 30 días hábiles, el producto debe estar en óptimas condiciones y en su respectivo empaque original.

FIRMA _____
CÉDULA _____

VENDEDOR



FIRMA _____
CÉDULA _____

ACEPTADO POR EL CLIENTE

SU FIRMA Y CÉDULA EN ESTA OFERTA ECONÓMICA O CORREO ELECTRÓNICO DE APROBACIÓN CONSTITUYEN UNA ORDEN DE COMPRA EN CASO DE QUE DEBA REALIZAR ALGÚN CAMBIO COMUNIQUESE ÚNICAMENTE CON LA OFICINA DE SERVICIO AL CLIENTE


Sin otro particular y la espera de poder servirles, nos despedimos muy atentamente

Fuente: Construplaza.com

La **Figura 74**, enlista los materiales para la remodelación, las consultas de los costos se realizaron mediante páginas web y llamadas telefónicas para las cuales solamente la empresa Construplaza brindó la cotización de manera formal, adicionalmente a la lista de materiales, se adjunta la cotización del portón de material galvanizado para la nueva entrada al taller.

En la **Figura 76**, se presenta la cotización de la cortina industrial

Figura 75 Cotización Cortina arrollable manual



Cotización

30 octubre 2022

₡ **328 830,00**

VIGENCIA **22 noviembre 2022**

Karen Herrera Zuñiga
 Cartago, Ochomogo, GRAMAQUI S.A
 8766-9595
 karenlh28@hotmail.com

Cortinas Metálicas Costa Rica
 Calle Fallas, San José, Desamparados
 8684-8383
 info@portonesycortinascr.com

CANTIDAD	DETALLES	PRECIO POR UNIDAD	TOTAL DE LA LÍNEA
1	Cortina Metalica arrollable Calibre 22	₡ 275 000,00	₡ 275 000,00
1	Cobertor de rollo interno	₡ 16 000,00	₡ 16 000,00
		Descuento	-
		Total neto	₡ 291 000,00
		13% IVA	₡ 37 830,00
		TOTAL EN COL	₡ 328 830,00

MÉTODOS DE PAGO



Nos dedicamos a la instalación, reparación y mantenimiento de cortinas metálicas en todo Costa Rica. Reparación de portones, eléctricos, de garaje, industriales. Tenemos amplia variedad de motores para portones y le brindamos el servicio de instalación. En lugares como Cartago, Heredia, San José y Alajuela no cobramos gastos por transporte o relacionados y la atención es inmediata. También hacemos envíos de encomiendas a zonas alejadas del país. Así como la fabricación de mecanismos, ensambles y accesorios para el correcto funcionamiento de las cortinas arrollables. Contamos con gran variedad de estilos, diseños y colores.

Se extiendan a nombre de GRAMAQUI S.A

EL PAGO DEBERÁ REALIZARSE MEDIANTE TRANSFERENCIA BANCARIA, TARJETA O EFECTIVO A NOMBRE DE CORTINAS METÁLICAS COSTA RICA

Fuente: Cortinas Metálicas Costa Rica

El tiempo indicado anteriormente y los costos de inversión para la implementación de la propuesta determinan que los costos totales son $\text{¢}3,300,372.39$ entre los cuales se incluye la mano de obra y los materiales, dado que el monto es considerable y el aumento que Costa Rica ha experimentado para el año 2022 en los costos de las materias primas, materiales, transportes, alquileres, mano de obra, entre otros, los costos se disparan en la remodelación y es necesario asegurar el éxito de la implementación de la propuesta (C) exponiendo los beneficios de la distribución relacionada.

Se procede a exponer los beneficios al implementar la propuesta (C).

Beneficios Esperados de la Propuesta

Este proyecto nace a raíz de una necesidad real que presenta GRAMAQUI S.A. ya que las deficiencias en el diseño de la planta y la falta de espacios adecuados para el desarrollo de las actividades provocan que el proceso de fabricación de superficies a base de piedras naturales sea bastante limitado.

Mejorar la distribución de la planta y aprovechar al máximo los factores involucrados en las operaciones, así como utilizar los espacios según los requerimientos del operario y el material, de forma integral, es de muy alta importancia para la empresa. El proyecto cubre una serie de carencias que se detectaron en los recorridos que realiza la materia prima para convertirse en una placa de lujo, por lo cual se desarrollaron herramientas de análisis para poder solventar las deficiencias que presenta el taller por medio de una nueva propuesta de distribución de planta.

La propuesta (C) del proyecto genera que la distribución sea integral, esto quiere decir, que relacionar las áreas con base en la actividad y el buen uso del equipo, los materiales, la materia prima y los operarios, se logre que los espacios se puedan explotar de manera que el patrón de flujo permita un cambio para el taller en virtud de cumplir con las mejoras que necesita y aumentar la calidad del producto para asegurar la satisfacción del cliente y crear un cliente potencial que demuestre interés por lo que GRAMAQUI S.A. ofrece, las mejoras en la distribución provocan la interacción deliberada con la marca.

La implementación de la propuesta (C) genera que GRAMAQUI S.A. tenga más probabilidades de crecimiento por la atracción hacia un producto de calidad, con tiempos de entrega considerablemente bajos. Contar con el perfil de clientes potenciales y clasificarlos, facilita la precisión en la proyección de ventas, además, enfoca las estrategias de identidad de marca y de

comunicación, para un público, con una segmentación específica e implica una inversión eficiente del presupuesto.

El análisis económico permite evaluar la inversión para que la empresa inicie con la puesta en marcha del proyecto. Según las herramientas evaluadas anteriormente el proyecto es factible para GRAMAQUI S.A. y como se había previsto, la mejora es de suma importancia y representa una nueva forma de trabajo, de imagen y aumento en la satisfacción tanto para los trabajadores como para el consumidor.

Gracias a que la empresa dispone de los recursos financieros para la puesta en marcha, el personal calificado, multidisciplinario, compuesto por especialistas en diseño, corte, confección, técnicos y administradores, la empresa tiene la capacidad de ofrecer productos competitivos y servicios eficientes, planificados, organizados, con diseños exclusivos a la necesidad del cliente, instalación del producto, supervisión y maximización de sus inversiones.

La formulación de la propuesta permite garantizar el cumplimiento de los objetivos de la empresa y que las áreas de trabajo cuenten con una programación y evaluación en el plano humano y profesional, para atender las diferentes necesidades del cliente interno y externo, lo que conlleva al equipo de trabajo a realizar las actividades en orden técnico y de control administrativo.

Por lo tanto, facilitar la relación entre las áreas de trabajo y aprovechar los factores de la distribución de planta con la nueva la propuesta (C), se obtienen los siguientes beneficios:

1. Optimizar el proceso de fabricación.
2. Generar operaciones de forma ordenada y conveniente para mejorar la comunicación, control de las operaciones.
3. Maximiza la utilización del espacio físico, generando un mayor rendimiento de los factores.
4. Mayor fluidez en las operaciones gracias a las relaciones de las actividades y la proximidad de las áreas de trabajo.
5. Se disminuyen los recorridos de la materia prima, el producto en proceso y terminado, generando entregas en menor tiempo.
6. Elimina los trabajos lentos, operaciones improductivas y el desperdicio por mal aprovechamiento del recurso humano, de manera que se aumenta la productividad y eficiencia, disminuyendo el tiempo de ocio.

7. Se crea una cultura organizacional sana basada en las buenas relaciones, permitiendo que los cambios sean positivos mejorando la visión de la empresa y la actitud de los colaboradores otorgando valor, aumentando el compromiso y aceptando los retos que se presenten en el futuro.
8. Estandariza la forma de trabajar en buenas prácticas y garantiza la alineación de los procesos aprendiendo a identificar y aprovechar las oportunidades, buscando la mejora continua.
9. Optimiza los recursos y herramientas de trabajo relacionados con el proceso, permite que las áreas cuenten con una relación, espacio y reparto, adecuados para medir, controlar y mejorar el proceso.
10. Se le da valor a la misión de la empresa, la cual busca ofrecer soluciones innovadoras de productos de piedras naturales que satisfagan las necesidades del consumidor, con altos estándares de fabricación.
11. Permite la innovación para satisfacer las necesidades y requerimientos del cliente interno.
12. Orienta a los operarios a tener una mayor puntualidad en las entregas, excelentes acabados en el producto y una inspección detallada del producto terminado, reduciendo los rechazos por no conformidades.

Con base en lo anterior se determina que la propuesta (C) es la opción más viable y factible desarrollada en este documento, a continuación, se expone el plan de implementación para la propuesta de distribución de planta del proceso de fabricación de superficies a base de piedras naturales en la empresa GRAMAQUI S.A.

Plan de Implementación

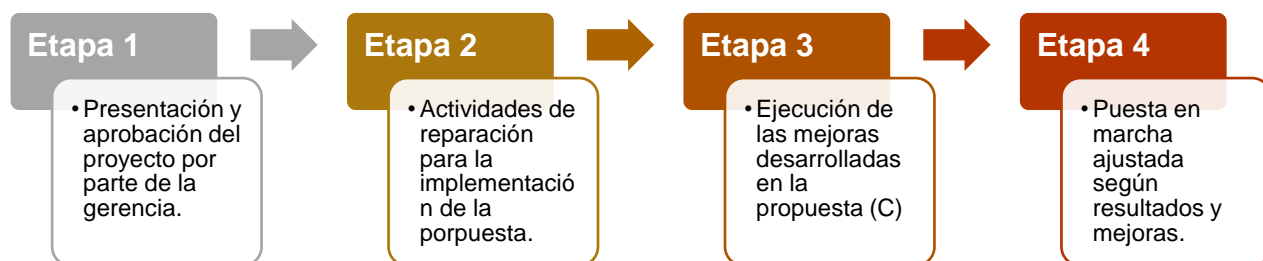
Para realizar la puesta en marcha de las propuestas se propone realizar un plan piloto de implementación, por lo tanto, se definen los requerimientos y un cronograma de trabajo que describe las principales actividades del proyecto, anteriormente en el análisis económico se obtuvo el tiempo estimado de la implementación de la propuesta el cual era de tres semanas (15 días), sin embargo, la gerencia de GRAMAQUI S.A. no desea realizar paro de operaciones, por lo tanto, se trabajará a medio tiempo y solamente en días hábiles, lo que provoca que la implementación de la propuesta se extienda aproximadamente a un mes y medio (49 días).

Requerimientos para la Implementación

La estrategia de implementación con base en la propuesta (C), se define a partir de los objetivos que se quieren alcanzar y del resultado de un nuevo diseño para la distribución del taller, sin alterar las operaciones, el producto y el resultado final, por el contrario, busca cumplir con el método establecido para la fabricación de superficies a base de piedras naturales.

La implementación considera cuatro etapas fundamentales para la puesta en marcha del proyecto, las cuales tienen una secuencia definida y se muestran en la **Figura 76**.

Figura 76 Etapas de la Puesta en Marcha



Fuente: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

En cada una de las etapas se incluyen actividades, tareas, resultados esperados, el tiempo en el que se debe cumplir, procesos relacionados y el análisis económico. Es importante enlistar las actividades con las que se deben cumplir para asegurar el éxito del proyecto.

La ejecución de la propuesta se presenta en un diagrama de Gantt, en donde se desarrollan una serie de actividades con el tiempo estimado, sin embargo, puede darse una variación en el tiempo si la empresa determina que no es posible trabajar en las mejoras durante las 8 horas laborales o de operaciones, con respecto a la demanda que presente la empresa.

Cronograma de Implementación

A continuación, en la **Figura 77** se desarrolla el cronograma de Gantt del plan de implementación, con las actividades y fechas para la puesta en marcha de la propuesta (C), lo que facilita el avance y control del proyecto.

Figura 77 Cronograma de Gantt

APÉNDICES

Las siguientes fotografías, muestran el estado actual de la planta, la distribución, el estado de la máquina de corte y proyectos realizados por GRAMAQUI S.A.

Ilustración 1 Fachada GRAMAQUI S.A.



Fuente: Google Imágenes

Ilustración 2 Estado actual del frente de GRAMAQUI S.A.



Fuente: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

Ilustración 3 Máquina de Corte, SILESTONE



Fuente: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

Ilustración 4 Estado de la Máquina de Corte



Fuente: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

Ilustración 5 Proceso de medición de las superficies



Fuente: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

Ilustración 6 Pileta de agua, Máquina de Corte



Fuente: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

Ilustración 7 Proceso de lijado de superficies



Fuente: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

Ilustración 8 Estado de las Mesas de trabajo



Fuente: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

Ilustración 9 Área de Almacenamiento de Materia Prima y Producto Terminado

Fuente: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

Ilustración 10 Área de desechos

Fuente: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

Ilustración 11 Área de Materiales



Fuente: Karen Lilliana Herrera Zúñiga

Ilustración 12 Proyectos en Baños



Fuente: www.gramaqui.com

Ilustración 13 Proyectos en Cocinas



Fuente: www.gramaqui.com

Ilustración 14 Proyectos en Gradadas



Fuente: www.gramaqui.com

Ilustración 15 Proyectos en Muebles



Fuente: www.gramaqui.com

REFERENCIAS

- Álvarez Chaves, R., y Matamoros Corrales , A. (2015). Análisis riesgo ergonómico asociado a movimientos repetitivos en los envasadores de una planta de productos industriales. *Revista Médica De La Universidad De Costa Rica*, 9(1), 91-92.
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/medica/article/view/19649/19730>
- Bermúdez Elizondo , D., Maroto Herrera, M., y Robleto Jerez, J. (2017). Rediseño de los procesos sustantivos de mantenimiento industrial en la Cooperativa Dos Pinos R.L. 86-87.
<http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/5654>
- Brenes Underwood, J., Morera Malcolm, L., y Urgellés Ventura, F. (2014). Diseño de una nueva planta productiva para Nueces Industriales S.A. 16.
<http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/2687/1/37689.pdf>
- Camisión , C., Cruz, S., y González, T. (2006). *Gestión de Calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. Pearson Educación S.A.
<https://porquenotecallas19.files.wordpress.com/2015/08/gestion-de-la-calidad.pdf>
- Carvajal Mora, J., y Villalobos Quirós, M. (2017). Rediseño de la gestión de las operaciones en la planta de inyección Pet de INGRUP S.A. 28.
<http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/4960/1/41302%20Vol.%20I.pdf>
- Contreras Castañeda, E., y Pérez Uribe, R. (2021). Priorización de problemas en talleres metalmeccánicos: dos casos de estudio en Boyacá-Colombia. *Ingeniería Industrial Actualidad y Nuevas Tendencias*, 7(27). doi:10.54139
- Cuadrado, B., y Riverola, J. (2003). *Arte y Oficio de la Simulación un Entorno Completo y su uso en la Mejora de los Servicios* (1 ed.). Universidad de Navarra, S.A. (EUNSA).
<https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/47455>
- De la Fuente García, D., y Fernández Quesada, I. (2005). *Distribución en Planta*. EDIUNO.
https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=7aRzy0JjqTMC&oi=fnd&pg=PA1&dq=distribuci%C3%B3n+de+planta&ots=nozbZBm_LC&sig=Aj4f4vBb3WwWnm6_FVXzHxMNjO0#v=onepage&q=distribuci%C3%B3n%20de%20planta&f=false

- Departamento de Salarios Mínimos, M. (06 de 09 de 2022). *Ministerio de Trabajo y Seguridad Social*. https://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/Documentos-Salarios/lista_salarios_2022_ss.pdf
- Díaz Vargas, A. (2021). Rediseño de una planta manufacturera a través de layout. *Ingeniería Industrial Actualidad y Nuevas Tendencias*, 7(26), 53. <http://servicio.bc.uc.edu.ve/ingenieria/revista/Inge-Industrial/vol7-n26/art03.pdf>
- Gillet-Goinard, F., y Seno, B. (2014). *La caja de Herramientas: Control de Calidad* (1 ed.). Grupo Editorial Patria. <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/39347>
- Gómez Fraile, F., Villar Barrio, J. F., y Tejero Monzón, M. (2003). *Seis Sigma* (2a ed.). Fundación Confemetal. <https://books.google.co.cr/books?id=qwumngQPLmUC&pg=PA43&dq=seis+sigma&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiR95GbtqT4AhXDtoQIHUbyAyEQ6AF6BAgLEAI#v=onepage&q=seis%20sigma&f=false>
- Hernández-Sampieri, R., y Mendoza Torres, C. (2018). *Metodología de la Investigación: Las Rutas Cuantitativa, Cualitativa y Mixta* (1 ed.). McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C. V. <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/handle/54000/1292>
- INTECO. (2015). ISO 9000:2015 Sistemas de gestión de la calidad — Fundamentos y vocabulario. 4. <https://inteco.isolutions.iso.org/obp/ui/#iso:pub:PUB200001:en>
- Leandro Alpízar, H. (2021). Implementación de un Sistema de Evaluación de Riesgo en una Industria Farmacéutica aplicando la Herramienta FMEA como Instrumento para determinar los Atributos de Calidad en la Evaluación de Procesos. 51. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/84419>
- Marrero Hernández, R., Vilalta Alonso, J., y Martínez Delgado, E. (2019). Modelo de diagnóstico planificación y control del mantenimiento. *Ingeniería Industrial*, 40(2), 149. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7124697>
- Martínez Ruiz, H. (2012). *Metodología de la investigación*. Cengage Learning Editores, S.A. de C.V. <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/39957>

- Miranda González, F., Chamorro Mera , A., y Rubio Lacoba, S. (2014). *Introducción a la Gestión de la Calidad* (1 ed.). Grefol, S.L. <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/170128>
- Muther, R. (1970). *Distribución de Planta* (2 ed.). McGraw Hill Book Company. New York .
file:///C:/Users/Karen/OneDrive/Documentos/BACHILLERATO/LOC%20Y%20DISTRIBUCION/Spanish-PPL.pdf
- Obando Rodríguez, J. (2017). Propuesta de redistribución en planta y mejoramiento del sistema de almacenamiento e. 49-50. Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/9173>
- Platas García , J., y Cervantes Valencia, M. (2014). *Planeación, diseño y layout de instalaciones* (1 ed.). Grupo Editorial Patria, S.A. De C.V. Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/39458>
- Pola Maseda, Á. (1988). *Gestión de la calidad*. MARCOMBO, S.A. <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/45847>
- Sánchez González, S., Rodríguez Rodríguez, M., y Ramírez Durán , N. (2017). Rediseño del sistema de planificación y control de la producción del área de ToolRoom en Panduit Costa Rica. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/5655/1/42344.pdf>
- Sánchez Huerta, D. (2020). *Análisis FODA*. Bubok Publishing S.L. <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/189293>