

Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería civil Industrial



**“Propuesta de distribución desde el factor cambio
para hacer más flexible, variable y adaptable la
planta de Revesol”.**

Por

Cesar Quintanilla Hernández

Trabajo de Título para optar al Grado de
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y título de
Ingeniero Civil Industrial

Prof. Guía Milton Alvear

enero de 2019

Dedicatoria

Dedico este trabajo a todas las personas que quiero y estimo.

Y también a las personas que a futuro les puede servir el desarrollo de este trabajo.

Mención aparte, a Don Pedro Barros que tuvo la gentileza de haber dado un momento de su tiempo para poder contextualizar el origen de la empresa Revesol. Agradeciendo su disposición por recibir y conocer un poco más de la empresa.

Mención aparte, a Don Milton Alvear, profesor guía del trabajo de título, que con su conocimiento y claridad ayudo a elaborar el trabajo de título. Agradeciendo, su disposición de recibirme durante todo este tiempo.

Dedico este trabajo a mis padres y agradecer su esfuerzo durante todo este tiempo.

Dedico este trabajo a mis familiares más cercanos por los valores que me han entregado.

II

Agradecimientos

Agradezco a todas las personas que han estado conmigo durante estos 6 largos y hermosos años.

Años que no han sido fáciles, sin embargo con grandes aprendizajes.

Que me han marcado como persona y profesional.

Además, agradezco todo lo que tengo; mi familia, amigos, conocidos, compañeros, profesores y colegas. Que fueron capaces de ayudarme de alguna manera, mediante un apoyo, consejos o alguna enseñanza.

Agradecer también, a la persona que reciba este trabajo y de alguna u otra forma le pueda servir.

Finalmente, agradecer a la empresa por haberme recibido durante un tiempo y poder lograr terminar este trabajo extenuante, pero gratificante a la vez.

Ahora simplemente, me queda dedicarme a mi profesión y poder devolver esta gran ayuda súper valiosa que me entregaron estas grandes personas. Dando las gracias a todos ustedes.

Índice

	Pág.
Índice.....	III
Figuras.....	VII
Tablas.....	IX
Anexos.....	XI
Resumen.....	1
Abstract.....	2
Introducción.....	3
Capítulo 1.....	4
I. Antecedentes generales de la empresa.....	4
1. Historia de la empresa.....	4
2. Principios y valores de la empresa.....	5
3. Estructura organizacional de la empresa.....	6
4. Dotación de personal de la empresa.....	8
5. Mapa de procesos de la empresa.....	9
6. Desempeño de ventas.....	10
7. Diseño de planta.....	11
II. Planteamiento del problema.....	12
1. Diagnóstico del problema.....	12
2. Descripción y aplicación de la herramienta árbol de problema y análisis.....	13
3. Propuesta del proyecto.....	18
III. Objetivos.....	19
1. Objetivo general.....	19
2. Objetivos específicos.....	19

IV

Capítulo 2	20
IV. Marco teórico	20
1. Definición de distribución de planta	20
2. Principios básicos de la distribución de la planta	20
3. Naturales de los problemas de distribución de planta	21
4. Métodos para la distribución de una planta	21
4.1. Distribución por posición fija	21
4.2. Distribución por proceso	22
4.3. Distribución por producto	23
5. Factores que afectan a la distribución en planta	24
6. Método SLP (SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING):	30
6.1. Descripción general del procedimiento	32
7. Métodos de generación de layouts	35
7.1. Métodos constructivos	36
7.2. Métodos de mejora	38
V. Metodología	39
1. Introducción	39
2. Metodología aplicada	41
Capítulo 3 Recopilación de información	43
VI. Relevamiento de información producto-cantidad	43
1. Productos de la empresa	43
1.1. Poleas	44
1.2. Polines	45
1.3. Equipos oleohidráulicos	48
2. Cantidad producida	49
3. Análisis de histograma P-Q	50
VII. Recorrido de los procesos	51
1. Diagramas de flujo de la empresa	51
2. Distancia recorrida por material	53
VIII. Relación entre actividades	56
1. Relación de actividades con criterio cuantitativo	57
2. Relación de actividades con criterios cualitativos	60

3. Relación de actividades con criterio mixto	61
IX. Diagramas de relación del recorrido	62
1. Diagrama de relaciones de distancia entre actividades	62
2. Diagrama de relaciones de los tiempos y costos en el traslado del material entre actividades	64
X. Análisis de factores	67
1. Factor material.....	67
2. Factor maquinaria.....	68
3. Factor Hombres	70
4. Factor Movimiento	70
5. Factor Espera	72
6. Factor Servicio	73
7. Factor Edificio.....	73
8. Factor Cambio	74
8.1. Flexibilidad.....	74
8.2. Adaptabilidad.....	77
8.3. Versatilidad.....	78
XI. Necesidades de espacio.....	79
Capítulo 4 Elaboración de propuesta de distribución	81
XII. Desarrollo del diagrama general en conjunto	81
1. Aplicación de Software constructivo del diagrama general en su conjunto.....	81
1.1. Aplicación de método constructivo bajo el criterio cuantitativo	83
1.2. Aplicación de método constructivo bajo criterio cualitativo	85
1.3. Aplicación de método constructivo bajo el un criterio mixto.....	87
XIII. Aplicación de Software de mejoramiento del diagrama general en su conjunto.....	90
1. Evaluación de iteraciones del Software Craft con recorridos Normales	91
2. Evaluación de iteraciones del Software Craft con Recorridos Extremos.....	92
3. Conclusiones a partir de las evaluaciones a las propuestas de distribución	93
XIV. Plan detallado de distribución	96
1. Desarrollo para la elaboración de la propuesta de distribución en detalle.	97
2. Validación con puntuación.....	103

VI

Capítulo 5 Validación y planificación de la propuesta	105
XV. Planificación de proyecto de distribución de la empresa Revesol	105
XVI. Validación económica.....	108
1. Beneficios del proyecto de distribución	108
1.1. Beneficio de manejo y almacenamiento de material	108
1.2. Beneficio en el aumento de productividad	112
2. Beneficio/ Inversión del proyecto layout	113
Capítulo 6 Conclusiones y recomendaciones del proyecto de título.....	114
XVII. Conclusiones.....	114
XVIII. Recomendaciones.....	116
XIX. Bibliografía	117
XX. Anexos.....	118

Figuras

Figura I.1.Organigrama de empresa Metalúrgica Revesol.....	6
Figura I.2.Organigrama del Área de Producción de la empresa.	6
Figura I.3.Mapa de procesos de la empresa de Revesol.	9
Figura I.4.Grafico de Metas vs Ventas mensuales año 2017.	10
Figura I.5.Diseño de la planta de Revesol.....	11
Figura II.1.Diagrama del árbol de problemas.	13
Figura II.2.Diagnostico mediante el diagrama del árbol de problemas frente a la situación de Revesol.	13
Figura II.3.Representacion de la superficie sin uso de la planta mediante el layout de la empresa.	15
Figura II.4.Representacion de zona de almacenamiento al despunte del material que interrumpe el traslado directo.	15
Figura II.5.Diagrama de Causa-Efecto frente al problema de distribución de Revesol.	16
Figura II.6.Diagrama de Pareto de Revesol.	17
Figura II.7.Representacion al diagrama de problema de Revesol.....	18
Figura IV.1.Ilustracion de distribución fija.....	21
Figura IV.2.Ilustracion de distribución por procesos.....	22
Figura IV.3.Ilustracion de distribución por producto.....	23
Figura IV.4.Esquema de Método SLP.	31
Figura IV.5.Tabla relacional de actividades.	33
Figura IV.6.Diagrama de Relaciones de actividades.	34
Figura IV.7.Ilustracion de distribución por el método Aldep.	37
Figura IV.8.Ilustracion de distribución de distribución por el método CORELAP....	37
Figura IV.9.Ilustracion de distribución por método de CRAFT.	38
Figura V.1.Aplicacion del método SLP para la planta de Revesol.	40
Figura VI.1.Descripcion de los componentes del equipo para el transporte del material.	43
Figura VI.2.Descripcion de los componentes de la Polea.....	44
Figura VI.3.imagen del polín de carga.....	46
Figura VI.4.Imagen del Polín de impacto.	46
Figura VI.5.Imagen del Polín de retorno.	47
Figura VI.6.Imagen del Polín autocentrante.	47

VIII

Figura VI.7.Imagen de maquina manipuladora de corazas dos plumas.....	48
Figura VI.8.Histograma del análisis P-Q de Revesol.	49
Figura VII.1.Ilustracion de los diagramas de flujo de los elementos que conforman el rodillo.	52
Figura VII.2.Ilustración de diagrama de flujo de los elementos que conforman a la Polea.	52
Figura VIII.1.Histograma de relaciones entre departamentos.	58
Figura X.1.Ilustracion de Torno CNC Viper.	69
Figura X.2.Ilustracion de Torno convencional.	69
Figura X.3.Ilustracion de Grúa horquilla.	70
Figura X.4.Ilustracion de Transpaleta.	71
Figura X.5.Ilustración de Puente grúa.....	72
Figura X.6.Ilustracion de sistemas de anclajes de maquina Bardón & Oliver Centro de mecanizado.	75
Figura X.7.Ilustracion de Torno convencional y Sierra horizontal.....	76
Figura X.8.Ilustracion de Centro mecanizado Bardón & Oliver.	76
Figura X.9.Ilustraciones de tensores del galpón de Revesol.....	77
Figura XII.1.Software Aldep.....	82
Figura XII.2.Diagrama de relación criterio cuantitativo en software Aldep.....	83
Figura XII.3.Iteracion de software Aldep bajo criterio cuantitativo.	83
Figura XII.4.Diseño de propuesta de distribución de las actividades bajo criterio cuantitativo.	84
Figura XII.5.Modificacion al diseño de la propuesta de distribución bajo el criterio Cuantitativo.	84
Figura XII.6.Diagrama de relación criterio cualitativo en software Aldep.....	85
Figura XII.7.Iteracion de software Aldep bajo criterio cualitativo.	85
Figura XII.8.Diseño de propuesta de distribución bajo criterio cualitativo.....	86
Figura XII.9.Modificacion al diseño a la propuesta de distribución bajo criterio cualitativo.	86
Figura XII.10.Diagrama de relación criterio mixto en software Aldep.	87
Figura XII.11.Iteracion de software Aldep bajo criterio mixto.	87
Figura XII.12.Diseño de propuesta de distribución bajo criterio mixto.	88
Figura XII.13.Modificacion al diseño de la propuesta de distribución bajo criterio mixto.....	88
Figura XIII.1.Software Craft.....	90

Figura XIII.2.Iteracion de software con el uso de recorridos normales.....	91
Figura XIII.3.Iteraciones del software Craft con el uso de recorridos extremos.	92
Figura XIII.4.Diseño de propuesta distribución representando el diagrama general en su conjunto.....	94
Figura XIII.5.Ilustraciones del modelamiento a la propuesta de distribución mediante software Sketch-up.	95
Figura XIV.1.Ilustracion del diagrama de flujo para la elaboración del soporte polín.....	98
Figura XIV.2.Ilustracion de los diagramas de flujo para los componentes del rodillo.....	100
Figura XIV.3.Ilustracion de los diagramas de flujo para los componentes de las poleas.....	101
Figura XIV.4.Ilustracion del diagrama de flujo para la elaboración de Equipos oleohidraulicos.	102

Tablas

Tabla I-1. Dotación de personal Revesol.....	8
Tabla I-2.Registro de ventas y metas mensuales	10
Tabla II-1.Causas de problema Revesol	16
Tabla II-2.Ponderación de frecuencias de las causas de Revesol	17
Tabla II-3.Tabla de causas relevantes	17
Tabla V-1.Ilustración de método aplicado a proyecto Revesol	42
Tabla VI-1.Clasificacion de las normas Cema.....	45
Tabla VI-2. Cantidad producida el año 2017	49
Tabla VII-1.Matriz de distancia de los procesos de Revesol.....	53
Tabla VIII-1. Tabla de clasificación de proximidad.....	56
Tabla VIII-2. Tabla del límite de ponderación.....	56
Tabla VIII-3. Clasificación de las actividades de Revesol	57
Tabla VIII-4. Frecuencia entre actividades	57
Tabla VIII-5. Asignaciones limites según la frecuencia de cada actividad	58
Tabla VIII-6. Ponderación de cada relación	59
Tabla VIII-7.Diagrama de relación bajo el criterio cuantitativo.....	59
Tabla VIII-8.Diagrama de relación bajo el criterio cualitativo.....	60

Tabla VIII-9. Diagrama de relación bajo criterio mixto	61
Tabla IX-1. Diagrama de relación de distancias extremas.....	62
Tabla IX-2. Diagrama de relación de distancia normal	63
Tabla IX-3. Diagrama de relación de frecuencia de traslados	63
Tabla IX-4. Diagrama de relación de distancias normales durante una jornada de trabajo	63
Tabla IX-5. Diagrama de relación de distancias extremas durante una jornada de trabajo	64
Tabla IX-6. Velocidades de los equipos de manejo para el manejo o izaje del material	64
Tabla IX-7. Diagramas de relación de tiempos normales	65
Tabla IX-8. Diagrama de relación de tiempos extremos.....	65
Tabla IX-9. Costos hora-hombre de operarios y bodegueros	65
Tabla IX-10. Diagrama de relación de costos en el traslado de material con trayectos normales	66
Tabla IX-11. Diagrama de relación de costos en el traslado de material con trayectos extremos	66
Tabla X-1. Cantidad de stock por tipo de material	68
Tabla X-2. Situación operativa de las maquinas	68
Tabla X-3. Situación contractual de los operarios de Revesol.....	70
Tabla XI-1. Porcentajes para el cálculo de pasillos dependiendo la construcción.....	79
Tabla XI-2. Cálculo de superficie para cada Departamento o Actividad de Revesol..	80
Tabla XIII-1. Costos de las propuestas de distribución con recorridos normales.....	93
Tabla XIII-2. Costos de las propuestas de distribución con recorridos extremos.....	93
Tabla XIV-1. Registro de máquinas dadas de baja.....	97
Tabla XIV-2. Registro de propuesta de cambios de maquinas	102
Tabla XIV-3. Ponderación de validación por puntuación.....	103
Tabla XIV-4. Resultados de ponderación de la validación por puntuación.....	104
Tabla XV-1. Planilla costo H-H.....	105
Tabla XV-2. Actividades de proyecto de distribución.....	106
Tabla XV-3. Datos generales del proyecto de distribución	107
Tabla XV-4. Inversión por etapa del proyecto de distribución.....	107
Tabla XVI-1. Registro de las distancias totales por relación de los departamentos .	109
Tabla XVI-2. Registro de tiempos totales por relación de los departamentos.....	110

XI

Tabla XVI-3. Planilla Costo H-H según el medio de transporte.....	111
Tabla XVI-4. Planilla de beneficio anual del costo H-H.....	111
Tabla XVI-5. Planilla de producción para poleas y rodillos.....	112
Tabla XVI-6. Planilla de beneficios productivos anuales.....	112
Tabla XVI-7. Planilla de ingresos del beneficio productivo.....	112

Anexos

Anexo XX-1. Plano de la planta Revesol.....	118
Anexo XX-2. Respuesta de los supervisores de Revesol frente a la ponderación de importancia de cercanía entre departamentos.....	118
Anexo XX-3. Planos estructurales de la planta.....	118
Anexo XX-4. Registro técnico de maquinas.....	118
Anexo XX-5. Propuesta de distribución en detalle a la planta de Revesol.....	118
Anexo XX-6. Carta Gantt de proyecto de distribución.....	118
Anexo XX-7. Presupuesto de proyecto de distribución de empresa contratista	118

Resumen

El desarrollo del trabajo que lleva como título Propuesta de distribución desde el factor cambio para hacer más flexible, variable y adaptable la planta de Revesol, es justificado mediante la problemática que presenta la empresa Revesol en resolver un problema de deficiencia en su distribución implicando consecuencias negativas tanto en sus actividades económicas como productivas.

A partir del diagnóstico, se observa que la distribución no es capaz de satisfacer con los principios básicos de una buena distribución, como son: la integración de los elementos, mínima distancia recorrida, facilidad en el flujo de material, seguridad operacional, uso del espacio cubico y flexibilidad al cambio.

Para esto, se elabora una propuesta de distribución que permita solucionar estos problemas a la planta. Principalmente, provocados por el escaso control o manejo en adaptarse frente a situaciones de cambio. Por esta razón, la propuesta es elaborada en torno a la necesidad de volver eficiente sus propios espacios y recursos logrando una adaptabilidad, flexibilidad y versatilidad.

Debido a esto, el trabajo desarrolla una metodología que es adecuada para tomar decisiones y generar una distribución eficiente. Validando la propuesta con aspectos cuantificados, que sean capaces de comprobar el impacto esperado.

Para finalizar con el resumen, se estima que la propuesta de distribución desarrollada durante el trabajo, implicaría de una inversión de alrededor de 67 millones de pesos con una duración 5 meses de trabajos. Consiguiendo así, una distribución eficiente a partir de la flexibilidad, adaptabilidad y variabilidad.

Abstract

The present work takes as a title “Proposal of distribution from the change factor to make the Revesol plant more flexible, variable and adaptable.” It is justified by the problems presented by the company Revesol in solving a problem of deficiency in its distribution, that causes negative consequences in both its economic and productive activities.

From the diagnosis, it is observed that the current distribution system is not able to satisfy the basic principles of a good distribution, such as: integration of the elements, minimum distance traveled, ease in the flow of material, operational safety, use of cubic space and flexibility to change.

To avoid this, a distribution proposal is prepared to solve these problems in the plant. The problems are mainly caused by the limited control and/or management in adapting to changing situations. For this reason, the proposal is elaborated around the need to make efficient its own spaces and resources, with the goal of achieving adaptability, flexibility and versatility.

Due to this, the work develops a methodology that is adequate in the making of decisions and in the process of generating an efficient distribution. To verify the expected impact are quantified aspects, that help to check the usefulness of the proposed model.

To conclude with this abstract, it is estimated that the distribution proposal developed during this work would involve an investment of around 67 million pesos with a duration of 5 months of work; thus achieving an efficient distribution based on flexibility, adaptability and variability.

Introducción

La distribución de planta implica considerar una diversidad de factores, capaces de hallar un ordenamiento en el espacio físico y entregar o dar un destino conveniente a todo elemento que conforma la planta. De esta forma, la distribución le genera a la planta un beneficio económico y productivo. Sin embargo, la existencia de tantos factores conlleva a que las empresas suelen ignorar el tema de la distribución, porque la mayoría de las veces no se posee una experiencia previa en la planificación de una distribución.

Un problema de distribución en planta, ni es extremadamente simple ni es tampoco extraordinariamente complejo; lo que requiere es: a) un conocimiento ordenado de los diversos elementos o particularidades implicadas en una distribución y de las diversas consideraciones que pueden afectar la ordenación de aquellos, y b) un conocimiento de los procedimientos y técnicas de cómo se debe ser realizada una distribución para integrar cada uno de estos elementos. (Muther, 1997, pág. 43)

Por esta razón, el proyecto de título busca generar un conocimiento al lector sobre; todos los elementos que participan y los elementos que participarán. Ya que no basta solamente considerar los elementos presentes, si no también se deben prever los cambios que se presenten a futuro de estos elementos. Muther (1997) afirma: “De una cosa podemos estar seguros y es de que las condiciones de trabajo cambiarán y que estos cambios afectarán a la distribución en mayor o menor grado” (pág. 163).

Ya que las empresas constantemente están expuestas a factores internos y externos que provocan cambios a los elementos, sobre todo un mercado minero que es exigente y competitivo. Por esta razón es imprescindible que cualquier distribución de planta posea de tres cualidades como son; tener una instalación flexible, versátil y a la vez variable permitiendo una adaptabilidad frente a los cambios que se presenten a futuro.

La estructura del trabajo se encuentra dividida por capítulos, que describen el proyecto de distribución desde la situación actual de la empresa hasta la obtención del plano de la propuesta de distribución.

Capítulo I explica la problemática y se realiza la justificación del estudio identificando el problema y definiendo los objetivos, sobre todo aquellos que permiten mitigar el problema.

Capítulo II durante este capítulo se definirá la forma de cómo solucionar el problema, proporcionando un marco teórico y los conceptos que sean necesarios para la comprensión del tema de distribución de planta

Capítulo III se buscarán las metodologías que proporcionen posibles soluciones al tema abordado y establecerá la metodología más idónea para el caso. Y del cual define la forma de cómo se va trabajar en el proyecto.

Capítulo IV se comienza con la aplicación de la metodología elegida, desarrollando los pasos establecidos que lleguen a cumplir con los objetivos.

Capítulo V finaliza el trabajo evaluando los beneficios económicos que traería aplicar esta propuesta de rediseño de layout. Terminando con las recomendaciones correspondientes.

Capítulo 1

I. Antecedentes generales de la empresa

A modo de describir la empresa, se presentan los antecedentes necesarios que sean capaces de aportar a un conocimiento de las tareas, actividades y funciones de la empresa. Obteniendo así una imagen general del rol que cumple dentro de la industria Minera.

1. Historia de la empresa

Revesol es una empresa con más de 40 años de experiencia dedicada a la fabricación de componentes para el transporte de materiales y equipos oleohidráulicos.

Revesol entró al sector minero en 1980, sin perjuicio que desde hacía unos 5 años le vendía cilindros hidráulicos, aunque en forma esporádica.

Al pasar los años fue desarrollando un posicionamiento de marca muy fuerte en lo asociado a los servicios y al diseño de suministros de componentes, teniendo la flexibilidad de adecuarse a la situación particular de cada uno de sus clientes. Fue en 1975 cuando se adjudicó su primer gran contrato, este fue la licitación para construir gatas de levante para el Metro de Santiago, tecnología que hasta ese entonces se acostumbraba a importar desde otros países. Este significativo logro constituyó un importante avance en lo relacionado al crecimiento de la empresa, y permitió consolidar una organización diseñada de manera muy funcional y que permitiría posicionar definitivamente a Revesol a través del tiempo. El número de trabajadores fue en aumento, como también los desafíos y requerimientos. Fue en esta situación en que la empresa se estableció el objetivo de expandirse y se multiplicaron las competencias y habilidades de toda la organización. De esta manera, es como luego de una serie de esfuerzos comerciales se inicia en el año 1980 la producción en serie de polines, y de esta forma entró a participar activamente en el sector minero e industrial.

Hasta ese momento el mercado de los polines era algo que pertenecía a empresas de origen inglés y norteamericano, Revesol fue la primera empresa chilena en producirlos. Esto la dotó de una experiencia cada vez más reconocida que la ha llevado a poseer cerca del 60% del mercado de reposiciones de nuestro país. Pero también ha debido superar difíciles momentos, como la crisis económica de 1982. Mientras la empresa se encontraba en plena expansión, las dificultades del complejo momento por el que pasaba la economía de esa época la llevaron a operar con menos de la mitad del personal. Sin embargo, superada la problemática se volvió a contratar a la mayoría de los funcionarios, ya que siempre ha existido un “estrecho ambiente familiar”, según cuentan los mismos trabajadores que, en algunos casos, llevan más de 30 años al servicio de la compañía.

Desde ese entonces numerosos han sido los desafíos que Revesol ha aceptado, cumpliendo y superando siempre los objetivos propuestos. Con un constante esfuerzo de las distintas áreas de la empresa por desarrollar sistemas que permitan resolver los problemas particulares de cada uno de los clientes.

Revesol ha potenciado su estrategia de negocio apuntando hacia un proceso de desarrollo y crecimiento en las ventas de productos y servicios asociados a sus dos líneas de productos. Finalmente y durante los últimos años Revesol ha llevado su oferta a clientes de

otros sectores industriales distintos al minero, como son el cementero, el siderúrgico, el de la celulosa, el portuario, etc., como también se ha hecho foco en la internacionalización de la compañía. Es así como Revesol hoy en día ya está presente en el mercado del Perú y ha consolidado ventas de equipos a proyectos en Brasil y Asia.

2. Principios y valores de la empresa

Continuando con la etapa descriptiva, se detallan los lineamientos de la empresa por medio de la visión, misión y valores. Definiendo y explicando la identidad corporativa que representa Revesol. (Metalúrgica Revesol S.A., s.f.)

Misión

Generar valor, focalizándonos en satisfacer las necesidades de nuestros clientes por medio de la búsqueda permanente de soluciones confiables en un marco de excelencia y eficacia en los procesos, que nos permita crecer en forma sustentable, y siempre preocupados del desarrollo integral y la motivación de las personas.

Visión

Ser una empresa referente en la generación de confianza, que participa en la industria metalmeccánica, y aborda el mercado mundial.

Valores fundamentales

- ✓ **RECTITUD E INTEGRIDAD**
Valoramos la franqueza, la transparencia, el respeto y la sobriedad.
- ✓ **SOMOS UN EQUIPO**
Trabajamos en equipo, con dedicación, buscando la excelencia y valorando la creatividad.
- ✓ **RESPONSABILIDAD**
Asumimos todos los compromisos con responsabilidad.
- ✓ **MERITOCRACIA**
Creemos en la oportunidad individual, basada en el mérito de cada uno.
- ✓ **DESARROLLO HUMANO**
Nos importan las necesidades de nuestros trabajadores en especial las relacionadas con su dignidad y desarrollo.
- ✓ **ORIENTACION A LOS CLIENTES**
Procuramos agregar valor a nuestros clientes, atendiendo sus necesidades eficientemente.
- ✓ **ORIENTACION A LOS RESULTADOS**
Visualizamos la rentabilidad como un medio para mantener la empresa y sus valores en el tiempo.

3. Estructura organizacional de la empresa

A continuación se representa la estructura de la empresa Metalúrgica Revesol, mostrando las relaciones y funciones de cada uno de los departamentos.

En la Figura I.1 se observa el organigrama de la empresa, y del cual se sub-dividen en doce departamentos diferentes. Cada uno con sus obligaciones respectivas y distintas de una a la otra. Todos los departamentos cuentan con una persona a cargo, donde esta tiene el deber y la obligación de hacer cumplir todas las tareas que se le demanden. Además, él es el único responsable de las operaciones que se realizan en el departamento. (Metalúrgica Revesol S.A., s.f.)

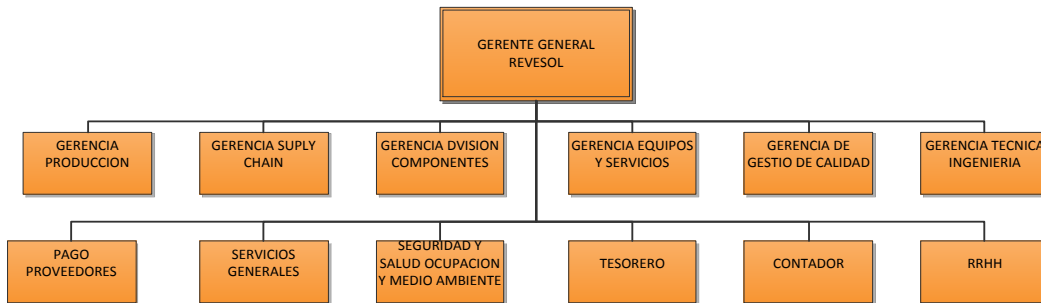


Figura I.1.Organigrama de empresa Metalúrgica Revesol.

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura I.2 representa en detalle la estructura del departamento de producción, área del cual se abordó el trabajo de título.

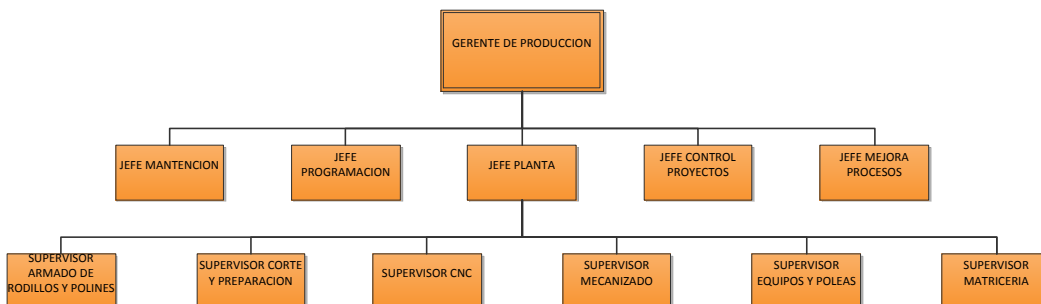


Figura I.2.Organigrama del Área de Producción de la empresa.

Fuente: Elaboración propia

A partir de lo anterior, se describe la responsabilidad principal que tiene cada uno de los cargos. (Metalúrgica Revesol S.A., s.f.)

Gerente General: liderar la gestión comercial y ventas en los diferentes proyectos de la empresa. Además de entregar los recursos necesarios, para el desarrollo de la actividad. Cuando sea necesario interceder en la liberación de las ordenes de compras, cuyos montos excedan a las normales.

Gerente Técnico: Velar que las especificaciones técnicas sean las requeridas por el cliente, asegurando que el área de ingeniería cumpla con transmitir la información

fidedigna al Sistema SAP. Debe apoyar al área de abastecimiento, en caso de que el producto solicitado no se encuentre disponible en el mercado, entregando alternativas de productos y validación de marcas, que cumplan con lo solicitado por el cliente. Además de velar por lo establecido por el presente procedimiento.

Gerente de Producción: Aprueba las solicitudes de los supervisores de área y controla que el pedido sea entregado a tiempo a la producción.

Sub-Gerente de Supply Chain: Es responsable de la negociación con los proveedores estratégicos, controlar la gestión de compras, de productos y servicios. Controlar los resultados de gestión de las áreas de abastecimiento, logística y operaciones externas, solicitar los resultados de Evaluación de Proveedores. Tiene a su haber la responsabilidad de liberar SOLPED y órdenes de compras.

Jefe de Abastecimiento: Es responsable de supervisar y controlar todo el proceso de compras de los productos, servicios y operaciones externas, en relación al margen de costos, entrega oportuna de productos al cliente interno, con el objeto de dar cumplimiento al cliente final. Participa de la negociación con proveedores, controla la Evaluación a Proveedores e incide en el tiempo de respuesta en la actividad de compras.

Jefe de Bodega: Controla que la recepción de materiales cumpla con los requisitos de la Orden de Compra y

Bodeguero: Es responsable de la recepción y verificación de materiales, con el fin de asegurar la integridad y cantidad del producto. Una vez realizada su recepción, este debe ser registrado en SAP.

Jefe de Control de Calidad y Control Proyectos o Inspector de Calidad: Son responsables de verificar el producto al momento de la recepción, con el fin de asegurar, que este cumpla con los requisitos solicitados por el área Técnica. Además deben realizar inspecciones en terreno a los proveedores de operaciones externas, con objetivo de supervisar y controlar el proceso de nuestros productos.

Comprador: Dar cumplimiento al presente procedimiento, en la gestión de compras, asegurando la tabla comparativa para respaldo de los costos y plazos de entrega de los proveedores. Cuando sea necesario, debe participar de la gestión de negociación y desarrollo de nuevos proveedores.

Planificadora: Tiene la responsabilidad de parametrizar el sistema SAP, en relación a la gestión de planificación de materiales e informar a través de SAP, valores mínimos de compra y Stock de seguridad.

Supervisor de Área: Es responsable de solicitar insumos requeridos para la correcta ejecución de las actividades desarrolladas en la producción. La solicitud de insumos debe ser aprobada por de Gerente de Producción.

4. Dotación de personal de la empresa

La dotación de personal contemplando las funciones operativas, administrativas y de apoyo, son compuestas por 154 trabajadores, incluyendo a trabajadores propios y de terceros. De estos 139 son trabajadores que se encuentran con contratos indefinidos y otros 15 con contratos fijos. El horario de trabajo es el que establece el artículo 10 del código del trabajo, en el cual establece la duración y distribución de la jornada.

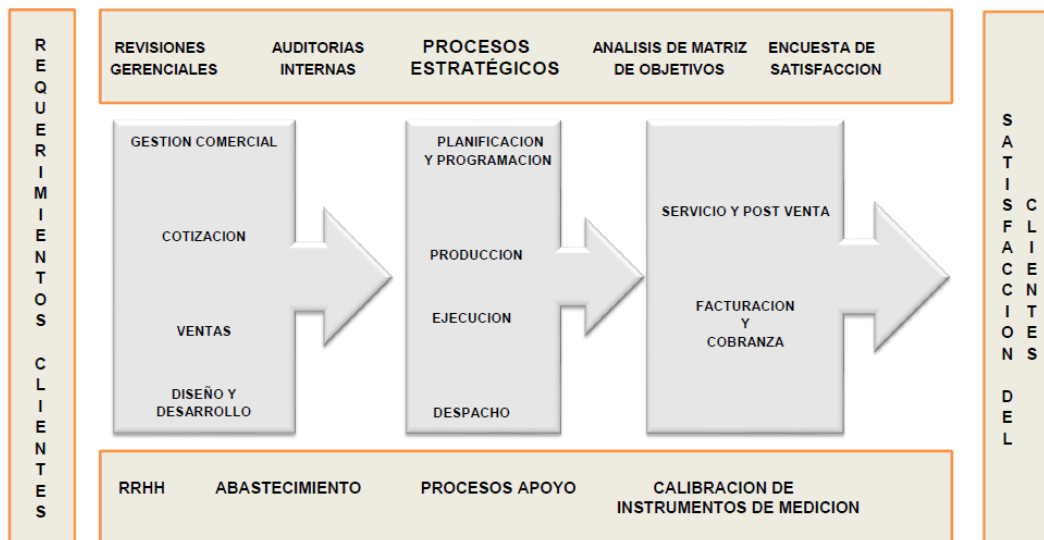
A continuación, en la Tabla I-1 se presenta el detalle de la dotación de personal.

AREA DE TRABAJO	CANTIDAD DE PERSONAL
ABASTECIMIENTO	4
ADM INGENIERIA	3
ADMINISTRACIÓN	9
ARMADO	9
CNC	6
CONTROL DE CALIDAD	2
COORDINACION VENTA	2
CORTE Y PREPARACIO	9
COTIZACIONES COMPO	5
ESTACIONES	1
Gerencia	5
GERENCIA GENERAL	2
GERENCIA OPERACION	1
HIDRAULICA	6
INGENIERIA DE COMP	2
Ingeniería Proceso	1
INGENIERIA Y DESAR	3
LOGISTICA	16
MANTENCION	3
MAQUINAS	15
MATRICERIA	3
MECANIZADO EQUIPOS	11
PLANIFICACION PROD	1
POLEAS	7
PROGRAMACIÓN PRODU	1
RODILLOS	4
RRHH	2
SERVICIO TECNICO	7
SSOMA	2
TI/SAP	1
VENTA ANTOFAGASTA	2
VENTAS PROYECTOS T	1
VENTAS ZONA CENTRO	2
VENTAS ZONA NORTE	6
Total general	154

*Tabla I-1. Dotación de personal Revesol
Fuente Metalúrgica Revesol S.A.*

5. Mapa de procesos de la empresa

En la Figura I.3, es representado el mapa de procesos de la empresa Revesol. En él, se explican las funciones que se deben abordar dentro de la empresa; definiendo los procesos estratégicos, los procesos claves y los procesos de soporte o apoyo.



*Figura I.3. Mapa de procesos de la empresa de Revesol.
Fuente Metalúrgica Revesol S.A.*

Los procesos estratégicos.

En este proceso se fijan las políticas y normativas, y en el cual se realizan auditorías con el fin de mantener el control y ver el cumplimiento de las normas que se encuentren regido a la empresa. Además se definen normas internas que sean capaces de permitir el mejoramiento continuo de las tareas y deberes de la empresa.

Los procesos claves

Son fundamentales al momento de entregar un buen servicio con un adecuado control de calidad. Durante este proceso se elaboran las propuestas de mejora y se colabora en el diseño o red-diseño de nuevos servicios o productos.

Procesos de soporte o apoyo.

Durante este proceso, son capaces de proveer a la organización de todos los recursos necesarios, en cuanto a personas (RRHH), maquinaria (Mantenimiento) y materia prima (abastecimiento).

6. Desempeño de ventas

El desempeño de la empresa Revesol se observa en la Tabla I-2, en ella se muestra los montos de las facturas hechas por la empresa durante el año 2017 en un periodo de siete meses. Para Revesol y su departamento de finanzas el monto de las facturas debe estar cercano al 85% de lo presupuestado para cada mes. En la tabla se observan los montos presupuestados para los siete meses correspondientes.

En promedio Revesol bordea cerca de los mil millones de pesos mensuales y según el SII la empresa estaría clasificado como una empresa grande 2, ya que según el recuadro, las ventas anuales fluctúan entre 200.000 UF a 600.000 UF. (Servicio de Impuestos Internos de Chile, s.f.)

MES	Millones\$ PPTO	Millones\$ FACT	META	CUMPL
ABRIL	1063	936	85%	88,05%
MAYO	1314	836	85%	63,62%
JUNIO	1357	800	85%	58,95%
JULIO	1282	1032	85%	80,50%
AGOSTO	1410	1206	85%	85,53%
SEPTIEMBRE	1312	1001	85%	76,30%
OCTUBRE	1437	1259	85%	87,61%
TOTAL A LA FECHA	9175	7070	85%	77,06%

Tabla I-2.Registro de ventas y metas mensuales
Fuente: Metalúrgica Revesol S.A.

En el Figura I.4, se observa el cumplimiento de la empresa con respecto a las metas que propone el departamento financiero de Revesol. Según los meses mostrados, Revesol es una compañía que promedia por debajo del 85% de las metas presupuestadas, esto hace que la empresa presente una inestabilidad económica, generados por sus variaciones de producción y aumentos rápidos de desempleos.

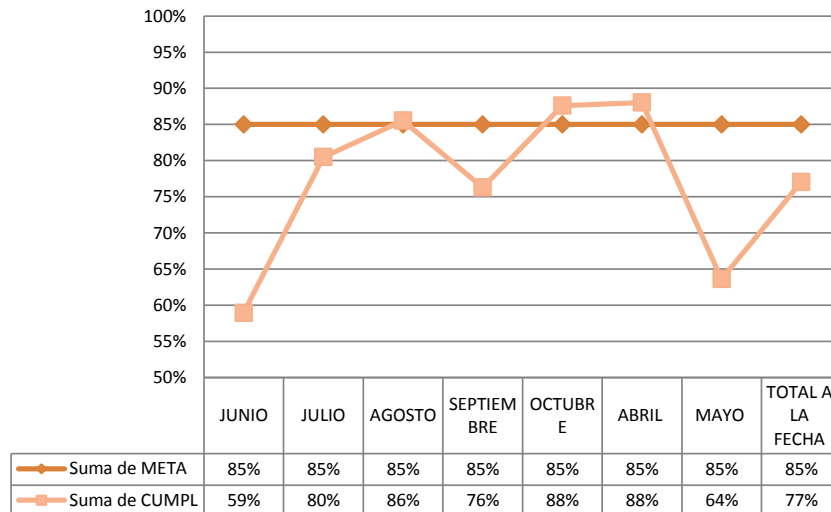


Figura I.4.Grafico de Metas vs Ventas mensuales año 2017.
Fuente: Elaboración propia

7. Diseño de planta

El terreno de la Empresa Revesol se encuentra ubicado en Miraflores, Pudahuel, Región Metropolitana de Santiago, Chile. La superficie del terreno tiene aproximadamente 3,3 hectáreas y una superficie edificada de 1,6 hectáreas. La planta de producción cuenta con una superficie de 1,3 hectáreas compuesta por 7 naves. Su estructura se conforma por pilares y vigas de acero, y revestido con paneles metálicos por el exterior. Por otro lado la distribución de los espacios contempla un área de planta y una administrativa.

El área de planta con un edificio que comprende una superficie de 10.935 m². Dentro de ella se encuentran oficinas que cuentan con una superficie de 441 m².

Su área administrativa contempla un edificio de oficinas con una superficie de 644m², camarines con una superficie de 345 m², casino con una superficie de 534 m² y una portería con una superficie de 15 m². (Metalúrgica Revesol S.A.)

En la Figura I.5 se observa la superficie y el diseño del terreno de Revesol.



*Figura I.5. Diseño de la planta de Revesol.
Fuente: Metalúrgica Revesol S.A.*

II. Planteamiento del problema

1. Diagnóstico del problema

A partir de la recopilación de información y los continuos acercamientos hechos a la empresa Metalúrgica Revesol, ubicada en Miraflores, Pudahuel. Se describen los acontecimientos que presenta la empresa y que justifican el trabajo de título.

Revesol durante sus 40 años de trayectoria, es una empresa que se ha visto enfrentada a diversos cambios, ya sea por factores externos o internos propios de la empresa.

Como por ejemplo: en el año 2010 un cambio de localización debido a un aumento de demanda, aumentando su capacidad productiva. Sin embargo, durante el traslado, no se consideró ninguna lógica de distribución, provocando reiteradas modificaciones al layout de la empresa.

El ejemplo, explica en detalle como un cambio en el entorno puede provocar cambios al interior de la empresa, como un traslado de localización o una ampliación en la planta productiva.

El problema del ejemplo, es como este factor externo provoco un problema a la empresa, ya que posteriormente se tuvo que incurrir en reiteradas modificaciones al layout.

Esto se explica, a que la distribución de la empresa no pudo responder de manera correcta frente a los cambios que implica un aumento de demanda. De manera que, un cambio a raíz de algo beneficioso como es un aumento de demanda a la empresa, puede traer también consecuencias negativa, si no existe una adaptación de por medio.

De otra forma, se podría considerar que a una cierta tasa de producción la empresa funcionaba con una cierta eficiencia productiva que le permitía cumplir con su demanda. Sin embargo, a lo largo de los años Revesol una de sus características es tener una flexibilidad en la variedad de sus productos y que la hace ser reconocida a nivel nacional. Ya que frente a cualquier desafío, esta era capaz de adaptarse.

En ese contexto, Revesol continuó funcionando con esa flexibilidad en sus productos que le permitía cumplir con sus clientes, sin embargo, no con la misma eficiencia de siempre.

Luego durante el año 2016, otro factor se ve afectado, como es; el personal de trabajo, ya que el aumento de demanda no se pudo sostener en el tiempo, provocando un recorte de personal de alrededor de un 50% del total de sus trabajadores.

Actualmente, en la empresa se cuentan con 150 trabajadores que operan el 60% de las máquinas con las que cuenta Revesol.

Esto refleja el inadecuado control de la empresa en poder adaptarse a situaciones de cambios. Ya que ha provocado problemas, como son: la inoperancia en maquinaria, problemas en la utilización efectiva de espacios y grandes desplazamientos en los traslados del material y piezas. Reflejando así, la pérdida de eficiencia en la distribución.

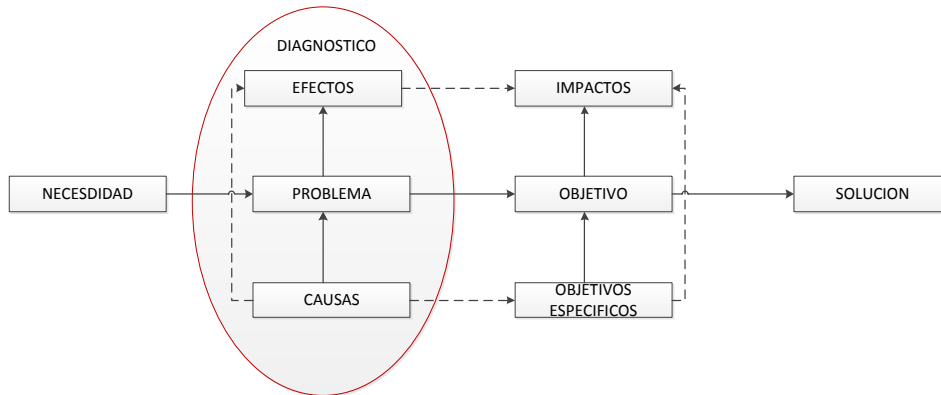
Para lograr definir y justificar el problema que presenta Revesol, se utilizara parte de la herramienta “Árbol de problema” la cual se muestra en la Figura II.1.

Desarrollando un diagnostico al diagrama con la necesidad que comprende a la empresa, efectos indeseados y causas del problema abordado.

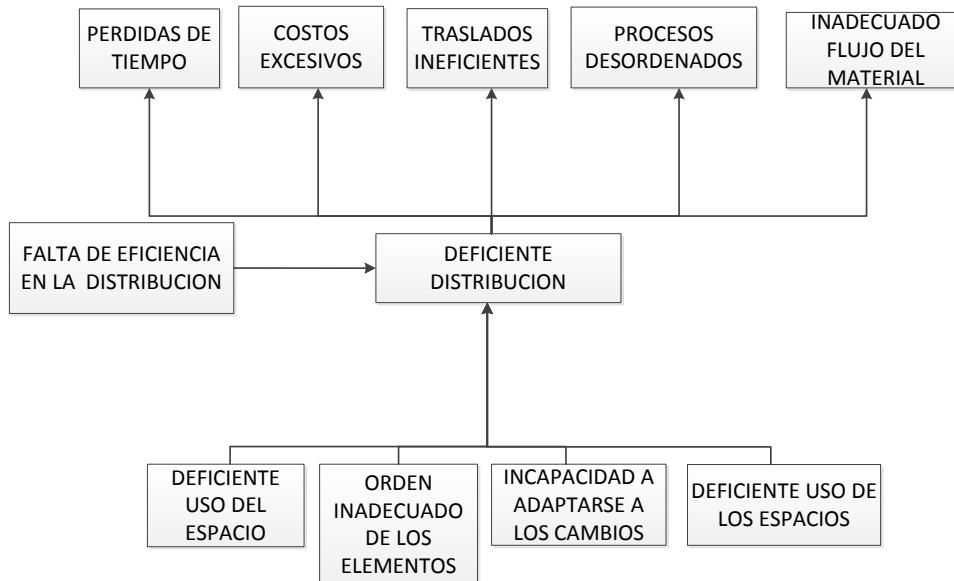
2. Descripción y aplicación de la herramienta árbol de problema y análisis

En la Figura II.1 se observa que la herramienta árbol de problema comienza de una necesidad, en este caso va ser la necesidad debido a poseer una falta de eficiencia en la distribución. Desprendiendo los factores que permiten comprender el contexto del problema y plantear la solución que sea capaz de mitigar los efectos.

Una vez aplicado el árbol de problema representado en la Figura II.2 se visualizan las causas que afectan al problema de la deficiencia en la distribución.



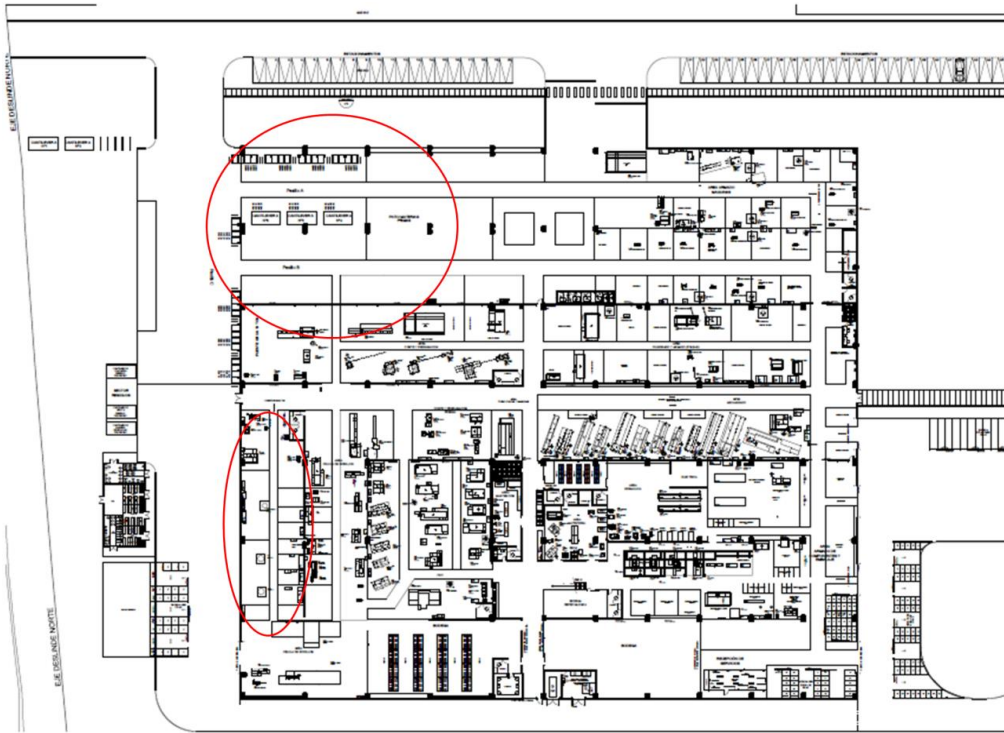
*Figura II.1. Diagrama del árbol de problemas.
Fuente: Elaboración Propia*



*Figura II.2. Diagnostico mediante el diagrama del árbol de problemas frente a la situación de Revesol.
Fuente: Elaboración Propia*

Donde las principales causas que fueron detectadas al momento de hacer el diagrama, fueron las siguientes:

- ✓ Deficiente utilización del espacio disponible
La planta de Revesol cuenta con una superficie aproximada de 10.000 m². En la Figura II.3 se muestra las zonas que actualmente no están siendo utilizadas por la empresa, aproximadamente 1.000 m² equivalente al 10% de la planta.
- ✓ La falta de operario y sus consecuencias
Ya que actualmente la empresa no cuenta con el personal suficiente para hacer el trabajo efectivo del total de la maquinaria. Donde solamente un 60% de estas están siendo utilizadas, versus el 40% restante de máquinas que presentan una situación de desuso o dadas de baja. Provocando un efecto negativo al traslado y el flujo del material.
- ✓ Deficiente ubicación de material y maquinas
Se visualizan zonas que interrumpen y desordenan la circulación o el flujo del material. En la imagen se observan la zona del despunte de material aproximadamente 500 m² y que debido a su ubicación provoca un inadecuado flujo del material para la carga y descarga del material hacia las maquinas. En la Figura II.4 se visualiza zona de almacenaje para el despunte del material, donde su ubicación interrumpe el traslado directo de las planchas de acero, recorriendo el doble del trayecto normal al momento de cargar la máquina. Además se encuentran maquinas mal ubicadas en estaciones de trabajo que no corresponden, como son; sierras, taladros, soldadoras y fresadoras. Esto provoca un desorden en las operaciones que se producen en ambas líneas de trabajo, tanto en la estación que se encuentra ubicada la maquina como en la línea de trabajo que debiese estar la máquina.
- ✓ Distribución deficiente frente a situaciones de cambio
La distribución con el que cuenta la planta no permite adecuarse frente a situaciones de cambio de demanda. Ya que la planta no presenta una flexibilidad al momento de adaptarse. Esto inhabilita a la empresa en ser eficiente con el uso de sus recursos.



*Figura II.3. Representación de la superficie sin uso de la planta mediante el layout de la empresa.
Fuente: Elaboración propia*



Figura II.4. Representación de zona de almacenamiento al despunte del material que interrumpe el traslado directo.

Fuente: Metalúrgica Revesol S.A.

Con el diagrama de Ishikawa, en la Figura II.5, se logran visualizar las dimensiones que abordan cada una de las causas del problema, como son: material, maquinas, hombre, instalación y cambio. Viéndose afectados el aspecto del movimiento ya que aumentan las distancias en el trayecto del material y en consecuencia aumentando a la vez los costos del personal. Proporcionando grandes pérdidas de tiempo, que pudiesen ser ahorrados.

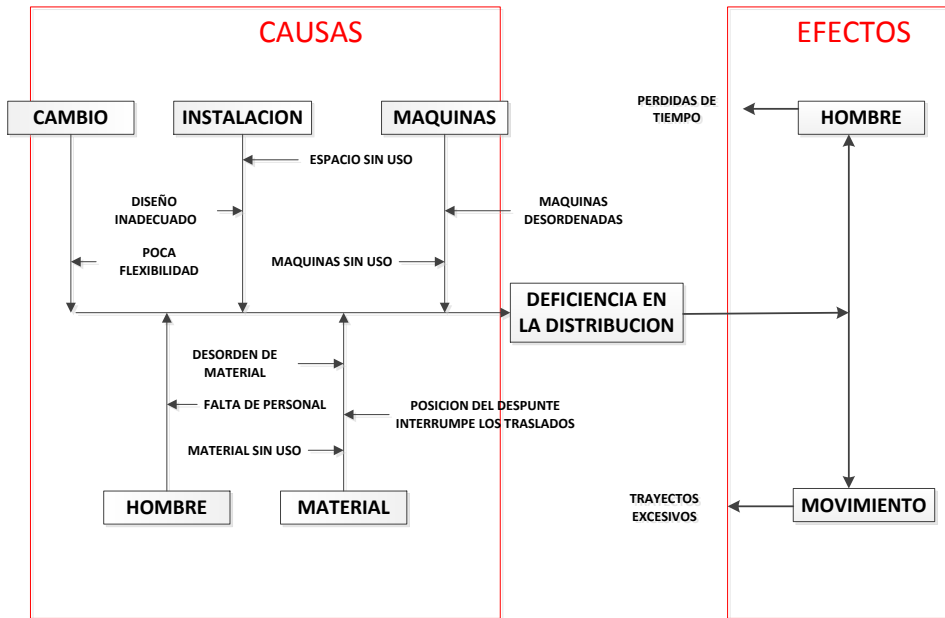


Figura II.5. Diagrama de Causa-Efecto frente al problema de distribución de Revesol.
Fuente: Elaboración Propia

A continuación, con la aplicación de una herramienta de calidad como es el diagrama de Pareto. Son seleccionadas y ponderadas las causas para obtener las causas más preponderantes al problema de distribución en la empresa.

En la Tabla II-1 se muestra las causas identificadas durante la aplicación de las herramientas de árbol de problemas y diagrama de Ishikawa. Poniéndolas a juicio según el criterio personal de los supervisores del área de producción.

CAUSAS	
CAUSA 1	<i>Diseño inadecuado</i>
CAUSA 2	<i>Espacio sin usar</i>
CAUSA 3	<i>Elementos de planta desordenados</i>
CAUSA 4	<i>Elementos sin usar</i>
CAUSA 5	<i>Personal insuficiente</i>
CAUSA 6	<i>Poca flexibilidad</i>

Tabla II-1. Causas de problema Revesol
Fuente: Elaboración propia

El trabajo junto con los supervisores, consistió en evaluar cada causa y ponderar sus efectos. En donde, evaluaban con una nota de 1 a 6, todas las causas que fueron identificadas. En la Tabla II-2 se representan los resultados, luego de haber hecho la encuesta a cada supervisor de producción.

Una vez obtenidas las ponderaciones, se procedió a sumar cada una de ellas con sus respectivas frecuencias. Para luego, proceder a ordenar de mayor a menor cada una de las causas dependiendo la frecuencia de sus ponderaciones.

A partir de esto, se obtuvo la información, que permitió completar la tabla, ingresando las frecuencias y porcentajes acumulados. Para luego terminar con el diseño del gráfico de Pareto.

CAUSAS	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA	% ACUMULADO
CAUSA 4	42	42	25%
CAUSA 3	35	77	46%
CAUSA 6	35	112	67%
CAUSA 5	28	140	83%
CAUSA 2	17	157	93%
CAUSA 1	11	168	100%

Tabla II-2. Ponderación de frecuencias de las causas de Revesol

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura II.6 se observa el diagrama de Pareto, identificando las causas que son más influyentes al problema, como es el desorden y el uso de los elementos. Reflejando, que los elementos no se encuentran integrados a cabalidad. Ya que según lo señalado por los propios supervisores con respecto a los factores del material y maquinaria, han visto como su mala ubicación han provocado desordenes en sus procesos productivos.

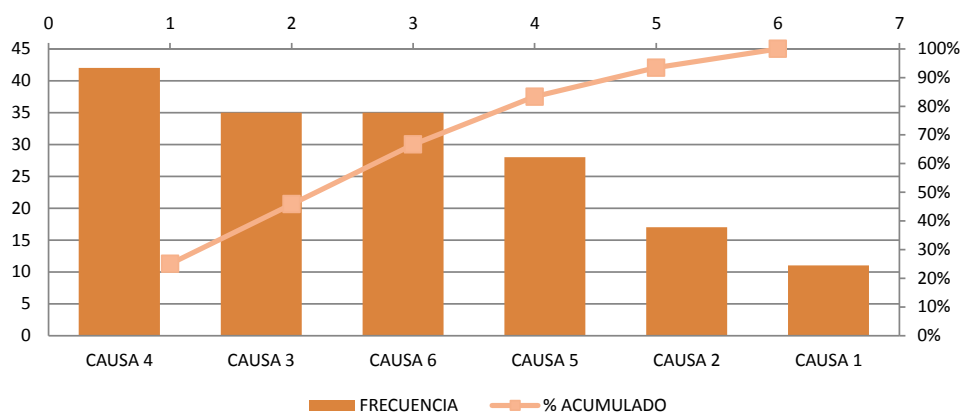


Figura II.6. Diagrama de Pareto de Revesol.

Fuente: Elaboración Propia

Según el diagnóstico, son concluidas que las causas más influyentes al problema de deficiencia en la distribución. Son las que se muestran en la Tabla II-3 .

<i>Primero</i>	<i>Causa 4: Elementos sin usar</i>	<i>25%</i>
<i>Segundo</i>	<i>Causa 3: Elementos desordenados</i>	<i>21%</i>
<i>Tercero</i>	<i>Causa 6: Poca flexibilidad</i>	<i>21%</i>
	<i>SUMA</i>	<i>67%</i>

Tabla II-3. Tabla de causas relevantes

Fuente Elaboración propia

Una vez identificadas las causas principales, se completa el árbol de problema para observar los objetivos y proponer la solución.

Una solución que sea capaz de volver eficiente la distribución de la empresa, que se ha ido perdiendo a lo largo de los años.

3. Propuesta del proyecto

Una vez identificadas las causas, se procede a terminar con el árbol de problemas.

Según el árbol de problema representado en la Figura II.7 se logran ver los principales efectos al problema de deficiencia en la distribución, como son: la pérdida constante de tiempo, flujo de material inadecuado y los aumentos en los costos de HH.

Para esto, el proyecto busca evitar tales efectos que afectan a la planta y a la empresa con su problema de deficiencia en la distribución. Mediante un método que permita mejorar tanto el orden como el uso de los elementos que integran en conjunto una distribución.

En la Figura II.7 son observados los objetivos del proyecto, en donde fueron relacionados con las causas del problema. Permitiendo de esta manera, entregar una estrategia para la planificación del proyecto, como son: la mejora del uso y orden de los elementos y además aumentar la flexibilidad de la distribución. Para generar en consecuencia, una disminución en los costos, una mayor eficiencia en el flujo de material y finalmente reducir los tiempos efectuados durante los traslados del material.

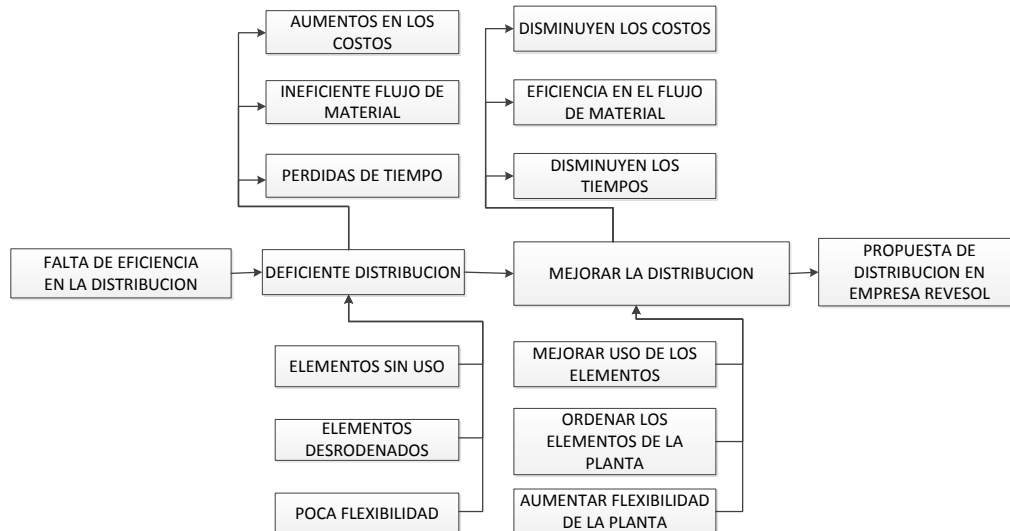


Figura II.7. Representación al diagrama de problema de Revesol.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura II.7 se menciona como solución: **“Propuesta de distribución desde el factor cambio para hacer más flexible, variable y adaptable la planta Revesol”**.

Por la razón, de obtener una distribución pensada en cumplir y satisfacer con las necesidades de la empresa y además no perder la eficiencia que se ha ido perdiendo a lo largo del tiempo. Utilizando adecuadamente cada uno de los recursos referidos especialmente a maquinas-instalación-material-hombre. Con esto se soluciona el problema de deficiencia por no poseer una instalación flexible.

Durante el trabajo, se abordara todo lo que implica la propuesta de distribución, además de dar énfasis al factor cambio.

A partir del diagnóstico en el planteamiento y propuesta al problema. Se establecen los objetivos que dan respuesta al problema.

A continuación se presentan los objetivos:

III. Objetivos

1. Objetivo general

Propuesta para mejorar a la distribución para hacer más flexible, variable y adaptable la planta de Revesol.

2. Objetivos específicos

- Relevar el estado actual de la instalación
- Establecer un orden de los elementos o particularidades de la distribución
- Determinar la ubicación de factores en la distribución
- Determinar distribución óptima para la planta

Capítulo 2

IV. Marco teórico

1. Definición de distribución de planta

La distribución de planta consiste en la ordenación física de los **factores** y **elementos** industriales que participan en el proceso productivo de la empresa en la distribución de área, en la determinación de las figuras, formas relativas y ubicación de los distintos departamentos (De la Fuente Garcia & Fernandez Quesada , 2005).

El principal objetivo es que esta disposición de elementos sea eficiente y se realice de forma tal, que contribuya satisfactoriamente a la consecución de los fines fijados por la empresa (De la Fuente Garcia & Fernandez Quesada , 2005).

Por lo cual a partir del libro distribución de planta, Richard Muther se establecen los principios que se deben cumplir para lograr alcanzar el objetivo principal que se fija cada empresa (Muther , 1997).

2. Principios básicos de la distribución de la planta

- ✓ Principio de integración conjunto

La mejor distribución es la que integra a los hombres, materiales y maquinaria en conjunto a las actividades auxiliares.

- ✓ Principio mínima distancia recorrida

A igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material entre operaciones sea la más corta.

- ✓ Principio de circulación o flujo de materiales

A igualdad de condiciones, la mejor distribución es aquella que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se transforman, tratan o montan los materiales.

- ✓ Principio del espacio cubico

La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto vertical como horizontal.

- ✓ Principio de la satisfacción de seguridad

A igualdad de condiciones, será siempre más efectivo la distribución que haga el trabajo, más satisfactorio y seguro para los productores.

- ✓ Principio de flexibilidad

A igualdad de condiciones, siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada, con menos costo o inconvenientes.

3. Naturales de los problemas de distribución de planta

La naturaleza de los problemas que provocan o abordan una distribución de planta. Los identifica Richard Muther, definiendo cuatro clases de problemas (Muther , 1997).

- ✓ Proyecto de una planta completamente nueva
- ✓ Expansión o traslado a una planta ya existente
- ✓ Reordenación de una distribución ya existente
- ✓ Ajustes menores en distribución ya existente

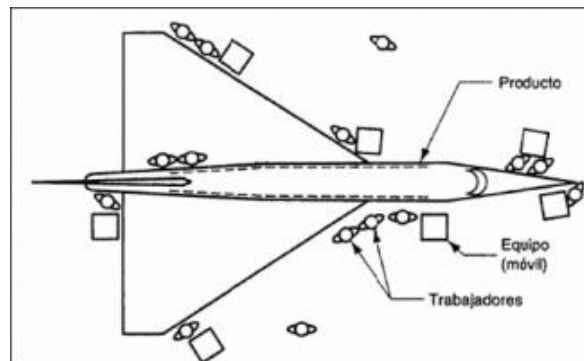
4. Métodos para la distribución de una planta

4.1. Distribución por posición fija

El material permanece en situación fija y son los hombres y la maquinaria los que influyen hacia él (Dominguez Bocanegra, 2016).

- ✓ Proceso de trabajo. Todos los puestos de trabajo se instalan con carácter provisional y junto al elemento principal o conjunto que se fabrica o monta.
- ✓ Material en curso de fabricación. El material se lleva al lugar de montaje o fabricación.
- ✓ Versatilidad. Tiene amplia versatilidad, se adaptan con facilidad a cualquier variación.
- ✓ Continuidad de funcionamiento. No son estables ni los tiempos concedidos ni las cargas de trabajo. Pueden influir incluso las condiciones climatológicas.
- ✓ Incentivo. Depende del trabajo individual del trabajador.
- ✓ Calificación de la mano de obra. Los equipos suelen ser muy convencionales, incluso aunque se emplee una maquina en concreto no suele ser tan especializada, por lo que no ha de ser muy cualificada.

Ejemplos: montaje de calderas, en edificios, barcos, torres de tendido eléctrico y, en general, montajes a pie de obra.



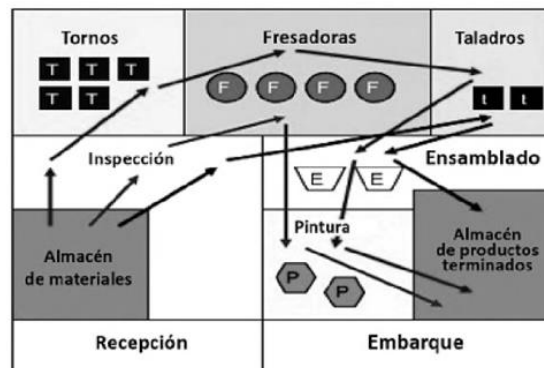
*Figura IV.1. Ilustración de distribución fija.
Fuente: Dominguez Bocanegra, 2016*

4.2. Distribución por proceso

Las operaciones del tipo se realizan del mismo sector (Dominguez Bocanegra, 2016).

- ✓ Proceso de trabajo. Los puestos de trabajo se sitúan por funciones homónimas. En algunas secciones los puestos de trabajo son iguales, pero en otras, tienen alguna característica diferenciadora, como potencia, rpm, etcétera.
- ✓ Material en curso de fabricación. El material se desplaza entre puestos diferentes dentro de una misma sección. O desde una sección a la siguiente que le corresponda. Pero el itinerario nunca es fijo.
- ✓ Versatilidad. Es muy versátil. Siendo posible fabricar en ella cualquier elemento con las limitaciones inherentes a la propia instalación. Es la distribución más adecuada para la fabricación intermitente o bajo pedido, facilitándose la programación de los puestos de trabajo al máximo de carga posible.
- ✓ Continuidad de funcionamiento. Cada fase de trabajo se programa para el puesto más adecuado. Una avería producida en un puesto no incide en el funcionamiento de los restantes, por lo que no se causan retrasos acusados en la fabricación.
- ✓ Incentivo. El incentivo logrado por cada operario es únicamente función de su rendimiento personal.
- ✓ Cualificación de la mano de obra. Al ser nulos, o casi nulos, el automatismo y la repetición de actividades. Se requiere mano de obra muy cualificada.

Ejemplo. Taller de fabricación mecánica, en el que se agrupan por secciones: tornos, mandriladoras, fresadoras, taladradoras, etcétera.

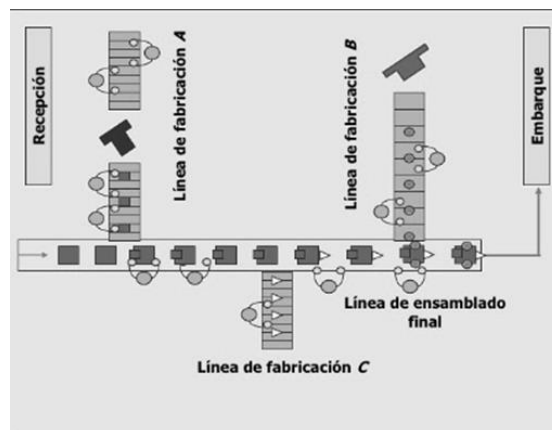


*Figura IV.2. Ilustración de distribución por procesos.
Fuente: Dominguez Bocanegra, 2016*

4.3. Distribución por producto

El material se desplaza de una operación a la siguiente sin solución de continuidad. (Líneas de producción, producción en cadena) (Dominguez Bocanegra, 2016).

- ✓ Proceso de trabajo. Los puestos de trabajo se ubican, de acuerdo con el orden implícitamente establecido en el diagrama analítico de proceso. Con esta distribución se consigue mejorar el aprovechamiento de la superficie requerida para la instalación.
- ✓ Material en curso de fabricación. El material en curso de fabricación se desplaza de un puesto a otro, lo que conlleva a la mínima cantidad del mismo (no necesidad de componentes en stock) menor manipulación y recorrido en transportes, a la vez que admite un mayor grado de automatización en la maquinaria.
- ✓ Versatilidad. No permite la adaptación inmediata a otra fabricación distinta para la que fue proyectada.
- ✓ Continuidad de funcionamiento. El principal problema puede que sea lograr un equilibrio o continuidad de funcionamiento. Para ello se requiere que sea igual a tiempo de la actividad de cada puesto, de no ser así, deberá disponerse para las actividades que lo requieran de varios puestos de trabajo iguales. Cualquier avería producida en la instalación ocasiona la parada total de la misma, a menos que se duplique la maquinaria. Cuando se fabrican elementos aislados sin automatización la anomalía solamente repercute en los puestos siguientes de proceso.
- ✓ Incentivos. El incentivo obtenido por cada uno de los operarios es función del logrado por el conjunto, ya que el trabajo está relacionado o íntimamente ligado.
- ✓ Cualificación de mano de obra. La distribución en línea requiere maquinaria de elevado costo por tenderse hacia la automatización. Por esto, la mano de obra no requiere una cualificación profesional alta.
- ✓ Tiempo unitario. Se obtiene menores tiempos unitarios de fabricación que en las restantes distribuciones.



*Figura IV.3. Ilustración de distribución por producto.
Fuente: Dominguez Bocanegra, 2016*

5. Factores que afectan a la distribución en planta

La distribución en planta, ni es extremadamente simple ni es tampoco extraordinariamente compleja; lo que requiere es:

- ✓ Un conocimiento ordenado de los diversos elementos o particularidades implicadas en una distribución y las diversas consideraciones que pueden afectar a la ordenación de aquellos.
- ✓ Un conocimiento de los procedimientos y técnicas de cómo debe ser realizada una distribución para integrar cada uno de estos elementos.

Se expone los factores que tienen influencia sobre la distribución. Examinando cada una de sus características y consideraciones. Ayudando a decidir si se pone más énfasis en un punto u otro, y dará a conocer que efecto causara cada consideración sobre la distribución en planta (Casp Vanaclocha , 2005).

Los factores que tienen influencia sobre cualquier distribución, se dividen en ocho grupos. Estos son los siguientes.

5.1. Factor 1: MATERIAL

Incluye los siguientes elementos o particularidades.

- ✓ Materias primas
- ✓ Ingredientes
- ✓ Material en proceso
- ✓ Productos acabados
- ✓ Material saliente o embalado
- ✓ Productos en reproceso
- ✓ Desperdicios (se tiran siempre, por ejemplo hojas exteriores de alcachofas, huesos de melocotón, etc.).
- ✓ Desechos (que no reúnen las características de calidad, por ejemplo destríos).
- ✓ Materiales de envasado
- ✓ Materiales de embalaje
- ✓ Materiales de mantenimiento

Las consideraciones que afectan el material, son:

- ✓ El proceso y especificaciones del producto
- ✓ Las características físicas o químicas del mismo
- ✓ La cantidad y variedad de productos
- ✓ Secuencia de operaciones

En cuanto al proceso y especificaciones del producto, como es lógico, se deben tener en cuenta en la distribución en planta todos los equipos necesarios para que el producto cumpla a las especificaciones requeridas. Por otra parte, cada materia prima, producto, ingrediente, etc.

Así mismo, para las industrias que elaboren gran variedad de productos, no es suficiente conocer cifras correspondientes a las cantidades globales, si hay que enfrentarse con variaciones en el volumen de producción. Una distribución distara mucho de ser buena, si está proyectada solamente para la producción de una misma cantidad mensual y no está

preparada, por ejemplo, para adaptarse a una gran demanda temporal (Navidad, fiestas, etc.).

Por último, la secuencia u orden en que se efectúan las operaciones es la base de toda distribución. El mejor modo de reunir esta información será de nuevo un diagrama de flujo del proceso.

5.2. Factor 2: MAQUINARIA

La información sobre la maquinaria (incluyendo las herramientas y equipo) es fundamental para una ordenación apropiada de la misma.

Los elementos o particularidades del factor maquinaria incluyen:

- ✓ Equipo de proceso o de tratamiento
- ✓ Controles o cuadros de control

La lista de consideraciones sobre el factor maquinaria comprende:

- ✓ Proceso o método
- ✓ Maquinaria y equipos
- ✓ Utilización de la maquinaria
- ✓ Requerimientos de la maquinaria y del proceso

Con respecto a las consideraciones de la maquinaria y equipos, los principales aspectos a tener en cuenta son el tipo de maquinaria requerida y el número de máquinas de cada clase, ya que siempre existe una interrelación entre la maquinaria y la distribución en planta. Desde el punto de vista de la distribución es necesario conocer la forma de los equipos, dimensiones, no solo longitud y anchura sino también en muchos casos la altura, tolvas de alimentación, por ejemplo.

Los puntos a tener en cuenta en la selección del proceso, la maquinaria y equipo, son los siguientes:

- ✓ Volumen o capacidad
- ✓ Calidad de la producción
- ✓ Coste inicial
- ✓ Costo de mantenimiento o de servicio
- ✓ Costo de operación
- ✓ Espacio requerido
- ✓ Garantía
- ✓ Disponibilidad

5.3. Factor 3: HOMBRE

Los elementos y particularidades de factor hombre (los hombres que intervienen en el trabajo) abarcan:

- ✓ Mano de obra directa
- ✓ Jefes de equipo, de sección, encargados, etc.
- ✓ Personal indirecto o de actividades auxiliares: personal de mantenimiento, personal de oficina en general, etc.

Las consideraciones sobre el factor hombre son:

- ✓ Condiciones de trabajo y seguridad.
- ✓ Necesidad de mano de obra.

En cualquier distribución debe considerarse la seguridad de los trabajadores y empleados. Las condiciones específicas de seguridad que se deben tener en cuenta son:

- ✓ Que el suelo esté libre de obstrucciones y que no resbale.
- ✓ No situar operarios demasiado cerca de parte móviles de la maquinaria que no estén debidamente resguardadas
- ✓ Que ninguna trabajador este situado encima o debajo de alguna zona peligrosa
- ✓ Accesos adecuados y salidas de emergencias bien señalizadas
- ✓ Elementos de primeros auxilios y extintores de fuegos cercanos
- ✓ Cumplimiento de todos los códigos y regulaciones de seguridad

La distribución debe ser confortable para los operarios. En estas condiciones de bienestar influyen la luz, ventilación, calor, ruido, vibraciones, que están relacionados con el factor edificio.

5.4. Factor 4: MOVIMIENTO

Los elementos y particularidades físicas del factor movimiento o manejo, incluyen el siguiente equipo:

- ✓ Rampas
- ✓ Transportadores (de rodillos, cangilones, de cinta, etc.)
- ✓ Equipos de estibado
- ✓ Ascensores, montacargas, etc.
- ✓ Vehículos industriales (carretillas elevadoras, etc.)

Las consideraciones sobre el factor movimiento se agrupan de la siguiente manera:

- ✓ Patrón o modelo de circulación
- ✓ Reducción del manejo innecesario y antieconómico
- ✓ Espacio para el movimiento
- ✓ Equipo de manejo

Además, es fundamental establecer un patrón o un modelo de circulación. Para determinar un patrón efectivo, hay que planificar el movimiento de entrada y salida de cada operación en la misma secuencia que se elabora o trata el material.

- ✓ Entrada del material: cualesquiera que sean los mejor de recepción (camión, etc.), deben tener un acceso conveniente a la planta.

- ✓ Salida del material: una buena distribución de expedición hará llegar los medios de transporte tan cerca de las operaciones finales o del almacenamiento del producto acabado, como sea factible.

Asimismo, hay que planificar el espacio para el movimiento:

- ✓ Movimiento del hombre: una buena distribución prevé los movimientos de los obreros de producción, personal indirecto y supervisores. Los trabajadores deben poder trabajar con facilidad en las mesas de trabajo, cinta de selección, etc. Los pasillos demasiado estrechos para los obreros de mantenimiento o transportadores de material, conducen a la congestión de los mismos.
- ✓ El espacio reservado para pasillos: es espacio perdido desde el momento que no es un área productiva de la planta. Los pasillos deberán conectar las áreas que tengan el mayor tráfico y deberán ser de la anchura necesaria para evitar tanto el desperdicio de espacio, como el embotellamiento.
- ✓ Espacio a nivel elevado: el movimiento no siempre tiene que ser a nivel del suelo. El material puede ser movido por encima del nivel del trabajo, por diversidad de dispositivos elevados. Evita congestión de los pasillos y utiliza espacios que normalmente son desperdiciados.

5.5. Factor 5: ESPERA

Siempre que los materiales son detenidos, tienen lugar las esperas o demoras, y estas cuestan dinero.

Los elementos o particularidades del factor espera son:

- ✓ Área de recepción del material entrante
- ✓ Almacenaje de la materia prima u otro material comprado
- ✓ Almacenaje dentro del proceso
- ✓ Demoras entre dos operaciones
- ✓ Áreas de almacenaje de productos acabados
- ✓ Áreas de almacenaje de mercancía devueltas, material de embalaje, recipientes vacíos, etc.
- ✓ Áreas de almacenamiento de herramientas, piezas de repuesto, etc.

Las consideraciones que afectan a una distribución en los que concierne al factor espera son:

- ✓ Situación de los puntos de almacenaje o espera
- ✓ Espacio para cada punto de espera
- ✓ Método de almacenamiento.

5.6. Factor 6: SERVICIOS

Estos servicios comprenden

- ✓ Servicio relativos al personal
- ✓ Protección de contra incendios
- ✓ Iluminación
- ✓ Calefacción y ventilación
- ✓ Oficinas

Servicios relativos al material

- ✓ Control de calidad
- ✓ Control de producción
- ✓ Servicios relativos a la maquinaria
- ✓ Mantenimiento
- ✓ Distribución de líneas de servicios auxiliares.

5.7. Factor 7: EDIFICIO

El edificio influirá en la distribución sobre todo si ya existe en el momento de proyectarla, de aquí que las consideraciones del se transformen enseguida en limitaciones de la libertad de acción para redistribución. Por su misma cualidad de permanencia, el edificio crea una cierta rigidez en la distribución.

También es importante el entorno de la industria, ya que el terreno y la superficie van a condicionar el diseño.

5.8. Factor 8: CAMBIO

Las diversas consideraciones del factor cambio incluyen:

- ✓ Cambio en los materiales (diseño del producto, materiales, demanda, variedad).
- ✓ Cambios en la maquinaria (procesos y métodos).
- ✓ Cambios en el personal (horas de trabajo y organización).
- ✓ Cambios en las actividades auxiliares (manejo, almacenamiento, servicios, edificio)
- ✓ Cambios Externos y limitaciones debidas a la instalación.

Uno de los cambios más serios es el de la demanda del producto, cualquier cambio en este sentido requiere un reajuste de la producción y por lo tanto, de un modo indudable, de la distribución en planta.

5.8.1. Flexibilidad de la distribución

La flexibilidad de una distribución significa su facilidad de adaptarse a los cambios, esto se consigue manteniendo la distribución original tan libre como sea posible de toda característica fija, permanente o especial. Una distribución flexible incluye:

- ✓ Maquinara y equipo desplazable
- ✓ Equipo autónomo
- ✓ Líneas de servicio fácilmente accesibles
- ✓ Equipo Normalizado
- ✓ Técnicas de movimiento bien concebidas y previamente planeadas
- ✓ La construcción del edificio

5.8.2. Adaptabilidad de la distribución

Una distribución es adaptable cuando es capaz de responder a situaciones de emergencias y variaciones de la operación normal, sin tener que ser reordenada. Una distribución adaptable comprende:

- ✓ Equipo supletorio
- ✓ Estableciendo rutas de flujo sustitutivas
- ✓ Estableciendo estacionamiento de existencias o stock de compensación en periodos de horas extras, trabajo de final de semana o turnos extras.

5.8.3. La versatilidad de una distribución

La versatilidad de una distribución se mide por su aptitud para manejar una variedad de productos y/o cantidades diferentes.

- ✓ La aptitud de la maquinaria, utillaje y equipo para enfrentarse a fluctuaciones en la variedad y cantidad.
- ✓ La habilidad de la supervisión para ajustar y regular las condiciones de operación: horas de trabajo, reasignación de los trabajadores a varias tareas, cambios en las velocidades de los transportadores y equipo, etc.

5.8.4. Expansión

Las expansiones implican el desarrollo general de la propiedad de la compañía y el incremento en capacidad de las áreas o departamentos específicos de operación.

- ✓ Porción del terreno destinada a usos futuros
- ✓ Uno o varios patrones o modelos generales de circulación que permitan la integración de distribuciones menores.

6. Método SLP (SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING):

La planeación sistemática de la distribución de planta es una metodología desarrollada por Richard Muther, y es considerada como una forma organizada para realizar la planeación de una distribución y está constituida por cuatro fases, en una serie de procedimientos y símbolos convencionales para identificar, evaluar y visualizar los elementos y áreas involucradas de la mencionada planeación (Muther , 1997).

Esta técnica, incluyendo el método simplificado, puede aplicarse a oficinas, laboratorios, áreas de servicio, almacén u operaciones manufactureras y es igualmente aplicable a mayores o menores readaptaciones que existan, nuevos edificios o en el nuevo sitio de planta planeado.

Esta metodología consta de cuatro fases que son:

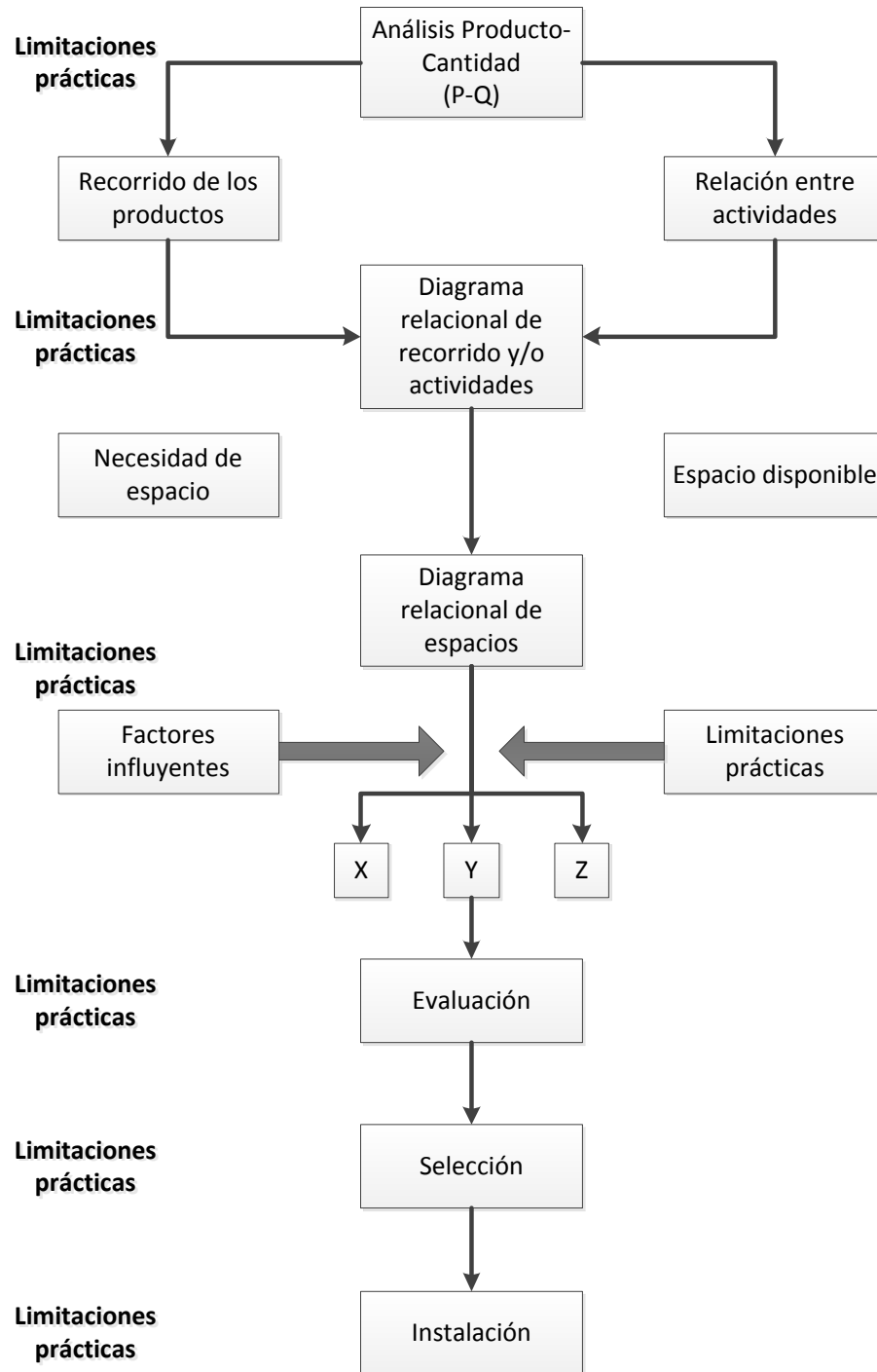
FASE I - Localización: consiste en decidir la ubicación de la planta que se va a distribuir. En el caso de ser una planta nueva se buscará la posición geográfica competitiva que mejor satisfaga ciertos factores relevantes a esta. Por el contrario, en el caso de una redistribución el objetivo es determinar si la ubicación actual es la más conveniente o es mejor alternativa trasladar la planta hacia un área similar que se encuentre disponible.

FASE II - Distribución General del Conjunto: Consiste en establecer el flujo para el área disponible a realizar la distribución y se indica también el tamaño, la relación, y la configuración de cada actividad principal, departamento o área.

FASE III – Distribución Detallada: Consiste en realizar la preparación en detalle del plan de distribución en esta fase se incluye la planificación de donde van a ser colocados los puestos de trabajo, así como la maquinaria o los equipos.

FASE IV – Instalación: Esta última fase implica los movimientos físicos y ajustes necesarios, conforme se van colocando

En la siguiente Figura IV.4 se observa método propuesto por Richard Muther.



*Figura IV.4. Esquema de Método SLP.
Fuente: Muther, 1997*

6.1. Descripción general del procedimiento

Paso 1: Análisis producto-cantidad

Lo primero que se debe conocer para realizar una distribución en planta es que se va producir y en qué cantidades, y estas previsiones deben disponerse para cierto horizonte temporal. A partir de este análisis es posible determinar el tipo de distribución adecuado para el proceso objeto de estudio.

En cuanto al volumen de información debemos prever que pueden presentarse situaciones variadas, ya que el número de productos puede variar de uno a varios cientos o millares.

Paso 2: Análisis del recorrido de los productos (flujo de producción)

Se trata en este paso de determinar la secuencia y la cantidad de los movimientos de los productos por las diferentes operaciones durante su procesado. A partir de la información del proceso productivo y de los volúmenes de producción, se elaboran gráficas y diagramas descriptivos del flujo de los materiales.

Paso 3: análisis de las relaciones entre actividades

Conocido el recorrido de los productos, debe plantearse el tipo y la intensidad de las interacciones existentes entre las diferentes actividades productivas, los medios auxiliares, los sistemas de manipulación y los diferentes servicios de la planta.

Estas relaciones no se limitan a la circulación de materiales, pudiendo ser esta irrelevante o incluso inexistente entre determinadas actividades. La no existencia de flujo de materiales entre dos actividades no implica que puedan existir otro tipo de relaciones que determinen, por ejemplo, la necesidad de proximidad entre ellas; o que las características de determinado proceso requieran una determinada posición en relación a determinado servicio auxiliar. El flujo de materiales es solamente una de las razones para la proximidad de ciertas operaciones una con otras.

Para poder representar las relaciones encontradas/definidas/existentes de una manera lógica y que permita clasificar la intensidad de dichas relaciones, se emplea la tabla relacional de actividades, representada en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, consistente en un diagrama de doble entrada, en la que quedan plasmadas las necesidades de proximidad entre cada actividad y las restantes según los factores de proximidad definidos a tal efectos.

Es habitual expresar esta necesidad mediante un código de letras, siguiendo una escala que decrece con el orden de las cinco vocales: A (absolutamente necesaria), E (especialmente importante), I (importante), O (importancia ordinaria) y U (no importante); la indeseabilidad se representa generalmente por la letra X.

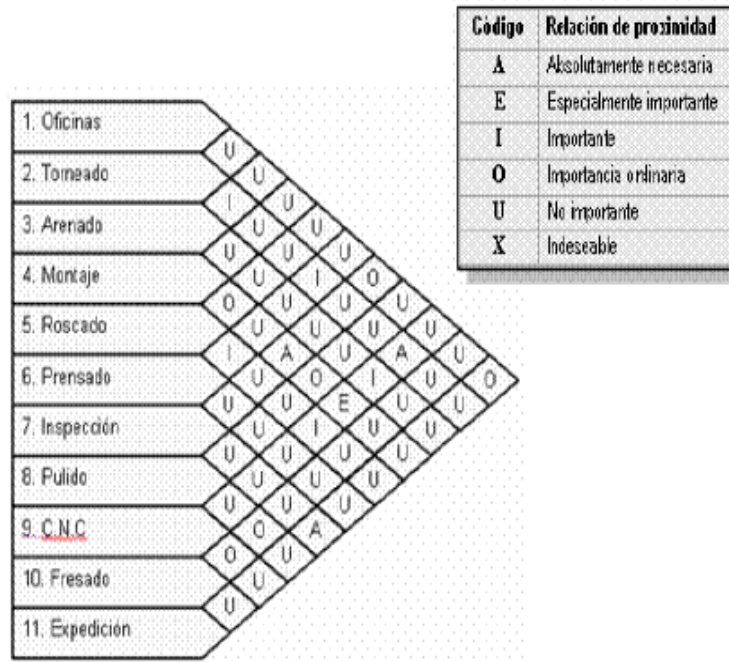


Figura IV.5. Tabla relacional de actividades.
Fuente: Muther, 1997

Paso 4: Desarrollo del diagrama de relaciones de las actividades

La información recogida hasta el momento, referente tanto a las relaciones entre las actividades como la importancia relativa de la proximidad entre ellas, es recogida y volcada en el diagrama relacional de actividades.

Este pretende recoger la ordenación topológica de las actividades en base a la información de la que se dispone. De tal forma, en dicho grafo los departamentos que deben acoger las actividades son adimensionales y no poseen una forma definida.

El diagrama es un gráfico simple en el que las actividades son representadas por nodos unidos por líneas. Estas últimas representan la intensidad de la relación (A, E, I, U y X) entre las actividades unidas a partir del código de líneas que se detalla en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

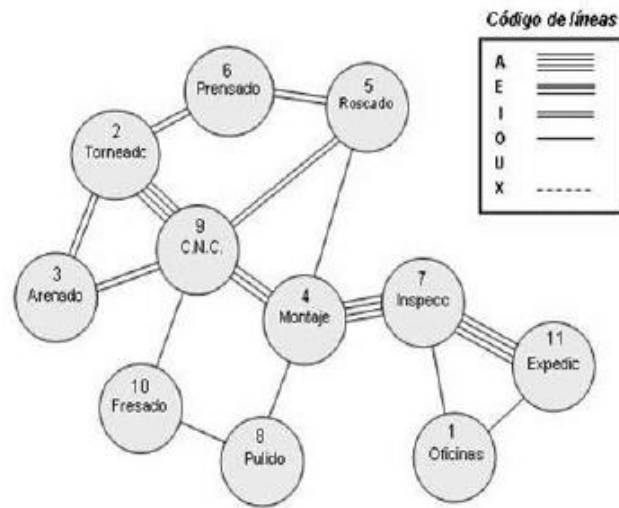


Figura IV.6. Diagrama de Relaciones de actividades.
Fuente: Muther , 1997

Paso 5: Análisis de necesidades y disponibilidad de espacios

El siguiente paso hacia la obtención de alternativas factibles de distribución es la introducción en el proceso de diseño, de información referida al área requerida por cada actividad para su normal desempeño.

El planificado debe hacer una previsión, tanto de la cantidad de superficie, como de la forma del área destinada a cada actividad.

La experiencia revela que no existe un procedimiento general ideal para el cálculo de las necesidades de espacio. El proyectista debe emplear el método más adecuado al nivel de detalle con el que se está trabajando, a la cantidad y exactitud de la información que se posee y su propia experiencia previa.

El espacio requerido por una actividad no depende únicamente de factores inherentes a sí misma, si no que verse condicionado por las características del proceso productivo global, de la gestión de dicho proceso o del mercado mismo.

El planificador puede hacer uso de los diversos procedimientos de cálculo de espacios existentes para lograr una estimación del área requerida para cada actividad. Los datos así obtenidos deben confrontarse con la disponibilidad real de espacio.

El ajuste de las necesidades y disponibilidades de espacio suele ser un proceso iterativo de continuos acuerdos, correcciones y reajustes, que desemboca finalmente en una solución que se representa en el llamado diagrama relacional de espacios.

Paso 6: Desarrollo del diagrama relacional de espacios

El diagrama relacional de espacios es similar al diagrama relacional de actividades presentado previamente, con la particularidad de que en este caso los símbolos distintivos

de cada actividad son representados a escala, de forma que el tamaño que ocupa cada uno sea proporcional al área necesaria para el desarrollo de la actividad.

En estos símbolos es frecuente añadir, además, otro tipo de información referente a la actividad como, por ejemplo, el número de equipos o la planta en la que debe situarse.

Con la información incluida en este diagrama se está en disposición de construir un conjunto de distribuciones alternativas que den solución al problema. Se trata pues de transformar el diagrama ideal en una serie de distribuciones reales, considerando todo los factores condicionantes y limitaciones prácticas que afectan al problema.

Entre estos elementos se pueden citar características constructivas de los edificios, orientación de los mismo, usos del suelo en las áreas colindantes a la que es objeto de estudio, equipos de manipulación de materiales, disponibilidad insuficiente de recurso financieros, vigilancia, seguridad del personal y los equipos, turnos de trabajo con una distribución que necesite instalaciones extras para su implantación.

Paso 7: Evaluación de las alternativas de distribución de conjunto y de la selección de la mejor distribución.

Una vez desarrollados las soluciones, hay que proceder a seleccionar una de ellas, para lo que es necesario realizar una evaluación de las propuestas, lo que nos pone en presencia de un problema de decisión multicriterio.

La evaluación de los planes alternativos determinara que propuestas ofrecen la mejor distribución en planta.

Los métodos más referenciados con este fin se relacionan a continuación:

- a) Comparación de ventajas y desventajas
- b) Análisis de factores ponderados
- c) Comparación de costos
- d) Otros

7. Métodos de generación de layouts

Los Métodos de Generación de Layouts se refieren al conjunto de técnicas que ayudan al proyectista en la búsqueda de una solución para la implantación de la planta industrial, pero bajo el planteamiento de (layouts) de conjunto, es decir fase II de la implantación (De la Fuente García & Fernandez Quesada , 2005).

Los métodos de generación de Layouts consiguen una ordenación topológica de las actividades que intervienen en el problema de una implantación, llegando los más sofisticados a alcanzar un control geométrico muy aceptable para su posterior aplicación en el planteamiento detallado (fase III de la implantación).

Los métodos de generación de layouts, se clasifican según el tipo de algoritmo que se implementa, estos pueden ser:

- ✓ Algoritmos óptimos
- ✓ Algoritmos heurísticos

Todos los algoritmos óptimos desarrollados para resolver el tema de la distribución en planta, presentan el mismo inconveniente: los requerimientos de memoria y de tiempo

en ordenador son extremadamente altos y aumentan exponencialmente cuando el problema aumenta de tamaño. Razón por la cual no es sorprendente que existan muchos más algoritmos heurísticos para este problema.

Los algoritmos heurísticos se clasifican según la forma de generar la solución en:

- ✓ **Los algoritmos de construcción** seleccionan las actividades y las distribuyen secuencialmente en la planta, pudiendo ser esta de dimensiones conocidas o desconocidas.
- ✓ En los **algoritmos de mejora**, partiendo de una solución inicial, por medio de algún mecanismo de intercambio, se van alterando las posiciones ocupadas por las diferentes actividades buscando una mejora de la calidad de la implantación.
- ✓ Los **algoritmos híbridos**, como es lógico, combinan aspectos de los métodos de construcción y de mejora.

7.1. Métodos constructivos

7.1.1. ALDEP

El método ALDEP (Automated Layout Design Program) esencialmente actúa colocando las actividades secuencialmente en el dominio siguiendo una curva de llenado de espacios que puede seguir trayectorias diversas: comenzando por cualquier esquina de la planta, zigzagueando vertical u horizontalmente, etc. (De la Fuente Garcia & Fernandez Quesada , 2005)

Habitualmente el primer elemento de la secuencia se escoge aleatoriamente, los restantes se escogen usando como criterio las relaciones entre actividades expresadas en la tabla relacional de actividades (método S.L.P.). La siguiente actividad a introducir en la secuencia será aquella cuya necesidad de cercanía a la anterior supere cierto mínimo establecido como parámetro del algoritmo. De no existir ninguna que cumpla ese requisito se selecciona una actividad de manera aleatoria. Este proceso continua hasta haber introducido todas las actividades en la distribución.

En una primera iteración se generan tantos layouts como se decida (siendo esta cantidad un parámetro del algoritmo) evaluando cada uno mediante la suma de los valores numéricos de los ratios de proximidad de todos los departamentos adyacentes a uno dado. A esta cantidad se le denomina total closeness rating (TCR). Así pues la evaluación se basa en criterios cualitativos, dando valores numéricos a los diferentes ratios de proximidad.

A=64 E=16 I=4 O=1 U=0 X=-1024

La mejor puntuación obtenida se emplea en la siguiente generación como la mínima aceptable. El proceso continua hasta que en una generación todos los layouts obtenidos poseen valoraciones inferiores a la mínima aceptable.

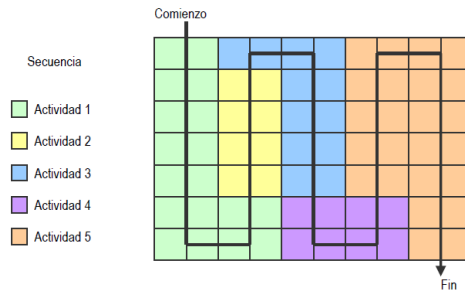


Figura IV.7. Ilustración de distribución por el método Aldep.
Fuente: De la Fuente Garcia & Fernandez Quesada , 2005

7.1.2. CORELAP

CORELAP (Computerized Relationship Layout Planning) es un procedimiento constructivo que introduce secuencialmente las actividades en la distribución. La primera actividad seleccionada es aquella con un mayor TCR y es colocada en el centro geométrico de la distribución. El criterio para establecer la ubicación adecuada de cada una de las siguientes actividades se basa en el índice de colocación (IC). La ubicación con mayor IC será seleccionada. Para una actividad i en una distribución en la que n actividades están ya colocadas el IC se define como:

Siendo $Vr(ij)$ el peso asociado a la intensidad relacional entre actividad a ubicar i , y la j -ésima de las n ya colocadas, y Lij es la longitud de contorno común a las actividades i y j -ésima. Cuando existen varias alternativas con igual puntuación se escoge la más compacta, es decir, la inscrita en un rectángulo con menor área.

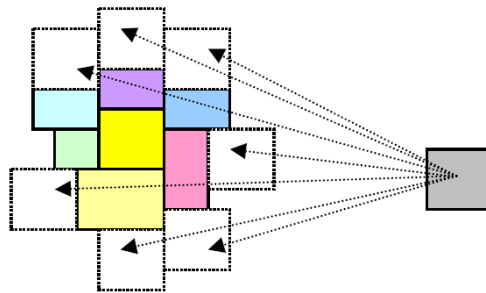


Figura IV.8. Ilustración de distribución de distribución por el método CORELAP.
Fuente: De la Fuente Garcia & Fernandez Quesada , 2005

7.1.3. PLANET

PLANET (Plant Layout Analysis aNd Evaluation Technique) realiza la asignación de los recursos espaciales en tres etapas. En la primera etapa se establece el coste del flujo de materiales entre las actividades. Cada actividad lleva asociada un índice de prelación, desde 1 hasta 9 en orden descendiente de prioridad para entrar en el layout. En la segunda fase, a partir de estos valores, el flujo entre actividades y el índice de prioridad, se establece un criterio para establecer las secuencia con las actividades entraran en el layout. La tercera

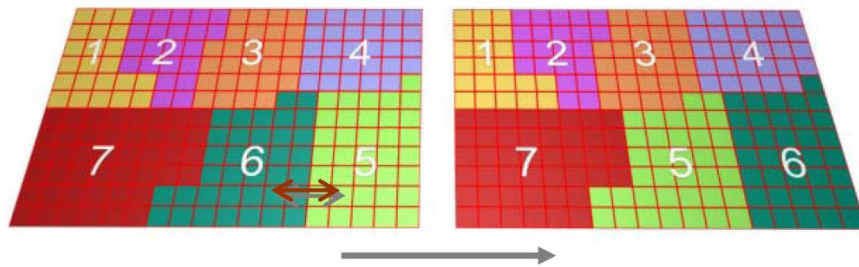
fase asigna las ubicaciones a las actividades en el orden establecido en la fase 2 (De la Fuente Garcia & Fernandez Quesada , 2005).

7.2. Métodos de mejora

7.2.1. CRAFT

CRAFT (Computerized Relative Allocation Facilities Techniques) parte de una solución inicial al problema que puede generarse por cualquier método. A partir de esa solución, y mediante intercambio de actividades, se trata de localizar una configuración de la distribución que, respetando las restricciones del problema, sea óptimo bajo los criterios empleados para la evaluación (De la Fuente Garcia & Fernandez Quesada , 2005).

Los intercambios de actividades son posibles si las actividades interesadas poseen igual área o una frontera común. Evaluando los posibles intercambios es posible escoger aquel que permite un mayor descenso del coste respecto a la configuración espacial actual. El proceso se repite siguiendo una estrategia steepest descent que persigue un máximo descenso del coste.



*Figura IV.9. Ilustración de distribución por método de CRAFT.
Fuente: De la Fuente Garcia & Fernandez Quesada , 2005*

V. Metodología

1. Introducción

La metodología adoptada del presente trabajo de título, trabaja en torno a solucionar un problema de distribución mediante los métodos vistos en el capítulo anterior.

La metodología, se basó en el postulado elaborado por Richard Muther y su método SLP, ya que a partir de este método surgen las diferentes metodologías propuestas por otros autores. Además, debido a la naturaleza del problema de distribución, como una reordenación de una distribución ya existente, implica que solamente se lleven a cabo las fases II, III y IV del método SLP.

El diseño planificado para la metodología es semejante al método SLP como se muestra en la Figura V.1 compuesto por cuatro fases. El método comienza desarrollando el punto más importante y extenso al momento de distribuir una planta como es recopilar la información, durante esta fase se consideran tres hitos, cada uno con una finalidad diferente.

- ✓ Análisis de producto-cantidad
- ✓ Análisis cuantitativo y cualitativo
- ✓ Factores

La etapa de recopilación de información termina una vez obtenidos los diagramas que son capaces de distribuir una planta en su forma general. En él, se establecen relaciones entre los departamentos para distribuir de manera lógica los espacios.

La siguiente fase es la generación de alternativas mediante algoritmos constructivos y de mejoramiento. Creando distribuciones que cumplan con las relaciones entre los departamentos hechas en la fase anterior.

Se define la distribución cuando se fijan los detalles de la instalación, durante este punto se abordan los aspectos que anteriormente no habían sido contemplados.

Para finalizar, es terminado el trabajo de título mediante la validación y su factibilidad económica de la propuesta por medio de sus beneficios económicos.

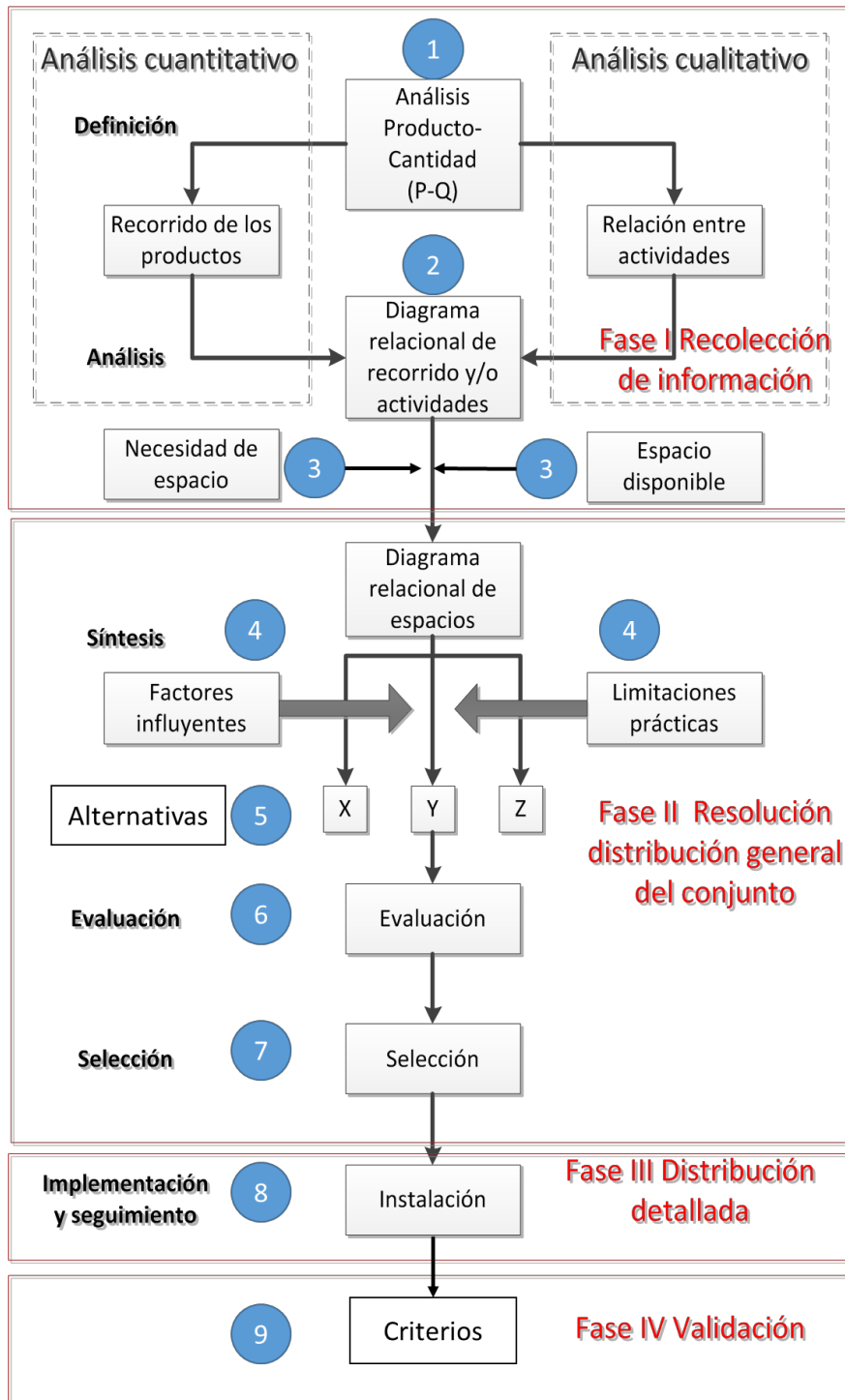


Figura V.1. Aplicación del método SLP para la planta de Revesol.
Fuente: Elaboración propia

A continuación se definen las fases que conforman la metodología aplicada al proyecto.

2. Metodología aplicada

FASE I Recopilación de información

Durante esta fase se reúne la información de los siguientes aspectos: producto-cantidad; análisis de aspectos cuantitativos como el recorrido, procesos y secuencia de operaciones; análisis cualitativo como son las relaciones de cercanías según su importancia; finalmente, la descripción de factores incluido el factor cambio.

FASE II Resolución de distribución general del conjunto

Busca obtener la distribución general de la empresa a partir del conjunto de sus actividades, para esto se analiza la información recopilada, y se diseñan los diferentes diagramas como son los de; relación de actividades, flujo del material, distancias y costos. Luego, por medio de softwares se obtienen cuya distribución general. Implementando heurísticas de construcción y de mejoramiento. Utilizando el método heurístico de construcción se obtendrán las alternativas que impliquen una mayor relación de cercanía entre las actividades. Una vez obtenidas estas alternativas, se utiliza método de heurística de mejoramiento, por medio de este método se buscara minimizar los recursos de la empresa.

FASE III Distribución detalla

A partir de la distribución general seleccionada, se diseña la distribución en detalle, determinando los desplazamientos, posiciones de máquinas, superficies de las zonas de seguridad, etc. Y se contemplan las limitaciones como son la estructura de la planta, sistema eléctrico y suministro de aire.

FASE IV Validación

Para validar finalmente la propuesta, durante esta fase se observaran los beneficios que implicaría la propuesta de distribución y cuantificando esa información. Para luego, compararlos con los costos de inversión ejecución del proyecto.

En la Tabla V-1 se observa gráficamente la planificación de la metodología mediante fases que se desarrollaran en el proyecto de título.

<i>FASE I: Recolección de información</i>		<i>FASE II: Resolución del problema</i>		<i>FASE III: Distribución detallada</i>	<i>FASE IV Validación</i>	
<i>Factores</i>	<i>Cualitativos</i>	<i>Necesidades de espacio</i>	<i>Importancia de cercanía</i>	<i>Método constructivo ALDEP</i>	<i>Consideración de otros factores y restricciones</i>	<i>Validar mediante los beneficios/costo inversión</i>
	<i>Cuantitativos</i>		<i>Flujo del material</i>	<i>Método de mejoramiento CRAFT</i>		
			<i>Distancias</i>			
			<i>Costos de traslados</i>			

Tabla V-1. Ilustración de método aplicado a proyecto Revesol
Fuente: Elaboración propia

Capítulo 3 Recopilación de información

A partir de lo mencionado, en este capítulo se describe la información recopilada en la empresa Metalúrgica Revesol, con respecto a los siguientes puntos; Información de producto y cantidad, análisis de recorrido, análisis de actividades, descripción de factores y necesidades de espacio.

La información que sea recopilada durante el desarrollo del proyecto tiene como objetivo entregar los datos que puedan conformar una relación general de todos los puntos mencionados, y entregarnos así una estructura para la distribución.

Durante el desarrollo del capítulo, se realizara un minucioso y exhaustivo levantamiento de información a través de diversos medios, procurando una exactitud y dejando a un lado las suposiciones.

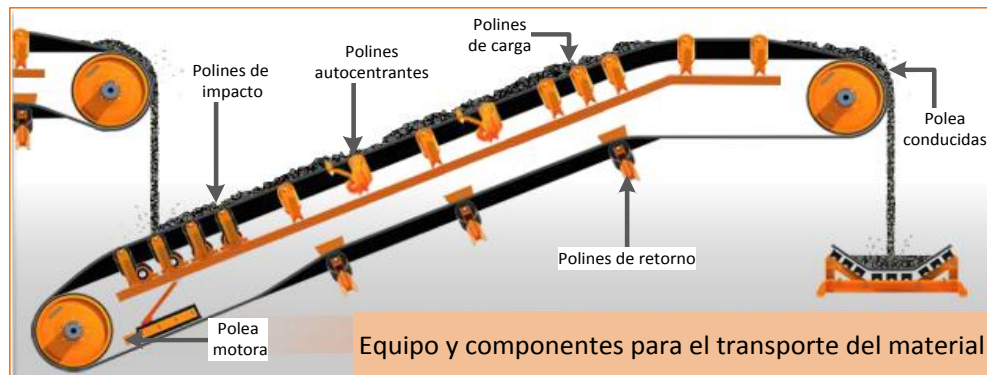
VI. Relevamiento de información producto-cantidad

1. Productos de la empresa

Según el estudio previo, Revesol presenta dos líneas productivas que fueron mencionadas en el capítulo 1 “Antecedentes generales de la empresa”.

En este contexto, Su línea productiva de componentes del material a granel poseen los elementos que se ven en la Figura VI.1 como son; poleas, polines, cinta transportadora y un sinfín de elementos que en su conjunto conforman al equipo.

A continuación se describen los componentes fabricados por la empresa Revesol.



*Figura VI.1. Descripción de los componentes del equipo para el transporte del material.
Fuente: Metalúrgica Revesol S.A.*

1.1. Poleas

Las poleas elaboradas por la empresa Revesol, son componentes que forman parte de las maquinas que transportan el material a granel en la industria minera, y que son hechas para poder transmitir una fuerza y generar un movimiento que permita un traslado de carga. La clasificación de las poleas dependen de la funcionalidad que estas tengan, habiendo poleas motorizadas y conducidas.

1.1.1. Partes de la polea

Los componentes que forman parte de una polea, se representa en la siguiente Figura VI.2.

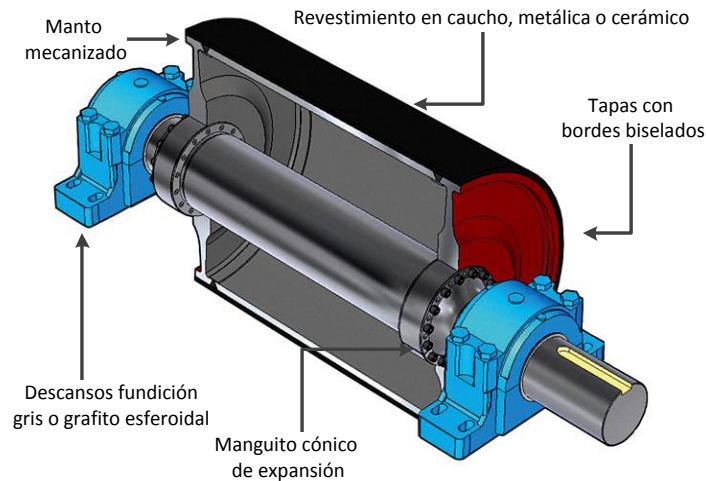


Figura VI.2. Descripción de los componentes de la Polea.
Fuente: Metalúrgica Revesol S.A.

1.1.2. Tipos de poleas

Las poleas se clasifican según el revestimiento de contacto entre la polea y el fleje como pueden ser:

- ✓ Metálicas
- ✓ Con revestimiento de caucho
- ✓ Auto limpiantes con revestimiento cerámico

Todas las poleas fabricadas se normalizan mediante la Norma CEMA estableciendo los parámetros y requerimientos que deben poseer cada componente de las cintas transportadoras.

1.2. Polines

Los polines o estaciones son componentes de la cinta transportadora, que están encargados de soportar la faja y el material transportado, además de ayudar al movimiento del material.

Estos se encuentran conformados por una estructura base y de uno o más rodillos, sobre los cuales se apoya la cinta o fleje.

En este contexto, la fabricación o la elaboración de polines se encuentran normalizadas por las Normas CEMA, estableciendo las dimensiones según los requerimientos técnicos del servicio y características de la cinta transportadora. En la Tabla VI-1 se muestra la clasificación y el detalle de las series con las que se trabajan en la empresa Revesol.

<i>Norma Serie</i>	<i>Características Técnicas</i>
<i>CEMA - B</i>	<ul style="list-style-type: none"> · <i>Servicio Liviano</i> · <i>Ancho de Correa: 18" a 36"</i> · <i>Diámetro de Polín: 4" y 5"</i> · <i>Diámetro de Eje: 20 mm</i>
<i>CEMA - C</i>	<ul style="list-style-type: none"> · <i>Servicio Mediano</i> · <i>Ancho de Correa: 18" a 60"</i> · <i>Diámetro de Polín: 5" y 6"</i> · <i>Diámetro de Eje: 25 mm</i>
<i>CEMA - D</i>	<ul style="list-style-type: none"> · <i>Servicio Mediano</i> · <i>Ancho de Correa: 24" a 72"</i> · <i>Diámetro de Polín: 5" y 6"</i> · <i>Diámetro de Eje: 30 mm</i>
<i>CEMA - E</i>	<ul style="list-style-type: none"> · <i>Servicio Pesado</i> · <i>Ancho de Correa: 36" a 72"</i> · <i>Diámetro de Polín: 6" y 7"</i> · <i>Diámetro de Eje: 35 mm</i>

*Tabla VI-1. Clasificación de las normas Cema
Fuente: Metalúrgica Revesol S.A.*

1.2.1. Tipos de polines

La clasificación de los polines es según la función que van cumpliendo al momento de ir transportando el material, los tipos de polines son:

Polines de Carga

Se utilizan a lo largo de todo la zona de carga del material. Además los polines de carga se fabrican de distintas series: CEMA B, CEMA C, CEMA D, CEMA E y de ingeniería según la necesidad del cliente. En la Figura VI.3 se visualiza un polín de carga, fabricado por Revesol.



Figura VI.3.imagen del polín de carga.
Fuente: Metalúrgica Revesol S.A.

Polines de impacto

Los polines de impacto Revesol son usados en el punto de la correa donde se recibe el material desde cierta altura, estos polines son recubiertos con goma de 60 Shore (+/-) en la superficie de los rodillos para evitar el daños que se producen en la cinta al recibir el material desde altura. Estos tienen 2 configuraciones generales, con polines exteriores inclinados a 20°, 35°, 45° y el polín de carga plano. Se fabrican polines de impacto de distintas series: CEMA B, CEMA C, CEMA D, CEMA E y de ingeniería según la necesidad del cliente.

En la Figura VI.4 se visualiza el diseño de un polín de impacto fabricado por Revesol



Figura VI.4.Imagen del Polín de impacto.
Fuente: Metalúrgica Revesol S.A.

Polines de retorno

Los polines de retorno Revesol son usados para soportar a la correa por su lado de retorno. Usualmente están suspendidos bajo la estructura que soporta los polines de carga. Se fabrican polines de retorno de distintas series: CEMA B, CEMA C, CEMA D, CEMA E y de ingeniería según la necesidad del cliente.

En la Figura VI.5 se visualiza un polín de retorno fabricado por la empresa



Figura VI.5. Imagen del Polín de retorno.
Fuente: Metalúrgica Revesol S.A.

Polines Autocentrantes

Los polines autocentrantes Revesol consisten en una estación que controla el alineamiento de la correa. Su funcionamiento consiste en 2 rodillos pivotes, que cuando la cinta se descentra, estos hacen contacto con la cinta y se mueven junto a todo el polín de modo que hacen que la cinta vuelva a la dirección correcta. Se fabrican polines autocentrantes de distintas series: CEMA B, CEMA C, CEMA D, CEMA E y de ingeniería según la necesidad del cliente. En la Figura VI.6 se visualiza un polín autocentrante fabricado por Revesol.



Figura VI.6. Imagen del Polín autocentrante.
Fuente: Metalúrgica Revesol S.A.

1.3. Equipos oleohidráulicos

1.3.1. Manipuladora de corazas

La máquina manipuladora de corazas o Lainera, es una estructura móvil autopropulsada que se desplaza sobre ruedas o rieles y capaces de realizar la mantención de molinos industriales en la manipulación de pernos y de revestimientos. Se fabrican para manipular corazas desde 200 kg Hasta 5.000 kg.

Las capacidades pueden ser menores o mayores según la necesidad. Los diseños varían según el modelo de molino (SAG, AG o Bolas) y pueden ser de una o dos plumas.

En la Figura VI.7 se visualiza el diseño de una maquina manipuladora de corazas de dos plumas.



*Figura VI.7. Imagen de maquina manipuladora de corazas dos plumas.
Fuente: Metalúrgica Revesol S.A.*

2. Cantidad producida

En la Tabla VI-2, se observa las cantidades producidas en un año según los datos entregados por el departamento de programación y planificación dentro del área de producción. Información según estimaciones de los trabajadores del departamento, mencionando las cantidades aproximadas que se obtuvieron durante el año 2017.

PRODUCTO	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
RODILLO	TAPAS RODILLOS EXTERNALIZADOS	100000	UNIDAD
RODILLO	MANTOS RODILLOS	78000	UNIDAD
RODILLO	TAPAS RODILLOS	78000	UNIDAD
RODILLO	EJES DE RODILLOS	65000	UNIDAD
RODILLO	EJES RODILLO EXTERNALIZADOS	32500	UNIDAD
POLEA	POLEAS	444	UNIDAD
POLEA	CILINDROS	240	UNIDAD
EQUIPO	LAINERAS	3	UNIDAD

Tabla VI-2. Cantidad producida el año 2017

Fuente: Elaboración propia

A partir de lo anterior, se analiza la cantidad de cada tipo de producto, mediante un histograma P-Q mostrado en el Figura VI.8, con el propósito de establecer el tipo de distribución para la planta Revesol.

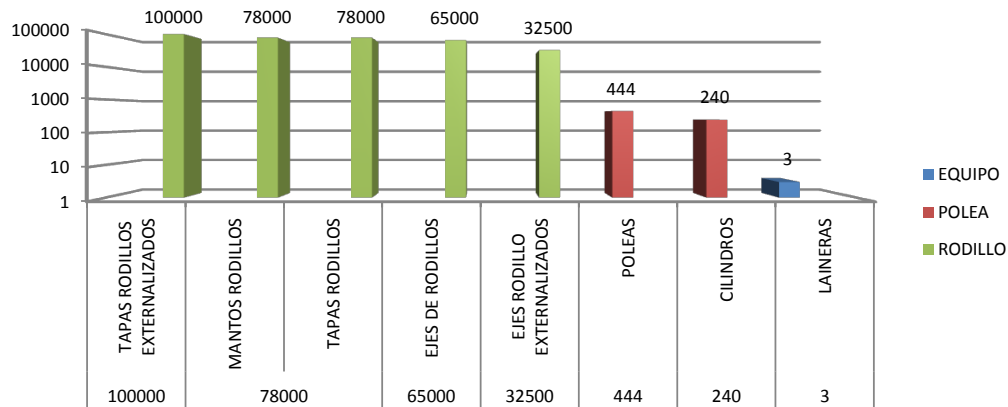


Figura VI.8. Histograma del análisis P-Q de Revesol.

Fuente: Elaboración propia

3. Análisis de histograma P-Q

En el histograma se observa que los niveles de producción de Revesol se encuentran dividida en tres grupos de clasificación, estos son: elaboración de Equipos oleo hidráulicos, componente polea y componente polín. Los niveles que representa cada grupo presentan brechas considerables en su producción. Ya que los niveles de producción se define mediante la demanda del cliente. Se observa que el componente polín, refiriéndose a todos los elementos que lo conforman, como son; Mantos, eje, tapas, rodamiento y estaciones. Presentan un alto nivel de producción, por lo tanto, la distribución que debiesen de tener respectivos productos son procesos que van enfocados a las líneas de producción en masas, considerando distribuciones de tipo producto o una distribución de tipo de células. Ya que permite una producción mayor que otro tipos de procesos y distribuciones.

En cambio, con respecto al componente polea, contemplando todos los elementos que los conforman, como son; mantos, ejes, manguitos, descansos y tapas. Los niveles de producción disminuyen con respecto al componente polín, debido principalmente por dos aspectos. El primero, son por las grandes dimensiones que pueden presentar las respectivas poleas, y segundo, por los tiempos que conlleva el fabricar una polea. Por estas razones, se hace complejo tener una línea de producción en masa. Además, cada polea tiende a ser diferente una de otra, ya que el diseño de fabricación varía según las propias necesidades y requerimientos que tenga el cliente. Por este motivo un tipo distribución adecuado sería enfocados a los procesos, trasladando el material a los procesos que conforman la elaboración del producto en este caso, los referentes al componente polea.

Por último, la elaboración de equipo laineras o manipuladoras de corazas, su nivel de producción es bajo, por la alta complejidad que conlleva el fabricar este tipo de productos. Ya que el equipo está compuesto por varios elementos y donde cada elemento presentan grandes dimensiones. Debido a esto, los procesos en la elaboración de equipos requieren del mínimo de traslados. Una distribución de posición fija sería lo indicado, ya que permite minimizar el traslado de los componentes. Y solamente los aspectos como el personal de trabajo y el manejo de máquinas hacen el desplazamiento necesario para elaborar el equipo.

A modo de síntesis, se concluye que durante el análisis de cada de productos por Revesol es:

- ✓ Cada grupo clasificado debería contar con una distribución específica por producto, estas distribuciones puede ser: por producto, por procesos y fijas.
- ✓ Esta distribución debería encontrarse aisladas unas de otras para no interrumpir los procesos y los movimientos.

VII. Recorrido de los procesos

En el desarrollo de este apartado aborda el tema del flujo del material y su debido manejo. Punto importante en el desarrollo del trabajo, porque en él se obtienen las distancias que permiten calcular los costos efectivos al momento de trasladar un material de un área a otra.

Para obtener el manejo de material es fundamental saber antes los diagramas de flujo que participan en las actividades de Revesol, ya que a través de estos, se sabrán la secuencia lógica del recorrido que realiza el material.

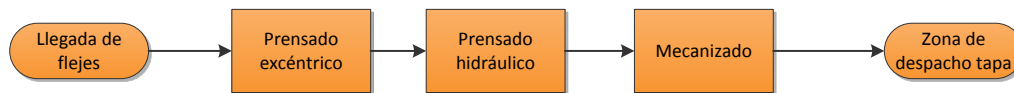
1. Diagramas de flujo de la empresa

La descripción del proceso de cada componente fabricado por Revesol se obtuvo mediante observaciones y registros hechos al interior de la planta que posteriormente fueron validadas por el gerente de producción y el jefe de planta.

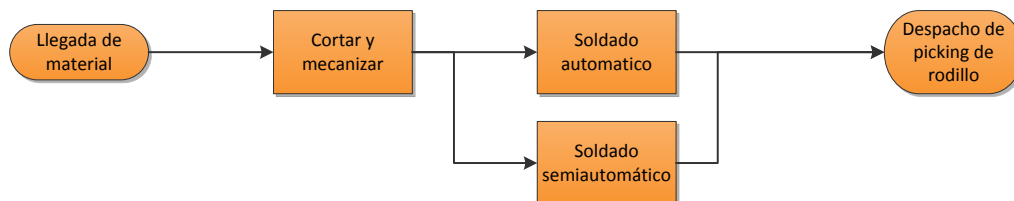
Los componentes investigados fueron todos los que elabora la empresa metalúrgica Revesol, como son; estaciones, ejes, elementos del rodillo y elementos que conforman a la polea.

En la Figura VII.1 se observan los procesos de los elementos que componen el rodillo como son; ejes, tapas y mantos. El resto de elementos son productos comerciales o tercerizados.

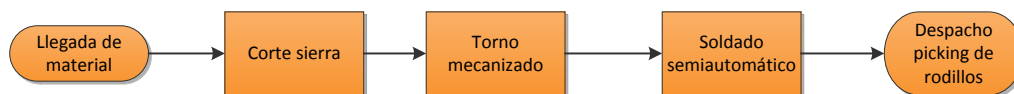
Linea tapa de rodillos



Linea rapida de rodillos



Linea lenta de rodillos



Línea armado de componentes para el transporte del material

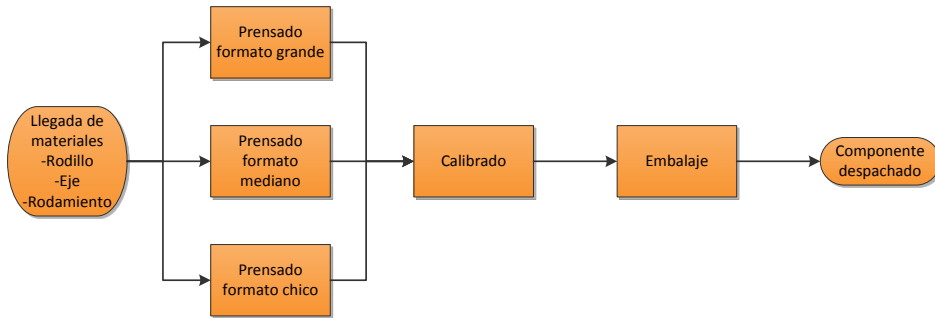


Figura VII.1. Ilustración de los diagramas de flujo de los elementos que conforman el rodillo.
Fuente: Elaboración propia

En la Figura VII.2 se observan los diagramas de flujo de los elementos que componen la polea como son; mantos, ejes y tapas. El resto de elementos son comercializados o tercerizados.

Línea Poleas

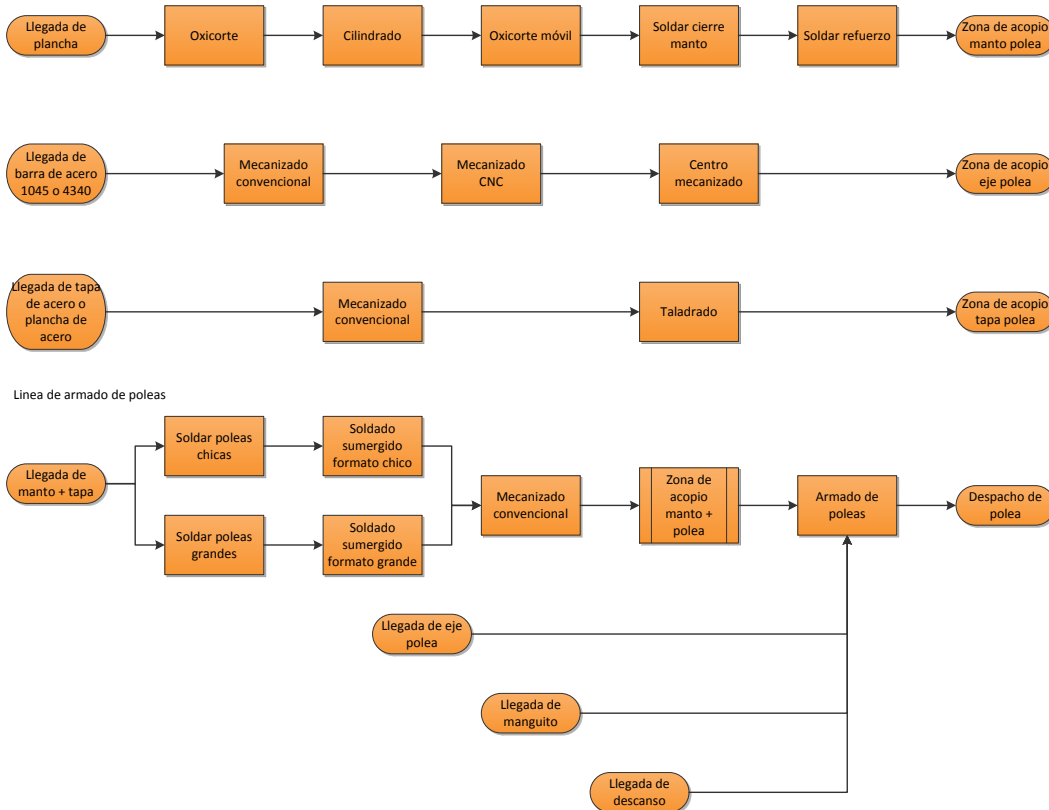


Figura VII.2. Ilustración de diagrama de flujo de los elementos que conforman a la Polea.
Fuente: Elaboración propia

2. Distancia recorrida por material

Una vez presentado el diagrama de flujo de los productos elaborados por la empresa, se continúa con las distancias que recorre el material al momento de ser trasladado de un área a otra. Para esto, fue necesario recurrir al plano actualizado en CAD de la planta Revesol, adjuntado en el Anexo XX-1 y siendo facilitado por el departamento de Ingeniería.

Ya obtenida la fuente, se conforma la matriz mostrada en la Tabla VII-1 que es diseñada por medio de los procesos hechos de cada material. En la tabla se registran los desplazamientos normales y extremos, ya que no siempre se utiliza el mismo recorrido. Sobre todo cuando se traslada el material a otro departamento para su próxima operación, ya que las estaciones de trabajo se encuentran separadas.

Por otro lado, existen componentes que en su elaboración poseen dos líneas productivas paralelas, estas varían en la automatización de las máquinas y del requerimiento del cliente. Un ejemplo se presenta en el área de Célula, cuando fabrican los mantos del rodillo, porque contempla dos líneas productivas, como son una línea de producción lenta y otra rápida.

La línea rápida considera maquinaria autónoma a través de un control numérico computarizado, programando los cortes a la tubería de acero y mecanizando ambos lados de la tubería cortada. Significando a la empresa ser una línea rápida a la hora de su producción. En cambio la línea lenta contempla ambos procesos por separado.

La matriz también considera ambos procesos, obteniendo sus distancias por medio de cotas lineales hechas en programa CAD y registrando cada medida de la distancia en el cuadro correspondiente.

		bodega MP	Sierra Starret	tornos cnc	centro de mecanizado	bodega de ejes (1014)	distancia acumulada (m)
		ejes de rodillos	normal (actual)	40	-	-	-
-	40			-	-	-	80
-	-			10	-	-	90
-	-			-	50	-	140
extrema (actual)	40		-	-	-	-	40
	-		40	-	-	-	80
	-		-	10	-	-	90
	-		-	-	50	-	140
normal (incluyendo b&o)	bodega MP		b&O	bodega de ejes (1014)	-	-	distancia acumulada (m)
	50		-	-	-	-	50
	-		80	-	-	-	130
	extrema (incluyendo b&o)		70	-	-	-	70
-	-	150	-	-	-	220	

Tabla VII-1. Matriz de distancia de los procesos de Revesol

Fuente: Elaboración propia

tapas de rodillos embutidas	normal (actual)	bodega 1000	prensa smerald	prensas hidráulicas	prensa recorte	cnc	bodega 1000	distancia acumulada (m)
		80	-	-	-	-	-	80
-	10	-	-	-	-	90		
-	-	10	-	-	-	100		
-	-	-	30	-	-	130		
-	-	-	-	-	40	170		
extrema (actual)	80	-	-	-	-	80		
	-	10	-	-	-	90		
	-	-	10	-	-	100		
	-	-	-	30	-	130		
	-	-	-	-	60	190		

mantos de rodillos	cañerías y tubos	normal (actual)	bodega MP	Sierras cosen o jaespa	tornos	soldadura	bodega 1000	distancia acumulada (m)
			30	-	-	-	-	30
-	20	-	-	-	-	50		
-	-	10	-	-	-	60		
-	-	-	20	-	-	80		
extrema (actual)	30	-	-	-	-	30		
	-	20	-	-	-	50		
	-	-	10	-	-	60		
	-	-	-	20	-	80		
	normal (incluyendo b&o)	bodega MP	b&O	soldadura	bodega 1000	-	distancia acumulada (m)	
70		-	-	-	-	70		
-		20	-	-	-	90		
-	-	20	-	-	110			
extrema (incluyendo b&o)	70	-	-	-	-	70		
	-	20	-	-	-	90		
-	-	20	-	-	110			

rodillos con anillos	normal (actual)	bodega MP	Sierras prep. y corte	torno viper	bodega 1000	distancia acumulada (m)
		40	-	-	-	40
-	10	-	-	-	50	
-	-	30	-	-	80	
extrema (actual)	50	-	-	-	50	
	-	10	-	-	60	
	-	-	30	-	90	

estaciones	normal (actual)	bodega MP	prep y corte	soldadura estaciones (armado)	soldadura estaciones (remate)	bodega de servicios o pintura interna	distancia acumulada (m)
		30	-	-	-	-	30
-	70	-	-	-	-	100	
-	-	40	-	-	-	140	
-	-	-	70	-	-	210	
extrema (actual)	30	-	-	-	-	30	
	-	70	-	-	-	100	
	-	-	40	-	-	140	
	-	-	-	70	-	210	

armado de rodillos y polines	normal (actual)	bodegas 1000 y bodegas 1014	armado de rodillos y polines	embalaje	distancia acumulada (m)
		40	-	-	40
		30	-	-	70
		-	10	-	80
extrema (actual)		40	-	-	40
		30	-	-	70
		-	10	-	80
		-	-	-	-

ejes de poleas	normal (actual)	bodega MP	sierra	torno	acopio transitorio	armado de poleas	distancia acumulada (m)
		140	-	-	-	140	
		-	60	-	-	200	
		-	-	20	-	220	
		-	-	-	10	230	
extrema (actual)		190	-	-	-	190	
		-	250	-	-	440	
		-	-	10	-	450	
		-	-	-	10	460	

mantos de poleas	normal (actual)	bodega MP	oxicorte	cilindradora - soldadura	mecanizado	soldadura	mecanizado	Bodega serv. externos - engomado	bruñido	armado de poleas	distancia acumulada (m)	
		90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90
		-	-	90	-	-	-	-	-	-	180	
		-	-	50	-	-	-	-	-	-	230	
		-	-	-	50	-	-	-	-	-	280	
		-	-	-	-	50	-	-	-	-	330	
		-	-	-	-	-	30	-	-	-	360	
		-	-	-	-	-	-	60	-	-	420	
		-	-	-	-	-	-	-	30	-	450	
extrema (actual)		100	-	-	-	-	-	-	-	-	100	
		-	-	90	-	-	-	-	-	-	-	190
		-	-	-	70	-	-	-	-	-	-	260
		-	-	-	-	70	-	-	-	-	-	330
		-	-	-	-	-	70	-	-	-	-	400
		-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	430
		-	-	-	-	-	-	-	60	-	-	490
		-	-	-	-	-	-	-	-	30	-	520

equipos	normal (actual)	bodega 1001	sierra u oxicorte	Soldadura	mecanizado	montaje de equipos	distancia acumulada (m)
		90	-	-	-	90	
		-	30	-	-	120	
		-	-	40	-	160	
		-	-	-	90	250	
extrema (actual)		90	-	-	-	90	
		-	30	-	-	120	
		-	-	40	-	160	
		-	-	-	110	270	

Luego de obtener las distancias, se calcula la distancia acumulada de cada proceso del material.

El análisis del recorrido del material, se continua, en el desarrollo de los diagramas de relación de recorrido y/actividad. Ya que es necesario saber los departamentos que serán definidos por la empresa.

VIII. Relación entre actividades

El punto contempla la relación entre las actividades que se lograron identificar relevantes en la empresa Revesol, considerándose como una actividad a todo elemento(s) capaz de permitir un normal funcionamiento a una empresa, dedicado a la fabricación de componentes mineros y a través de un control y un manejo adecuado de la industria. A esto, se agregan servicios anexos como son los medios auxiliares de producción, ya que no se incluyen al momento de estudiar las operaciones. La relación de las actividades se obtiene sabiendo su importancia, para esto, es necesario cuantificar, y así saber la estructura distributiva de las actividades.

Según Richard Muther el método SLP entrega una herramienta capaz de evaluar la cercanía que debe tener cada actividad, clasificándolos y ponderándolos en letras. Como se muestra en la Tabla VIII-1, la clasificación puede ser mediante distintos criterios.

<i>PROXIMIDAD</i>	
<i>A</i>	<i>Absolutamente necesario</i>
<i>E</i>	<i>Especialmente importante</i>
<i>I</i>	<i>Importante</i>
<i>O</i>	<i>Poco importante</i>
<i>U</i>	<i>Sin importancia</i>
<i>X</i>	<i>No deseable</i>

*Tabla VIII-1. Tabla de clasificación de proximidad
Fuente: Muther , 1997*

El presente trabajo con el fin de ser lo más objetivo, utiliza dos criterios; uno cuantitativo como es la frecuencia del traslado entre las actividades. Y otro cualitativo por medio del juicio personal consultando a personas entendidas de la materia, como son; supervisores y gerentes de diferentes departamentos.

La clasificación de cada relación debe estar limitada para evitar errores en el desarrollo del diagrama de actividad, por que al momento de asignar una clasificación a una relación, suele ser clasificada como “absolutamente necesario” o con la letra “A”. En la Tabla VIII-2 se muestra el límite que debe poseer cada clasificación para el correcto uso del diagrama de actividad.

<i>A</i>	<i>2%-5%</i>
<i>E</i>	<i>3%-10%</i>
<i>I</i>	<i>5%-15%</i>
<i>O</i>	<i>10%-25%</i>
<i>U</i>	<i>Restantes</i>
<i>X</i>	

*Tabla VIII-2. Tabla del límite de ponderación
Fuente: Casp Vanaclocha , 2005*

En este contexto, fue necesario definir las áreas de Revesol, e identificar las áreas productivas y las áreas de servicio. Para la definición de los departamentos o actividades se utilizaron los criterios personales del gerente de producción y el jefe de planta, ambos decidieron cual iban ser los departamentos que participarían al momento de la elaboración del diagrama. Según el juicio personal, se establecieron catorce departamentos como se muestra en la Tabla VIII-3.

<i>Actividades productivas</i>	<i>Actividades anexos</i>
<i>Armado de Equipos</i>	<i>Mantenimiento</i>
<i>Corte y preparación</i>	<i>Matrickeria</i>
<i>Célula de rodillos</i>	<i>Hidráulica</i>
<i>Cnc</i>	<i>Pañol</i>
<i>Armado de rodillos y polines</i>	<i>Oficinas</i>
<i>Armado de poleas</i>	
<i>Mecanizado</i>	
<i>Bodega 1014</i>	
<i>Bodega central</i>	
<i>Bodega materias primas</i>	

Tabla VIII-3. Clasificación de las actividades de Revesol

Fuente: Elaboración propia

A partir de esta información se desarrolló ambos puntos que son capaces de determinar una relación entre actividades.

1. Relación de actividades con criterio cuantitativo

Mediante observaciones en la planta en conjunto de los programadores de producción, se pudo recopilar la información del número de trayectos hechos por el material entre departamentos. Siendo registradas en la tabla de distancias utilizada en el punto anterior. En la Tabla VIII-4 se muestran los resultados del registro hecho.

<i>RELACION</i>	<i>Suma de FRECUENCIA</i>
<i>CELULA-CNC</i>	<i>27</i>
<i>MP-CORTE Y PREP</i>	<i>25</i>
<i>MP-CELULA</i>	<i>22</i>
<i>1000-ARMADO</i>	<i>20</i>
<i>1014-ARMADO</i>	<i>20</i>
<i>ARMADO-EMBALAJE</i>	<i>20</i>
<i>CNC-1014</i>	<i>20</i>
<i>EQUIPO-MECANIZADO</i>	<i>19</i>
<i>MECANIZADO-EQUIPO</i>	<i>19</i>
<i>CORT. PREP- EQUIPO</i>	<i>9</i>
<i>1000-CORTE Y PREP.</i>	<i>5</i>
<i>CNC-1000</i>	<i>5</i>
<i>CORTE PREP-CNC</i>	<i>5</i>
<i>EQUIPO-ARMADO</i>	<i>4</i>
<i>EQUIPO-POLEA</i>	<i>4</i>
<i>MP-EQUIPO</i>	<i>4</i>
<i>POLEA-MECANIZADO</i>	<i>4</i>
<i>CELULA-EXTR.</i>	<i>1</i>

Tabla VIII-4. Frecuencia entre actividades

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenidos los datos de la frecuencia de los traslados entre departamentos, se hizo un histograma del número de traslados del material representado en el Figura VIII.1. Para saber cuáles son los departamentos con mayor y menor frecuencia.

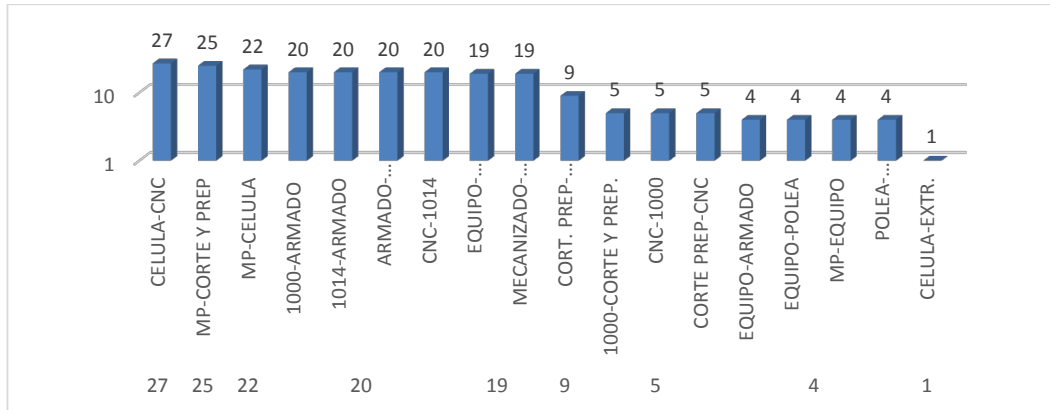


Figura VIII.1. Histograma de relaciones entre departamentos.

Fuente: Elaboración propia

A partir de la información recopilada se estiman la ponderación para cada relación utilizando los límites de asignación mencionados anteriormente. Para esto, se deben calcular los pares de relaciones que se obtienen de la siguiente formula:

$$(n*(n-1))/2$$

Siendo n el número de departamento o actividades. La empresa al tener 14 departamentos al momento de aplicar la formula se obtiene que Revesol tiene 91 pares de relación.

En la Tabla VIII-5 se muestra el número de asignaciones límites que debiesen de tener cada clasificación

A	2%-5%	2-5
E	3%-10%	3-11
I	5%-15%	5-15
O	10%-25%	11-26
U	Restantes	Restantes
X		

Tabla VIII-5. Asignaciones límites según la frecuencia de cada actividad

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenidos los límites, se asignan a cada relación una clasificación según su frecuencia de trayectos. Sin que el número de asignaciones sobrepasen los límites señalados. En la Tabla VIII-6 se muestra la clasificación a cada Relación.

RELACION	FRECUENCIA	PONDERACION
CELULA-CNC	27	A
MP-CORTE Y PREP	25	A
MP-CELULA	22	A
1000-ARMADO	20	E
1014-ARMADO	20	E
ARMADO-EMBALAJE	20	E
CNC-1014	20	E
EQUIPO-MECANIZADO	19	I
MECANIZADO-EQUIPO	19	I
CORT. PREP- EQUIPO	9	I
1000-CORTE Y PREP.	5	I
CNC-1000	5	I
CORTE PREP-CNC	5	I
EQUIPO-ARMADO	4	I
EQUIPO-POLEA	4	I
MP-EQUIPO	4	I
POLEA-MECANIZADO	4	I
CELULA-EXTR.	1	O

Tabla VIII-6. Ponderación de cada relación

Fuente: Elaboración propia

A través de la tabla se recopila las clasificaciones asignadas a cada una de las relaciones y se trasladan al diagrama de relación de actividades propuesto por Richard Muther representado en la Tabla VIII-7 y que se obtuvo a partir de un análisis cuantitativo por medio de las frecuencia que va realizando el material al momento de su traslado entre departamentos.

AREAS	MATRIZ DE FRECUENCIAS DE TRASLADOS														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
EQUIPOS	1		I	U	U	I	I	I	O	O	O	O	O	I	U
CORTE Y PREPARACION	2			O	I	U	U	U	O	O	U	O	I	A	U
CELULA DE RODILLOS	3				A	O	U	U	O	O	U	O	O	A	U
CNC	4					U	U	U	U	U	U	E	I	U	U
ARMADO RODILLOS Y POLINES	5						U	U	U	U	U	E	E	U	U
ARMADO POLEAS	6							I	U	U	U	U	U	U	U
MECANIZADO	7								U	U	U	U	U	U	U
MANTENCION	8									U	U	U	U	U	U
MATRICERIA	9										U	U	U	U	U
HIDRAULICA	10											U	U	U	U
BODEGA 1014	11												U	U	U
BODEGA CENTRAL	12													U	U
BODEGA MATERIAS PRIMA	13														U
PAÑOL	14														
AREA PRECISION	15														

Tabla VIII-7. Diagrama de relación bajo el criterio cuantitativo

Fuente: Elaboración propia

2. Relación de actividades con criterios cualitativos

Una vez obtenida la relación de actividades a través del criterio cuantitativo, se continúa utilizando un criterio cualitativo, ya que el anterior criterio no permite relacionar la importancia de los departamentos que se clasifican como anexos al proceso productivo de Revesol.

Para obtener el diagrama de relaciones de actividades más válido y confiable se agrega un tercer diagrama que tenga ambos criterios cualitativo y cuantitativo por medio de la moda de ambos resultados.

Se comienza con la primera matriz a realizar, en ella se obtiene mediante una encuesta hecha a gerentes y supervisores de la planta Revesol, definiéndose variables e ítem para el uso correcto del análisis.

La encuesta consistía en que bajo el criterio de cada supervisor o gerente se respondiera y clasificara cada relación entre los 14 departamentos la cercanía que debían de tener estos, por medio de las letras asignadas anteriormente en la Tabla VIII-8.

En el Anexo XX-2 se encuentra la respuesta de todos los supervisores y gerentes que participaron en la encuesta. En la matriz hecha se muestra las variables que son las 91 relaciones de actividades que se pueden encontrar en los 14 departamentos establecidos.

Luego de obtener la muestra, se calculó la moda de las respuestas, obteniendo la clasificación con más frecuencia entre cada relación.

Se terminó con el desarrollo una vez obtenidas todas las respuestas y haber calculado la moda. Luego se traspasó el resultado al diagrama de relaciones del método SLP como se aprecia en la Tabla VIII-8.

N°	AREAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	EQUIPOS		I	I	O	I	E	E	U	U	I	I	O	I	I
2	CORTE Y PREPARACION			A	I	I	O	I	I	I	O	I	I	A	I
3	CELULA DE RODILLOS				A	A	O	I	I	O	O	I	I	I	I
4	CNC					I	O	O	I	O	O	I	O	I	O
5	ARMADO RODILLOS Y POLINES						O	I	I	O	O	A	I	O	O
6	ARMADO POLEAS							A	O	O	O	I	I	O	I
7	MECANIZADO								I	O	O	I	I	O	I
8	MANTENCION									O	O	I	I	U	O
9	MATRICERIA										O	I	I	O	O
10	HIDRAULICA											I	I	I	O
11	BODEGA 1014												A	I	O
12	BODEGA CENTRAL													A	O
13	BODEGA MATERIAS PRIMA														O
14	PAÑOL														

Tabla VIII-8. Diagrama de relación bajo el criterio cualitativo
Fuente: Elaboración propia

3. Relación de actividades con criterio mixto

Como se mencionó, para dar validez al trabajo se realizó una tercera matriz mixta, ya que considera ambos criterios cualitativos y cuantitativos.

El resultado obtenido se calcula por medio de la moda entre los diagramas respondidos por el personal de Revesol y el que se obtuvo por el análisis hecho de la frecuencia de los departamentos entre las actividades. En la Tabla VIII-9 se visualiza el diagrama luego de haber hecho ambos diagramas.

N°	AREAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	EQUIPOS		I	I	O	I	I	E	U	O	I	I	O	I	I
2	CORTE Y PREPARACION			A	I	I	O	I	I	O	O	I	I	A	I
3	CELULA DE RODILLOS				A	A	O	I	O	O	U	I	I	I	I
4	CNC					I	O	O	I	O	O	I	I	I	O
5	ARMADO RODILLOS Y POLINES						O	I	I	O	O	A	I	U	O
6	ARMADO POLEAS							A	O	O	O	I	I	O	I
7	MECANIZADO								I	O	O	I	I	O	I
8	MANTENCION									O	O	I	I	U	O
9	MATRICERIA										I	I	I	O	O
10	HIDRAULICA											I	I	I	O
11	BODEGA 1014												A	I	O
12	BODEGA CENTRAL													A	O
13	BODEGA MATERIAS PRIMA														O
14	PAÑOL														

Tabla VIII-9. Diagrama de relación bajo criterio mixto

Fuente: Elaboración propia

Por medio de los tres diagramas se continuara el trabajo en los capítulos siguientes al momento de analizar los resultados que se obtengan luego de usar el software constructivo y de mejora de layout.

Según las relaciones de actividades hechas bajo los tres criterios, se concluye que existe coincidencia al momento de clasificar la importancia de cercanía entre algunos departamentos. Comprobando los criterios y la forma de cómo fueron aplicados en las tablas.

A partir de estas tres relaciones, se ordenaran los departamentos para darle la forma a la estructura general de la planta.

IX. Diagramas de relación del recorrido

Los diagramas de relaciones entre actividades permiten diseñar la estructura distributiva de las actividades involucradas en una operación, volviendo eficiente los recursos.

Durante esta parte del trabajo se presentan y explican los diagramas de relaciones que son necesarios para poder construir y mejorar una distribución de planta. Que posteriormente serán aplicados en la construcción y mejora del layout con el uso de Software.

Para diseñar un diagrama del recorrido del material, es fundamental considerar dos aspectos como es la distancia recorrida y los costos del tiempo en trasladar un material.

Una vez obtenidos los diagramas de relaciones de ambos criterios, se continúa con la recopilación de información de los factores involucrados en una distribución.

1. Diagrama de relaciones de distancia entre actividades

El desarrollo de los diagramas, comienza con la recopilación de información del recorrido de las actividades. Para esto, fue necesario recopilar y actualizar los planos del layout de la planta, que luego a través de cotas se determinaban las distancias de las actividades (Véase en el Anexo XX-1).

Se recogen los datos de la matriz de distancia realizada anteriormente en el capítulo “Recorrido de procesos” y se hace un diagrama de relación con distancias normales y extremas, porque el traslado de una material varía cuando se traslada de una estación a otra. En la Tabla IX-1 y Tabla IX-2 se muestran los diagramas de relación para ambos casos, colocando en cada celda la distancia del recorrido del material. Sin embargo, este diagrama no considera la frecuencia del traslado que se hace en un determinado periodo. Por esta razón, a partir de la frecuencia obtenida y representada en la Tabla IX-3 se multiplican ambos datos, para obtener la distancia del traslado del material durante una jornada promedio de trabajo. Información obtenida por medio del departamento de planificación de la producción.

En las Tabla IX-4 y Tabla IX-5 se muestran los diagramas de distancia entre actividades contemplando el recorrido diario durante una jornada laboral.

DIAGRAMA DE DISTANCIAS EXTREMAS															
AREAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
EQUIPOS	1				110	90	145								
CORTE Y PREPARACION	2	50		50											
CELULA DE RODILLOS	3			40											
CNC	4										60	60			
ARMADO RODILLOS Y POLINES	5														
ARMADO POLEAS	6						70								
MECANIZADO	7	90				20									
MANTENCION	8														
MATRICERIA	9														
HIDRAULICA	10														
BODEGA 1014	11				30										
BODEGA CENTRAL	12		80		40										
BODEGA MATERIAS PRIMA	13	145	60	48											
PAÑOL	14														
AREA PRECISION	15														

Tabla IX-1. Diagrama de relación de distancias extremas
Fuente: Elaboración propia

		DIAGRAMA DE RELACION DE DISTANCIAS NORMAL														
AREAS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
EQUIPOS	1					110	90	50								
CORTE Y PREPARACION	2	50			50											
CELULA DE RODILLOS	3				40											
CNC	4											60	40			
ARMADO RODILLOS Y POLINES	5															
ARMADO POLEAS	6							50								
MECANIZADO	7	70					30									
MANTENCION	8															
MATRICERIA	9															
HIDRAULICA	10															
BODEGA 1014	11					30										
BODEGA CENTRAL	12		80			40										
BODEGA MATERIAS PRIMA	13	115	60	45												
PAÑOL	14															
AREA PRECISION	15															

Tabla IX-2. Diagrama de relación de distancia normal
Fuente: Elaboración propia

		DIAGRAMA DE FRECUENCIAS DE TRASLADOS														
AREAS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
EQUIPOS	1					4	4	19								
CORTE Y PREPARACION	2	9			5											
CELULA DE RODILLOS	3				27							1	1			
CNC	4											20	5			
ARMADO RODILLOS Y POLINES	5															
ARMADO POLEAS	6							4								
MECANIZADO	7	19					1									
MANTENCION	8															
MATRICERIA	9															
HIDRAULICA	10															
BODEGA 1014	11					20										
BODEGA CENTRAL	12		5			20										
BODEGA MATERIAS PRIMA	13	4	25	22												
PAÑOL	14															
AREA PRECISION	15															

Tabla IX-3. Diagrama de relación de frecuencia de traslados
Fuente: Elaboración propia

		DIAGRAMA DE DISTANCIAS NORMALES														
AREAS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
EQUIPOS	1	0	0	0	0	440	360	950	0	0	0	0	0	0	0	0
CORTE Y PREPARACION	2	450	0	0	250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CELULA DE RODILLOS	3	0	0	0	1080	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CNC	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1200	200	0	0	0
ARMADO RODILLOS Y POLINES	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARMADO POLEAS	6	0	0	0	0	0	0	200	0	0	0	0	0	0	0	0
MECANIZADO	7	1330	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MANTENCION	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MATRICERIA	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HIDRAULICA	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BODEGA 1014	11	0	0	0	0	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BODEGA CENTRAL	12	0	400	0	0	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BODEGA MATERIAS PRIMA	13	460	1500	990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAÑOL	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AREA PRECISION	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla IX-4. Diagrama de relación de distancias normales durante una jornada de trabajo
Fuente: Elaboración propia

		DIAGRAMA DE DISTANCIAS EXTREMAS														
AREAS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
EQUIPOS	1	0	0	0	0	440	360	2755	0	0	0	0	0	0	0	0
CORTE Y PREPARACION	2	450	0	0	250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CELULA DE RODILLOS	3	0	0	0	1080	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CNC	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1200	300	0	0	0
ARMADO RODILLOS Y POLINES	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARMADO POLEAS	6	0	0	0	0	0	0	280	0	0	0	0	0	0	0	0
MECANIZADO	7	1710	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MANTENCION	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MATRICERIA	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HIDRAULICA	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BODEGA 1014	11	0	0	0	0	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BODEGA CENTRAL	12	0	400	0	0	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BODEGA MATERIAS PRIMA	13	580	1500	1056	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAÑOL	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AREA PRECISION	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla IX-5. Diagrama de relación de distancias extremas durante una jornada de trabajo
Fuente: Elaboración propia

2. Diagrama de relaciones de los tiempos y costos en el traslado del material entre actividades

Para calcular un tiempo de traslado del material es imprescindible saber las velocidades promedio de cada uno de los equipos que se utilizan para el manejo de la carga. Ya que, obtener un promedio del tiempo haciendo un registro de cuanto demora el operario, es una tarea poco objetiva. Ya que el operario no siempre utiliza el mismo recorrido para manejar un material, principalmente, porque dependiendo el peso y el volumen obligan al operario a cambiar sus rutas o recorridos al momento de hacer el traslado. Por esta razón se hará un registro de las velocidades de cada equipo para el manejo del material, como pueden ser; puentes grúas, grúas horquillas y transpaletas.

Por medio de la matriz utilizada anteriormente en el cálculo de las distancias entre las actividades, se registran los equipos que se emplean para el manejo del material en cada relación. Para el cálculo del tiempo, se utilizara la fórmula de distancia que recoge la información del punto anterior y la velocidad de cada equipo en el trasladado de carga.

En la Tabla IX-6 se observan las velocidades de cada equipo para el manejo o izaje del material, velocidades que fueron obtenidas del registro hecho por los planificadores de producción.

Descripción	Velocidad (m/s)
grúa horquilla	0,50
puente grúa	0,35
transpaleta	1,00

Tabla IX-6. Velocidades de los equipos de manejo para el manejo o izaje del material
Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenida la velocidad de cada equipo, estas se multiplican al diagrama de distancias, entregando los tiempos de traslado por medio de un diagrama de relaciones de actividades como se muestra en la Tabla IX-7y Tabla IX-8.

DIAGRAMA DE TIEMPOS NORMALES															
AREAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
EQUIPOS	1	0	0	0	0	440	720	1900	0	0	0	0	0	0	0
CORTE Y PREPARACION	2	702	0	0	250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CELULA DE RODILLOS	3	0	0	0	1080	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CNC	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1200	200	0	0	
ARMADO RODILLOS Y POLINES	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ARMADO POLEAS	6	0	0	0	0	0	0	400	0	0	0	0	0	0	
MECANIZADO	7	2660	0	0	0	0	86	0	0	0	0	0	0	0	
MANTENCION	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MATRICERIA	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
HIDRAULICA	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BODEGA 1014	11	0	0	0	0	600	0	0	0	0	0	0	0	0	
BODEGA CENTRAL	12	0	800	0	0	800	0	0	0	0	0	0	0	0	
BODEGA MATERIAS PRIMA	13	920	3000	1980	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PAÑOL	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
AREA PRECISION	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tabla IX-7 Diagramas de relación de tiempos normales

Fuente: Elaboración propia

DIAGRAMA DE TIEMPOS DIARIO (segundos)															
AREAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
EQUIPOS	1	0	0	0	0	440	720	4560	0	0	0	0	0	0	0
CORTE Y PREPARACION	2	702	0	0	250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CELULA DE RODILLOS	3	0	0	0	1080	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CNC	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1200	300	0	0	
ARMADO RODILLOS Y POLINES	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ARMADO POLEAS	6	0	0	0	0	0	0	560	0	0	0	0	0	0	
MECANIZADO	7	3420	0	0	0	0	86	0	0	0	0	0	0	0	
MANTENCION	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MATRICERIA	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
HIDRAULICA	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BODEGA 1014	11	0	0	0	0	600	0	0	0	0	0	0	0	0	
BODEGA CENTRAL	12	0	800	0	0	1600	0	0	0	0	0	0	0	0	
BODEGA MATERIAS PRIMA	13	1160	3000	2090	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PAÑOL	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
AREA PRECISION	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tabla IX-8. Diagrama de relación de tiempos extremos

Fuente: Elaboración propia

A partir de los tiempos obtenidos, se hace el cálculo para estimar los costos en trasladar un material. Contemplando la información entregada por el área de RRHH, en el cual, fue solicitado el costo de la hora/hombre del personal que efectúa el traslado del material como son los operarios de producción y bodegueros del área de adquisición, la Tabla IX-9 muestra la hora/hombre mediante una planilla.

CENTRO DE COSTOS	PUESTO TRABAJO	COSTO REAL HORA	COSTO SEG TRABAJADO
830201	CORT. ANGULOS	6577	1,827
830203	SIERRA HORIZONTAL	5518	1,533
830206	PRENSAS	7451	2,07
830304	TORNO CNC	7891	2,192
830401	MECANIZADO POLINES	6112	1,698
830406	SOLDADORAS	7596	2,11
830501	ARMADO RODILLO	6816	1,893
830803	SOLDAR EQUIPOS	7707	2,141
SIN REGISTRO	GRUEROS	4800	1,333

Tabla IX-9. Costos hora-hombre de operarios y bodegueros

Fuente: Elaboración propia

Luego de obtenidos los costos, es necesario identificar el recurso utilizado, en este caso el operador que realiza el traslado en cada relación de departamento. Para esto se hace el diagrama de relaciones de actividades colocando el costo de la hora/ hombre del operario que efectivamente mueve el material.

En las Tabla IX-10 y Tabla IX-11 se representan los diagramas de costo en trasladar el material mediante dos factores el tiempo- costo hora/hombre.

DIAGRAMA DE RELACION DE COSTOS NORMALES															
AREAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
EQUIPOS	1	0	0	0	0	928	960	2533	0	0	0	0	0	0	0
CORTE Y PREPARACION	2	1076	0	0	517	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CELULA DE RODILLOS	3	0	0	0	2367	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CNC	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2630	438	0	0	
ARMADO RODILLOS Y POLINES	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ARMADO POLEAS	6	0	0	0	0	0	0	533	0	0	0	0	0	0	
MECANIZADO	7	3547	0	0	0	0	115	0	0	0	0	0	0	0	
MANTENCION	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MATRICERIA	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
HIDRAULICA	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BODEGA 1014	11	0	0	0	0	1136	0	0	0	0	0	0	0	0	
BODEGA CENTRAL	12	0	1067	0	0	1713	0	0	0	0	0	0	0	0	
BODEGA MATERIAS PRIMA	13	1227	4000	2640	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PANOL	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
AREA PRECISION	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tabla IX-10. Diagrama de relación de costos en el traslado de material con trayectos normales
Fuente: Elaboración propia

DIAGRAMA DE RELACION DE COSTOS EXTREMOS															
AREAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
EQUIPOS	1	0	0	0	0	928	960	6080	0	0	0	0	0	0	0
CORTE Y PREPARACION	2	1076	0	0	517	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CELULA DE RODILLOS	3	0	0	0	2367	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CNC	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2630	658	0	0	
ARMADO RODILLOS Y POLINES	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ARMADO POLEAS	6	0	0	0	0	0	0	747	0	0	0	0	0	0	
MECANIZADO	7	4560	0	0	0	0	115	0	0	0	0	0	0	0	
MANTENCION	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MATRICERIA	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
HIDRAULICA	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BODEGA 1014	11	0	0	0	0	1136	0	0	0	0	0	0	0	0	
BODEGA CENTRAL	12	0	1067	0	0	3425	0	0	0	0	0	0	0	0	
BODEGA MATERIAS PRIMA	13	1547	4000	2787	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PANOL	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
AREA PRECISION	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tabla IX-11. Diagrama de relación de costos en el traslado de material con trayectos extremos
Fuente: Elaboración propia

X. Análisis de factores

En las operaciones productivas en una industria, el término factor(es) se refiere a recursos de un proceso productivo que combinados le agregan valor a los bienes o servicios elaborados.

En el desarrollo de la sección de factores se busca analizar los ocho factores entorno a la temática de distribución, que fueron propuestos por Richard Muther como son; material, maquinas, hombre, movimiento, servicio, espera, edificio y cambio.

Mediante el análisis de cada factor se obtendrán conclusiones de la situación actual de la planta y su distribución, según observaciones y registros. Que posteriormente, se harán las medidas correctivas que serán incluidas en la posterior propuesta de distribución.

A continuación se comienzan a abordar cada factor de manera individual, analizando y concluyendo según las consideraciones que afectan en una distribución.

1. Factor material

Las consideraciones que afectan a la distribución son abordadas por cada elemento o particularidad del material.

- ✓ **Materias primas**
 Las materias primas que se utilizan son productos a base de acero al carbono y aceros de alta resistencia, los materiales son: Planchas, tuberías, flejes, barras y cañerías. Los materiales que se mencionaron son los más relevantes a cuanto cantidad y dimensión.
 Los formatos dimensionales de cada material no varían ya que se trabajan en formatos estándar.
 La unidad de medida con respecto al peso es medida en toneladas.
 No existen resguardos para proteger el material.

- ✓ **Productos semielaborados y terminados**
 Los productos que se van fabricando en la empresa son variados según su formato y tamaño, sobre todo cuando son productos de ingeniería que son productos exclusivos a cada cliente. En cambio la variabilidad de los tipos de productos que se fabrican en Revesol, son pocos, ya que simplemente se dedica a la fabricación de componentes para cintas y equipos.
 El material en proceso y terminado, debe permanecer en espacios que le permitan estar protegido del calor, frío, polvo, suciedad, humedad, vapores y humos.

En la Tabla X-1 se detalla la cantidad de cada tipo de material que se almacenan en la empresa Revesol. Según la tabla se observa que las materias primas es la que concentra la mayor cantidad de material.

<i>Material</i>	<i>Stock</i>
<i>Materiales Auxiliares</i>	<i>55.868.213</i>
<i>Materias Primas</i>	<i>1.394.497.588</i>
<i>Piezas de Recambio</i>	<i>2.771.140</i>
<i>Semielaborados</i>	<i>339.063.649</i>
<i>Productos Terminados</i>	<i>179.412.108</i>
<i>Total general</i>	<i>1.971.612.698</i>

Tabla X-1. Cantidad de stock por tipo de material
Fuente: Metalúrgica Revesol S.A.

2. Factor maquinaria

Las consideraciones que pueden afectar la distribución son abordadas de los elementos o particularidades de la maquinaria.

- ✓ La maquinaria de producción
La totalidad de máquinas se distribuye en máquinas de procesos tradicionales y modernos con el uso de paneles de control, mostradas en la Figura X.1 e Figura X.2.
Los tamaños y dimensiones de la maquinaria varían según el proceso y el producto que se van haciendo.
El número de maquinaria en la empresa son 164, de estas, 104 tienen un funcionamiento normal, 40 sin uso por la falta de operario y 10 dadas de baja.
Las operaciones que emplea la maquinaria son prensado, mecanizado, corte, soldadura, cilindrados y taladrados.
Para el normal funcionamiento de la máquinas se requiere tener acceso a; conexiones eléctricas, neumáticas e hidráulicas, aislamiento, acondicionamiento, movilidad, tener acceso a ventilación y la extracción de gases.

En la Tabla X-2 se observa la situación de cada máquina según su uso.

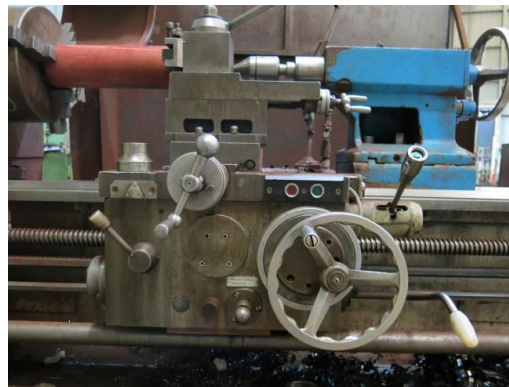
<i>Situación</i>	<i>Cuenta de MAQUINA</i>
<i>Normal</i>	<i>104</i>
<i>Sin operario</i>	<i>42</i>
<i>Sin registro</i>	<i>12</i>
<i>Dado baja</i>	<i>4</i>
<i>Reparación</i>	<i>2</i>
<i>Total general</i>	<i>164</i>

Tabla X-2. Situación operativa de las máquinas
Fuente: Elaboración propia

En la tabla se observa un deficiente uso de las máquinas en la empresa Revesol.



*Figura X.1. Ilustración de Torno CNC Viper.
Fuente Metalúrgica Revesol S.A.*



*Figura X.2. Ilustración de Torno convencional.
Fuente: Metalúrgica Revesol S.A.*

3. Factor Hombres

Las consideraciones que pueden afectar a la distribución es abordado dependiendo el personal involucrado.

✓ Mano de obra directa

Se cuenta con 120 trabajadores de mano de obra directa en la producción.

El riesgo a accidente es alto, debido a; la inseguridad que provocan los obstáculos peligrosos, maquinas ubicadas en lugares inadecuados y operarios expuestos a trabajos demasiados cerca del material.

Las condiciones de trabajo de la mano de obra directa poseen situaciones desfavorables como la exposición a corrientes de aire a temperaturas bajas, áreas poco ventiladas frente al levantamiento de polvo, vapores y suciedad.

Son constantes los ruidos perturbadores propagados por las máquinas. Se posee un alto nivel de vibraciones en máquinas de alto impacto al suelo, como son; prensas hidráulicas y excéntricas.

La habilidad del operario es principal en algunas áreas de trabajo más manuales.

En la Tabla X-3 se observa la cantidad de operarios según su situación contractual

<i>SITUACION</i>	<i>CANTIDAD</i>
<i>FIJO</i>	<i>15</i>
<i>INDEFINIDO</i>	<i>139</i>
<i>Total general</i>	<i>154</i>

Tabla X-3.Situacion contractual de los operarios de Revesol

Fuente: Elaboración propia

4. Factor Movimiento

Las consideraciones que pueden afectar a la distribución contemplan los elementos o particularidades y el formato, del material móvil o en espera.

✓ Grúas horquillas

EL Patrón de movimiento de las grúas horquillas son por fuera de la planta, sin interrumpir el proceso operativo, ya que son utilizados para la carga y descarga del material entrante y terminado.

En la Figura X.3 se observa el funcionamiento de las grúas horquillas.



Figura X.3. Ilustración de Grúa horquilla.

Fuente: Metalúrgica Revesol S.A.

- ✓ Grúas horquillas retractiles
Además del manejo de carga en bodegas como son productos semielaborados y terminados.
En la imagen se observa el funcionamiento del transporte del material en grúas horquillas retractiles

- ✓ Transpaletas
El patrón de movimiento de las transpaletas, es interno a la planta, trasladando material de un área a otra. Son utilizados para acarrear piezas o partes de productos, en el caso de la empresa acarrean los componentes y repuestos de cintas transportadoras como son soportes, rodillos, ejes y polines.
En la Figura X.4 se observa el funcionamiento del transporte del material mediante transpaletas.



*Figura X.4. Ilustración de Transpaleta.
Fuente Metalúrgica Revesol S.A.*

- ✓ Puentes grúas
El patrón de movimiento de los puentes grúas son lineales e internos de un área. El movimiento e izaje del material requiere de cuerdas, cables y elementos de amarre. Son utilizados para izar materiales de grandes dimensiones como son los componentes de las poleas.
En la Figura X.5 se observa el izaje y movimiento del material mediante puentes grúas.



*Figura X.5. Ilustración de Puente grúa.
Fuente: Metalúrgica Revesol S.A.*

5. Factor Espera

Las consideraciones que pueden afectar a la distribución serán abordadas según el elemento o particularidad del material

- ✓ Bodega de materias primas
Es el área de recepción del material entrante donde se recibe material de gran tamaño y peso. El método de almacenaje es mediante cantiléver para tuberías, barras, flejes y cañerías. En el caso de las planchas de acero se acopian en el piso.
La limitación de altura es el alcance de las grúas horquillas de 3 metros.
Se posee un amplio acceso y pasillo debido a las dimensiones del material. El espacio que cuenta actualmente es una superficie de 5000 m².
Al ser un espacio abierto el material no está salvaguardado a; la humedad, polvo, suciedad, calor y frío y del deterioro del material.
- ✓ Bodega de productos comercializados y semielaborados
Es un área de recepción de material para elementos de dimensiones pequeñas como son repuestos y piezas de los componentes de polines. Se acopian en racks limitados por la altura del galpón de 11 metros. Los accesos son pensados en el acceso libre de las grúas horquillas. Salvaguardado del fuego, humedad, calor, frío y robos. Ambas bodegas poseen una superficie de aproximadamente 400 m².

- ✓ Zona de despacho
Debido a que la fábrica trabaja make to order general es una zona de espera y no de almacenaje ya que los productos se despachan de inmediato.

6. Factor Servicio

Las consideraciones que pueden afectar la distribución son abordadas según los elementos o particularidades del servicio.

- ✓ Servicio relativo al personal
Para el personal, el acceso al galpón son dos; el principal y el acceso de oficinas. Las instalaciones para el personal cuenta con todas las necesidades básicas que requieren. Poseen elementos de seguridad como son alarmas, cámaras, extintores y salidas de emergencias. El galpón posee iluminación general y localizada en cada área de trabajo. Además se cuenta con calefacción y ventilación.
- ✓ Servicios relativos al material
El servicio sobre el producto cuenta con control de calidad, producción y adquisición. Cada uno con su espacio y elementos de trabajo.
- ✓ Servicios relativos a la maquinaria
La maquinaria cuenta con el servicio de mantenimiento con su taller, donde hacen trabajos de reparación, mantenimiento y sustitución de maquinaria.

7. Factor Edificio

Las consideraciones que pueden afectar a la distribución son abordadas según los elementos o particularidades del factor edificio.

- ✓ Galpón
El galpón cuenta con una superficie de 11000 m² utilizado para el proceso de fabricación. Posee una altura de 10 metros con suelos de una alta resistencia debido a la carga del material y maquinaria. Las columnas que sostienen el galpón se encuentran separadas a 10 y 15 metros.

En el Anexo XX-3 se encuentran los planos estructurales de la planta

8. Factor Cambio

Debido a que la propuesta se desarrolla a partir de la premisa de volver adaptable, flexible y variable la distribución mediante el factor cambio. Se aborda, diferente al resto de factores analizando cada cualidad que debe contemplar una distribución, con el objetivo de saber, de qué manera se encuentra preparada la planta para posibles cambios que se le pueden llegar a presentar en el tiempo.

Por esta razón, el capítulo trabaja abordando nuevamente los factores de distribución, pero desde una perspectiva de una distribución flexible, adaptable y variable.

Midiendo su nivel de flexibilidad, adaptabilidad y versatilidad de la distribución a través de cada factor.

8.1. Flexibilidad

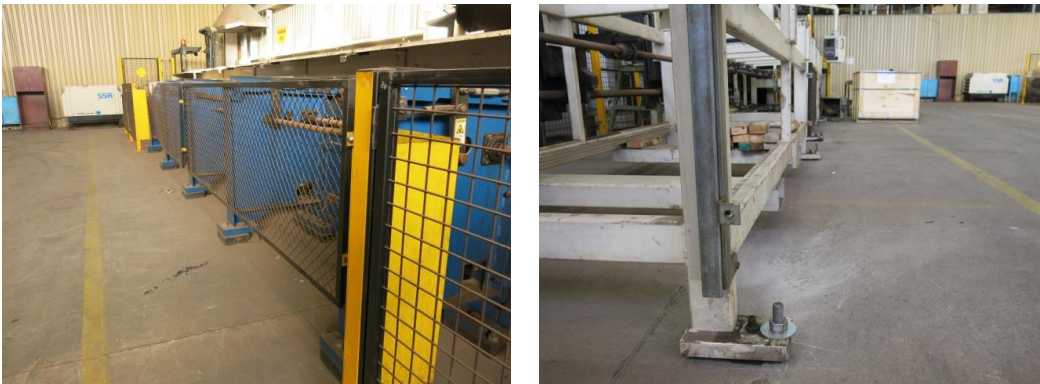
La flexibilidad es la capacidad de adaptarse frente a los cambios, una cualidad que debe poseer toda distribución.

En el contexto de la empresa Revesol, es preponderante poseer esta cualidad debido a las situaciones que lo rodean. Ya que una empresa considerada como flexible, se refiere, a empresas que se permiten cambiar prácticamente toda su distribución, sin mayores dificultades.

Análisis de flexibilidad

- ✓ Maquinaria y equipo desplazable
Se posee máquinas de grandes dimensiones debido a la cantidad y volumen de los productos fabricados, en consecuencia, le quita movilidad a las máquinas ya que son cargas demasiado pesadas e inestables. Para máquinas de estas dimensiones, se debe tener un sistema de anclaje al suelo debido a los grandes esfuerzos que emplean los soportes que sostiene la carga.
La complejidad de las operaciones que hace cada máquina, requiere de grandes necesidades en sus conexiones (eléctricas, neumáticas o hidráulicas) por lo que mover una máquina, se vuelve imposible, si no se tiene el lugar adecuado con sus conexiones correspondientes.
En la Figura X.6 se visualiza el volumen de las máquinas y el sistema de anclaje que impiden el movimiento de la maquinaria.
- ✓ Equipo autónomo
En la empresa se poseen máquinas automatizadas en algunas líneas de trabajo, como son; en la fabricación de ejes y mantos del rodillo. En la Figura X.7 e Figura X.8 se visualiza el contraste de las máquinas pertenecientes a Revesol.
Sin embargo, en la empresa aún existe una gran dependencia de la habilidad de la mano del hombre, ya que para los trabajos de grandes dimensiones las máquinas tienden a ser más manual.
Agregado a esto, se poseen máquinas automatizadas que no están siendo ocupadas, como es el caso de robot soldadores, pero estos no son utilizados debido a problemas de mantenimiento.

- ✓ Líneas de servicio fácilmente accesibles
El galpón presenta espacios abiertos al ambiente que imposibilita utilizar ese espacio.
- ✓ La construcción del edificio
El diseño de la planta restringe la libertad de distribuir la planta de cualquier forma, ya que existen tensores y pilares que impiden el movimiento y limitan el espacio.
En la Figura X.9 se visualizan tensores que limitan el espacio de trabajo



**Figura X.6. Ilustración de sistemas de anclajes de maquina Bardón & Oliver Centro de mecanizado.
Fuente: Metalúrgica Revesol S.A.**



*Figura X.7. Ilustración de Torno convencional y Sierra horizontal.
Fuente: Metalúrgica Revesol S.A.*



*Figura X.8. Ilustración de Centro mecanizado Bardón & Oliver.
Fuente: Metalúrgica Revesol S.A.*



*Figura X.9. Ilustraciones de tensores del galpón de Revesol.
Fuente: Metalúrgica Revesol S.A.*

8.2. Adaptabilidad

Se refiere al poder de adaptarse frente a emergencias y variaciones, sin tener que ser reordenada. Ofreciendo sistemas supletorios al proceso productivo normal. Ya durante el proceso diario ocurren diversos procesos técnicos capaces de interrumpir las operaciones como puede ser un ajuste de máquinas o un cambio de formato.

Análisis de adaptabilidad

- ✓ Proporción de equipo supletorio (productivo y de manejo)
No presenta equipo supletorio, sin embargo, sí de manejo. Ya que al interior de la planta se encuentran las grúas horquillas retractiles y el uso de transpaletas.
- ✓ Stock de compensación
La empresa no está resguardada de material para compensar emergencias. Se poseen grandes problemas en el control de material, ya que se encuentra un déficit del material real versus el control del sistema.

8.3. Versatilidad

Es la capacidad de medir la aptitud para manejar una variedad de productos y/o cantidades diferentes. El almacenaje es una manera de planificar mejor la versatilidad con más espacio y recorridos más largos.

Análisis de versatilidad

- ✓ Versatilidad de maquinaria y supervisión
No se posee versatilidad de maquinaria y supervisión, ya que cada producto es diferente a necesidad y calidad. Sin embargo, se posee el espacio y los recorridos para planificar de mejor la versatilidad.

XI. Necesidades de espacio

Para finalizar el capítulo de recopilación de información, es necesario buscar los antecedentes que permitan establecer el espacio suficiente para cada actividad o departamento, siendo eficientes con el uso del espacio y recursos.

Las necesidades de espacio durante este capítulo trabajan con el objetivo de obtener la superficie requerida para cada uno de los 14 departamentos de la planta y donde se deben considerar los siguientes aspectos:

- ✓ Material y sus cantidades
- ✓ Secuencia de operaciones
- ✓ Número de equipos

A continuación se describen los datos recopilados que abordan las necesidades del espacio.

1. Superficie requerida para maquinaria y pasillos de cada departamento productivo

Para el cálculo de superficie, se trabajó en conjunto con el área de mantenimiento porque son los encargados de llevar el control de las máquinas dentro de la planta. Solicitando el registro de máquinas con los siguientes aspectos, como son; el tipo de máquina, nombre de la marca, área de ubicación, peso, superficie, altura, corriente, potencia, electricidad, movilidad y conexiones neumáticas e hidráulicas. En el Anexo XX-4 se visualiza el registro de máquinas elaborada en compañía del área de mantenimiento.

Una vez obtenidos los datos, se hace el cálculo necesario para obtener la superficie, para esto se recogen los datos de la planilla anterior y se detalla por departamento. Obteniendo la cantidad de; máquinas, suma de superficie y consumo de corriente. En la Tabla XI-2 se observan los datos registrados de la planilla a través de los departamentos.

Sin embargo, aún no es suficiente para obtener la superficie total que requiere una actividad, ya que se deben agregar los espacios utilizados para el movimiento del material y personal como son el uso de; pasillos, huecos para escaleras y ascensores si así fuese necesario. Una forma para calcular estos espacios es con el uso de factores ponderados dependiendo el tipo de construcción que sea usado. En él la Tabla XI-1 se observa los porcentajes utilizados y ponderados según el tipo de edificio usado. Luego calcular y agregar el espacio de pasillos y escaleras, se continúa con el cálculo de zonas en espera para los departamentos.

22%	<i>En edificios de varios pisos</i>
15%	<i>En edificios de una sola planta</i>

Tabla XI-1. Porcentajes para el cálculo de pasillos dependiendo la construcción

Fuente: Muther , 1997

2. Área para el material en espera de cada departamento productivo

Para el material en espera se volverá a calcular mediante porcentajes, y contemplando dos zonas de espera para el material que ingresa y el que sale. Teniendo por lo tanto, dos zonas de espera en cada operación.

Se menciona que un factor adecuado para el correcto espacio es alrededor del 40% del espacio definido en la superficie de máquinas y operación.

3. Calculo de área de departamentos de servicios

En cambio, para el cálculo de departamentos se enumeraron los servicios requeridos como es matriceria, hidráulica, mantenimiento, pañol y bodegas.

En la Tabla XI-2 se visualiza la superficie que requiere cada actividad a través de los cálculos realizados para los departamentos productivos, considerando (maquinaria, pasillos y zonas de espera) y para los departamentos anexos.

<i>Departamentos</i>	<i>Cuenta de Máquina</i>	<i>Suma de Superficie (m2)</i>	<i>Pasillos (15%)</i>	<i>Zonas de espera (40%)</i>	<i>Total general</i>
<i>mecanizado</i>	<i>11</i>	<i>161,6</i>	<i>24,24</i>	<i>129,28</i>	<i>315,12</i>
<i>armado poleas</i>	<i>19</i>	<i>157,9</i>	<i>23,685</i>	<i>126,32</i>	<i>307,905</i>
<i>armado rodillos</i>	<i>15</i>	<i>105,5</i>	<i>15,825</i>	<i>84,4</i>	<i>205,725</i>
<i>calidad</i>	<i>1</i>	<i>12</i>	<i>1,8</i>	<i>9,6</i>	<i>23,4</i>
<i>Célula</i>	<i>26</i>	<i>366,6</i>	<i>54,99</i>	<i>293,28</i>	<i>714,87</i>
<i>CNC</i>	<i>18</i>	<i>226,5</i>	<i>33,975</i>	<i>181,2</i>	<i>441,675</i>
<i>corte y preparación</i>	<i>34</i>	<i>340,5</i>	<i>51,075</i>	<i>272,4</i>	<i>663,975</i>
<i>Equipo</i>	<i>55</i>	<i>360,1</i>	<i>54,015</i>	<i>288,08</i>	<i>702,195</i>
<i>Hidráulica</i>	<i>12</i>	<i>71,6</i>	<i>10,74</i>	<i>57,28</i>	<i>139,62</i>
<i>mantención</i>	<i>4</i>	<i>15,8</i>	<i>2,37</i>	<i>12,64</i>	<i>30,81</i>
<i>matricera</i>	<i>7</i>	<i>53,6</i>	<i>8,04</i>	<i>42,88</i>	<i>104,52</i>
<i>mecanizado</i>	<i>14</i>	<i>254</i>	<i>38,1</i>	<i>203,2</i>	<i>495,3</i>
<i>Patio materias primas</i>	<i>5</i>	<i>19</i>	<i>2,85</i>	<i>15,2</i>	<i>37,05</i>
<i>(en blanco)</i>	<i>18</i>	<i>51</i>	<i>7,65</i>	<i>40,8</i>	<i>99,45</i>
<i>Total general</i>	<i>239</i>	<i>2195,7</i>	<i>329,355</i>	<i>1756,56</i>	<i>4281,615</i>

Tabla XI-2. Calculo de superficie para cada Departamento o Actividad de Revesol

Fuente: Elaboración propia

Capítulo 4 Elaboración de propuesta de distribución

XII. Desarrollo del diagrama general en conjunto

Para desarrollar el diagrama general en su conjunto, es fundamental tener un criterio de evaluación que pueda relacionar las actividades o departamentos. Para poder hacer esto en el desarrollo, el trabajo contempla dos etapas: primero diseñar un diagrama general a partir de las relaciones de frecuencia o importancia y segundo mejorar el orden de los departamentos buscando el mínimo costo durante el traslado del material.

El objetivo de este capítulo, es realizar una propuesta de distribución de los departamentos o actividades permitiendo un orden adecuado para las operaciones que realiza la empresa, reduciendo costos y también evaluando su flexibilidad.

1. Aplicación de Software constructivo del diagrama general en su conjunto

Para aplicar el método constructivo del diagrama, se utiliza el software ALDEP. Ya que, permite ordenar de manera lógica los departamentos, a partir de las relaciones que se obtienen entre ellos. Sin lugar a dudas, el software es básico en su aplicación, dejando a un lado múltiples factores y restricciones en el diseño de la planta. Por esta razón, el uso del software se utiliza como una herramienta de apoyo. Pero finalmente, el orden definitivo de los departamentos se lo entrega el juicio calificado de las personas a cargo de una distribución.

En la Figura XII.1 se visualiza el software Aldep que permite construir el diagrama. Para su correcto funcionamiento, se deben ingresar los siguientes datos, como son: el número de departamentos de la planta y las necesidades de espacio de cada actividad.

Luego en la aplicación del método, se usan los tres criterios de relaciones que se habían hecho anteriormente en el título de Diagramas de relación del recorrido, estableciendo relaciones bajo un criterio cuantitativo, cualitativo y mixto.

En ese contexto, cabe destacar las necesidades de espacio calculadas anteriormente estimando el espacio requerido para: maquinas, operarios, pasillos y zonas de almacenamiento (materias primas, insumos, productos semielaborados y terminados) correspondientes a las bodegas de materias primas, central y 1014.

Finalmente, es importante mencionar durante la iteración de software. Las restricciones previas, permitiendo modificar el orden de la distribución. Recordando, que la toma de decisión en referencia a las restricciones fueron definidas en común acuerdo con el departamento de producción. Y donde las decisiones fueron las siguientes:

- ✓ Zonas de almacenamiento inamovibles; el proyecto no contempla mover los departamentos de bodegajes. Sin embargo, al interior del departamento se pueden reordenar los recursos en beneficio al funcionamiento de la nueva distribución.
- ✓ Recepción y despacho del material; se decide mantener el orden como recibir y despachar el material. Sin embargo, al momento de distribuir en detalle se pueden agregar nuevas zonas de despacho.

Para finalizar, es necesario mencionar que el trabajo de título es una propuesta de distribución, donde los cambios relevantes, son en la distribución de los elementos que conforman el diseño de la planta y no así su distribución general de departamentos.



*Figura XII.1. Software Aldep.
Fuente: Elaboración propia*

1.1. Aplicación de método constructivo bajo el criterio cuantitativo

En la Figura XII.2 se visualiza la relación de actividades obtenida bajo el criterio cuantitativo conseguidos mediante la frecuencia de los traslados de cada departamento. Ponderando cada relación según la frecuencia de los traslados y asignando el grado de importancia para cada una de ellas. Donde a mayor número de frecuencia entre departamentos, mayor va ser el grado de importancia.

Una vez ingresada la relación se aplica el método constructivo. En la Figura XII.3 se observa la propuesta del orden de los departamentos que entrega el software.

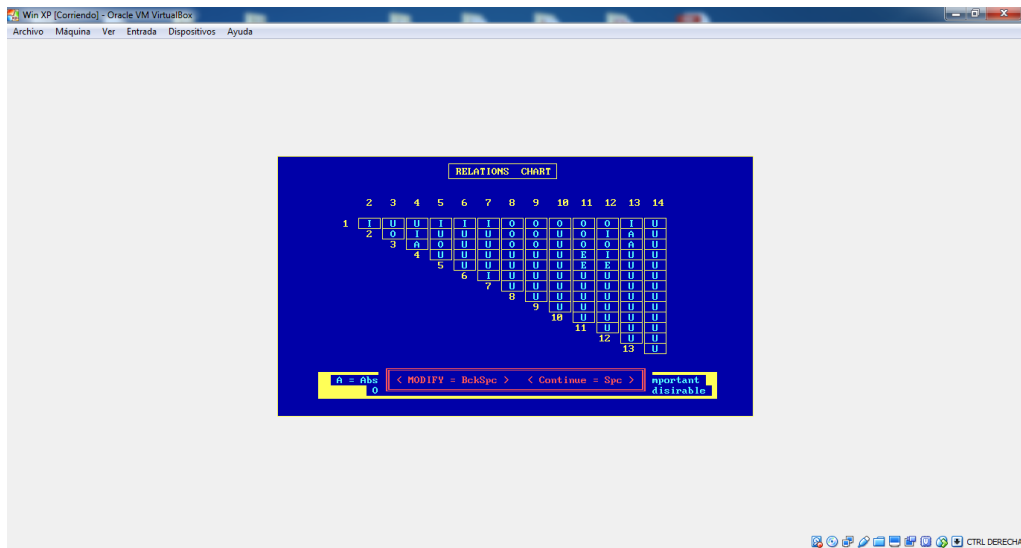


Figura XII.2.Diagrama de relación criterio cuantitativo en software Aldep.
Fuente: Elaboración propia

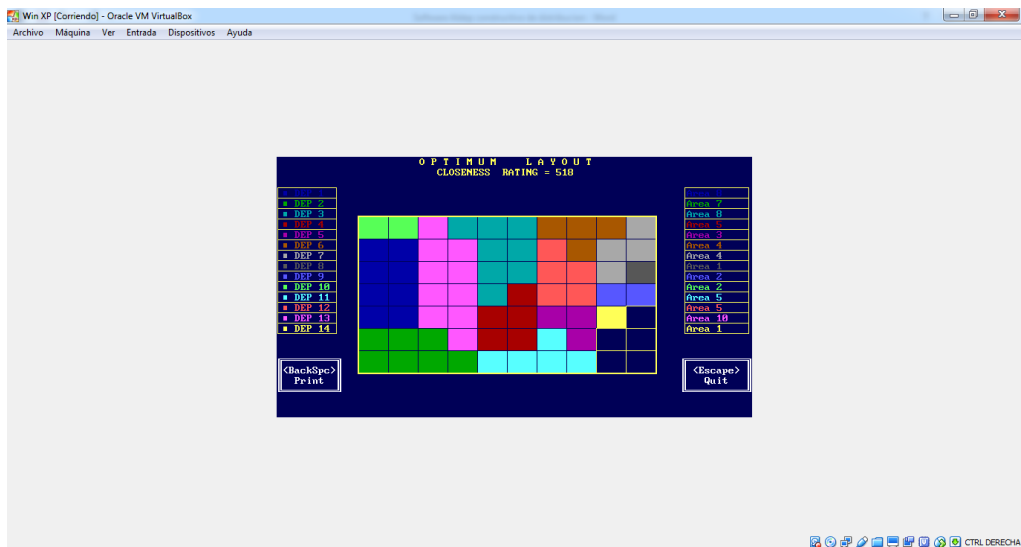


Figura XII.3.Iteracion de software Aldep bajo criterio cuantitativo.
Fuente: Elaboración propia

Para clarificar la propuesta, en la Figura XII.4 se observa el orden entregado por el software con los nombre de cada departamento. Como el software es limitado e ignora múltiples factores, se debe volver analizar y modificar según el criterio de la persona a cargo de la distribución, pero con la claridad de recoger la estructura que entrega el software a partir de sus relaciones de cercanía e importancia.

Recordando las restricciones previas, como por ejemplo: considerar las bodegas como estructuras inmóviles.

Hidraulica	Bodega Materias primas	Celula de Rodillo	Armado de poleas		
Equipo			Bodega 1000	Mecanizado	
Corte y preparacion	CNC	Armado de rodillos y polines	Pañol	Mantencion	Matriceria
			Bodega 1014		

Figura XII.4. Diseño de propuesta de distribución de las actividades bajo criterio cuantitativo.

Fuente: Elaboración propia

A partir de la propuesta entregada por el software Aldep, se observan las siguientes cualidades a la distribución, como son:

- ✓ La relación importante del área de Materias primas con todos los departamentos que recepciona el material para comenzar a elaborar los productos.
- ✓ Poca relación de los departamentos auxiliares con el resto de departamentos productivos.

En ese contexto, según la información y cualidades de la distribución es elaborada la propuesta mostrada en la Figura XII.5, recordando que los departamentos de almacenamiento no cambian su posición.

Un cambio a consecuencia de esto, es la importante relación del área de Materias primas con los departamentos productivos. Debido a esto, se ordenan los departamentos como son: Equipos; Corte y preparación y Célula de rodillos. En una posición, que presente una relación de cercanía importante con la Bodega de Materias primas.

Por otro lado, se decide que los departamentos auxiliares (Pañol, mantención y matriceria) se coloquen en una zona que no interrumpa con el proceso productivo de la planta.

Y por último, a partir de las decisiones, se cambia la posición del departamento de Hidráulica colocándose junto con los departamentos auxiliares. Sin embargo, en una posición que presente una importante relación de cercanía con el departamento de Equipos, ya que es una área que apoya con un servicio personal al área de equipos al momento de fabricar los equipos oleohidraulicos.

Bodega de materias primas	Equipos	Hidraulica	Pañol	Mantencion
	Corte y preparacion		Matriceria	
	Celula de rodillos	Mecanizado		
	Bodega 1000	Armado de poleas		
		CNC	Armado de rodillos y polines	
		Bodega 1014		

Figura XII.5. Modificación al diseño de la propuesta de distribución bajo el criterio Cuantitativo.

Fuente: Elaboración propia

1.2. Aplicación de método constructivo bajo criterio cualitativo.

En la Figura XII.6 se visualiza la relación de actividades obtenida bajo el criterio cualitativo mediante una encuesta realizada al personal de la empresa. Ponderando la relación entre los departamentos según su importancia de cercanía y asignándole un grado de importancia para cada relación.

Una vez ingresada la relación se aplica el método constructivo. En la Figura XII.7 se observa la propuesta del orden de departamento que entrega el software.

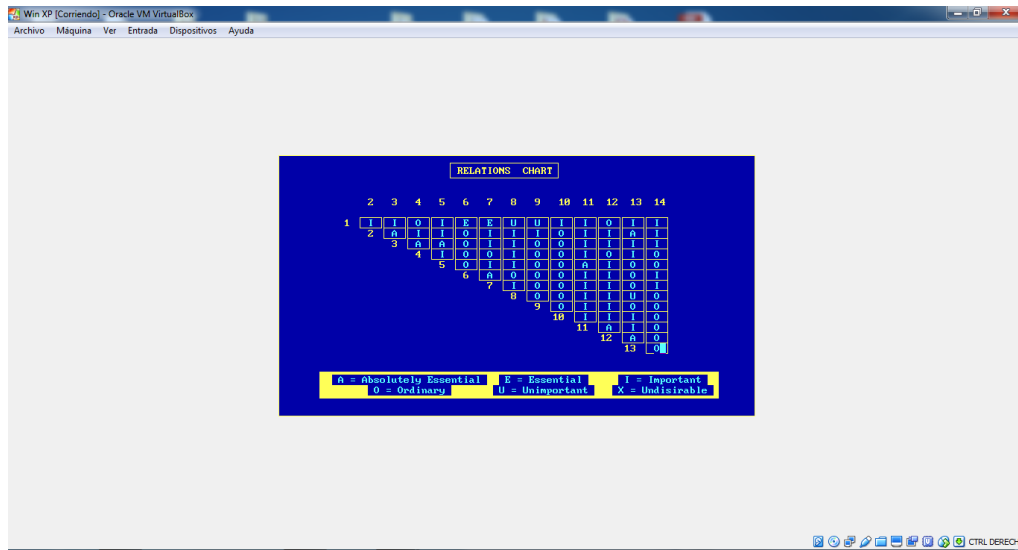


Figura XII.6. Diagrama de relación criterio cualitativo en software Aldep.
 Fuente: Elaboración propia

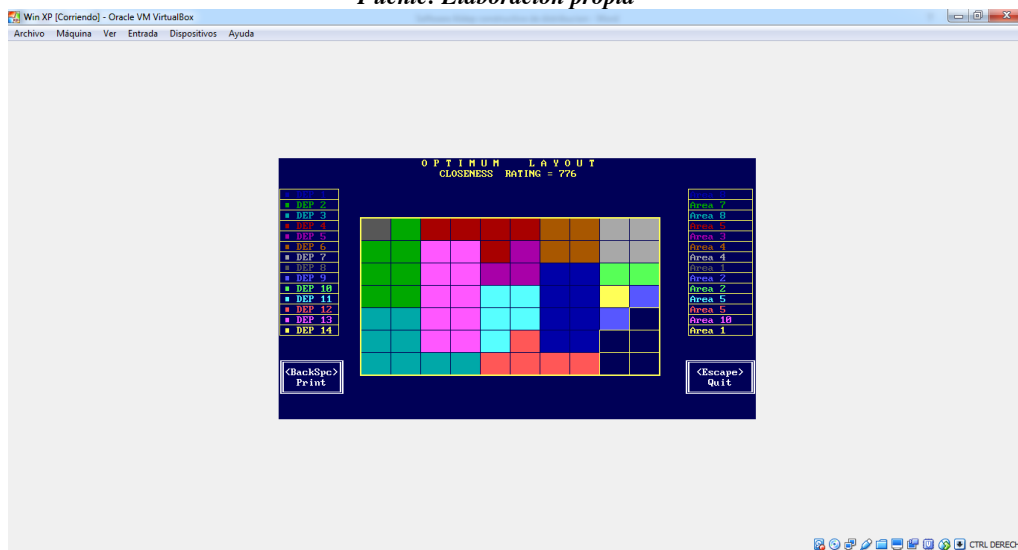


Figura XII.7. Iteración de software Aldep bajo criterio cualitativo.
 Fuente: Elaboración propia

Al igual que en la propuesta anterior en la Figura XII.8 se clarifica la distribución de los departamentos generado por software con el nombre de cada uno de ellos.

Mantenion	CNC			Armado de poleas	Mecanizado
Corte y preparacion	Bodega materias primas	Armado de rodillos y polines			
	Celula de rodillos	Bodega central	Bodega 1014	Equipo	Hidraulica
					Pañol
					Matrickeria

Figura XII.8. Diseño de propuesta de distribución bajo criterio cualitativo.

Fuente: Elaboración propia

Al igual que en la distribución anterior se recogen las calidades de la distribución entregada por el Software Aldep.

- ✓ En esta segunda distribución se observa un orden centrado al despacho del material en el centro de la planta. Ya que en el despacho, se consideran los departamentos de armado, como son: Armado de Poleas, Polines, Rodillos y Equipos.

Los cambios que se realizan a la distribución son:

Se mantiene la distribución centrada en el despacho y armado de productos.

Se respeta la división de la planta, colocando a un lado los departamentos de elaboración de rodillos y polines y al otro lado los departamentos relacionados con la elaboración de las poleas y Equipos.

Por último, se cambian los departamentos auxiliares en una posición que no interrumpen con el proceso productivo de la planta.

En la Figura XII.9 se observa las modificaciones a la propuesta generada por el Software.

Bodega materias primas	Corte y preparacion	CNC	Armado de rodillos y polines	Armado de poleas	Equipo	Mecanizado
	Celula de rodillos					
		Bodega central	Bodega 1014	Hidraulica	Pañol	
					Matrickeria	Mantencion

Figura XII.9. Modificación al diseño a la propuesta de distribución bajo criterio cualitativo.

Fuente: Elaboración propia

1.3. Aplicación de método constructivo bajo el un criterio mixto

En la Figura XII.10 se visualiza la relación de actividades obtenida bajo un criterio mixto y calculado a través de la moda para cada relación de actividad.

Una vez ingresada la relación, se aplica el método constructivo. En la Figura XII.11 se observa la propuesta del orden de departamento que entrega el software.

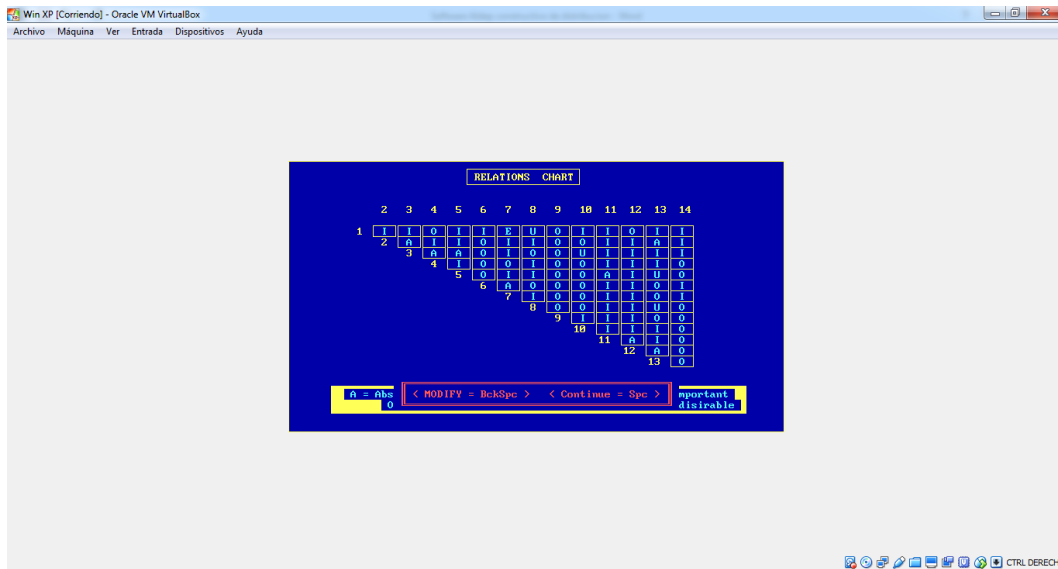


Figura XII.10. Diagrama de relación criterio mixto en software Aldep.
Fuente: Elaboración propia

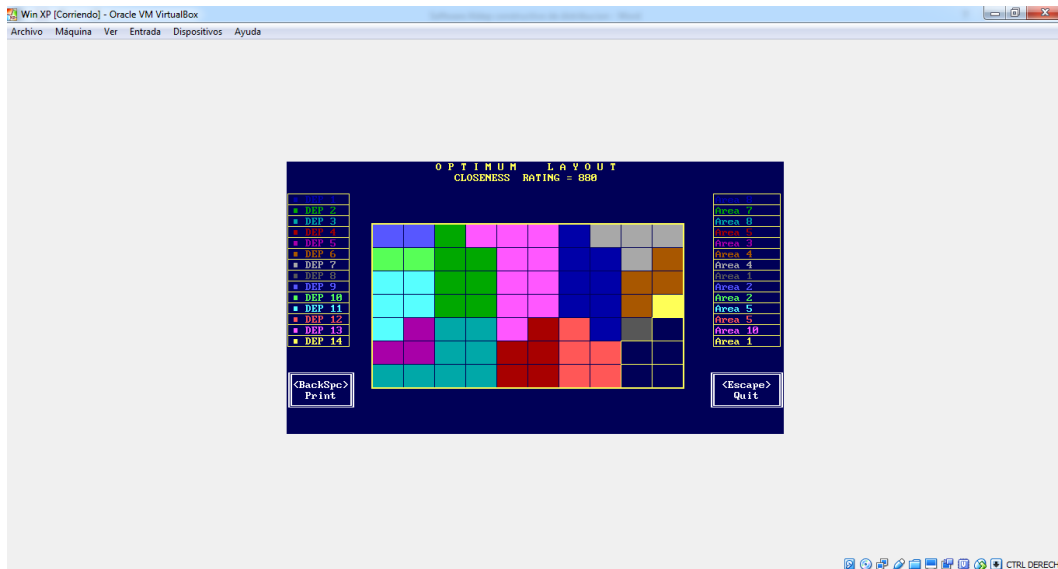


Figura XII.11. Iteración de software Aldep bajo criterio mixto.
Fuente: Elaboración propia

Para finalizar, se realiza lo mismo que las propuestas anteriores clarificando la distribución en la Figura XII.12 y modificando en la Figura XII.13. Extrayendo las cualidades más importantes, como son:

- ✓ Relación importante del departamento de Materias primas con los departamentos productivos.
- ✓ Poca relación de los departamentos auxiliares de producción
- ✓ Evidencia aún más la separación de departamentos relacionados con la elaboración de rodillos y polines y los departamentos de elaboración de poleas y equipos.

Matrickeria	Corte y preparacion	Bodega de materias primas	Area de equipo	Mecanizado	
Hidraulica				Armado de poleas	
Bodega 1014	Celula de rodillos	CNC	Bodega central	Mantencion	Pañol
Armado de rodillos y polines					

Figura XII.12. Diseño de propuesta de distribución bajo criterio mixto.

Fuente: Elaboración propia

Los cambios a la propuesta de distribución son:

Se recoge la relación importante del área de materias primas, pero como no considera el cambio de posición de esta, trae en consecuencia una seria de cambio a los departamentos productivos como el área de Equipos, Corte y preparación y Célula de rodillos.

Se cambian los departamentos anexos a los productivos en una zona que no interrumpen con proceso productivo de la planta.

Bodega de materias primas	Area de equipo		Hidraulica	Mantencion	Pañol
			Armado de poleas		
			Mecanizado		
	Corte y preparacion	CNC	Armado de rodillos y polines		
Celula de rodillos	Bodega central	Bodega 1014		Matrickeria	

Figura XII.13. Modificación al diseño de la propuesta de distribución bajo criterio mixto.

Fuente: Elaboración propia

Como conclusión una vez modificada todas las propuestas de distribución según las restricciones de la planta se observan ciertas similitudes.

- ✓ Distribución enfocada a los productos como son; zona de polines, poleas y equipos.
- ✓ Departamentos anexos al productivo; colocar en zonas que no interrumpan con las operaciones.
- ✓ La zona de almacenaje de materias primas debe tener una relación de cercanía con todos los productos elaborados.
- ✓ Si es comparado con la distribución actual el orden de los departamentos es similar por lo que a primera impresión el orden de las actividades no varía en su estructura.

A partir de estas conclusiones, se finaliza la aplicación del método constructivo y se continúa con el método de mejoramiento. Evaluando todas las propuestas de distribución obtenidas en este capítulo. Para luego mejorar la distribución minimizando el costo del traslado de material.

XIII. Aplicación de Software de mejoramiento del diagrama general en su conjunto

Para la construcción del mejoramiento al diagrama general en su conjunto se utiliza el software CRAFT porque es un método que permite a partir de una distribución inicial modificar su orden, con la finalidad de minimizar el costo de traslado.

Para elaborar la propuesta se utilizaron los datos del Capítulo 3 de Recopilación de información, como son las distancias recogidas en el punto de Recorrido de los procesos y los costos en trasladar un material obtenidas en el título Diagramas de relación del recorrido.

En ese contexto, el funcionamiento del software funciona en buscar la distribución con el mínimo costo en los traslados además de minimizar las distancias. El software trabaja con dos tipos de distancias como pueden ser rectilíneas o euclidianas, para el desarrollo del trabajo será utilizada las distancias rectilíneas por entregar un cálculo de costo más real, si son comparados con la euclidiana.

Al momento de la elección de la propuesta, se utilizaran los diagramas generales en su conjunto que se obtuvieron a la hora de aplicar el método constructivo ALDEP. Y que serán comparados con la distribución original de la empresa a partir de los costos que se obtengan de los traslados.

En la Figura XIII.1 se observa el software CRAFT y donde para su funcionalidad, se deben ingresar la siguiente información como es; el título del problema, número de departamentos y el número filas y columnas. Para posteriormente ingresar la matriz de distancia/costo y las coordenadas de ubicación de los departamentos.

The image shows a 'Problem Specification' dialog box with the following fields and options:

- Problem Type:**
 - Facility Location
 - Functional Layout
 - Line Balancing
- Objective Criterion:**
 - Minimization
 - Maximization
- Problem Title:** Projecto layout Revesol
- Number of Functional Departments:** 14
- Number of Rows in Layout Area:** 7
- Number of Columns in Layout Area:** 11
- Buttons:** OK, Cancel, Help

Figura XIII.1. Software Craft.
Fuente: Elaboración propia

1. Evaluación de iteraciones del Software Craft con recorridos Normales

Como parte inicial del mejoramiento de distribución general, son evaluadas las propuestas obtenidas del método constructivo y la distribución original de la planta, comparando los costos entregados por el software.

Recordando, que durante la elaboración de las propuestas de distribución se utilizaron recorridos normales y extremos. Porque en la realidad el personal no utiliza siempre el mismo recorrido para el traslado del material. Evaluándose ambas distancias.

En la Figura XIII.2 se ven las propuestas y la distribución original. Cada uno con los costos de traslados, recogiendo el recorrido normal.

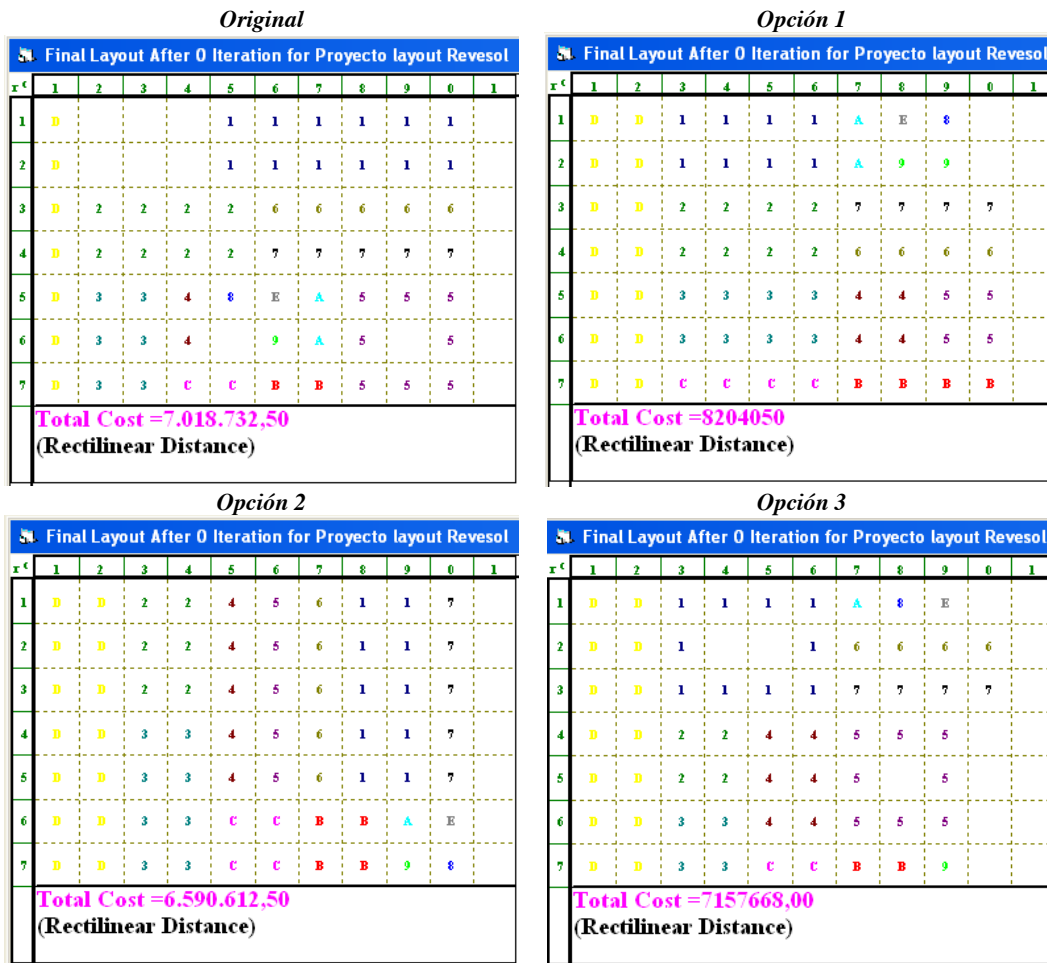


Figura XIII.2. Iteración de software con el uso de recorridos normales.
Fuente: Elaboración propia

En la tabla se visualiza que a partir de todas las opciones, la que implica menor costo en su traslado considerando el recorrido normal, es la opción 2 que fue elaborada a partir del criterio cualitativo.

2. Evaluación de iteraciones del Software Craft con Recorridos Extremos

En la Figura XIII.3 se ven las propuestas y la distribución original con sus costos de traslados recogiendo sus distancias extremas.

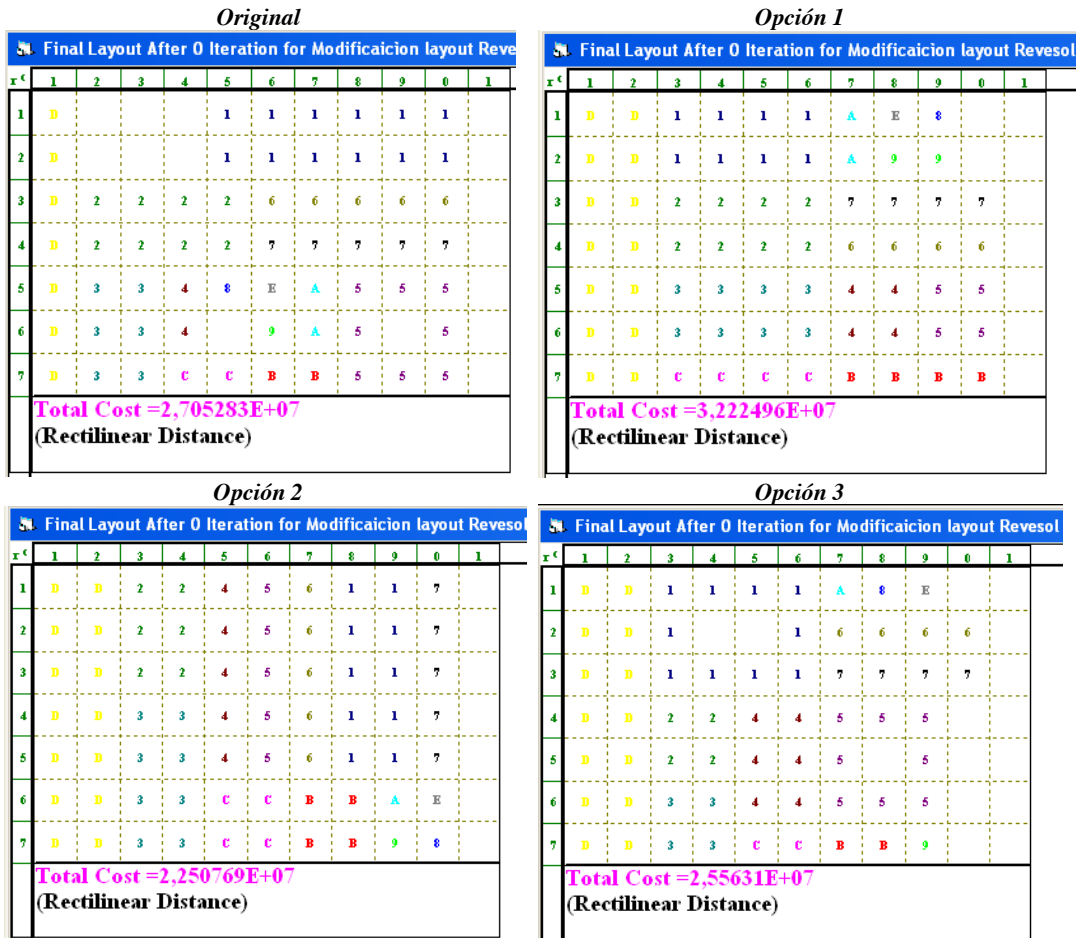


Figura XIII.3. Iteraciones del software Craft con el uso de recorridos extremos.
Fuente: Elaboración propia

3. Conclusiones a partir de las evaluaciones a las propuestas de distribución

Según la Tabla XIII-1 y Tabla XIII-2 se observan los costos de cada propuesta para poder comparar y definir la propuesta que permita minimizar la distancia de los traslados y disminuir los costos.

En la Tabla XIII-1 contemplando los trayectos comunes y normales solamente la propuesta 2 cumple con reducir las distancias en los traslados en un 6% lo que significa una reducción de \$428.000 pesos.

<i>Distancias Normales</i>	<i>Original</i>	<i>Propuesta 1</i>	<i>Propuesta 2</i>	<i>Propuesta 3</i>
<i>Costo</i>	\$ 7.018.733	\$ 8.204.050	\$ 6.590.613	\$ 7.157.668
<i>Porcentaje</i>	100%	117%	94%	102%
<i>Diferencia</i>	0%	17%	-6%	2%
<i>Diferencia</i>	\$ 0	\$ 1.185.318	-\$ 428.120	\$ 138.936

Tabla XIII-1. Costos de las propuestas de distribución con recorridos normales

Fuente: Elaboración propia

En cambio, en la Tabla XIII-2 considerando los trayectos extremos, las propuestas 2 y 3 son las que cumplen con reducir las distancias en un 17% y 6%. Significando una reducción aun mayor e importante en \$4.545.140 en la propuesta 2 y \$1.489.730 en la propuesta 3.

<i>Distancia Extremas</i>	<i>Original</i>	<i>Propuesta 1</i>	<i>Propuesta 2</i>	<i>Propuesta 3</i>
<i>Costo</i>	\$ 27.052.830	\$ 32.224.960	\$ 22.507.690	\$ 25.563.100
<i>Porcentaje</i>	100%	119%	83%	94%
<i>Diferencia</i>	0%	19%	-17%	-6%
<i>diferencia</i>	\$ 0	\$ 5.172.130	-\$ 4.545.140	-\$ 1.489.730

Tabla XIII-2. Costos de las propuestas de distribución con recorridos extremos

Fuente: Elaboración propia

A partir de lo anterior, se decide que las propuestas 2 y 3 son las opciones que permiten reducir los costos en trasladar el material entre departamentos.

Estos costos están expuestos a variaciones, ya que no contemplan las distancias que se generan al interior del departamento.

A partir de estas dos propuestas se diseña el diagrama general en su conjunto, como se muestra en la Figura XIII.4. Sin embargo, la propuesta está expuesta a modificaciones al momento de diseñar la distribución en detalle.

En la Figura XIII.4 se observa que el orden de la distribución se asemeja a la tercera propuesta, esto se debe por el diseño de la estructura de la planta. Que imposibilita ordenar la distribución como lo entrega la segunda propuesta, porque implicaría, para los ejecutivos de la empresa en incurrir en una mayor inversión de tiempo y dinero, que no estarían dispuestos a realizar.

Además, en la Figura XIII.5 se observa la propuesta de distribución elaborada en Sketch-up un programa de diseño y modelado en tres dimensiones.

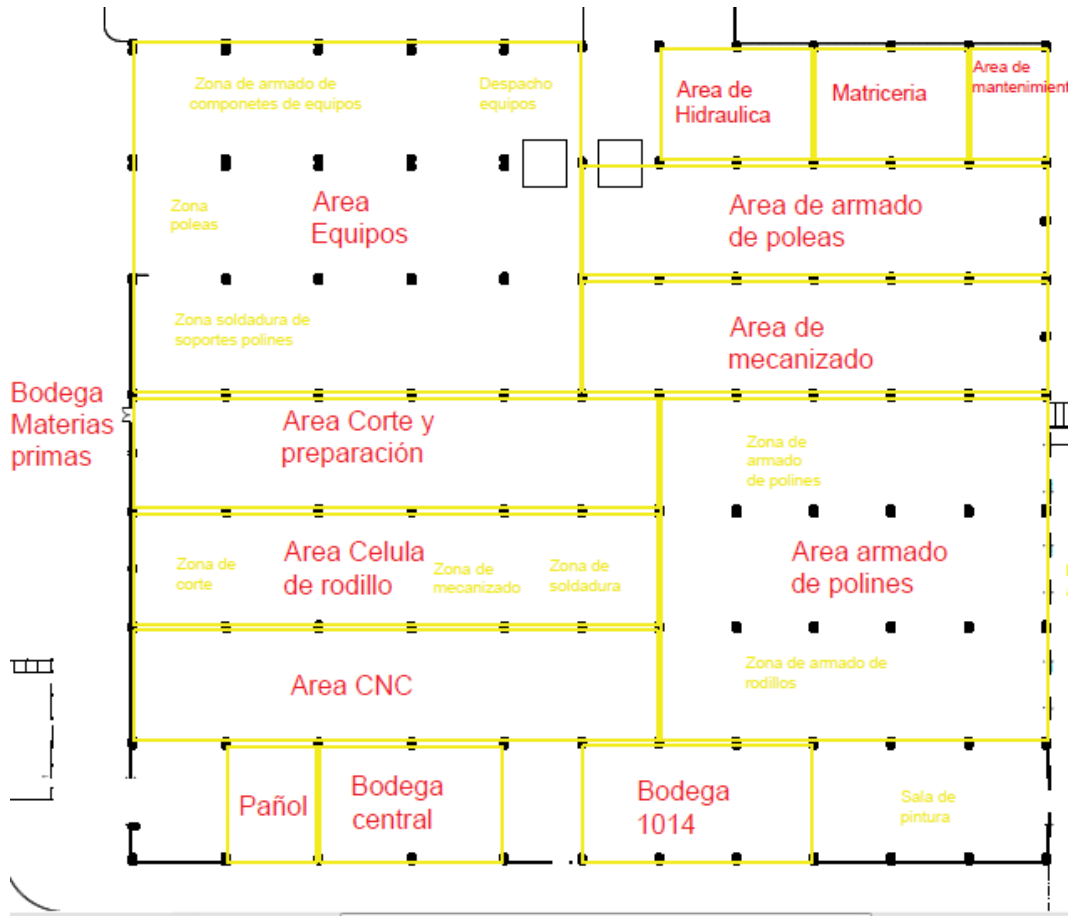
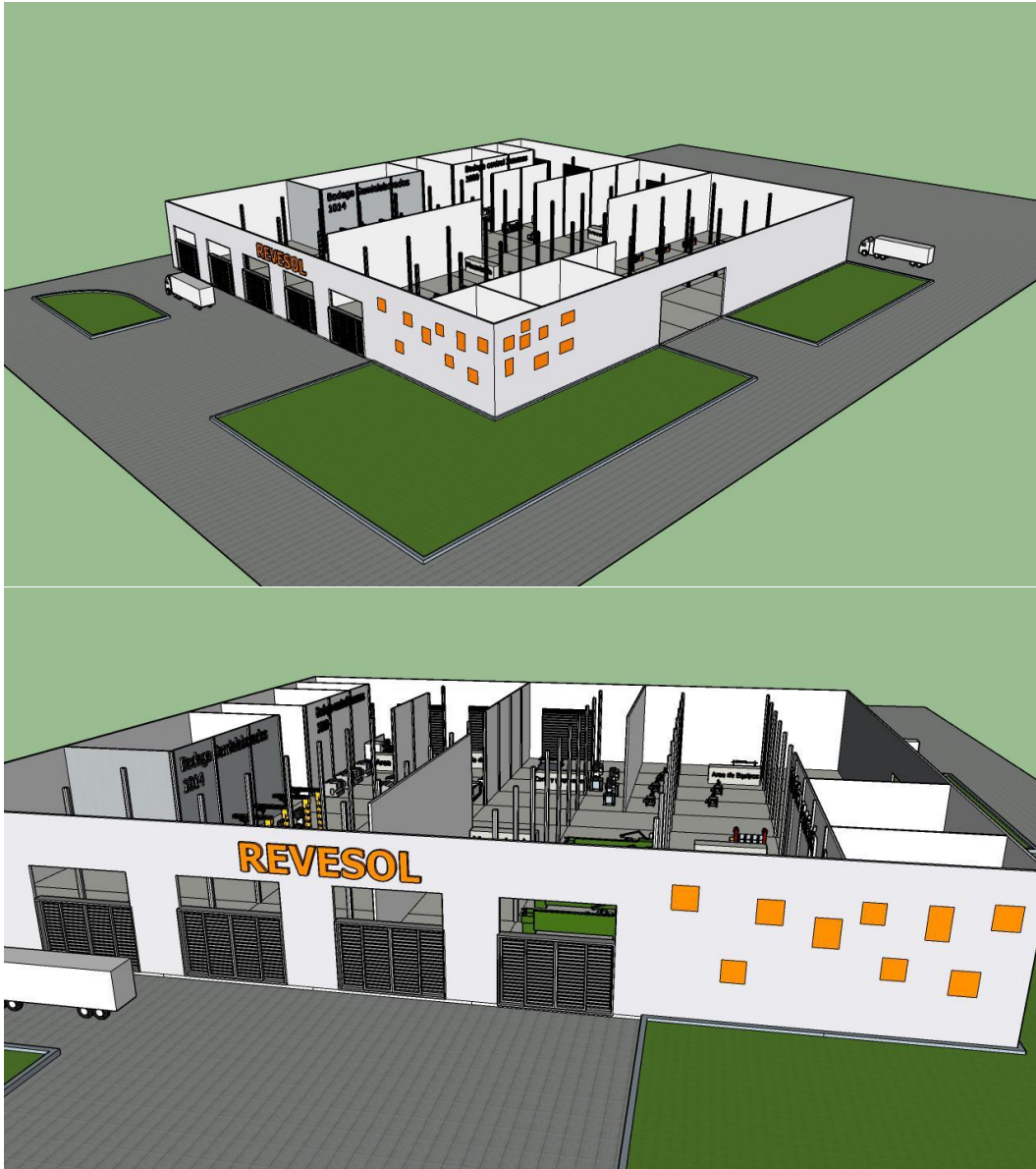


Figura XIII.4. Diseño de propuesta distribución representando el diagrama general en su conjunto.
Fuente: Elaboración propia



*Figura XIII.5. Ilustraciones del modelamiento a la propuesta de distribución mediante software Sketch-up.
Fuente: Elaboración propia*

XIV. Plan detallado de distribución

Para elaborar el plan detallado de distribución es necesario tener los datos suficientes de los elementos que integran la planta, como son; maquinas, material, hombre y las actividades auxiliares de producción. Además, determinar la circulación y diagramar los procesos que facilite el flujo del material y permita las necesidades productivas.

Sin embargo, debido a que el trabajo de título además involucra dar cualidades del factor cambio como son la flexibilidad, adaptabilidad y variabilidad. Por esta razón, la propuesta debe ser capaz de abordar estas cualidades e implementarlas en la planta de Revesol.

Para hacer una distribución, se deben considerar los principios fundamentales que implican una buena distribución, como son: Integración en conjunto, Distancia mínima recorrida, Facilidad en el flujo del material, Espacio cubico, usar el máximo espacio disponible, Resguardar la seguridad de los operarios y buscar siempre la flexibilidad de una distribución modificándola al mínimo costo posible.

Por esta razón, las primeras adaptaciones que se proponen es:

- ✓ Adaptar los 600m² que actualmente no están siendo utilizados. porque no presentan las condiciones mínimas para resguardar el material, máquinas y las necesidades del operario. El proyecto considera adaptar el espacio para uso de trabajo con necesidades eléctricas, neumáticas e hidráulicas. Esto permitiría ampliar los metros cuadrados efectivos que utiliza Revesol, acondicionándolo con recursos de la empresa para la producción. Generando un espacio apto para cualquier tipo de trabajo como puede ser instalar una nueva área o simplemente ampliar la capacidad productiva de un área ya existente.
- ✓ Facilitar el flujo del material contemplando el retiro de máquinas con una situación de dadas de bajas o sin uso por falta de mantenimiento u operario. Además, retirar el material considerado como despunte y que no permita ser reprocesado. Generando espacios para nuevos usos dentro de la empresa.
- ✓ rediseñando de estructura de la planta para entregar cualidades de libertad a la distribución permitiendo su modificación con características de flexibilidad. En concreto, remplazar la estructura de tensores por cerchas estructurales colocándolos a una altura adecuada a las necesidades de la empresa.
- ✓ Modernizar equipos con un control manual y convencional hacia uno con control numérico computarizado y autónomo. Permitiendo un manejo variable de los productos.

1. Desarrollo para la elaboración de la propuesta de distribución en detalle.

1.1. Las máquinas utilizadas y las que sean dadas de bajas

Del registro realizado previamente, en la Tabla XIV-1 son establecidas las máquinas que deben ser retiradas por presentar una situación de; dadas de bajas o sin uso por falta de operario. Esto se hace para definir las máquinas que deben participar en la propuesta de distribución en detalle.

MAQUINA	AREA PLANTA	USO
ROBOT N° 2 830405	CELULA	SIN OPERARIO
SIERRA HORIZONTAL STARRET 830102	CELULA	SIN OPERARIO
BARDONS & OLIVER ISC-350 830306	CELULA	SIN OPERARIO
SOLDADORA AUTOMATICA OSSA 830102	CELULA	DADO BAJA
TORNO PARALELO KRASNY 830102	CELULA	DADO BAJA
TORNO	CELULA	DADO BAJA
TORNO CNC OKUMA 830304	CNC	REPARACION
TORNO PARALELO CNC LEADWELL 830304	CNC	REPARACION
TORNO PARALELO MISAL 830804	EQUIPO	SIN OPERARIO
TORNO PARALELO SOFIA 830701	MECANIZADO	DADO BAJA
EQUIPO DE OXICORTE VICTOR AUTO-40 830202	POLEAS	SIN OPERARIO

Tabla XIV-1. Registro de máquinas dadas de baja
Fuente: Elaboración propia

1.2. Establecer el orden de las máquinas que minimice las distancias en el traslado al interior del departamento.

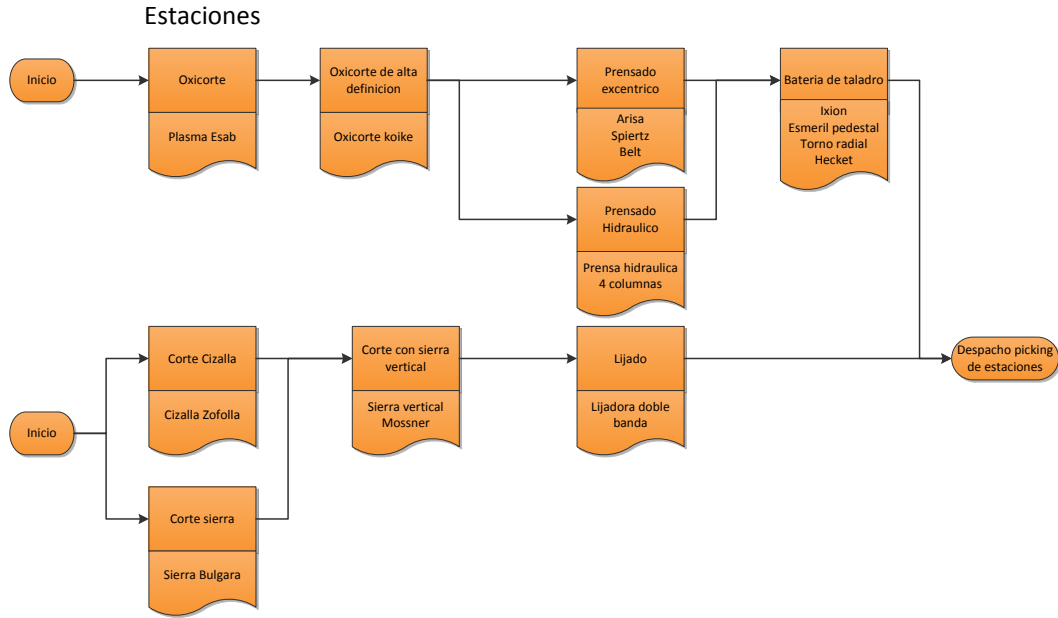
El orden estructural de la distribución en detalle es guiado por los diagramas de flujo de los productos que fabrica Revesol, como son; rodillos, estaciones, polines, poleas y equipos. En las siguientes imágenes, se observan los diagramas de flujo incluyendo el orden de máquinas según el proceso productivo, con el fin de buscar células de trabajo para cada departamento, según el producto elaborado. Esto le da una eficiencia a la hora de su producción, ya que se busca recorrer la mínima distancia durante el traslado del material.

A continuación, se observa los diagramas de flujo para productos terminados y semielaborados fabricados por Revesol. Además, se añaden las máquinas que deberían participar en cada proceso del diagrama de flujo de la propuesta en detalle.

En la Figura XIV.1, se observa el diagrama de flujo en la elaboración de los soportes de polines.

Para la elaboración del soporte, participarían dos departamentos, estos son el departamento de: corte y preparación del soporte polín y el área de equipo armado de estación. Luego para la posterior formación del polín, se trasladaría hacia el área de armado, donde se integrarían los soportes con el conjunto rodillo.

Corte y preparacion



Equipos

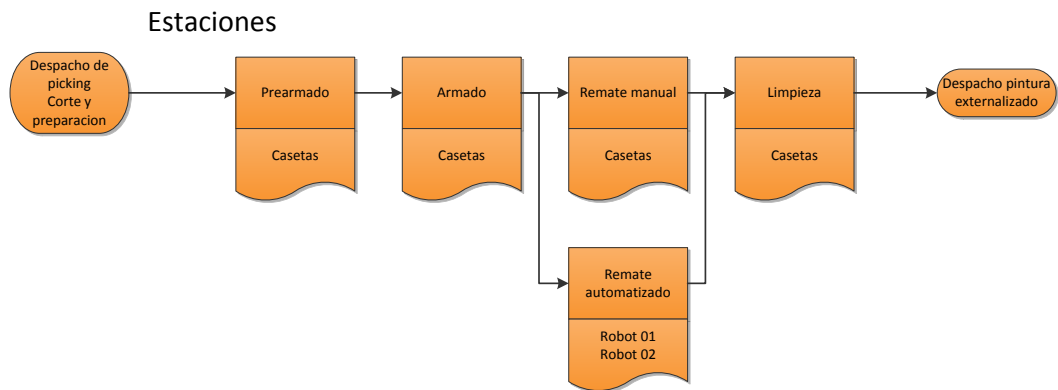


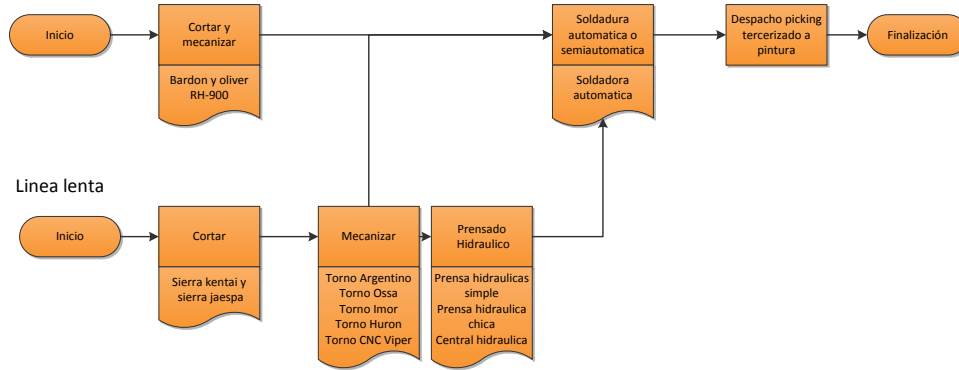
Figura XIV.1. Ilustracion del diagrama de flujo para la elaboracion del soporte polin.
Fuente: Elaboracion propia

En la Figura XIV.2 es observado, el diagrama de flujo para los productos relacionados a la elaboracion del rodillo del polin, como son; mantos, ejes y tapas. Para ambos productos los procesos involucrados se encontrarían en el departamento de célula de rodillos y el departamento de CNC. Funcionando en paralelo ambos departamentos, ya que tanto para los mantos como los ejes deben contemplar una producción similar. Luego, se deben ingresar al área de armado e integrar cada uno de estos elementos.

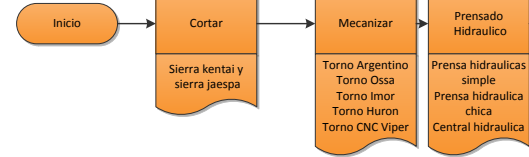
Celula de rodillos

Manto del rodillo

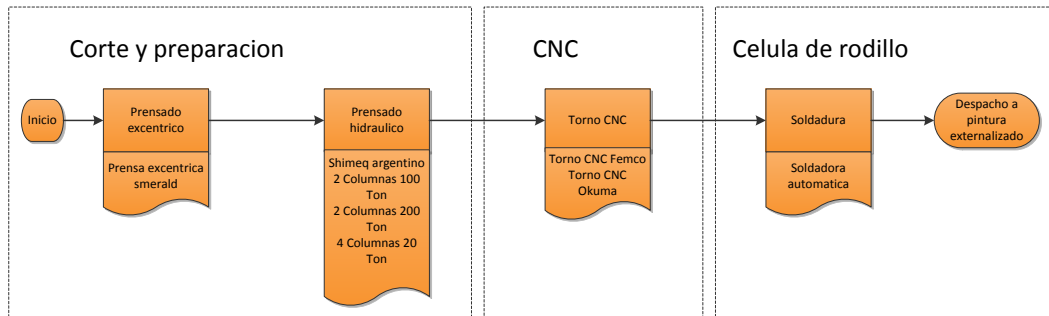
Linea rapida



Linea lenta

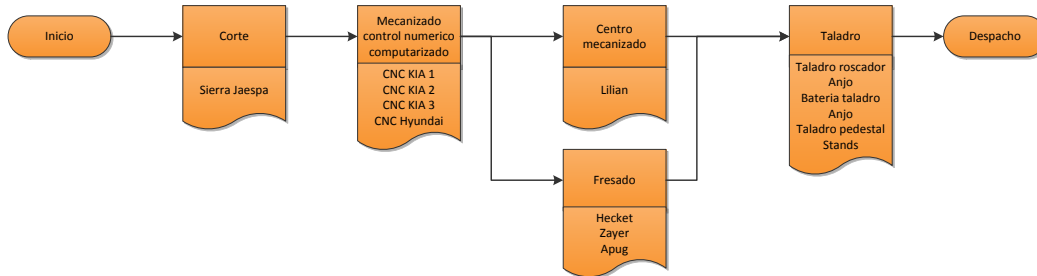


Tapa rodillo



CNC

Eje de rodillo línea lenta



Armado de rodillos

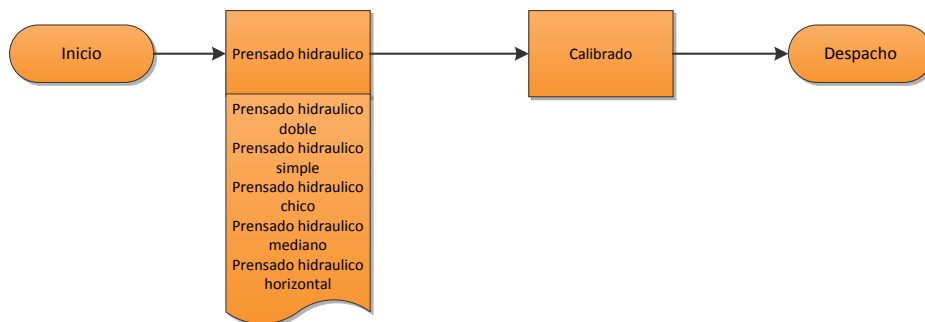
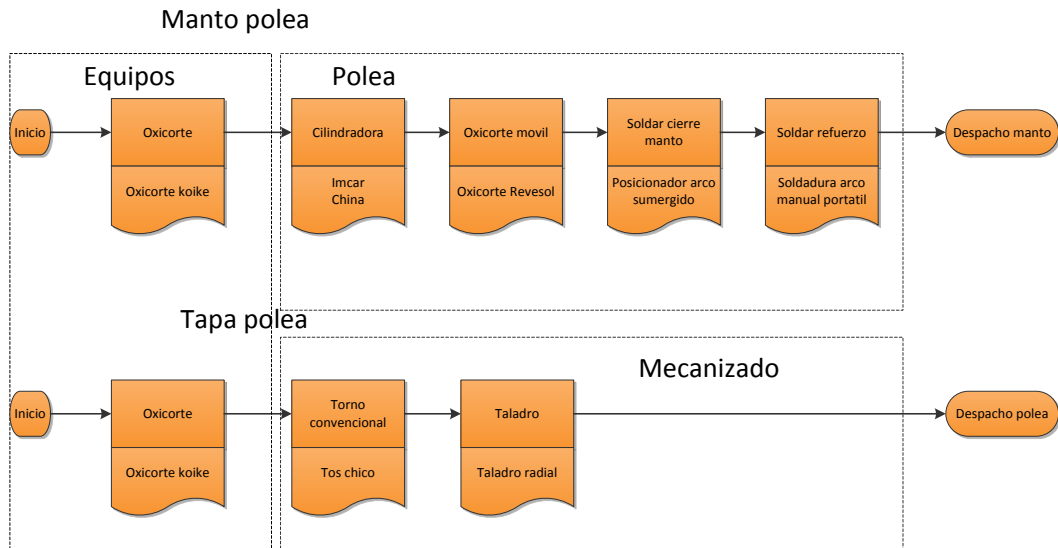


Figura XIV.2. Ilustración de los diagramas de flujo para los componentes del rodillo.
Fuente: Elaboración propia

En la Figura XIV.3, se observa el diagrama de flujo de los elementos relacionados a la elaboración de poleas para cintas transportadoras. Como son; tapas, mantos y ejes. Al igual que los rodillos contemplan los siguientes departamentos. Estos son; el área de mecanizado y armado de poleas. En el caso de los ejes, estos continuarían siendo elementos tercerizados por petición del departamento de producción.



Ejes poleas



Polea

Armado polea

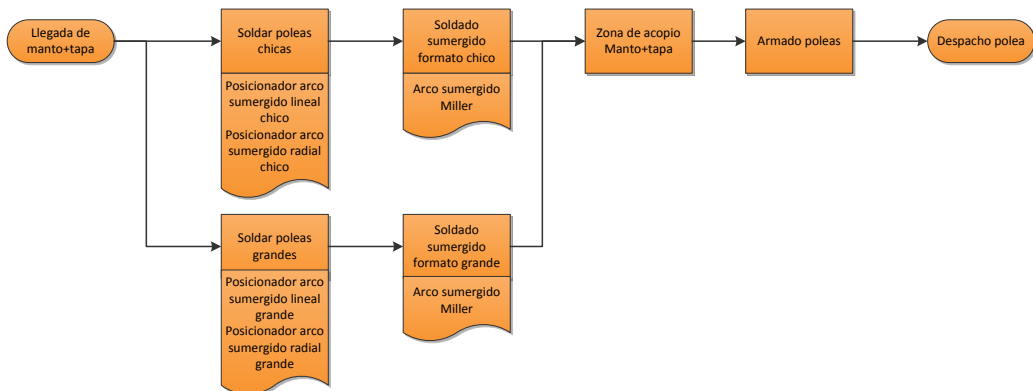


Figura XIV.3. Ilustración de los diagramas de flujo para los componentes de las poleas.
Fuente: Elaboración propia

Para terminar en la Figura XIV.4, se observa el diagrama de flujo general para la fabricación de equipos oleohidráulicos. La distribución de los equipos debido al tamaño y peso de los elementos, se considera una distribución enfocada a posiciones fijas.

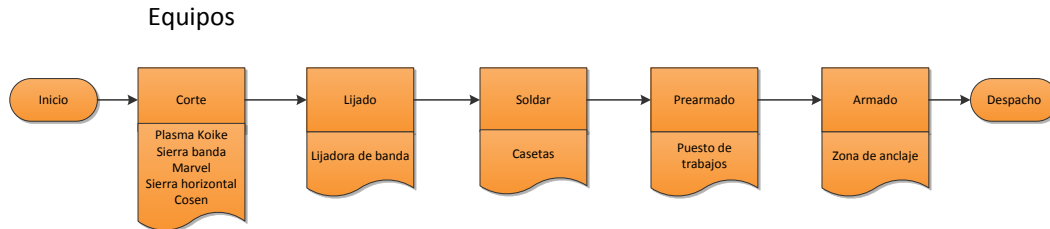


Figura XIV.4. Ilustración del diagrama de flujo para la elaboración de Equipos oleohidráulicos.
Fuente: Elaboración propia

1.3. Proponer cambios de máquinas para permitir una variabilidad de los productos, flexibilidad en el movimiento de máquinas y generar una autonomía en el control y manejo de las máquinas.

En conjunto al departamento de mantenimiento se realiza Tabla XIV-2 registrando las máquinas que se deben cambiar para luego reemplazarlas. Ya que Revesol presentan maquinas que no han sido renovadas provocando la sobrecarga de trabajo en máquinas que presentan un mejor funcionamiento.

<i>Maquinas</i>	<i>Situación</i>
BARDONS & OLIVER ISC-350 830306	cambiar
SECADOR DE AIRE INGERSOLL 830200	cambiar
ROBOT N° 2 830405	cambio
NISSAN D21 CABINA SIMPLE KA24 - SX4896 836005	cambio
NISSAN D21 CABINA DOBLE KA24 - WD7537 836005	cambio
SIERRA DE BANDA VERTICAL MOSSNER RECKORD 831001	cambio
CEPILLADORA SANCHES BLANES 831001	cambio
BANCOS DE PRUEBA REVESOL 830901	cambio
BANCOS DE PRUEBA REVESOL 830901	cambio
MESA DE OXICORTE Y CARROS DE OXIGENO KOI 830806	cambio
SOLDADORA DE PERNOS NELSON (S0276) 830803	cambio
TORNO PARALELO IMOR 830102	cambio
TORNO PARALELO KRASNY 830102	cambio
TORNO PARALELO CNC LEADWELL 830304	cambio
TORNO CNC OKUMA 830304	cambio
TORNO CNC FEMCO 830304	cambio
COMPRESOR DE AIRE FIAC 836005	Cambio
EQUIPO DE OXICORTE VICTOR AUTO-40 830202	Cambio

Tabla XIV-2. Registro de propuesta de cambios de maquinas
Fuente: Elaboración propia

1.4. Diseñar la propuesta de distribución en detalle recogiendo la información y evaluando la aceptación del personal hacia la nueva distribución.

La propuesta de distribución es generada a partir del orden obtenido de las relaciones de cada actividad y ordenadas por los diagramas de flujo de cada producto. En el Anexo XX-5 se observa la propuesta de distribución en detalle según la información recogida.

2. Validación con puntuación

Luego de hacer la propuesta de distribución, se elabora la validación de la propuesta recogiendo los principios que debe cumplir toda distribución. Para esto, se realiza una validación por puntuación observando los cambios y beneficios entre ambas distribuciones (actual versus nueva).

La validación por puntuación contempla evaluar cada factor según su importancia, clasificando cada factor por letras. Estas son las mismas que fueron utilizadas al momento de diseñar el diagrama de relaciones de actividades según su importancia.

Debido a esto, los factores fueron elegidos por el personal de producción y mantenimiento. Por la razón de medir el uso efectivo de los recursos, adecuación en el uso del espacio y traslados eficientes.

En la Tabla XIV-3 se observa los factores y sus ponderaciones. Clasificándolas con un criterio de importancia (A; B; C; D; E). Además de evaluar la distribución actual y la distribución propuesta.

<i>Factores</i>	<i>Planta actual</i>	<i>Propuesta de planta</i>	<i>Ponderación</i>
<i>Manejo efectivo del material</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>A</i>
<i>Uso efectivo de maquinaria</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>A</i>
<i>Célula de rodillos</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>B</i>
<i>CNC</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>B</i>
<i>Corte y preparación</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>B</i>
<i>Equipos</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>B</i>
<i>Armado de poleas</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>B</i>
<i>Mecanizado</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>B</i>
<i>Armado de polines y rodillos</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>B</i>
<i>Adecuación de espacio</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>A</i>
<i>Conexión eléctrica</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>B</i>
<i>Conexión Neumática</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>B</i>
<i>Conexión Hidráulica</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>B</i>
<i>Seguridad para operarios</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>A</i>
<i>Espacios adecuados para el personal</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>C</i>
<i>Manejo de materia prima</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>B</i>
<i>Planchas de acero</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>B</i>
<i>Tuberías de acero</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>B</i>
<i>Cañerías de acero</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>B</i>
<i>Flejes de Acero</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>B</i>
<i>Barras de acero</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>B</i>

Tabla XIV-3. Ponderación de validación por puntuación

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se observa la validación por puntuación luego de haber evaluado cada factor. Según la Tabla XIV-4 se aprecia que la propuesta de distribución mejora los siguientes aspectos, como son:

Orden efectivo de maquinaria, ya que la totalidad de las maquinas se encontrarían ubicadas en los departamentos correspondientes, sin generar un desorden en los procesos como si ocurre con la distribución actual, donde presentan maquinas ubicadas en departamentos ajenos. Sin embargo, los departamentos de armado de rodillos y armado de poleas presentan la misma calificación, ya que no presentan cambios con el orden de las operaciones al interior del departamento.

Adecuación de espacios, se mejora el uso efectivo del espacio a un 100% de la totalidad de la superficie que presenta la planta de Revesol. Esto se debe, a que la propuesta adecua los 600m² que no estaban siendo utilizados por no presentar las condiciones mínimas para la instalación de material, máquinas y operarios.

La nueva distribución reduce el traslado del material, debido a que no presenta departamentos y elementos que interrumpan o impidan el movimiento de los traslados del material, sin incurrir en grandes recorridos.

Seguridad para operarios, debido a que la propuesta presenta pasillos de libre accesos con dimensiones acordes al acceso de grúas horquillas. Esto permite contar con accesos amplios y rectos para el traslado de material y seguridad en las labores de los operarios. La planta actual, evidencia problemas en los accesos, ya que no todos los pasillos son propicios para el manejo y movimiento del material.

Manejo efectivo de maquinaria, porque la propuesta selecciona las maquinas que realmente están siendo utilizadas, desechando las maquinas con una situación dadas de bajas o sin uso por una falta de operarios.

<i>Factores</i>	<i>Planta actual</i>	<i>Propuesta de planta</i>	<i>Ponderación</i>
<i>Manejo efectivo del material</i>	<i>4</i>	<i>8</i>	<i>A</i>
<i>Uso efectivo de maquinaria</i>	<i>4</i>	<i>8</i>	<i>A</i>
<i>Célula de rodillos</i>	<i>3</i>	<i>6</i>	<i>B</i>
<i>CNC</i>	<i>3</i>	<i>6</i>	<i>B</i>
<i>Corte y preparación</i>	<i>3</i>	<i>6</i>	<i>B</i>
<i>Equipos</i>	<i>3</i>	<i>6</i>	<i>B</i>
<i>Armado de poleas</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>B</i>
<i>Mecanizado</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>B</i>
<i>Armado de polines y rodillos</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>B</i>
<i>Adecuación de espacio</i>	<i>4</i>	<i>8</i>	<i>A</i>
<i>Conexión eléctrica</i>	<i>3</i>	<i>6</i>	<i>B</i>
<i>Conexión Neumática</i>	<i>3</i>	<i>6</i>	<i>B</i>
<i>Conexión Hidráulica</i>	<i>3</i>	<i>6</i>	<i>B</i>
<i>Seguridad para operarios</i>	<i>4</i>	<i>8</i>	<i>A</i>
<i>Espacios adecuados para el personal</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>C</i>
<i>Manejo de materia prima</i>	<i>3</i>	<i>6</i>	<i>B</i>
<i>Planchas de acero</i>	<i>3</i>	<i>6</i>	<i>B</i>
<i>Tuberías de acero</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>B</i>
<i>Cañerías de acero</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>B</i>
<i>Flejes de Acero</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>B</i>
<i>Barras de acero</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>B</i>
<i>Total</i>	<i>66</i>	<i>111</i>	

Tabla XIV-4. Resultados de ponderación de la validación por puntuación
Fuente: Elaboración propia

En el siguiente capítulo se espera cuantificar los beneficios y costos que traería la nueva distribución. Además de generar, la planificación que permite guiar la ejecución del proyecto para conseguir una distribución que permita ser flexible, variable y adaptable.

Capítulo 5 Validación y planificación de la propuesta

A continuación se evalúa el proyecto de distribución mediante un análisis financiero, con el objetivo cuantificar los beneficios y los costos. Y así, permitir a la empresa decidir si es conveniente invertir en la modificación al layout de la planta. Para la validación se contemplan varios elementos desarrollado anteriormente en el trabajo de título.

XV. Planificación de proyecto de distribución de la empresa Revesol

A partir de la planificación, se podrán estimar los costos en modificar la distribución. Ya que de ahí, son obtenidos los recursos, las actividades y el tiempo de duración del proyecto en modificación y movimiento de la redistribución de la empresa. Según la planificación obtenida, se podrá calcular el monto de la inversión y que podrá ser comparado con los beneficios de la propuesta de distribución.

Para efectos de la planificación, se definen las actividades y los recursos que se deben de contar para modificar la planta, como pueden ser el personal interno (mantenimiento o almacenamiento) o externo (personal contratista).

En la Tabla XV-1 se identifican los recursos y el costo hora-hombre de cada uno según fuentes del departamento financiero de la empresa.

<i>Nombre del recurso</i>	<i>Tasa estándar</i>	<i>Tasa horas extra</i>
<i>Personal de mantenimiento</i>	<i>\$ 15.000,00/hora</i>	<i>\$ 25.000,00/hora</i>
<i>Contratista</i>	<i>\$ 40.000,00/hora</i>	<i>\$ 70.000,00/hora</i>
<i>Personal de bodega</i>	<i>\$ 11.000,00/hora</i>	<i>\$ 17.000,00/hora</i>

*Tabla XV-1. Planilla costo H-H
Fuente: Elaboración propia*

Por otro lado, las actividades serán establecidas por etapas, como son: planear, proveer, preparar, trasladar, instalar, poner en marcha y limpiar. Ya que son las actividades convenientes para una planificación de cualquier distribución. Según ese principio, se establecen las actividades que se muestra en la Tabla XV-2 para las actividades por etapas de la modificación.

Además, la duración de cada actividad fue empleada mediante el conocimiento del departamento de mantenimiento, estableciendo tiempos estimados para la realización de cada actividad. Con esto se consigue una referencia de la duración completa que debería tener el proyecto para su ejecución.

Por último, se identificaron los recursos que deberían participar en cada actividad y etapas del proyecto.

En el Anexo XX-6 se observa la carta Gantt realizada según los criterios establecidos para llevar a cabo el proyecto de redistribución de planta. A partir de esta, se obtienen los tiempos y las fechas para las actividades del proyecto. En la Tabla XV-3 se muestran los datos según la carta Gantt.

Una vez obtenidos los tiempos e identificado el recurso empleado en cada actividad. Es estimado el costo de inversión para cada etapa del proyecto, mostrado en la Tabla XV-4.

<i>Etapas</i>	<i>Tareas</i>
<i>Proyecto</i>	<i>Proyecto de distribución de empresa Reveso</i>
<i>Hito</i>	<i>Comienzo del proyecto</i>
<i>Fase 1</i>	<i>Retiro de material</i>
<i>Actividad 1</i>	<i>Proveer área con los recursos necesarios para hacer traslados</i>
<i>Actividad 2</i>	<i>Retiro de material</i>
<i>Fase 2</i>	<i>Retiro de máquinas sin uso</i>
<i>Actividad 1</i>	<i>Proveer área con los recursos necesarios para hacer traslados</i>
<i>Actividad 2</i>	<i>Desinstalar conexiones de máquinas</i>
<i>Actividad 3</i>	<i>Retiro de máquinas sin uso</i>
<i>Fase 3</i>	<i>Adecuar zonas de producción de componentes de equipos y poleas</i>
<i>Actividad 1</i>	<i>Proveer área con los recursos necesarios</i>
<i>Actividad 2</i>	<i>Modificar estructura y superficie de planta</i>
<i>Actividad 3</i>	<i>Techar 600 m2 del galpón</i>
<i>Actividad 4</i>	<i>Proveer de conexiones eléctricas, neumáticas e hidráulicas</i>
<i>Actividad 5</i>	<i>Trasladar puentes grúas</i>
<i>Actividad 6</i>	<i>Trasladar portones metálicos</i>
<i>Actividad 7</i>	<i>Mover máquinas departamento de equipos</i>
<i>Actividad 8</i>	<i>Mover máquinas departamento de Poleas</i>
<i>Actividad 9</i>	<i>Mover máquinas departamento de Mecanizado</i>
<i>Actividad 10</i>	<i>Empleo de conexiones eléctricas provisionales y permanentes</i>
<i>Actividad 11</i>	<i>Comprobar la instalación y confirmar la posición</i>
<i>Fase 4</i>	<i>Adecuar zonas de producción de componentes de elaboración de rodillos y polines</i>
<i>Actividad 1</i>	<i>Proveer área con los recursos necesarios para hacer los traslados</i>
<i>Actividad 2</i>	<i>Modificar estructura y superficie de planta</i>
<i>Actividad 3</i>	<i>Proveer de conexiones eléctricas, neumáticas e hidráulicas</i>
<i>Actividad 4</i>	<i>Mover máquinas departamento de Corte y preparación</i>
<i>Actividad 5</i>	<i>Mover máquinas departamento de Células de rodillos</i>
<i>Actividad 6</i>	<i>Mover máquinas departamento de CNC</i>
<i>Actividad 7</i>	<i>Mover máquinas departamento de Armado de rodillos y polines</i>
<i>Actividad 8</i>	<i>Empleo de conexiones eléctricas provisionales y permanentes</i>
<i>Actividad 9</i>	<i>Comprobar la instalación y confirmar la posición</i>
<i>Fase 5</i>	<i>Trasladar departamentos auxiliares de producción</i>
<i>Actividad 1</i>	<i>Proveer área con los recursos necesarios</i>
<i>Actividad 2</i>	<i>Despejar zonas de traslado</i>
<i>Actividad 3</i>	<i>Construcción de salas y oficinas de las áreas</i>
<i>Actividad 4</i>	<i>Proveer de conexiones eléctricas</i>
<i>Actividad 5</i>	<i>Trasladar departamento de mantenimiento</i>
<i>Actividad 6</i>	<i>Trasladar departamento de matricaria</i>
<i>Actividad 7</i>	<i>Trasladar departamento de Hidráulica</i>
<i>Actividad 8</i>	<i>Trasladar Pañol</i>
<i>Fase 6</i>	<i>Puesta en marcha</i>
<i>Actividad 1</i>	<i>Comprobar la instalación y confirmar la posición</i>
<i>Actividad 2</i>	<i>Asegurar conexiones eléctricas, neumáticas e hidráulicas</i>
<i>Hito</i>	<i>Termino del proyecto</i>

Tabla XV-2. Actividades de proyecto de distribución
Fuente: Elaboración propia

<i>Duración de proyecto</i>	
86,5	días
4,325	Meses
<i>Fecha de inicio</i> 01-01-2019	
<i>Fecha de termino</i> 16-05-2019	

Tabla XV-3. Datos generales del proyecto de distribución
Fuente: Elaboración propia

<i>Etapas</i>	<i>Nombre de tarea</i>	<i>Duración</i>	<i>Comienzo</i>	<i>Fin</i>	<i>Nombres de los recursos</i>	<i>Costo</i>
<i>Proyecto</i>	<i>Proyecto de distribución de empresa Revesol</i>	<i>86,5 días</i>	<i>mar 01-01-19</i>	<i>jue 16-05-19</i>		<i>\$ 67.630.494,72</i>
<i>Etapa 1</i>	<i>Retiro de material</i>	<i>2 días</i>	<i>mar 01-01-19</i>	<i>jue 03-01-19</i>	<i>Personal de bodega</i>	<i>\$ 198.000,00</i>
<i>Etapa 2</i>	<i>Retiro de máquinas sin uso</i>	<i>7,5 días</i>	<i>jue 03-01-19</i>	<i>mar 15-01-19</i>	<i>Personal de mantenimiento</i>	<i>\$ 1.012.500,00</i>
<i>Etapa 3</i>	<i>Adecuar zonas de producción de componentes de equipos y poleas</i>	<i>37 días</i>	<i>mar 15-01-19</i>	<i>jue 14-03-19</i>	<i>Contratista</i>	<i>\$ 31.814.999,04</i>
<i>Etapa 4</i>	<i>Adecuar zonas de producción de componentes de elaboración de rodillos y polines</i>	<i>27 días</i>	<i>jue 14-03-19</i>	<i>jue 25-04-19</i>	<i>Contratista</i>	<i>\$ 27.854.999,04</i>
<i>Etapa 5</i>	<i>Trasladar departamentos auxiliares de producción</i>	<i>11 días</i>	<i>jue 25-04-19</i>	<i>mar 14-05-19</i>	<i>Contratista</i>	<i>\$ 5.760.000,00</i>
<i>Etapa 6</i>	<i>Puesta en marcha</i>	<i>2 días</i>	<i>mar 14-05-19</i>	<i>jue 16-05-19</i>	<i>Contratista; Personal de mantenimiento</i>	<i>\$ 990.000,00</i>

Tabla XV-4. Inversión por etapa del proyecto de distribución
Fuente: Elaboración propia

XVI. Validación económica

El trabajo de título termina una vez validada económicamente la propuesta costeando los beneficios y la inversión que conlleva una redistribución. La validación emplea los beneficios económicos de la reducción en las distancias del traslado del material y el aumento de producción entregada por la propuesta.

Inversión de proyecto de distribución

Según la estación durante la planificación empleando los recursos de personal (mantenimiento, almacenamiento y contratista) se estima que la inversión final es de **\$67.630.359** pesos durante alrededor de los **5 meses** de trabajo.

Sin embargo, para conseguir una referencia en el Anexo XX-7 se observa la cotización de empresa contratista para efectuar la modificación a la distribución de la empresa.

1. Beneficios del proyecto de distribución

El cálculo del beneficio económico se compara ambas distribuciones con los costos de trabajos (mano de obra), utilizando los costos de manejo y almacenamiento del material. Por otro lado, se calcula el beneficio productivo que traería como consecuencia la nueva distribución.

1.1. Beneficio de manejo y almacenamiento de material

En la Tabla XVI-1 son comparados los recorridos de la distribución actual versus la distribución propuesta, observando la distancias entre cada relación de departamentos. Reconociendo un aspecto a favor de la nueva propuesta, donde ninguna distancia entre departamentos aumentaría sus traslados si es comparado con la distribución actual. Incluso, existen relaciones que se llega a reducir considerablemente las distancias, como por ejemplo: materias primas con el área de equipos. Esto es provocado porque, entre los departamentos relacionados, el material en movimiento como son las planchas de acero, actualmente necesita recorrer por al alrededor de una zona donde se almacena material no conforme y que impide un trayecto adecuado a la mesa de oxicorte del área de Equipos, donde se recepciona este material. La propuesta, soluciona este problema, ya que reordena la bodega de materias primas y mueve el lugar de almacenamiento de planchas de acero a una zona donde el trayecto hasta la mesa de oxicorte no existan interrupciones.

<i>Relación</i>	<i>Distancia total actual</i>	<i>Distancia total propuesta</i>
1000-ARMADO	800	800
1000-CORTE Y PREP	400	400
1014-ARMADO	600	600
ARMADO-EMBALAJE	200	200
CELULA-CELULA	100	100
CELULA-CELULA	100	50
CELULA-CELULA	50	50
CELULA-CELULA	50	50
CELULA-CNC	800	400
CELULA-EXTER	50	50
CELULA-EXTER	40	30
CELULA-EXTER	40	20
CNC-1000	200	200
CNC-1014	1200	1200
CNC-CNC	200	200
CORTE Y PREP- EQUIPO	280	80
CORTE Y PREP- EQUIPO	120	80
CORTE Y PREP-CNC	250	200
CORTE Y PREP-CORTE Y PREP	50	25
CORTE Y PREP-CORTE Y PREP	50	25
EQUIPO-ARMADO	440	320
EQUIPO-EQUIPO	40	10
EQUIPO-MECANIZADO	240	160
EQUIPO-MECANIZADO	200	120
EQUIPO-MECANIZADO	160	120
EQUIPO-POLEA	360	240
EXTER-MECANIZADO	0	0
MECANIZADO-EQUIPO	360	200
MECANIZADO-EQUIPO	200	160
MECANIZADO-EXTER	0	0
MECANIZADO-MECANIZADO	0	0
MECANIZADO-POLEA	120	120
MECANIZADO-POLEA	120	120
MP-CELULA	350	100
MP-CELULA	200	100
MP-CELULA	200	100
MP-CELULA	150	100
MP-CORTE Y PREP	1800	600
MP-CORTE Y PREP	600	400
MP-EQUIPO	560	80
MP-EQUIPO	360	80
POLEA-MECANIZADO	200	160
TOTAL	12240	8050

*Tabla XVI-1. Registro de las distancias totales por relación de los departamentos
Fuente: Elaboración propia*

Recordando que las distancias se recogieron del capítulo y calculadas mediante la medición de la distancias y frecuencias en los traslados entre cada relación de departamentos. Además, todas las mediciones se encuentran en unidades de metros y calculadas con el uso de las cotas en AutoCAD.

Luego mediante la velocidad y reconociendo el recurso para el empleo del traslado (puente grúa, grúa horquilla o transpaleta) se multiplico esos factores con las distancias para obtener los tiempos de ejecución para el traslado del material entre departamentos.

A partir de los tiempos mostrados en la Tabla XVI-2, se observa que hay reducción de tiempo en gran parte de los traslados entre departamentos en comparación a la distribución actual. Reduciendo hasta un 85% el tiempo entre los departamentos de Materias primas y el área de equipos. Y en general, entre todos los traslados la reducción de tiempo llega a un 28% equivalente a un beneficio en unidades de tiempo a ahorrar 40 minutos en un determinado periodo de trabajo.

<i>RELACION</i>	<i>Tiempo Distribución actual</i>	<i>Tiempo distribución Propuesta</i>	<i>% Reducido</i>
1000-ARMADO	800	800	0,00%
1000-CORTE Y PREP	200	200	0,00%
1014-ARMADO	600	600	0,00%
ARMADO-EMBALAJE	200	200	0,00%
CELULA-CELULA	100	100	0,00%
CELULA-CELULA	100	50	50,00%
CELULA-CELULA	50	50	0,00%
CELULA-CELULA	50	50	0,00%
CELULA-CNC	800	400	50,00%
CELULA-EXTER	50	50	0,00%
CELULA-EXTER	40	30	25,00%
CELULA-EXTER	40	20	50,00%
CNC-1000	200	200	0,00%
CNC-1014	1200	1200	0,00%
CNC-CNC	200	200	0,00%
CORTE Y PREP- EQUIPO	280	80	71,43%
CORTE Y PREP- EQUIPO	42	28	33,33%
CORTE Y PREP-CNC	250	200	20,00%
CORTE Y PREP-CORTE Y PREP	50	25	50,00%
CORTE Y PREP-CORTE Y PREP	50	25	50,00%
EQUIPO-ARMADO	440	320	27,27%
EQUIPO-EQUIPO	40	10	75,00%
EQUIPO-MECANIZADO	120	80	33,33%
EQUIPO-MECANIZADO	100	60	40,00%
EQUIPO-MECANIZADO	80	60	25,00%
EQUIPO-POLEA	180	120	33,33%
EXTER-MECANIZADO	0	0	0,00%
MECANIZADO-EQUIPO	180	100	44,44%
MECANIZADO-EQUIPO	100	80	20,00%
MECANIZADO-EXTER	0	0	0,00%
MECANIZADO-MECANIZADO	0	0	0,00%
MECANIZADO-POLEA	42	42	0,00%
MECANIZADO-POLEA	42	42	0,00%
MP-CELULA	175	50	71,43%
MP-CELULA	100	50	50,00%
MP-CELULA	100	50	50,00%
MP-CELULA	75	50	33,33%
MP-CORTE Y PREP	900	300	66,67%
MP-CORTE Y PREP	300	200	33,33%
MP-EQUIPO	280	40	85,71%
MP-EQUIPO	180	40	77,78%
POLEA-MECANIZADO	100	80	20,00%
TOTAL	8836	6282	28,90%

*Tabla XVI-2. Registro de tiempos totales por relación de los departamentos
Fuente: Elaboración propia*

En ese contexto, para calcular los costos de traslados del material para ambas distribuciones, se acude al departamento de finanzas para recoger los costos H-H que se muestran la Tabla XVI-3. Mostrando los costos de cada traslado en unidades de pesos/horas.

<i>Operario</i>	<i>Costo H-H</i>
<i>grúa horquilla</i>	<i>\$ 4.800</i>
<i>transpaleta</i>	<i>\$ 6.959</i>
<i>punte grúa</i>	<i>\$ 6.959</i>

Tabla XVI-3. Planilla Costo H-H según el medio de transporte
Fuente: Elaboración propia

Donde luego, el cálculo del beneficio económico de la distribución se consigue mediante la sustracción entre el costo calculado para cada traslado.

Finalmente, ese beneficio obtenido en un periodo determinado (3 días), se pasa a unidades anuales, como se muestra en la Tabla XVI-4. Obteniendo un beneficio en ahorro del costo en los traslados del material para la nueva distribución de **\$ 20.651.650** pesos.

<i>Costo H-H Actual</i>	<i>\$ 910.762</i>
<i>Costo H-H Propuesta</i>	<i>\$ 672.473</i>
<i>Beneficio Costo H-H (Periodo 3días)</i>	<i>\$ 238.288</i>
<i>Beneficio Anual Costo H-H</i>	<i>\$ 20.651.650</i>

Tabla XVI-4. Planilla de beneficio anual del costo H-H
Fuente: Elaboración propia

1.2. Beneficio en el aumento de productividad

Otro punto importante al beneficio económico de la empresa, es el aumento de su capacidad productiva que traería como consecuencia la propuesta de distribución.

En ese contexto, el cálculo fue efectuado para los procesos productivos integrados en la elaboración de los componentes rodillos y polea. Para el resto de las operaciones, no se realiza el cálculo del aumento de capacidad productiva, ya que son operaciones que elaboran componentes que varían en sus cantidades y volúmenes.

Por esta razón, los productos como son: rodillos y poleas poseen operaciones en serie con procesos estandarizados facilitando el cálculo y aumento de sus capacidades productivas.

Para ambos componentes, fueron calculados los tiempos promedios en elaborar un componente según fuentes del departamento de planificación, mostrado en la Tabla XVI-5.

Producto	Cantidad	Unidad	Unidad anual	Cantidad anual	Tiempo producción por unidad	Unidad
POLEA	37	MES	12 meses	444	5	Horas

Producto	Cantidad	Unidad	Unidad anual	Cantidad anual	Tiempo producción por unidad	Unidad
RODILLO	200	DIA	260 días	52000	0,045	Horas

Tabla XVI-5. Planilla de producción para poleas y rodillos

Fuente: Elaboración propia

Luego a través del beneficio en unidades de tiempo conseguido por medio de la nueva distribución para los procesos de ambos productos. Se calcula el aumento de producción durante un año de trabajo para la elaboración de ambos componentes. En la Tabla XVI-6 se muestran los resultados conseguidos para el componente rodillo y polea.

Detalle	Rodillos	Poleas
Horas de trabajo anual	2340	2340
Beneficio Tiempo H-H	1849	809
Beneficio Tiempo H-H	31	13
Beneficio de producción	685	3

Tabla XVI-6. Planilla de beneficios productivos anuales

Fuente: Elaboración propia

Para finalizar, según la información entregada por el departamento de adquisiciones. Se entregan los precios promedios de ventas de un rodillo y polea estándar, mostrados en la Tabla XVI-7. Multiplicando el beneficio de producción por el precio generando los siguientes beneficios económicos durante un año de producción.

Detalle	Rodillos	Poleas
Precio promedio de venta	\$ 48.852	\$ 10.852.130
Ingreso beneficio	\$ 33.452.563	\$ 27.760.015

Tabla XVI-7. Planilla de ingresos del beneficio productivo

Fuente: Elaboración propia

2. Beneficio/ Inversión del proyecto layout

Para ver la rentabilidad del proyecto, es comparado el beneficio de ahorro y la inversión del proyecto de redistribución de planta. Recogiendo los datos calculados anteriormente, se observan que durante el primer año ejecutado el proyecto se tienen los siguientes resultados.

<i>Inversión</i>			
<i>Nombre del recurso</i>	<i>Tasa estándar</i>	<i>Tasa horas extra</i>	<i>Costo</i>
<i>Personal de mantenimiento</i>	<i>\$ 15.000,00/hora</i>	<i>\$ 25.000,00/hora</i>	<i>\$ 1.552.500,00</i>
<i>Contratista</i>	<i>\$ 40.000,00/hora</i>	<i>\$ 70.000,00/hora</i>	<i>\$ 65.879.859,20</i>
<i>Personal de bodega</i>	<i>\$ 11.000,00/hora</i>	<i>\$ 17.000,00/hora</i>	<i>\$ 198.000,00</i>
<i>SUMA</i>			<i>\$ 67.630.359</i>

<i>Beneficio ahorro</i>	
<i>Beneficio Anual Costo H-H</i>	<i>\$ 20.651.650</i>
<i>Ingreso beneficio</i>	<i>\$ 27.760.015</i>
<i>Ingreso beneficio</i>	<i>\$ 33.452.563</i>
<i>SUMA</i>	<i>\$ 81.864.228</i>

<i>Beneficio/costo</i>	<i>1,210</i>
------------------------	--------------

En conclusión, según las tablas de inversión y beneficios, se observa que el **beneficio/costo es mayor a 1 solamente durante el primer año de ejecución**. Por lo tanto, se puede decir que es **“rentable el proyecto de distribución”**, porque **en menos de un año el dinero invertido sería retornado**.

Capítulo 6 Conclusiones y recomendaciones del proyecto de título

Para finalizar el trabajo de título se presentan las consideraciones y recomendaciones una vez ya terminado el proyecto, mencionando sus puntos más importantes y relevantes.

Permitiendo, dar una respuesta a cada uno de los objetivos definidos al comienzo de nuestro trabajo de título, y así; ser capaces de mitigar el problema.

XVII. Conclusiones

A Partir de los diagnósticos y análisis del problema, la información recopilada, el análisis a los factores y posterior desarrollo para la elaboración de la propuesta, se concluye lo siguiente:

Según el diagnóstico y análisis de la situación actual de la planta de Revesol, se afirma el problema que presenta la distribución, debido a que no cumple con los principios básicos que exige una buena distribución, como son: integración en conjunto, mínimo recorrido, facilidad del flujo del material, seguridad operacional, espacio cubico y flexibilidad al cambio. Principalmente, recabando información de la historia de Revesol, se ha dado cuenta que la empresa ha tenido que incurrir en innumerables ocasiones a cambios para poder adaptarse a lo largo del tiempo. Donde también, se transmite y refleja al layout de la planta, que ha ido sufriendo modificaciones provocados por los cambios en el entorno de la empresa. Evidenciando las carencias que posee la planta por presentar una falta de flexibilidad.

Para esto, el trabajo diseña una propuesta de distribución, que permite darles cualidades, como son: flexibilidad, adaptabilidad y variabilidad. Para que la distribución, pueda ser capaz de adaptarse en el tiempo. Y no verse a futuro, obligado a incurrir en grandes inversiones.

El proyecto, además define que la mejor metodología a implementar, para un problema de distribución, es la entregada por el autor del libro “Distribución de planta” de Richard Muther y su método SLP. Ya que es el único método, que provee una mayor cantidad de elementos y es capaz de integrarlos en su conjunto. Esto se logra, mediante diferentes fases dependiendo el tipo de problema que presente la distribución. En ese sentido, se define que el problema de distribución que aborda el trabajo, es una “redistribución”, estableciendo las siguientes fases: distribución general, distribución en detalle e instalación.

Según la situación actual de la planta, también fue capaz de reconocer los departamentos que participan en la empresa. Distinguiendo 14 departamentos (7 productivos, 4 de espera y 3 auxiliares).

Donde, según un análisis de productos y cantidades; se evidencio la diferencia en sus cantidades productivas, volúmenes y tiempos de fabricación. Estableciendo un orden de los elementos pensado en los productos que fabrican, y así, subdividir la distribución en tres áreas, como son: áreas de elaboración para polines, poleas y equipos. Actualmente en la distribución, el nombre establecido a los departamentos evidencia esa estructura, sin embargo, no se cumple a cabalidad, ya que hay procesos y operaciones que cruzan material

de diferentes elementos. La propuesta de distribución corrige este problema ya que ordena los procesos y las operaciones para cumplir esta subdivisión de productos.

Por último, el cambio realizado al orden y ubicación de los departamentos auxiliares de producción, como es el área de: mantenimiento, matriceria e hidráulica. Son ubicadas en zonas que no interrumpen con los trayectos directos de los departamentos productivos. Ya que estos, presentan un mayor grado de relación comparados con los departamentos auxiliares.

Determinando la distribución en detalle, la propuesta de distribución a la planta ordena las operaciones según el proceso para la fabricación de cada elemento, formando células de trabajos al interior de estos. El generar una planta pensada en células de trabajo, también cambia la forma de como trasladar material, ya que ahora, en vez de trasladar piezas se trasladan productos semielaborados o terminados. Permitiendo, el manejo y orden adecuado al libre tránsito del flujo de material.

Además, se proponen diferentes modificaciones al galpón de la planta a favor de obtener una buena distribución que cumpla con todos sus principios. Un ejemplo son los realizados a la estructura del galpón para volver flexible los movimientos a los elementos de la planta.

A partir de esto, se concluye que la propuesta de distribución si responde al objetivo de mejorar la distribución, ya que reduce las distancias debido al orden empleado a maquinaria y elementos de una distribución. En concreto, reduce en un 28% la distancia total durante los traslados del material, equivalente a un beneficio de ahorro de 40 minutos.

Por último, la distribución traería beneficios económicos a la empresa, ya que la distribución genera un ahorro de 84 millones de pesos anuales, solamente por cumplir los principios básicos de una buena distribución. Y recuperando la inversión antes del primer año ejecutado el proyecto.

Mencionando, que el beneficio calculado es el que permite validar económicamente la propuesta. Sin embargo, el diseñar una propuesta pensada en el cambio, genera también beneficios que no se encuentran a la vista y pueden ser aún mayores a los estimados. Y como en la planta de Revesol significar grandes sumas de ahorro en futuras inversiones.

XVIII. Recomendaciones

Renovar la maquinaria de Revesol, sobre todo, la que se encuentre en una situación dada de baja. Buscando maquinas modernas y automatizadas, ya que sigue existiendo una gran cantidad de máquinas manuales que generan una gran dependencia en la habilidad manual del operador, y que evita entregar cualidades de flexibilidad a la planta frente a situaciones de cambios. Como por ejemplo: una reducción de personal, porque implicaría buscar personal calificado para ciertas maquinas incurriendo en gastos y tiempos operacionales.

Recursos con una gran capacidad de movilidad, para generar una distribución modificable en el transcurso del tiempo. Donde cada factor debe ir pensado en generar espacios libres y adecuados para adaptar con facilidad la planta, sobre todo los factores de material, maquinaria, hombre e instalación. La nueva distribución, hace pequeños cambios pero que permiten generar una distribución adaptable. Como por ejemplo: el remplazar tensores estructurales por cerchas para otorgar movimiento a los recursos de la planta.

Para finalizar, es recomendable que producto de las diversas actividades que implica el proyecto de distribución, donde una vez ejecutado provocaría grandes ahorros al momento de trasladar el material. Se recomienda, por parte de la Gerencia de Revesol, chequear una reestructuración de costos H-H, ya que el margen o beneficio económico de la fabricación de productos aumentaría por causa de la disminución de sus costos en los traslados de material.

Implicando cambios no solamente directos a la distribución, si no también cambios indirectos y relevantes al beneficio productivo y económico de la empresa.

XIX. Bibliografía

- Casp Vanaclocha , A. (2005). *Diseño de insdutrías agroalimentarias*. Mundi-Prensa.
- De la Fuente Garcia , D., & Fernandez Quesada , I. (2005). *Ditribucion de planta*. Servicio publicaciones.
- Dominguez Bocanegra, G. (2016). *Didactica y aplicacion de la administracion de operaciones*. Instituto mexicano de contadores publicos.
- Fabregas Ariza , A., Wadnipar Rojas , R., Paternina Arboleda , C., & Mancilla Herrera , A. (2003). *Simulación de sistemas productivos con Arena*. Barranquilla, Colombia : Ediciones Uninorte .
- Hernandez Sampieri, R., & Fernandez Collado , C. (2006). *Metodologia de investigacion*. Mc Graw Hill .
- Jacobs , R., & Chase , R. (2009). *Administracion de Operaciones produccion y cadena de suministro*. McGraw-Hill.
- Metalúrgica Revesol S.A. (s.f.). *Metalúrgica Revesol S.A.* Recuperado el 4 de Mayo de 2018, de Metalúrgica Revesol S.A.: <http://www.revesol.cl/>
- Muther , R. (1997). *Distribución en planta*. Barcelona , España : Editorial Hispano Europeo S.A.
- Servicio de Impuestos Internos de Chile. (s.f.). *Servicio de Impuestos Internos de Chile*. Recuperado el 18 de Mayo de 2018, de Servicio de Impuestos Internos de Chile: http://www.sii.cl/estadisticas/empresas_tamano_ventas.htm#2

XX. Anexos

Anexo XX-1. Plano de la planta Revesol

Fuente: (Metalúrgica Revesol S.A., s.f.)

Anexo XX-2. Respuesta de los supervisores de Revesol frente a la ponderación de importancia de cercanía entre departamentos

Fuente: Elaboración propia

Anexo XX-3. Planos estructurales de la planta

Fuente: (Metalúrgica Revesol S.A., s.f.)

Anexo XX-4. Registro técnico de maquinas

Fuente: Elaboración propia

Anexo XX-5. Propuesta de distribución en detalle a la planta de Revesol

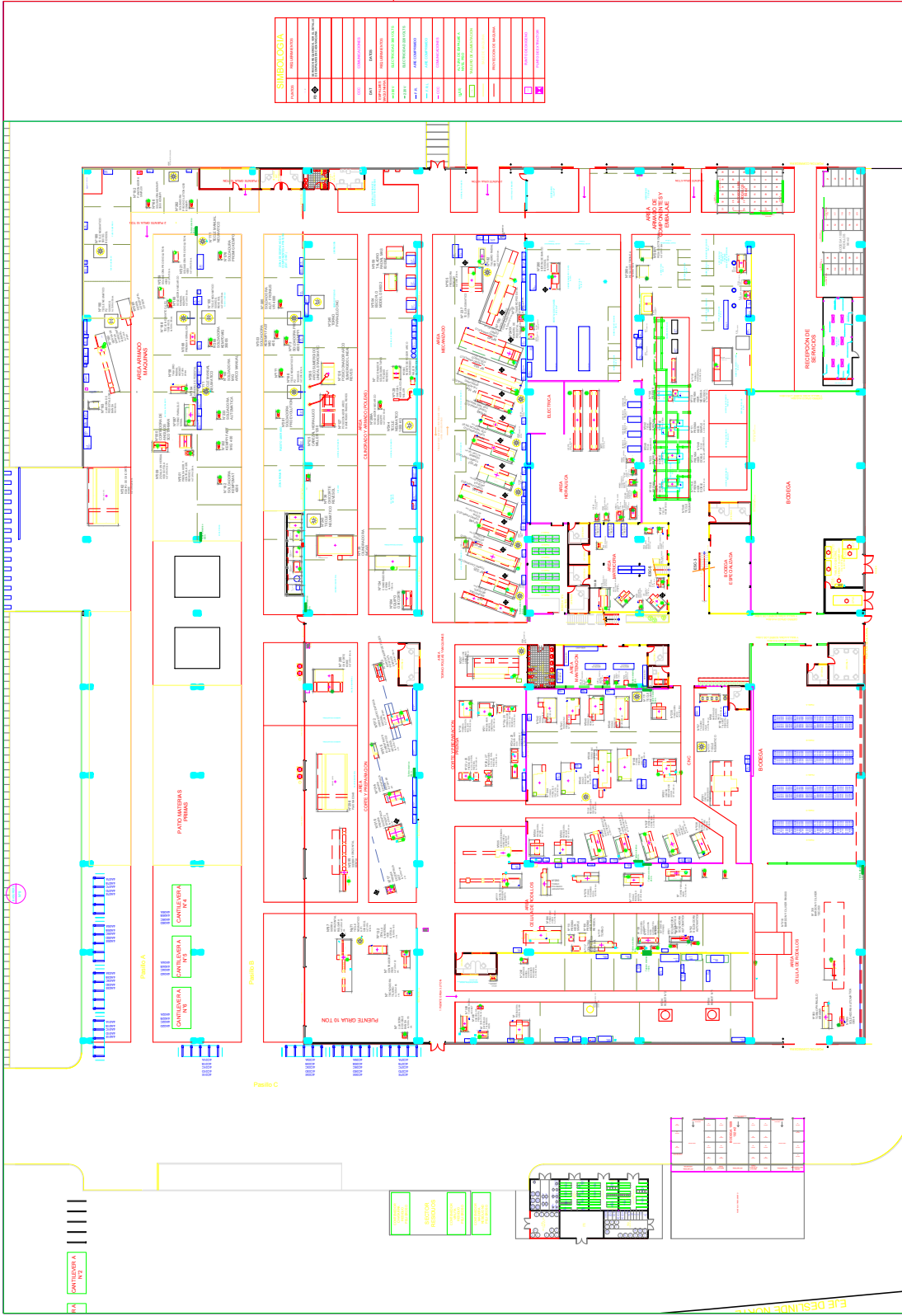
Fuente: Elaboración propia

Anexo XX-6. Carta Gantt de proyecto de distribución

Fuente: Elaboración propia

Anexo XX-7. Presupuesto de proyecto de distribución de empresa contratista

Fuente: Elaboración propia



SIMBOLOGIA	
[Symbol]	PUENTE GRUA 10 TON
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO
[Symbol]	AREA DE SERVICIOS
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIALES
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE EQUIPOS
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE HERRAMIENTAS
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE EQUIPOS DE TRABAJO
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE HERRAMIENTAS DE TRABAJO
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIALES DE MANTENIMIENTO
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE EQUIPOS DE MANTENIMIENTO
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE HERRAMIENTAS DE MANTENIMIENTO
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIALES DE REPARACION
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE EQUIPOS DE REPARACION
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE HERRAMIENTAS DE REPARACION
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIALES DE OBRAS
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE EQUIPOS DE OBRAS
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE HERRAMIENTAS DE OBRAS
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIALES DE PINTURA
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE EQUIPOS DE PINTURA
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE HERRAMIENTAS DE PINTURA
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIALES DE LIMPIEZA
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE EQUIPOS DE LIMPIEZA
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE HERRAMIENTAS DE LIMPIEZA
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIALES DE SEGURIDAD
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE EQUIPOS DE SEGURIDAD
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE HERRAMIENTAS DE SEGURIDAD
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIALES DE PROTECCION
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE EQUIPOS DE PROTECCION
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE HERRAMIENTAS DE PROTECCION
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIALES DE ALIMENTACION
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE EQUIPOS DE ALIMENTACION
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE HERRAMIENTAS DE ALIMENTACION
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIALES DE BEBIDA
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE EQUIPOS DE BEBIDA
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE HERRAMIENTAS DE BEBIDA
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIALES DE HIGIENE
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE EQUIPOS DE HIGIENE
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE HERRAMIENTAS DE HIGIENE
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIALES DE EDUCACION
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE EQUIPOS DE EDUCACION
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE HERRAMIENTAS DE EDUCACION
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIALES DE RECREACION
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE EQUIPOS DE RECREACION
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE HERRAMIENTAS DE RECREACION
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIALES DE CULTURA
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE EQUIPOS DE CULTURA
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE HERRAMIENTAS DE CULTURA
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIALES DE DEPORTE
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE EQUIPOS DE DEPORTE
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE HERRAMIENTAS DE DEPORTE
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIALES DE OTRAS ACTIVIDADES
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE EQUIPOS DE OTRAS ACTIVIDADES
[Symbol]	AREA DE ALMACENAMIENTO DE HERRAMIENTAS DE OTRAS ACTIVIDADES

Anexo XX-1 Plano de planta de Revesol

ESCALA 1:250

J.LTORRES	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	1-9	1-10	1-11	1-12	1-13	1-14	2-3	2-4	2-5	2-6	2-7	2-8	2-9	2-10	2-11	2-12	2-13	2-14
F. GONZALEZ	A	U	O	I	E	A	E	O	I	I	I	I	I	A	E	E	O	I	I	E	O	I	E	I	I
M.HENRIQUEZ	E	I	I	E	A	A	I	I	A	I	I	I	E	A	A	A	O	I	I	E	O	I	I	A	I
R.ROSAS	I	U	U	I	E	U	U	I	O	I	O	A	O	A	E	I	O	O	U	U	U	U	A	A	U
G.LASTRA-J.ROMERO	I	I	I	U	U	E	I	U	I	O	I	E	I	I	A	E	O	I	I	O	I	O	I	E	I
R.PARRA	I	I	U	I	I	I	O	O	I	I	O	I	O	I	A	A	O	I	O	I	O	I	O	A	O
LSALINAS	I	O	O	I	E	E	E	O	I	I	I	A	I	E	I	I	I	E	E	O	I	I	I	I	
M.BARRERA	O	U	I	U	A	A	I	U	A	I	I	E	O	A	I	O	O	O	I	E	O	I	I	E	O
R.PULGAR	I	O	I	U	E	A	I	U	A	A	A	A	I	E	A	X	U	A	I	A	X	E	E	A	I
B.BRAVO	I	O	O	O	E	A	U	O	I	O	O	I	O	I	I	E	O	O	O	I	U	I	I	I	O
C.QUINTANILLA	I	I	O	I	A	E	O	O	E	O	O	A	O	E	E	I	O	O	O	O	O	O	E	A	O
M.AUTIEN	E	E	O	E	I	I	U	U	I	U	U	I	E	A	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
P.HUILIPAN	U	X	O	X	U	E	O	X	E	U	I	A	I	A	A	O	U	X	U	I	X	U	O	A	I
CUANTITATIVO	I	U	U	I	I	I	O	O	O	O	O	I	U	O	I	U	U	O	O	O	O	I	A	U	U
MODA	I	I	O	I	I	E	U	O	I	I	O	I	I	A	I	I	O	I	I	O	O	O	I	A	I

J.LTORRES	3-4	3-5	3-6	3-7	3-8	3-9	3-10	3-11	3-12	3-13	3-14	4-5	4-6	4-7	4-8	4-9	4-10	4-11	4-12	4-13	4-14			
F. GONZALEZ	E	I	U	I	I	O	U	O	O	I	I	I	U	U	I	I	U	O	O	I	I	I	I	I
M.HENRIQUEZ	A	A	O	I	I	O	I	A	I	A	I	A	O	I	O	A	O	I	A	I	I	I	I	I
R.ROSAS	A	I	I	I	U	U	U	A	A	U	I	I	I	U	U	U	E	I	O	U	U	U	U	U
G.LASTRA-J.ROMERO	E	E	O	I	I	E	U	O	I	O	I	A	I	E	E	I	O	I	A	I	O	A	I	A
R.PARRA	A	A	O	O	I	O	O	O	I	O	I	O	I	O	A	O	O	O	I	O	I	O	I	O
LSALINAS	E	O	O	I	E	O	O	I	I	I	I	O	O	I	E	O	O	I	I	I	I	I	I	I
M.BARRERA	A	A	O	I	I	O	U	I	A	E	O	A	O	O	I	O	O	E	I	E	O	I	E	O
R.PULGAR	E	A	X	U	I	O	O	E	E	E	I	E	U	I	I	O	U	O	E	A	I	I	I	I
B.BRAVO	I	I	O	O	O	O	I	I	I	O	I	O	O	O	O	O	O	I	O	I	O	I	O	O
C.QUINTANILLA	A	A	O	O	O	O	I	A	A	O	A	O	O	O	O	O	E	A	I	O	I	O	I	O
M.AUTIEN	A	A	E	I	O	O	O	I	I	O	A	O	O	I	O	O	I	E	A	O	O	O	O	O
P.HUILIPAN	E	E	U	I	O	X	U	U	A	A	I	E	U	I	U	U	E	O	A	E	O	A	E	O
CUANTITATIVO	A	O	U	I	O	O	U	O	A	A	U	U	U	U	U	U	E	I	U	U	U	U	U	U
MODA	A	A	O	I	O	O	U	I	I	I	I	I	O	O	I	O	O	I	I	O	O	O	I	O

J.LTORRES	5-6	5-7	5-8	5-9	5-10	5-11	5-12	5-13	5-14	6-7	6-8	6-9	6-10	6-11	6-12	6-13	6-14	7-8	7-9	7-10	7-11	7-12	7-13	7-14
F. GONZALEZ	O	U	U	U	U	U	U	U	U	A	U	U	O	O	O	U	U	U	U	U	U	U	U	U
M.HENRIQUEZ	O	I	I	E	O	A	A	O	O	A	O	O	O	E	A	O	I	E	I	E	E	E	U	A
R.ROSAS	U	O	O	O	A	I	U	I	U	A	U	U	U	U	I	U	U	U	U	U	U	U	U	U
G.LASTRA-J.ROMERO	O	U	I	U	O	O	I	U	I	O	I	U	U	O	I	U	I	I	U	U	I	E	I	O
R.PARRA	O	I	O	I	O	I	O	I	O	A	O	O	O	I	I	O	I	A	I	I	I	I	I	I
LSALINAS	O	I	E	O	O	I	I	I	I	E	E	O	O	I	I	I	E	O	I	I	I	I	I	I
M.BARRERA	O	O	I	O	O	A	A	O	O	A	I	O	O	O	I	O	O	I	O	I	O	A	O	A
R.PULGAR	U	I	I	O	X	O	X	E	O	A	E	O	I	I	E	E	I	I	O	A	I	E	I	I
B.BRAVO	O	O	O	O	O	I	I	O	O	I	O	O	O	I	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
C.QUINTANILLA	U	U	O	O	O	A	I	O	O	O	O	O	O	I	O	O	O	O	O	O	O	E	O	O
M.AUTIEN	O	I	O	O	O	I	I	O	O	A	O	O	O	I	I	A	O	I	O	E	I	I	A	O
P.HUILIPAN	U	I	U	O	U	A	I	U	O	A	O	X	U	U	E	U	I	I	X	I	U	E	E	I
CUANTITATIVO	U	U	U	U	U	E	E	U	O	I	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
MODA	O	I	I	O	O	A	I	U	O	A	O	O	O	I	I	O	I	I	O	O	I	I	O	I

J.LTORRES	8-9	8-10	8-11	8-12	8-13	8-14	9-10	9-11	9-12	9-13	9-14	10-11	10-12	10-13	10-14	11-12	11-13	11-14	12-13	12-14	13-14		
F. GONZALEZ	U	O	U	U	U	U	U	U	U	U	U	O	I	U	U	I	I	U	I	U	U	U	U
M.HENRIQUEZ	I	I	I	I	I	I	O	I	I	I	I	I	I	I	I	A	A	A	A	A	A	A	A
R.ROSAS	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	O	O	U	U	A	U	U	O	O	O	O	O
G.LASTRA-J.ROMERO	U	O	I	I	U	I	U	I	I	E	I	U	I	I	I	U	U	I	U	I	I	I	I
R.PARRA	O	O	I	I	I	I	O	I	I	I	O	I	I	I	O	A	A	A	A	A	A	A	A
LSALINAS	E	E	E	E	E	E	O	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
M.BARRERA	O	O	O	O	O	O	O	O	I	O	O	E	E	I	O	I	O	O	O	O	O	O	O
R.PULGAR	I	E	O	O	O	I	O	I	I	O	I	A	A	O	I	A	A	I	A	I	I	I	I
B.BRAVO	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	I	O	O	O	I	I	O	I	I	I	I	I
C.QUINTANILLA	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	A	I	O	I	O	O	O	O
M.AUTIEN	O	O	I	I	E	O	O	I	I	E	O	I	I	I	O	A	A	O	A	O	O	O	O
P.HUILIPAN	O	O	U	U	U	X	U	U	U	O	I	U	I	U	O	E	U	U	U	U	U	U	X
CUANTITATIVO	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
MODA	O	O	I	I	U	O	O	I	I	O	O	I	I	I	O	A	I	O	A	O	O	O	O

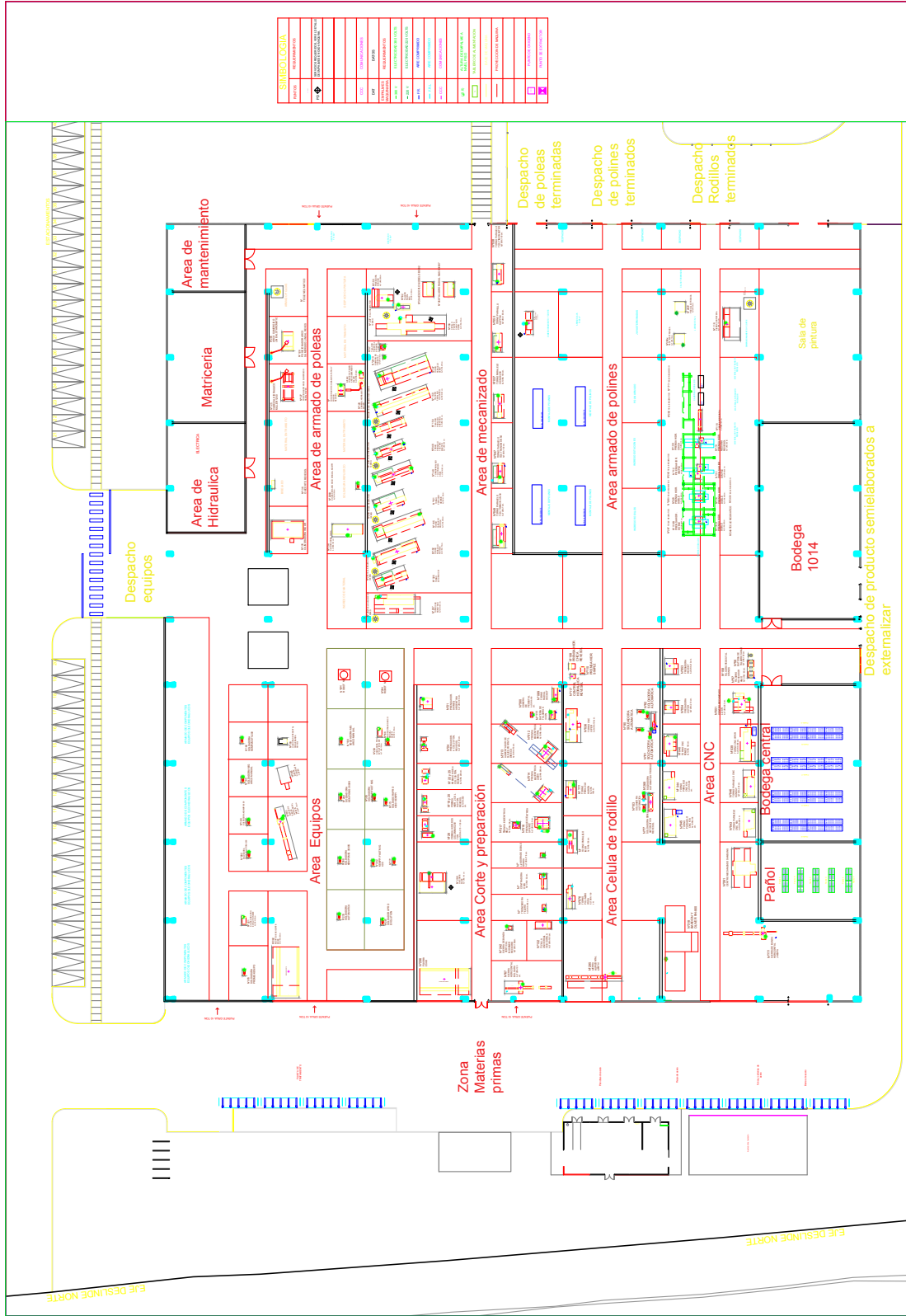
MODA I I O I I E U O I I O I I U A I I O I I I O O I I A I U
MODA A A O I O O U I I I I U I O A I O O I I I O U A I O U O U
MODA O I I O O A I U O U A O O O I I I O I U I O O I I O I O U
MODA O O I I U O U O I I O O U I I I O U A I O U A O U O U U

A E I O U
8 1 43 35 18 105
8% 1% 41% 33% 17% 100%

Anexo XX-2 Respuesta de los supervisores de Revesol frente a la importancia de cercanía entre departamentos

Torno paralelo	Revolter	Célula	3500	18	160	10	6 380 volts	SI	NO	SI	NO
Torno paralelo	Revolter	Célula	2500	18	135	10	6 380 volts	SI	NO	SI	NO
Torno paralelo	Revolter	Célula	3500	18	138	10	6 380 volts	SI	NO	SI	NO
Torno paralelo	Revolter	Célula	3000	18	180	10	6 380 volts	SI	NO	SI	NO
Torno paralelo	Revolter	mecanizado	4000	18	190	10	6 380 volts	SI	NO	SI	NO
Torno paralelo	Revolter	mecanizado	8000	18	160	10	6 380 volts	SI	NO	SI	NO
Torno paralelo	Revolter	mecanizado	7000	18	160	10	6 380 volts	SI	NO	SI	NO
Torno paralelo	Revolter	mecanizado	5000	18	200	10	6 380 volts	SI	NO	SI	NO
Torno paralelo	Revolter	mecanizado	11000	18	200	10	6 380 volts	SI	NO	SI	NO
Torno paralelo	Revolter	mecanizado	5000	18	180	10	6 380 volts	SI	NO	SI	NO
Torno paralelo	Revolter	mecanizado	3500	18	200	10	6 380 volts	SI	NO	SI	NO
Torno paralelo	Revolter	mecanizado	6000	18	170	10	6 380 volts	SI	NO	SI	NO
Torno paralelo	Revolter	mecanizado	6000	18	200	10	6 380 volts	SI	NO	SI	NO
Torno paralelo	Revolter	mecanizado	10000	18	257	10	6 380 volts	SI	NO	SI	NO
Zizalla Universal	VEB Soñda	corte y preparación	1000	18	162	10	6 380 volts	SI	NO	NO	NO
Zizalla Universal	VEB Soñda	corte y preparación	1000	18	165	10	6 380 volts	SI	NO	NO	NO
Torno paralelo	Revolter	matricera	3500	18	180	10	6 380 volts	SI	NO	SI	NO
Taladro Radial	Heckel	Equipo	2500	18	300	6	4 380 volts	SI	NO	SI	NO
Torno paralelo	Revolter	Célula	3000	18	190	10	6 380 volts	SI	NO	SI	NO
Opelio puente	Chia Yuan Hsing	mecanizado	8000	18	270	90	28 380 volts	SI	NO	NO	SI
Prensa Hidr. 4 col. 20 ton.	Revesol	corte y preparación	1000	18	260	18.5	10 380 volts	SI	NO	NO	SI
Sierra de banda horizontal	Jaespa	corte y preparación	1200	20	136	3.5	2 380 volts	SI	NO	NO	SI
Sierra de banda horizontal	Jaespa	corte y preparación	1200	20	140	3.5	2 380 volts	SI	NO	NO	SI
Sierra de banda horizontal	Jaespa	Equipo	1200	20	170	3.5	2 380 volts	SI	NO	NO	SI
Bruñidora	Revesol	mecanizado	2000	22.5	120	14	8 380 volts	SI	NO	NO	NO
Cilindradora	China	armado poleas	4500	25	180	40	22 380 volts	SI	NO	NO	NO
Cilindradora	China	armado poleas	12000	25	230	40	22 380 volts	SI	NO	NO	NO
Sierra horizontal	Cosen	Célula	1000	30	180	3.5	2 380 volts	SI	NO	SI	NO
Sierra horizontal	Cosen	Célula	900	30	120	3.5	2 380 volts	SI	NO	SI	NO
Robot 1	0	Equipo	10	0	0	0	0 380 volts	SI	NO	SI	NO
Robot 2	0	Equipo	10	0	0	0	0 380 volts	SI	NO	SI	NO
Robot 3	0	Equipo	10	0	0	0	0 380 volts	SI	NO	SI	NO
Robot 4	0	Equipo	10	0	0	0	0 380 volts	SI	NO	SI	NO
Central Hidráulica	Revesol	armado rodillos	3	150	0	0	22 380 volts	SI	NO	NO	NO
Central Hidráulica	Revesol	armado rodillos	3	180	0	0	22 380 volts	SI	NO	NO	NO
Prensa Hidráulica Chica	Revesol	armado rodillos	5	210	0	0	NO	SI	NO	SI	NO
Prensa Hidráulica Chica	Revesol	armado rodillos	3	210	0	0	NO	SI	NO	SI	NO
Prensa Hidráulica Mediana	Revesol	armado rodillos	6	270	0	0	NO	SI	NO	SI	NO
Prensa Hidráulica Simple	Revesol	armado rodillos	6	350	0	0	NO	SI	NO	SI	NO
Prensa Hidráulica Simple	Revesol	armado rodillos	6	350	0	0	NO	SI	NO	SI	NO
Prensa Hidráulica Simple	Revesol	armado rodillos	6	350	0	0	NO	SI	NO	SI	NO
Prensa Hidráulica Simple	Revesol	armado rodillos	6	350	0	0	NO	SI	NO	SI	NO
Prensa Hidráulica Simple	Revesol	armado rodillos	6	420	0	0	NO	SI	NO	SI	NO
Prensa y central hidráulica	Revesol	Célula	6	230	0	0	0 380 volts	SI	NO	SI	NO
Prensa y central hidráulica	Revesol	Célula	6	260	0	0	0 380 volts	SI	NO	SI	NO
Prensa y central hidráulica	Revesol	Célula	6	220	0	0	0 380 volts	SI	NO	SI	NO
Extractor de aire	0	Célula	6	2	3.5	2	0	0	0	0	0
Torno polihero	Ossa	Célula	18	0	0	0	11	0	0	0	0
Rectificador sobre torno	Revesol	armado poleas	15.5	7	4	0	0	0	0	0	0
Dispositivo soltar tapas y poleas	Revesol	armado poleas	8	100	0	0	0 380 volts	SI	NO	NO	NO
Oscorote-central hidr.-banco apoyo	Revesol	armado poleas	8	238	0.9	0	1 380-220 volts	SI	NO	NO	NO
Central	0	armado poleas	8	136	0	0	0 380 volts	SI	NO	NO	NO
Tornos posicionadores	Revesol	armado poleas	8	1.8	1	0	0	0	0	0	0
Central Prensa Horizontal	Revesol	Célula	5	100	0	0	0 380 volts	SI	NO	NO	NO
Alimentador Automatico	Revesol	armado rodillos	18	0	0	0	0 380 volts	SI	NO	NO	NO
Alimentador Automatico	Revesol	corte y preparación	18	0	0	0	0 380 volts	SI	NO	NO	NO
Pesa Electrónica	Revesol	armado rodillos	3	100	0	0	0 380 volts	SI	NO	NO	NO
Aspiradora industrial	Rigid	mantención	3	0.9	1	0	0	0	0	0	0
Acumulador	Revesol	Patio materlas primas	4	120	0	0	0 380 volts	SI	NO	NO	NO
Acumulador	Revesol	Patio materlas primas	4	0	0	0	0 380 volts	SI	NO	NO	NO
Punzonadora	Simplex	Equipo	5	170	0	0	0 220 volts	SI	NO	NO	NO
Electricidad Sizzling oven	Dry Rodove	Equipo	5	154	0	0	0 220 volts	SI	NO	NO	NO
Lijadora Pedestal Doble banda	Revesol	2	180	0	0	0	0 380 volts	SI	NO	SI	0
Soldadora Arco Manual	Revesol	3	87	0	0	0	0 380 volts	NO	SI	0	0
Soldadora de rodillos Tapas	Revesol	3	87	0	0	0	0 220 volts	NO	SI	0	0
Teche eléctrico	0	2	3.5	2	0	0	0	0	0	0	0
Teche eléctrico	0	2	3.5	2	0	0	0	0	0	0	0
Puente grúa	Revesol	3	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Puente grúa	Revesol	3	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Puente grúa	Revesol	3	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Puente grúa	Revesol	3	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Puente grúa	Revesol	3	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Puente grúa	Revesol	3	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Puente grúa	Revesol	3	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Puente grúa	Revesol	3	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Puente grúa	Revesol	3	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Puente grúa	Revesol	3	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Puente grúa	Revesol	3	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Puente grúa	Revesol	3	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Sierra horizontal	Kentia	Célula	30000	30	250	#N/A	380 volts	SI	NO	SI	#N/A
Sierra horizontal	Jaespa	Célula	500	14	250	#N/A	380 volts	NO	SI	#N/A	#N/A
Barclon y oliver	rh-900	Célula	30000	45	250	#N/A	380 volts	SI	NO	SI	NO
Barclon y oliver	rh-350	Célula	30000	45	250	#N/A	380 volts	SI	NO	SI	NO
Plasma	Espan	corte y preparación	30000	30	250	#N/A	380 volts	SI	NO	SI	NO

Anexo XX-4 Registro tecnico de maquinas



SIMBOLOGIA	
[Symbol]	RECORRIDO PRINCIPAL
[Symbol]	RECORRIDO SECUNDARIO
[Symbol]	RECORRIDO TERCERARIO
[Symbol]	RECORRIDO CUARTERARIO
[Symbol]	RECORRIDO QUINTARIO
[Symbol]	RECORRIDO SEXTO
[Symbol]	RECORRIDO SEPTIMO
[Symbol]	RECORRIDO OCTAVO
[Symbol]	RECORRIDO NOVENO
[Symbol]	RECORRIDO DECIMO
[Symbol]	RECORRIDO UNDICESIMO
[Symbol]	RECORRIDO DOCESIMO
[Symbol]	RECORRIDO TRECESIMO
[Symbol]	RECORRIDO CATORCESIMO
[Symbol]	RECORRIDO QUINCESIMO
[Symbol]	RECORRIDO DECISEXIMO
[Symbol]	RECORRIDO DECISEPTIMO
[Symbol]	RECORRIDO DECIOCTAVO
[Symbol]	RECORRIDO DECINOVENO
[Symbol]	RECORRIDO VEINTESIMO
[Symbol]	RECORRIDO VEINTIUNESIMO
[Symbol]	RECORRIDO VEINTIDOSIMO
[Symbol]	RECORRIDO VEINTITRESIMO
[Symbol]	RECORRIDO VEINTICUATROSIMO
[Symbol]	RECORRIDO VEINTICINCO
[Symbol]	RECORRIDO VEINTISEISIMO
[Symbol]	RECORRIDO VEINTISEPTIMO
[Symbol]	RECORRIDO VEINTIOCTAVO
[Symbol]	RECORRIDO VEINTINOVENO
[Symbol]	RECORRIDO TREINTESIMO
[Symbol]	RECORRIDO TREINTIUNESIMO
[Symbol]	RECORRIDO TREINTIDOSIMO
[Symbol]	RECORRIDO TREINTITRESIMO
[Symbol]	RECORRIDO TREINTICUATROSIMO
[Symbol]	RECORRIDO TREINTICINCO
[Symbol]	RECORRIDO TREINTISEISIMO
[Symbol]	RECORRIDO TREINTISEPTIMO
[Symbol]	RECORRIDO TREINTIOCTAVO
[Symbol]	RECORRIDO TREINTINOVENO
[Symbol]	RECORRIDO CUARENTESIMO
[Symbol]	RECORRIDO CUARENTIUNESIMO
[Symbol]	RECORRIDO CUARENTIDOSIMO
[Symbol]	RECORRIDO CUARENTITRESIMO
[Symbol]	RECORRIDO CUARENTICUATROSIMO
[Symbol]	RECORRIDO CUARENTICINCO
[Symbol]	RECORRIDO CUARENTISEISIMO
[Symbol]	RECORRIDO CUARENTISEPTIMO
[Symbol]	RECORRIDO CUARENTIOCTAVO
[Symbol]	RECORRIDO CUARENTINOVENO
[Symbol]	RECORRIDO CINCUENTOSIMO
[Symbol]	RECORRIDO CINCUENTIUNESIMO
[Symbol]	RECORRIDO CINCUENTIDOSIMO
[Symbol]	RECORRIDO CINCUENTITRESIMO
[Symbol]	RECORRIDO CINCUENTICUATROSIMO
[Symbol]	RECORRIDO CINCUENTICINCO
[Symbol]	RECORRIDO CINCUENTISEISIMO
[Symbol]	RECORRIDO CINCUENTISEPTIMO
[Symbol]	RECORRIDO CINCUENTIOCTAVO
[Symbol]	RECORRIDO CINCUENTINOVENO
[Symbol]	RECORRIDO SESSENTESIMO
[Symbol]	RECORRIDO SESSENTIUNESIMO
[Symbol]	RECORRIDO SESSENTIDOSIMO
[Symbol]	RECORRIDO SESSENTITRESIMO
[Symbol]	RECORRIDO SESSENTICUATROSIMO
[Symbol]	RECORRIDO SESSENTICINCO
[Symbol]	RECORRIDO SESSENTISEISIMO
[Symbol]	RECORRIDO SESSENTISEPTIMO
[Symbol]	RECORRIDO SESSENTIOCTAVO
[Symbol]	RECORRIDO SESSENTINOVENO
[Symbol]	RECORRIDO SESENTESIMO
[Symbol]	RECORRIDO SESENTIUNESIMO
[Symbol]	RECORRIDO SESENTIDOSIMO
[Symbol]	RECORRIDO SESENTITRESIMO
[Symbol]	RECORRIDO SESENTICUATROSIMO
[Symbol]	RECORRIDO SESENTICINCO
[Symbol]	RECORRIDO SESENTISEISIMO
[Symbol]	RECORRIDO SESENTISEPTIMO
[Symbol]	RECORRIDO SESENTIOCTAVO
[Symbol]	RECORRIDO SESENTINOVENO
[Symbol]	RECORRIDO SETENTOSIMO
[Symbol]	RECORRIDO SETENTIUNESIMO
[Symbol]	RECORRIDO SETENTIDOSIMO
[Symbol]	RECORRIDO SETENTITRESIMO
[Symbol]	RECORRIDO SETENTICUATROSIMO
[Symbol]	RECORRIDO SETENTICINCO
[Symbol]	RECORRIDO SETENTISEISIMO
[Symbol]	RECORRIDO SETENTISEPTIMO
[Symbol]	RECORRIDO SETENTIOCTAVO
[Symbol]	RECORRIDO SETENTINOVENO
[Symbol]	RECORRIDO OCTENTOSIMO
[Symbol]	RECORRIDO OCTENTIUNESIMO
[Symbol]	RECORRIDO OCTENTIDOSIMO
[Symbol]	RECORRIDO OCTENTITRESIMO
[Symbol]	RECORRIDO OCTENTICUATROSIMO
[Symbol]	RECORRIDO OCTENTICINCO
[Symbol]	RECORRIDO OCTENTISEISIMO
[Symbol]	RECORRIDO OCTENTISEPTIMO
[Symbol]	RECORRIDO OCTENTIOCTAVO
[Symbol]	RECORRIDO OCTENTINOVENO
[Symbol]	RECORRIDO NOVENTOSIMO
[Symbol]	RECORRIDO NOVENTIUNESIMO
[Symbol]	RECORRIDO NOVENTIDOSIMO
[Symbol]	RECORRIDO NOVENTITRESIMO
[Symbol]	RECORRIDO NOVENTICUATROSIMO
[Symbol]	RECORRIDO NOVENTICINCO
[Symbol]	RECORRIDO NOVENTISEISIMO
[Symbol]	RECORRIDO NOVENTISEPTIMO
[Symbol]	RECORRIDO NOVENTIOCTAVO
[Symbol]	RECORRIDO NOVENTINOVENO
[Symbol]	RECORRIDO CIENTOSIMO

Propuesta de distribución en detalle
 ESCALA 1:250

Anexo XX-5 Propuesta de distribución en detalle a la planta de Revesol

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Costo	Gantt Chart														
						16 dic '18	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S
1	Proyecto de distribución de empresa Revesol	86,5 días	mar 01-01-19	jue 16-05-19	\$ 67.630.494,72	[Gantt bar from 01-01 to 16-05]														
2	Comienzo del proyecto	0 días	mar 01-01-19	mar 01-01-19	\$ 0,00	[Gantt bar at 01-01]														
3	Retiro de material	2 días	mar 01-01-19	jue 03-01-19	\$ 198.000,00	[Gantt bar from 01-01 to 03-01]														
6	Retiro de maquinas sin uso	7,5 días	jue 03-01-19	mar 15-01-19	\$ 1.012.500,00	[Gantt bar from 03-01 to 15-01]														
21	Adequar zonas de producción de componentes de equipos y poleas	37 días	mar 15-01-19	jue 14-03-19	\$ 31.814.999,04	[Gantt bar from 15-01 to 14-03]														
91	Adequar zonas de producción de componentes de elaboración de rodillos y polines	27 días	jue 14-03-19	jue 25-04-19	\$ 27.854.999,04	[Gantt bar from 14-03 to 25-04]														
173	Trasladar departamentos auxiliares de producción	11 días	jue 25-04-19	mar 14-05-19	\$ 5.760.000,00	[Gantt bar from 25-04 to 14-05]														
182	Puesta en marcha	2 días	mar 14-05-19	jue 16-05-19	\$ 990.000,00	[Gantt bar from 14-05 to 16-05]														
185	Termino del proyecto	0 días	jue 16-05-19	jue 16-05-19	\$ 0,00	[Gantt bar at 16-05]														

Tarea	Division	Hito	Resumen	Resumen del proyecto
Tareas externas	Hito externo	Tarea inactiva	Resumen inactivo	Tareas manuales
Sólo duración	Informe de resumen manual	Resumen manual	Sólo el comienzo	Sólo fin
Fecha límite	Progreso			

Anexo XX-6 Carta Gantt de proyecto de distribución

Proyecto: PROYECTO DE DISTRIBU
Fecha: jue 03-01-19

Presupuesto para proyecto Traslado maquinaria y material a nueva posición

PRESUPUESTO DE EMPRESAS CONTRATISTAS

<i>Traslado de materias primas</i>	<i>\$ 5.870.000</i>
<i>Traslado de maquinaria</i>	<i>\$ 34.420.000</i>
<i>Proyecto eléctrico</i>	<i>\$ 13.993.360</i>
<i>gastos generales y utilidades</i>	<i>\$ 29.822.000</i>
<i>TOTAL NETO</i>	<i>\$ 84.105.360</i>

Anexo XX-7 Presupuesto de proyecto de distribución de empresa contratista