



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Tema:

**PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LA EMPRESA
“GAMETALCRIS”**

Trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación, presentado previo a la
obtención del título de Ingeniero Industrial

ÁREA: Producción y operaciones

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño, materiales y producción

AUTOR: Galo Alexander Orozco Arequipa

TUTOR: Ing. Christian Ismael Ortiz Sailema, Mg.

Ambato - Ecuador

febrero – 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de titulación con el tema: PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LA EMPRESA “GAMETALCRIS” , desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Galo Alexander Orozco Arequipa, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.3 del instructivo del reglamento referido.

Ambato, febrero 2024.

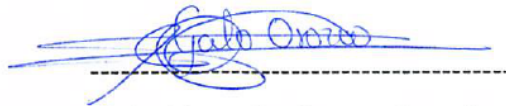
Ing. Christian Ismael Ortiz Sailema, Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de titulación con el tema: PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LA EMPRESA “GAMETALCRIS” es absolutamente original, auténtico y personal y ha observado los preceptos establecidos en la Disposición General Quinta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, febrero 2024.



Galo Alexander Orozco Arequipa

C.C. 0550696694

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato para que reproduzca total o parcialmente este trabajo de titulación dentro de las regulaciones legales e institucionales correspondientes. Además, cedo todos mis derechos de autor a favor de la institución con el propósito de su difusión pública, por lo tanto, autorizo su publicación en el repositorio virtual institucional como un documento disponible para la lectura y uso con fines académicos e investigativos de acuerdo con la Disposición General Cuarta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, febrero 2024.



Galo Alexander Orozco Arequipa

C.C. 055069669

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del informe final del trabajo de titulación presentado por el señor Galo Alexander Orozco Arequipa, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LA EMPRESA “GAMETALCRIS”, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.4 del instructivo del reglamento referido. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

Ambato, febrero 2024.

Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia, Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Daysi Ortiz Guerrero, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Mauricio López Flores, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

A Dios, por darme la fuerza y la sabiduría para poder seguir adelante y cumplir con todas mis metas planteadas.

A mis padres, quienes con su cuidado me han formado y me han convertido en un hombre de bien.

A mis docentes, quienes me han enseñado cosas extraordinarias a lo largo de mi carrera, para formarme como un excelente profesional.

A mis amigos y personas especiales, quienes a pesar de todo me dieron su apoyo incondicional en el tiempo que pasamos juntos.

AGRADECIMIENTO

Primero quiero agradecer a Dios, por haberme dado fuerza para poder seguir adelante.

A mis padres, por haberme apoyado siempre en este arduo camino y haberme brindado todo su apoyo para poder cumplir mis sueños.

A mis amigos y personas que estuvieron apoyándome en cada momento difícil de mi vida, aunque ahora ya no estén conmigo.

A mi tutor de tesis, Ing. Christian Ortiz, por su disposición y colaboración para el desarrollo del proyecto de titulación.

A la empresa "GAMETALCRIS", por su cálida bienvenida y apoyo constante durante el transcurso del proyecto de investigación.

Por último, a la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, por todo lo vivido dentro de sus instalaciones durante mis años de estudiante.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA	i
APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS	xix
RESUMEN EJECUTIVO.....	xx
ABSTRACT	xxi
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	1
1.1 Tema de investigación.....	1
1.1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Antecedentes investigativos.....	3
1.3 Fundamentación teórica	5

1.3.1 Distribución de planta	5
1.3.2 Tipos de distribución de planta	6
1.3.3 Método de guerchet.....	9
1.3.4 Método SLP	11
1.4 Objetivos.....	14
1.4.1 Objetivo general.....	14
1.4.2 Objetivos específicos.....	14
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	15
2.1 Materiales	15
2.2 Métodos	16
2.2.1 Modalidad de la investigación	16
2.2.2 Recolección de información	17
2.2.3 Procesamiento y análisis de datos	19
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
3.1 Análisis y discusión de resultados	20
3.1.1 Distribución actual de la empresa “GAMETALCRIS”	21
3.1.2 Descripción de las áreas de la empresa “GAMETALCRIS”.....	25
3.1.3 Identificación de los problemas de distribución de la planta en la empresa “GAMETALCRIS”.....	28
3.2 Requerimientos de distribución de planta	30

3.2.1 Tipo de estudio de distribución de planta.....	30
3.2.2 Tipo de distribución de planta	30
3.2.3 Determinación de áreas para la nueva distribución	31
3.2.4 Método de distribución de planta.....	32
3.2.5 Cálculo de requerimientos de superficie	36
3.2.6 Cálculo de superficie de la planta productiva.....	36
3.2.7 Cálculo de la superficie de las áreas administrativas	49
3.2.8 Cálculo de la superficie gravitacional	51
3.2.9 Superficie evolutiva.....	52
3.2.10 Superficie total.....	56
3.2.11 Cálculo de superficie de requerimientos para empleados	57
3.3 Propuesta de distribución de planta	61
3.3.1 Identificación de las áreas a distribuir	61
3.3.2 Criterios de cercanía.....	62
3.3.3 Valores de proximidad	62
3.3.4 Relación entre áreas para la propuesta	63
3.3.5 Diagrama de relación	64
3.3.6 Bosquejo de distribución	66
3.3.7 Selección de la mejor propuesta de distribución.....	68
3.3.8 Requerimientos del Layout.....	70

3.3.9 Selección del software para el diseño en 3D de la propuesta de distribución ...	68
3.3.10 Diseño 3D de la propuesta de distribución	72
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
4.1 Conclusiones	74
4.2 Recomendaciones.....	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
ANEXOS	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fórmulas para los valores de alturas móviles y alturas fijas [20].	10
Tabla 2. Valores de "K" de acuerdo con el tipo de industria [21].	11
Tabla 3. Simbología del método SLP [22].	11
Tabla 4. Materiales del proyecto de investigación	15
Tabla 5. Departamentos o áreas de la empresa "GAMETALCRIS".	17
Tabla 6. Técnicas e instrumentos para la recolección de información.	18
Tabla 7. Máquinas y herramientas.	21
Tabla 8. Medidas por área de la empresa "GAMETALCRIS"	24
Tabla 9. Identificación del área de almacenamiento.	25
Tabla 10. Identificación del área de producción.	26
Tabla 11. Identificación del área de acabado.	27
Tabla 12. Identificación del área de bodega.	28
Tabla 13. Lista de chequeo.	29
Tabla 14. Valores de calificación	32
Tabla 15. Criterios de calificación.	33
Tabla 16. Calificación del primer criterio	33
Tabla 17. Calificación del segundo criterio	33
Tabla 18. Calificación del tercer criterio.	34
Tabla 19. Calificación del cuarto criterio.	34
Tabla 20. Calificación del quinto criterio	34

Tabla 21. Método de factores para la elección del mejor método de distribución	35
Tabla 22. Elementos estáticos y fijos de bodega	36
Tabla 23. Elementos estáticos y fijos del área de producción.....	37
Tabla 24. Elementos estáticos y fijos del área de acabado	37
Tabla 25. Elementos estáticos y fijos del área de almacenamiento	38
Tabla 26. Elementos móviles del área de bodega.....	38
Tabla 27. Elementos móviles del área de producción.....	39
Tabla 28. Elementos móviles del área de acabado	39
Tabla 29. Elementos móviles del área de almacenamiento.....	39
Tabla 30. Superficie estática de bodega.....	40
Tabla 31. Superficie estática de producción.....	40
Tabla 32. Superficie estática de acabado	41
Tabla 33. Superficie estática de almacenamiento.....	41
Tabla 34. Superficie gravitacional de bodega	41
Tabla 35. Superficie gravitacional de producción	42
Tabla 36. Superficie gravitacional de acabado.....	42
Tabla 37. Superficie gravitacional de almacenamiento	42
Tabla 38. Cálculo de “hee” de los elementos fijos de bodega	43
Tabla 39. Cálculo del “hme” de los elementos móviles de bodega.....	43
Tabla 40. Superficie evolutiva de bodega.....	44
Tabla 41. Cálculo de “hee” de los elementos fijos de producción	44

Tabla 42. Cálculo del “hme” de los elementos móviles de producción.....	44
Tabla 43. Superficie evolutiva de producción	45
Tabla 44. Cálculo de “hee” de los elementos fijos de acabado	45
Tabla 45. Cálculo del “hme” de los elementos móviles de acabado	45
Tabla 46. Superficie evolutiva de acabado.....	46
Tabla 47. Cálculo de “hee” de los elementos fijos de almacenamiento	46
Tabla 48. Cálculo del “hme” de los elementos móviles de almacenamiento.....	46
Tabla 49. Superficie evolutiva de almacenamiento	47
Tabla 50. Superficie total de bodega	47
Tabla 51. Superficie total de producción	48
Tabla 52. Superficie total de acabado	48
Tabla 53. Superficie total de almacenamiento	49
Tabla 54. Elementos estáticos y fijos de gerencia	49
Tabla 55. Elementos estáticos y fijos de secretaría	50
Tabla 56. Elementos estáticos y fijos de compra y venta	50
Tabla 57. Elementos móviles del área administrativa	50
Tabla 58. Superficie estática de gerencia	51
Tabla 59. Superficie estática de secretaría	51
Tabla 60. Superficie estática de compra y ventas.....	51
Tabla 61. Superficie gravitacional de gerencia	52
Tabla 62. Superficie gravitacional de secretaría.....	52

Tabla 63. Superficie gravitacional de compra y ventas	52
Tabla 64. Cálculo de “hee” de los elementos fijos de gerencia.....	53
Tabla 65. Cálculo de “hme” de los elementos móviles de gerencia	53
Tabla 66. Superficie evolutiva de gerencia	53
Tabla 67. Cálculo de “hee” de los elementos fijos de secretaría	54
Tabla 68. Cálculo de “hme” de los elementos móviles de secretaría	54
Tabla 69. Superficie evolutiva de secretaría	54
Tabla 70. Cálculo de “hee” de los elementos fijos de compra y ventas	55
Tabla 71. Cálculo de “hme” de los elementos móviles de compra y ventas.....	55
Tabla 72. Superficie evolutiva de compra y ventas	55
Tabla 73. Superficie total de gerencia.....	56
Tabla 74. Superficie total de secretaría.....	56
Tabla 75. Superficie total de compra y ventas	57
Tabla 76. Dimensiones de vehículos	58
Tabla 77. Dimensiones de escusados y lavabos	59
Tabla 78. Dimensionamiento de pasillos	60
Tabla 79. Superficie actual vs superficie calculada de la empresa "GAMETALCRIS"	60
Tabla 80. Áreas por relacionar	62
Tabla 81. Criterios de relación	62
Tabla 82. Valores de proximidad.....	63

Tabla 83. Relación de cercanía entre departamentos.....	63
Tabla 84. Tabla resumen de relaciones	64
Tabla 85. Valores de superficie por cuadrante	65
Tabla 86. Análisis carga-distancia de áreas para el código "A" de proximidad.....	68
Tabla 87. Análisis carga-distancia de áreas para el código "E" de proximidad	69
Tabla 88. Dimensiones de bloques de hormigón tipo A	70
Tabla 89. Pasillos necesarios por área	70
Tabla 90. Rango de calificación para el software.....	68
Tabla 91. Criterios de calificación del software a seleccionar	68
Tabla 92. Áreas de aplicación de cada software.....	69
Tabla 93. Ventajas entre los softwares de aplicación	69
Tabla 94. Análisis del rendimiento de cada software	70
Tabla 95. Diferencias entre AutoCAD y Sketchup	70
Tabla 96. Análisis de la seguridad que posee cada software	71
Tabla 97. Selección del software se modelado en 3D	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución por posición fija [19].	6
Figura 2. Distribución por producto [19].	7
Figura 3. Distribución de Planta Funcional [19].	8
Figura 4. Tipos de Distribución Celular [19].	8
Figura 5. Esquema del Systematic Layout Planning [22].	13
Figura 6. Logo de la empresa "GAMETALCRIS".	20
Figura 7. Ubicación actual de la empresa "GAMETALCRIS".	21
Figura 8. Distribución actual de la empresa "GAMETALCRIS".	20
Figura 9. Método óptimo para la distribución.	35
Figura 10. Diferencia de superficies.	61
Figura 11. Diagrama de relación entre áreas.	64
Figura 12. Diagrama de relación entre áreas con superficies incluidas.	65
Figura 13. Bosquejo de distribución de la primera propuesta.	66
Figura 14 . Bosquejo de distribución de la segunda propuesta.	66
Figura 15. Layout inicial de la distribución de la primera propuesta.	67
Figura 16. Layout inicial de la distribución de la segunda propuesta.	67
Figura 17. Propuesta de distribución final.	69
Figura 18. Layout de la propuesta de distribución de la empresa "GAMTEALCRIS".	67
Figura 19. Software Sketchup.	72

Figura 20. Importar modela de AutoCAD a Sketchup	73
Figura 21. Paredes y piso en Sketchup	73
Figura 22. Extrucción en Sketchup.....	74
Figura 23. Opción 3D Warehouse	74
Figura 24. Selección de componentes en 3D	75
Figura 25. Materiales para emplear en el diseño en 3D.....	75
Figura 26. Diseño en 3D de la propuesta de distribución	73

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Levantamiento de información	79
Anexo B. Guía de entrevista.....	80
Anexo C. Escritorio (ficha técnica)	81
Anexo D. Suelda MIG (ficha técnica)	82
Anexo E. Compresor industrial (ficha técnica)	83
Anexo F. Suelda eléctrica (ficha técnica)	84
Anexo G. Tronzadora (ficha técnica).....	85
Anexo H. Suelda TIG (ficha técnica)	86
Anexo I. Escritorio (ficha técnica).....	87
Anexo J. Sofá (ficha técnica)	88
Anexo K. Librero (ficha técnica).....	88
Anexo L. Archivador (ficha técnica)	89
Anexo M. Sofá (ficha técnica).....	90

RESUMEN EJECUTIVO

Actualmente la distribución de planta cumple un rol importante dentro de las empresas, pues esta asegura la correcta ejecución de las actividades que se relacionan entre departamentos.

El presente estudio se ha llevado a cabo en las instalaciones de la empresa “GAMETALCRIS”, y ha tenido como objetivo desarrollar una propuesta de distribución de planta.

Se realizó un diagnóstico de la situación inicial a través de visitas constantes a la empresa, en donde se determinaron cuáles son los focos vitales con respecto a distribución presentes dentro de cada área. Una vez determinado los problemas actuales, se procedió a calcular los requerimientos de superficie en donde se obtuvo una superficie total de 1129,58 m², la cual estaría destinada para áreas administrativas, áreas productivas y áreas para empleados.

El SLP permitió desarrollar una nueva distribución de planta, esto se logró mediante los criterios de cercanía y los valores de proximidad, dando como resultado dos propuestas de solución, la propuesta seleccionada mediante el método carga distancia fue calificada solo para los grados más relevantes “A y E” en donde se obtiene una diferencia de recorrido 15 m para el grado “A” y 7 m para el “E”.

Se elaboró el layout final, en donde se tomaron en cuenta aspectos como el grosor de paredes y pasillos, obteniendo así una superficie final de 2096,37 m², para finalmente, elaborar el diseño 3D de la propuesta, con la finalidad de apreciar correctamente la distribución de cada una de las áreas de la empresa de estudio.

Palabras clave: Distribución, requerimientos de superficie, SLP, layout, diseño 3D.

ABSTRACT

Nowadays, the plant layout plays an important role within the companies, since it ensures the correct execution of the activities that are related between departments.

This study was carried out at the facilities of the company "GAMETALCRIS", and its objective was to develop a plant layout proposal.

A diagnosis of the initial situation was made through constant visits to the company, where it was determined which are the vital points with respect to distribution present in each area. Once the current problems were determined, we proceeded to calculate the surface area requirements, where we obtained a total surface area of 1129.58 m², which would be used for administrative areas, production areas and employee areas.

The SLP allowed the development of a new plant layout, this was achieved through the criteria of proximity and proximity values, resulting in two proposed solutions, the proposal selected by the distance load method was qualified only for the most relevant grades "A and E" where a difference of 15 m for grade "A" and 7 m for "E" was obtained.

The final layout was elaborated, where aspects such as the thickness of walls and corridors were taken into account, thus obtaining a final surface of 2096.37 m², to finally elaborate the 3D design of the proposal, in order to correctly appreciate the distribution of each of the areas of the company under study.

Keywords: Distribution, surface requirements, SLP, layout, 3D design.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LA EMPRESA
“GAMETALCRIS”

1.1.1 Planteamiento del problema

Actualmente la distribución de instalaciones es un punto crítico dentro de una organización, pues como se sabe este tiene un impacto directo en la eficiencia de la producción y en el nivel de productividad [1]. A nivel mundial una mala distribución de planta genera una gran cantidad de pérdidas, originados por un mal flujo de procesos, seguridad inadecuada en los procesos, costos elevados, debido a inversiones fallidas, productos reprocesados o devoluciones por insatisfacción del cliente, es por ello que en los países asiáticos predomina el sistema de manufactura flexible, haciendo uso de la metodología JIT (Justo a Tiempo), siendo así una disciplina encargada de mejorar el sistema productivo [2]. Por otra parte, se sabe que una buena distribución de planta puede minimizar los gastos de operación hasta en un 50% aproximadamente [3].

Hace 60 años, en empresas pertenecientes a EE. UU, Europa y Japón, no se llevaba a cabo una distribución plenamente dicha, pues en estos años se basaban en las características de sus edificios, es decir realizaban distribución de planta sin saberlo pues al realizar combinaciones de naciones rectangulares a las cuales se denominaban plazoletas de trabajo, se llevaba a cabo una distribución de Doble circuito. Este tipo de distribución ocasionaba tiempos excesivos de producción, puestos de trabajo innecesarios, largas distancias entre departamentos o áreas, incomodidad y desmotivación de los operarios y pérdidas considerables de dinero debido a que no se lograba cumplir con las expectativas del cliente tanto en calidad como en tiempo de entrega. [4].

En Estados Unidos las plantas de fabricación presentaban problemas cruciales, pues se determina un alto índice de ineficiencia, generada por la estructura organizativa compleja y por la transmisión de información inoportuna entre departamentos (mala comunicación). Por otra parte, la tasa de utilización de máquinas no se encuentra al 100%, generando así cuellos de botella, los mismos que ocasionan el incumplimiento de la demanda establecida, o provocando que se recorra a la subcontratación para satisfacerla, es decir realizar una inversión innecesaria [2] [5].

En Perú uno de los problemas que aún no se ha podido controlar es la baja productividad debido a una inestable distribución de planta, lo cual es un factor que afecta a la competitividad de una organización, los problemas que esto conlleva son costos elevados, tiempos excesivos en el proceso de producción, tiempos de espera, movimientos innecesarios de personal, desorden de materiales, ubicación inadecuada de equipos, afectando así a la generación de beneficios económicos [6].

En Colombia las empresas presentan falencias en distribución de planta, pues al momento de llevar a cabo la fabricación de un producto este debe recorrer largas distancias, disminuyendo así el factor de productividad, esto se puede evidenciar en el tiempo de ciclo por unidad, el cual va a tener un valor elevado. Este problema es provocado debido a que la maquinaria no se encuentra organizada de acuerdo con el flujo de producción, provocando así la presencia de inventarios de producto en proceso y obstaculizando el funcionamiento normal del proceso productivo [7].

En Cotopaxi, el crecimiento constante de pequeñas empresas ha generado que estas obtengan por incorporar instalaciones más amplias debido a la alta demanda que poseen. La Empresa "GAMETACRIS", desde sus inicios en el año 2014 se dedica a la fabricación de puertas metálicas, ventanas, estructuras y actualmente adentrándose a la construcción de productos de acero inoxidable, debido a las necesidades que requiera el cliente.

La empresa presenta errores en sus procesos, debido al desorden de las maquinarias, esto también provoca que no se cumpla con los tiempos de entrega establecidos, haciendo que los clientes presenten quejas de insatisfacción, por lo cual ha decidido

ampliar sus instalaciones en una ubicación nueva, para esto es necesario realizar de antemano una nueva distribución de planta, pensando no solo en lo que se necesita actualmente, sino teniendo una visión a futuro, para que así este sistema sea flexible y se adapte a cualquier cambio.

1.2 Antecedentes investigativos

A lo largo de los años la distribución de plantas industriales (DEPI) ha llamado la atención de los investigadores y profesionales en todo el mundo. La mayoría de los problemas de optimización de instalaciones pertenecen a la clase NP-difícil y son aquellos que no se pueden solucionar dentro de un determinado tiempo, pues necesitan un estudio riguroso. Es por ello que Árbrito, fue el primero en describir a la distribución de instalaciones como un problema de asignación cuadrática (QAP). El QAP hoy en día ha demostrado que el problema más difícil puede generar resultados favorables, pero no óptimos en un tiempo considerable [8].

Cuando una industria metalmeccánica observa la parte interna de todo un proceso y el lugar donde se lo desarrolla, es en donde se da cuenta que la materia prima que se adquiere no se la utiliza al 100%, las horas-hombre no se las lleva a cabo adecuadamente, las entregas son lentas, los inventarios están desequilibrados, la organización de la planta es un laberinto sin salida, los tiempos de operación son excesivos e irregulares, la distancia entre departamentos es muy larga, los accidentes laborales ocurren con mucha frecuencia y las máquinas generan cuellos de botella, siendo así factores que afectan o deterioran el patrimonio y la utilidad de la organización [9].

De acuerdo con el artículo “Propuesta metodológica multicriterio para la distribución semicontinua de plantas”, presenta una metodología para la distribución de plantas en donde se emplea la técnica cuantitativa CRAFT, el cual busca disminuir el costo de transporte en una distribución, la misma que fue seleccionada mediante la implementación de TOPSIS, aplicada a empresas dedicadas a la fabricación de muebles metálicos, reduciendo así el costo de transportes dentro de la organización, generado por el exceso de movimientos entre departamentos. La técnica CRAFT, se

basa en el intercambio de pares para el desarrollo del diseño, esta técnica también toma en consideración las dimensiones del edificio y los departamentos, el flujo de material o la frecuencia de los viajes entre áreas. [10].

En Cotopaxi, en la empresa “Industria Metálica Cotopaxi”, se llevó a cabo un estudio de distribución de planta en el área de Hornos Rotativos, con el fin de optimizar el aprovechamiento de espacios y recursos, eliminando así los tiempos muertos debido a una mala distribución, para ello se realizó una distribución por producto, debido a que las operaciones se las ejecuta una después de la otra. Para poder tener un conocimiento inicial se aplicó una encuesta a los trabajadores de la empresa en donde se determinó que el 84% de los trabajadores manifestaron que la distribución no es la ideal, por otra parte, el 84,62% menciona que el desplazamiento entre actividades es demasiado extenso por ende el tiempo de fabricación va ha ser mayor. Para ello mediante la toma de tiempo se determinó que se demora 39.2 horas en producir un horno rotativo, el cual mediante la aplicación de la propuesta se redujo a 34 horas laborales [11].

Otra empresa en Cotopaxi que realizo un estudio de distribución de planta es Cedal Aluminio S.A, específicamente en el área de fundido, pues al momento de construir la planta no se tomó en cuenta aspectos como espacios físicos, recorridos, tiempos, métodos, procesos y seguridad laboral, para dar solución ante esta problemática, se utilizado el método de Guerchet para determinar una superficie para cada proceso existente en caca una de las áreas y posteriormente se aplicó SLP para la correcta distribución de estos, logrando así aumentar la producción diaria de 130 lingotes a 139, y disminuyendo la distancia de recorrido de 149,8 metros a 103 metros [12].

En Colombia, se llevó a cabo una investigación en el sector industrial, en donde se aplicó la metodología SLP en una microempresa, en donde se presentaban retrasos en sus operaciones, ineficiencia en la utilización de espacios, dificultados para el mantenimiento de la planta y reducción de la productividad, logrando así establecer una redistribución de planta mediante técnicas de estudio del trabajo, implementando la metodología descrita, esta se basa en determinar relaciones y prioridades entre

departamentos con el fin de determinar la proximidad entre cada uno de ellos [13] [14].

El método Systematic Layout Plannig (SLP), en Colombia, logró realizar correctas redistribuciones de planta, para ello se analizó el flujo de materiales y la relación de cercanía entre actividades con la finalidad de lograr una solución favorable, logrando así mejorar la calidad de productos, una reducción considerable de costos y un menor tiempo de recorrido entre áreas, provocando así que estas empresas tengan mayor acogida por parte de sus clientes [15] [16].

Perú en el año 2021, llevo a cabo un el diseño y distribución de planta para la empresa DRJ METAL GROUP S.A.C, dedicada a la fabricación de estructuras metálicas, la cual no posee una distribución plenamente dicha, es por ello que se aplicó el método SLP en cada una de las áreas de la planta de producción, permitiendo así reducir el recorrido entre estas de 1981,39 metros a 1256,71 metros, por otra parte también logró reducir trabajadores, esto principalmente debido a que se eliminaron actividades innecesarias o se combinaron con otras [17].

1.3 Fundamentación teórica

1.3.1 Distribución de planta

La Distribución de Planta, hace referencia a la organización física, la distribución espacial de los factores industriales y los elementos que están involucrados en algún proceso, por otra parte, también se refiere a la ubicación de los diferentes departamentos dentro de la empresa u organización. Para poder asegurar una buena distribución es necesario tomar en cuenta los diferentes productos o servicios que se ofrecen, las operaciones y cada una de las estaciones de trabajo, pues esto garantiza un flujo continuo y óptimo de estos.

La Distribución de una instalación esta influenciada directamente por las especificaciones del Sistema de Producción, considerando así variables como la variabilidad y la cantidad de producción [18].

1.3.2 Tipos de distribución de planta

a. Distribución de planta por posición fija

Aquí los recursos son acercados hacia el producto, debido al volumen, fragilidad o alguna característica de este, un ejemplo claro para este tipo de distribución es la fabricación de barcos o aviones.

Este tipo de distribución recomienda determinar cómo entrara o saldrá el producto de la zona de ensamblado, además es importante establecer la secuencia de cada uno de los recursos sin que estos provoquen inconvenientes o demoras [19].

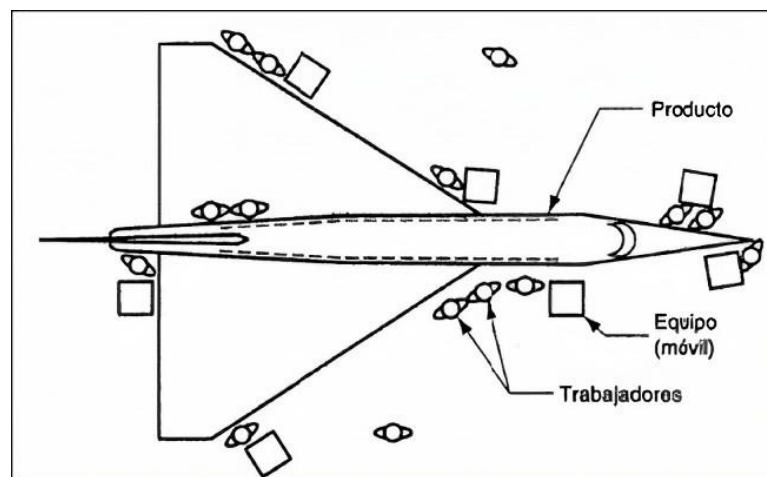


Figura 1. Distribución por posición fija [19].

b. Distribución de planta por producto

Esta es adaptada cuando toda la producción está organizada, sea de forma continua o repetitiva. En este tipo de distribución los recursos son organizados con la finalidad de minimizar el desplazamiento de los productos. Para esta distribución siempre hay que manejar productos en donde sus operaciones sean similares, permitiendo así formar una línea de producción [19].

Las ventajas que esta distribución presenta son las que se muestran a continuación:

- Reducido manejo de materiales.
- Poca existencia de trabajos en curso.
- Tiempos mínimos de fabricación.

- Sistemas de planificación y control de producción mínimos.
- Reducción de tareas.

Por otra parte, también presenta inconvenientes como:

- Flexibilidad en el proceso escasa.
- Falta de flexibilidad en los tiempos de fabricación.
- Alto nivel de inversión.

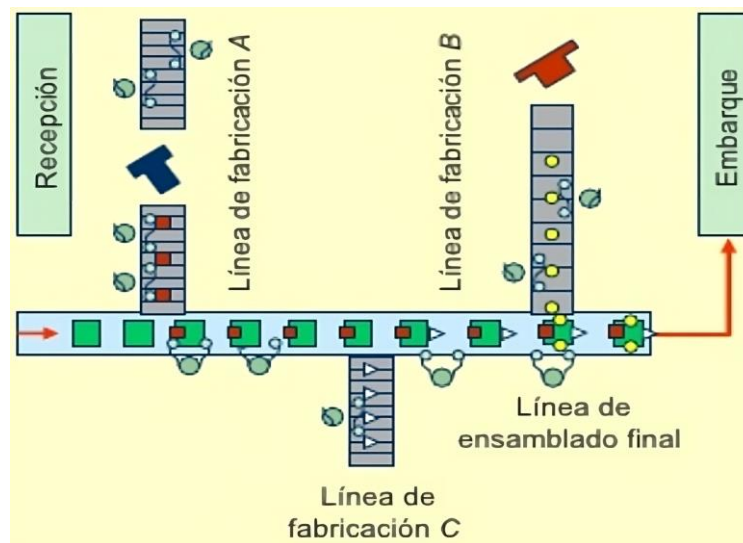


Figura 2. Distribución por producto [19].

c. *Distribución de planta funcional*

Esta distribución presente cuando todos los recursos son organizados de acuerdo con la función que cumplen. La distribución de planta funcional es común en procesos de bajo volumen y alta variedad, pues aquí lo importante es la utilización adecuada de todos los recursos disponibles.

En empresas en donde se emplea una distribución de planta funcional, la estructura suele organizarse por “Silos” esto con la finalidad de alcanzar sus propios objetivos, además un buen trabajo es considerado cuando todas sus actividades se realizan de forma eficiente [19].

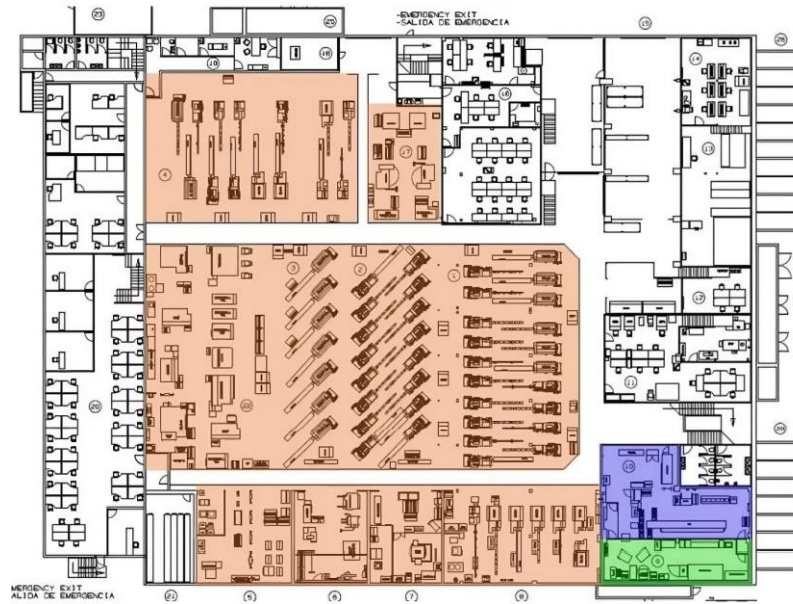


Figura 3. Distribución de Planta Funcional [19].

d. Distribución de planta híbrida (celular)

Estas distribuciones surgen mediante las líneas de mecanizado o en instalaciones en donde está presente una distribución de planta del tipo funcional [19].

Dentro de esta distribución existe cuatro tipos de distribución celular, las mismas que están descritas a continuación en a Figura 4:

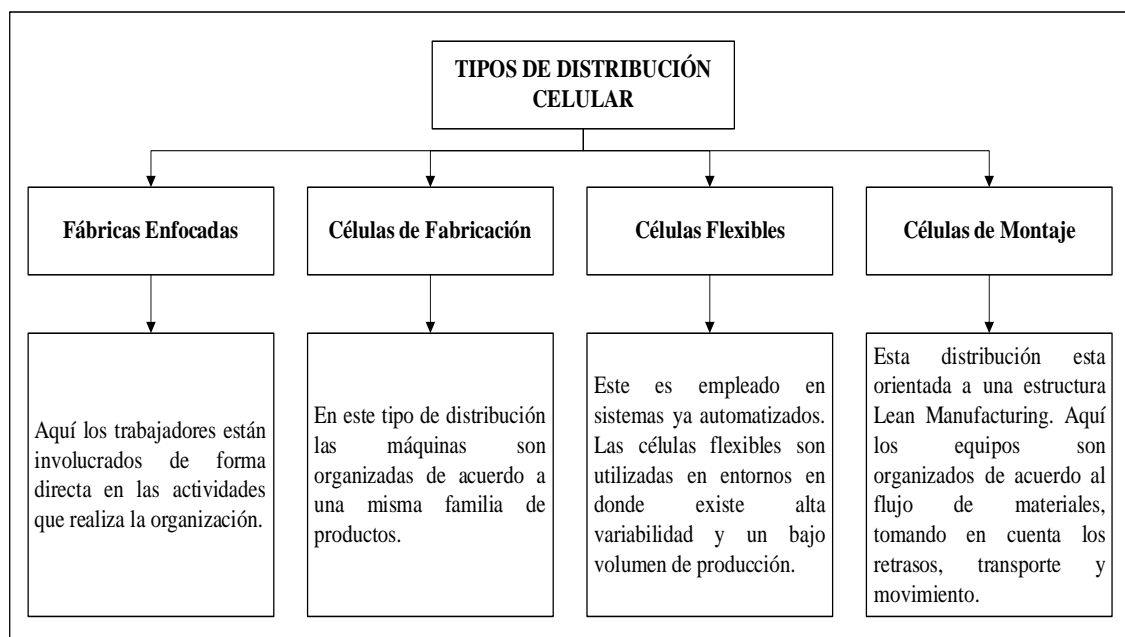


Figura 4. Tipos de Distribución Celular [19].

1.3.3 Método de guerchet

Este método se encarga de determinar las áreas que se requieren dentro de una organización, para ellos es necesario conocer a detalle el número y tamaño de las máquinas y equipos que se utilizan en cada uno de los departamentos [20].

$$S_t = S_s + S_g + S_e \quad (1)$$

Donde:

St: Superficie Total

Ss: Superficie Estática

Sg: Superficie de Gravitación

Se: Superficie de Evolución

Aquí una superficie atractiva plenamente dicha es aquella que integra el operador y al material requerido para realizar una actividad, a continuación, se van a describir cada una de las partes que componen la ecuación de Guerchet [20].

- **Superficie estática:** Esta es el área que ocupa la máquina o el departamento de trabajo.

$$S_s = a * l \quad (2)$$

Donde:

Ss: Superficie Estática

a: Ancho

l: Largo

- Superficie gravitacional: Esta se determina al multiplicar la superficie estática por el número de lados del departamento [20].

$$S_g = S_s * N \quad (3)$$

Donde:

Sg: Superficie Gravitacional

Ss: Superficie Estática

N: Número de lados del departamento

- **Superficie de evolución:** Aquí se determina cual va a ser el espacio para que se dé un flujo adecuado entro cada uno de los departamentos, equipos y medios de transporte [20].

$$S_e = (S_s + S_g) * K \quad (4)$$

Donde:

K: Coeficiente de Evolución

- El valor “K”, es determinado mediante las alturas promedio de los elementos móviles y estáticos dentro de una distribución. Para ello se emplea la siguiente formula:

$$K = \frac{h_{EM}}{2h_{EE}} \quad (5)$$

Para el cálculo del valor “K”, es necesario conocer las siguientes formulas con respecto a las alturas móviles o estáticas.

Tabla 1. Fórmulas para los valores de alturas móviles y alturas fijas [20].

Alturas móviles	Alturas Estáticas
$h_{EM} = \frac{\sum_{i=1}^r S_s * n * h}{\sum_{i=1}^r S_s * n} \quad (6)$	$h_{EE} = \frac{\sum_{i=1}^t S_s * n * h}{\sum_{i=1}^t S_s * n} \quad (7)$
Donde: r: Elementos Móviles Ss: Superficie estática de cada uno de los elementos. h: Altura n: Número de elementos móviles	Donde: t: Elementos Estáticos Ss: Superficie estática de cada uno de los elementos. h: Altura n: Número de elementos fijos

En la tabla 1, se muestra las fórmulas para el cálculo tanto de las alturas móviles, como de las alturas estáticas, esto para poder determinar cuál va a ser el espacio que van a ocupar estos elementos dentro de un departamento, cabe recalcar que este análisis es primordial para el departamento de producción pues hay que delimitar un área adecuada para el desenvolvimiento de las actividades de una manera eficiente.

- **Contante “K”, de acuerdo con el tipo de industria.**

Tabla 2. Valores de "K" de acuerdo con el tipo de industria [21].

Tipos de Industria	Valor “K”
Industrial Alimenticia	0.05 – 0.15
Bandas Transportadoras	0.10 – 0.25
Textil	0.05 – 0.25
Metalmecánica Pequeña	2.0 – 3.0

Para poder conocer de manera directa el valor de la constante “K”, la tabla 2, muestra valores en rangos de 1, pues con este valor se podría comparar el valor que se calcula mediante la ecuación (5), presentada con anterioridad.

1.3.4 Método SLP

El método SLP (Systematic Layout Planning) o conocido en español como la Planeación Sistemática de la Distribución, se basa en determinar las distribuciones de acuerdo con el grado de cercanía que deben tener cada uno de los departamentos de una organización [22].

La simbología ha emplear para estas prioridades de cercanía se muestra a continuación:

Tabla 3. Simbología del método SLP [22].

CLAVE	NIVELES DE CERCANÍA	VALORES
A	Absolutamente necesario	8
E	Especialmente importante	6
I	Importante	4
O	Ordinario	2
U	No importante	0
X	No deseable	-8

La tabla 3 (Simbología del Método SLP), muestra un grado de calificación de acuerdo con la importancia de cercanía, en donde los departamentos que deben estar cerca debido a sus procesos se los califica con una letra “A” y un valor de 8, mientras que los que no deben estar cerca, debido a que no tienen relación entre estos, se los califica con la letra “X” y un valor de -8.

- **Fases de implementación del SLP**

Fase 1. Localización: La primera fase del SLP, ayuda a identificar la ubicación óptima de la empresa en la cual se va a llevar a cabo la distribución. Para ellos es necesario analizar factores relevantes que intervienen directamente a la competitividad de esta. Por otra parte, si se está realizando una redistribución es necesario identificar si la empresa mantendrá la ubicación actual o se está trasladando a una nueva ubicación adquirida [22].

Fase 2. Distribución general total: Aquí se basa netamente en la distribución, en donde hay que considerar las áreas o departamentos en conjunto, el tamaño, la relación entre estos, las actividades que se llevan a cabo y las áreas que van a ser valoradas como principales [22].

Fase 3. Preparación de los planos de la distribución: Esta fase está directamente relacionada con la planificación, pues aquí se determina de forma detallada cada área o departamento que va a estar involucrado en la distribución [22].

Fase 4. Instalación: Debido a que es la última fase esta debe considerar los movimientos y ajustes que se deben realizar para la colocación de equipos y maquinarias, para así lograr una distribución eficiente.

Los datos de entrada que hay que considerar en esta fase son:

- P (Productos): Productos o materiales necesarios.
- Q (Volumen a producir): Pronósticos de demanda.
- R (Ruta de procesos): Diagrama de flujo de proceso y lista de equipos.
- S: Servicios, mantenimiento, almacenamiento, vestidores, etc.
- T (Programa de producción): Cuanto y cuando referente a la producción [22].

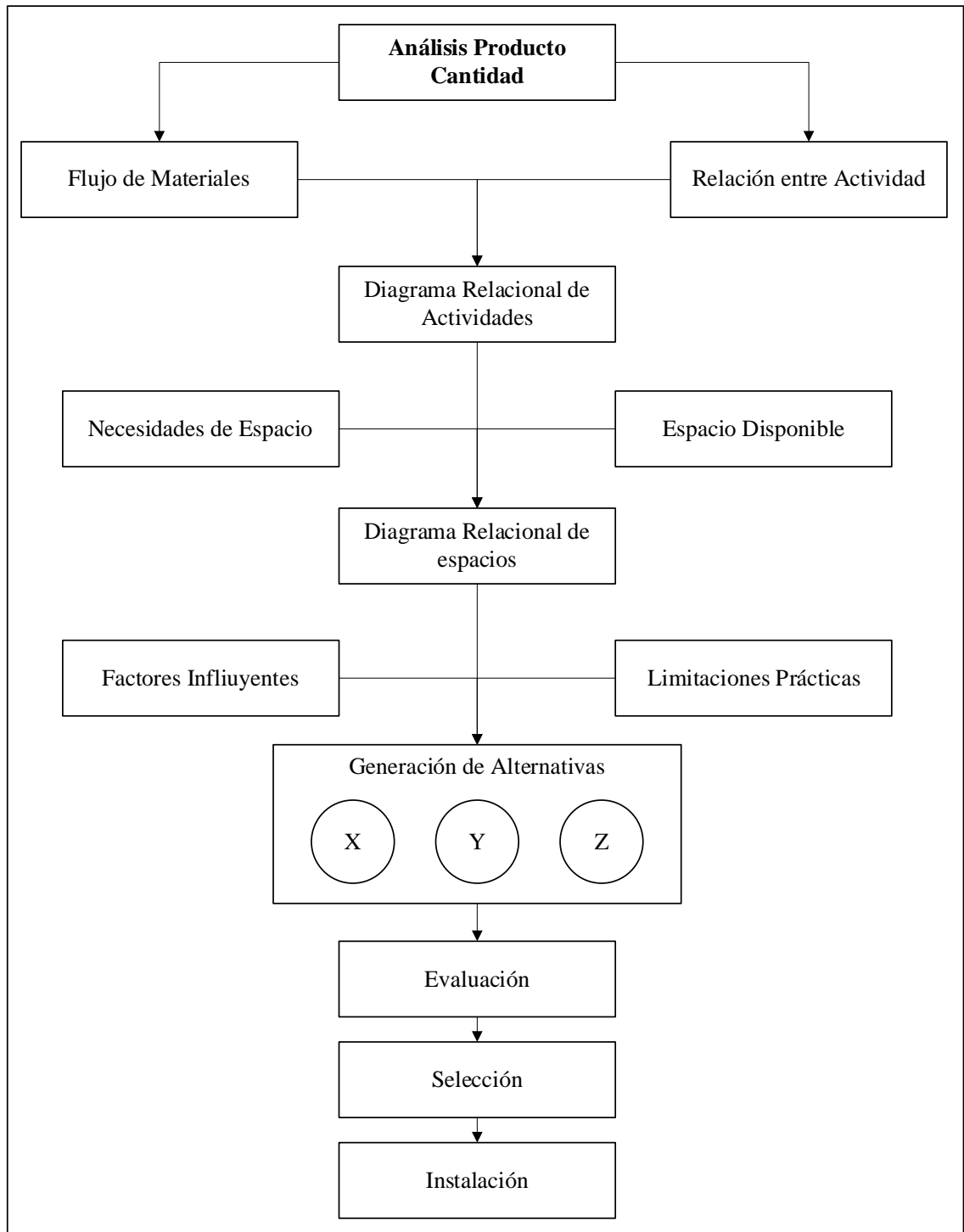


Figura 5. Esquema del Systematic Layout Planning [22].

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Desarrollar una propuesta de distribución de planta para la empresa “GAMETALCRIS”

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar el estado de la distribución actual de la empresa “GAMETALCRIS”.
- Establecer los requerimientos para el desarrollo de una nueva distribución de planta.
- Diseñar una distribución de planta para la optimización de los procesos de la empresa “GAMETALCRIS”.


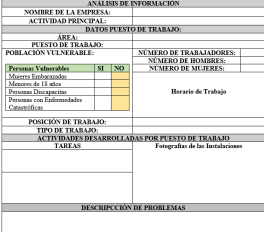
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Materiales

Los materiales empleados para el desarrollo del proyecto de investigación se presentan en la tabla 4, con su respectiva descripción y gráfico de referencia.

Tabla 4. Materiales del proyecto de investigación

Materiales	Descripción	Fotografía
Microsoft Word	Software encargado de procesar texto, permitiendo así la creación y edición del informe de investigación.	
Microsoft Excel	Software matemático y diseño de tablas con mayor facilidad para el análisis de la información preliminar del proyecto de investigación.	
AutoCAD	Software de diseño, empleado para el desarrollo de planos de la empresa de estudio.	
Sketch Up	Software de diseño 3D, para realizar el bosquejo de la propuesta de distribución.	
Flexómetro	Instrumento de medición, utilizado para registrar medidas de los departamentos de la empresa de estudio.	
Computador	Dispositivo electrónico, utilizado para el procesamiento de información y desarrollo del proyecto de investigación.	

Materiales	Descripción	Fotografía
Celular	Dispositivo electrónico móvil, el cual permite registrar fotografías y datos preliminares de la empresa de estudio.	
Fichas para registro de información	Herramienta que permite el correcto registro de la información y análisis de esta.	

2.2 Métodos

2.2.1 Modalidad de la investigación

a. Enfoque

El presente trabajo de investigación presentó un enfoque cuali-cuantitativo, pues se enfocó en identificar las principales causas ante la problemática. Es cualitativo, pues se buscó conocer el estado actual de la empresa “GAMETALCRIS”, con respecto a distribución de planta, mediante la recolección de información sin una medición numérica, por otra parte, se empleó un enfoque cuantitativo debido a que registran las medidas actuales de cada una de las áreas dentro de la empresa de estudio.

b. Modalidades

A continuación, se presenta los tipos de modalidades de investigación que se empleó en el proyecto de investigación:

- **Investigación aplicada**

Se utilizó esta modalidad, debido a que se empleó resultados de investigaciones previas referentes al diseño y distribución de plantas con la finalidad de dar una

solución a la problemática, mediante una propuesta de distribución en las instalaciones de la empresa “GAMETALCRIS”.

- ***Investigación bibliográfica/documental***

Se aplicó una modalidad bibliográfica documental, pues se utilizaron fuentes de información como: artículos, tesis, libros, revistas, normativas legales y páginas web válidas, con la finalidad de asegurar que la información respecto al análisis de distribución de planta sea de calidad y verídica.

- ***Investigación de campo***

En la investigación se llevó a cabo la modalidad de campo, pues esta permitió estar en contacto directo con la problemática de estudio, con la finalidad de adquirir información primordial de la actual distribución de planta la empresa “GAMETALCRIS” de manera directa.

c. Población y muestra

Para el desarrollo del proyecto de investigación la población y muestra serán los 4 departamentos o áreas de la empresa “GAMETALCRIS”, debido a que el estudio no está enfocado a un análisis de riesgos hacia los operarios, sino a la correcta ubicación de áreas de trabajo, los mismo que están descritos a continuación:

Tabla 5. Departamentos o áreas de la empresa "GAMETALCRIS".

Departamento o Área	Numeración
Área de bodega	1
Área de almacenamiento	2
Área de producción	3
Área de acabado	4

2.2.2 Recolección de información

La recolección de información se la llevó a cabo por medio de las siguientes técnicas e instrumentos detallados en la tabla 6.

Tabla 6. Técnicas e instrumentos para la recolección de información.

Objetivo	Técnica o método	Instrumentos
Identificar el estado de la distribución actual de la empresa "GAMETALCRIS"	Técnica de observación por medio de una inspección visual.	<ul style="list-style-type: none"> Ficha de levantamiento de información de acuerdo con cada área existente en la empresa "GAMETALCRIS" (Anexo A)
	Entrevista	<ul style="list-style-type: none"> Guía de entrevista (Anexo B)
	Identificación de problemas	<ul style="list-style-type: none"> Plano de distribución actual de la empresa Lista de chequeo
Establecer los requerimientos para el desarrollo de una nueva distribución de planta.	Identificar el tipo de distribución	Revisión de fuentes bibliográficas en: <ul style="list-style-type: none"> Scielo Redalyc Dianet
	Cálculo respecto a requerimientos de superficie para áreas administrativas y áreas de producción.	Criterios de Guerchet <ul style="list-style-type: none"> Superficie estática Superficie gravitacional Superficie evolutiva Superficie total Normativa INEN <ul style="list-style-type: none"> NTE INEN 2309 NTE INEN 2248 NTE INEN 2293 NTE INEN 2247 NTE INEN 3066 Normativa NIDE <ul style="list-style-type: none"> Baloncesto Fútbol Normativa NEC <ul style="list-style-type: none"> NEC. Mampostería estructural
	Determinación de requerimientos de espacio por cada área	<ul style="list-style-type: none"> Matriz de cálculo de superficies propuestas de cada área.
Diseñar una distribución de planta para la optimización de los procesos de la empresa "GAMETALCRIS".	Método SLP	<ul style="list-style-type: none"> Matriz de relaciones y prioridades propuesto por el método SLP. Bosquejo de distribución con cada uno de los departamentos propuestos para la distribución.
	Diseño de la nueva distribución	<ul style="list-style-type: none"> Plano de la propuesta de distribución, mediante el software AutoCAD. Simulación en 3D de la propuesta, mediante el software Sketchup.
	Validación	<ul style="list-style-type: none"> Guía de validación

2.2.3 Procesamiento y análisis de datos

El análisis de los datos obtenidos se los proceso y analizo de la siguiente manera:

- Revisión de la información obtenida, descartando aquella que no proporcione datos relevantes para el desarrollo de proyecto de investigación.
- Registro toda la información cuantitativa en matrices de registros por medio del software Excel.
- Análisis los datos obtenidos dentro de la empresa “GAMETALCRIS” mediante el uso de los instrumentos de recolección de información.
- Clasificación de la información obtenida de acuerdo con su grado de importancia para el desarrollo del proyecto de investigación.
- Realizar la discusión de los resultados obtenidos, comparándolos con estudio previos de fuentes bibliográficas validas.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de resultados

Empresa “GAMETALCRIS”



Figura 6. Logo de la empresa "GAMETALCRIS".

La empresa GAMETALCRIS, empezó sus actividades en el año 2013 como una pequeña cerrajería, que se especializaba en la construcción de puertas y ventanas metálicas, con el pasar de los años se ha ido introduciendo en la construcción de estructuras metálicas, teniendo así un incremento considerable en su demanda, actualmente se encuentra incursionando en la fabricación de productos con acero inoxidable, su principal mercado está localizado en la ciudad de Latacunga y Salcedo, pero debido a sus clientes, este mercado se ha extendido a ciudades como Ambato, Quito y Guayaquil.

Misión

La empresa “GAMETALCRIS” está dedicada a la fabricación y distribución de productos metálicos e industriales, mediante la utilización de maquinaria de punta y materia prima de primera, asegurándose de cumplir con los estándares y requerimientos del cliente, orientada a la mejora continua y a la seguridad de sus trabajadores.

Visión

Convertirse en la empresa líder en la fabricación y distribución de productos metálicos e industriales en la ciudad de Latacunga, mediante la implementación de tecnología de punta, la optimización de los procesos y las normativas nacionales e internacionales legibles.

Ubicación

La empresa “GAMETALCRIS”, se encuentra ubicada en la ciudad de Latacunga, Av. Marco Aurelio Subía frente a la Ferretería “El Rey”, como se puede visualizar en la figura...

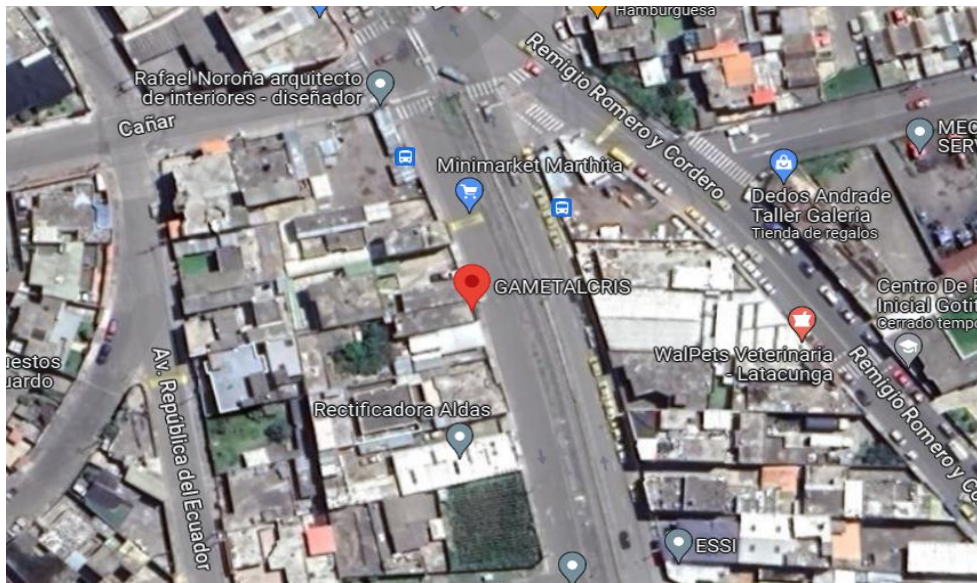


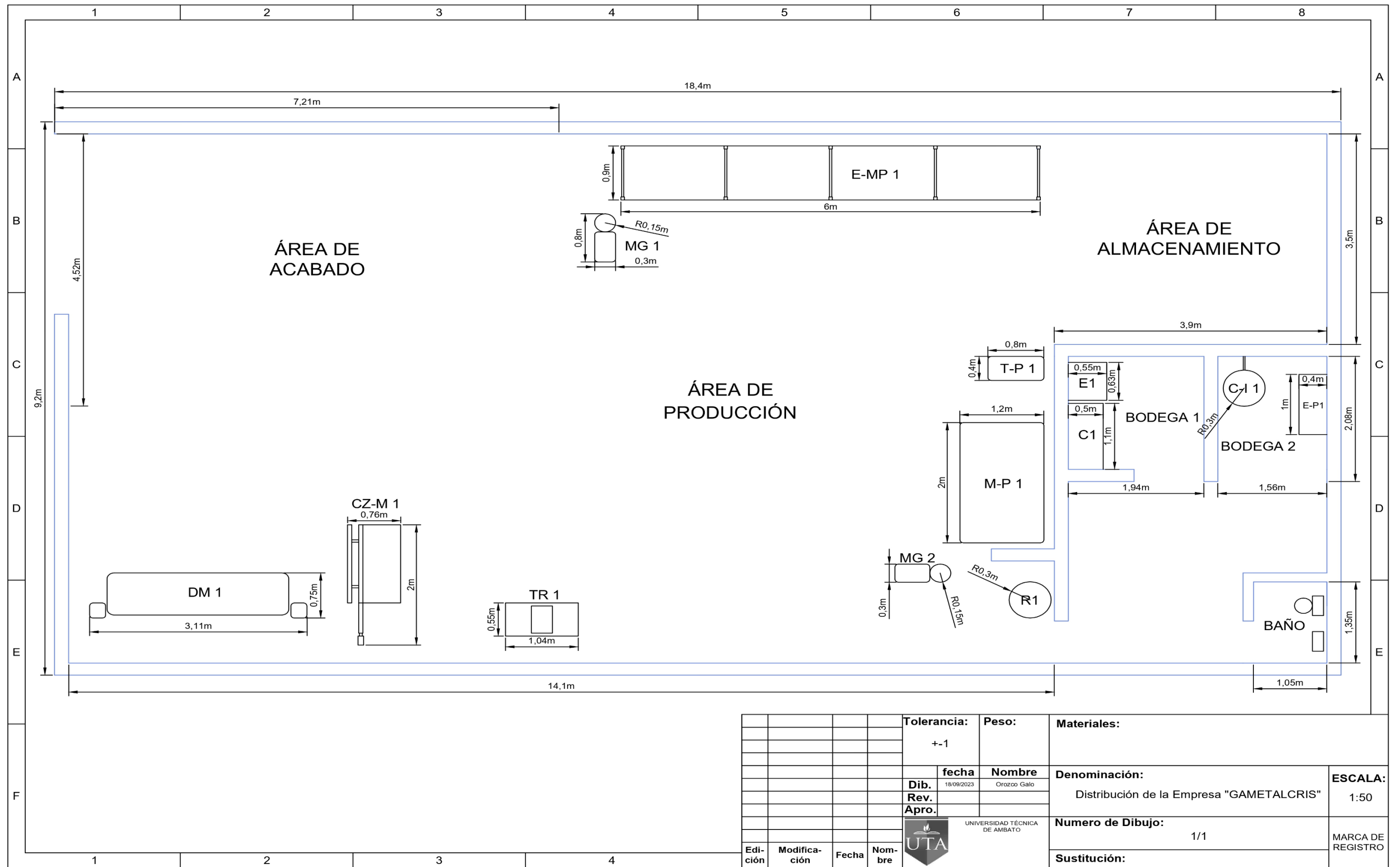
Figura 7. Ubicación actual de la empresa "GAMETALCRIS"

3.1.1 Distribución actual de la empresa “GAMETALCRIS”

Actualmente la empresa “GAMETALCRIS”, está ubicada en una propiedad de arriendo por lo cual ha generado inconvenientes en las áreas y departamentos debido a los espacios limitados que estos poseen, estas áreas o departamentos están indicados a continuación:

- Bodega de maquinaria, insumos y pintura
- Área de producción
- Área de acabado
- Área de almacenado

“GAMETALCRIS” posee un área total de 169.28 m², en la cual se encuentran distribuidas las diferentes áreas, cabe mencionar que en el área de producción se encuentran los procesos de corte, doblado y soldado, para así tener el producto final en bruto, la distribución actual se encuentra en la figura









				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				+-1			
				fecha	Nombre	Denominación:	
				Dib. 18/09/2023	Orozco Galo	Distribución de la Empresa "GAMETALCRIS"	
				Rev.		ESCALA:	
				Apro.		1:50	
				 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		Numero de Dibujo:	
						1/1	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Marca de Registro	
						Sustitución:	




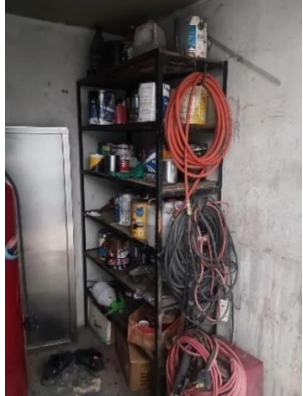
Figura 8. Distribución actual de la empresa "GAMETALCRIS"


De acuerdo con el plano mostrado con anterioridad se identificaron las siguientes maquinarias y herramientas, especificadas en la tabla 7.

Tabla 7. Máquinas y herramientas.

Código	Nombre	Dimensiones	Figura
DM 1	Dobladora de muelas	l = 3,11 m a = 0,75 m h = 1,50 m	
CZ-M1	Cizalla manual	l = 2,00 m a = 0,76 m h = 0,80 m	
TR 1	Tronzadora	l = 1,04 m a = 0,55 m h = 1,00 m	
MG 1	Suelda MIG 1	l = 0,80 m a = 0,30 m h = 1,50 m	

Código	Nombre	Dimensiones	Figura
MG 2	Suelda MIG 2	l = 0,80 m a = 0,30 m h = 1,50 m	
C-II	Compresor industrial	l = 0,60 m a = 0,60 m h = 1,70 m	
T-P1	Taladro de pedestal	l = 0,80 m a = 0,40 m h = 1,50 m	
E-MP 1	Estantería de materia prima	l = 6,00 m a = 0,90 m h = 2,0 m	

Código	Nombre	Dimensiones	Figura
M-P1	Mesa de trabajo	$l = 2,00 \text{ m}$ $a = 1,20 \text{ m}$ $h = 1,00 \text{ m}$	
E1	Estantería	$l = 0,63 \text{ m}$ $a = 0,55 \text{ m}$ $h = 1,00 \text{ m}$	
C1	Casillero	$l = 1,10 \text{ m}$ $a = 0,50 \text{ m}$ $h = 1,50 \text{ m}$	
E-P1	Estantería de pintura	$l = 1,00 \text{ m}$ $a = 0,40 \text{ m}$ $h = 2,00 \text{ m}$	

Código	Nombre	Dimensiones	Figura
R1	Reciclaje	$l = 0,3 \text{ m}$ $a = 0,30 \text{ m}$ $h = 1,50$	

Por otra parte, se identificó la superficie de cada uno de los puestos de trabajo, para ello se realizó la medición con la ayuda de una cinta métrica de 12 metros, en donde se obtuvo las medidas que se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Medidas por área de la empresa "GAMETALCRIS"

MEDIDAS POR ÁREA	
Acabado	Almacenamiento
$A = L * H$ $A = 7,21 \text{ m} * 4,52 \text{ m}$ $A = 32,60 \text{ m}^2$	$A = L * H$ $A = 3,5 \text{ m} * 3,9 \text{ m}$ $A = 13,65 \text{ m}^2$
Producción	Bodega
Área Número 1 $A_1 = L * H$ $A^1 = 14,1 \text{ m} * 9,2 \text{ m}$ $A^1 = 129,72 \text{ m}^2$ Área Total $AT = \text{Área}_{\text{Producción}} - \text{Área}_{\text{Acabado}}$ $AT = 129,72 \text{ m}^2 - 32,60 \text{ m}^2$ $AT = 97,12 \text{ m}^2$	$A = L * H$ $A = 2,08 \text{ m} * (1,94 + 1,96) \text{ m}$ $A = 2,08 \text{ m} * 3,90 \text{ m}$ $A = 8,112 \text{ m}^2$

Análisis: Mediante la tabla 8 se puede identificar que la dimensión total de trabajo de la empresa “GAMETALCRIS” es de 151,482 m², la cual está distribuida para cada una de las áreas presentes como son producción, acabado, almacenamiento y bodega.

3.1.2 Descripción de las áreas de la empresa “GAMETALCRIS”

Para realizar la identificación de los problemas presentes en la empresa “GAMETALCRIS”, se realizará una descripción de las actividades y los inconvenientes potenciales presentes en cada una de las áreas, toda esta información se encuentra especificada en las tablas 9, 10, 11, 12.

Tabla 9. Identificación del área de almacenamiento.


ANÁLISIS DE INFORMACIÓN			
NOMBRE DE LA EMPRESA:		“GAMETALCRIS”	
ACTIVIDAD PRINCIPAL:		Metalmecánica	
DATOS PUESTO DE TRABAJO:			
ÁREA:		Almacenamiento	
PUESTO DE TRABAJO:		Bodeguero	
POBLACIÓN VULNERABLE:		NÚMERO DE TRABAJADORES:	1
		NÚMERO DE HOMBRES:	1
		NÚMERO DE MUJERES:	0
Personas Vulnerables	SI	NO	Horario de Trabajo 08H00-12:30 / 14H00-17:30
Mujeres Embarazadas		X	
Menores de 18 años		X	
Personas Discapacitas		X	
Personas con Enfermedades Catastróficas		X	
POSICIÓN DE TRABAJO:		De pie	
TIPO DE TRABAJO:		Móvil	
ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR PUESTO DE TRABAJO			
TAREAS		Fotografías de las Instalaciones	
Las actividades no tienen un tiempo especificado, pues no tienen un producto en específico.			
<ul style="list-style-type: none"> Almacenado de Producto Terminado para su correcta distribución 			
DESCRIPCIÓN DE PROBLEMAS			
El área destinada para almacenamiento de producto terminado tiene un espacio insuficiente, por lo cual no abastece a almacenar correctamente estos, lo cual provoca que estos sean colocados en las demás áreas.			

Tabla 10. Identificación del área de producción.


ANÁLISIS DE INFORMACIÓN			
NOMBRE DE LA EMPRESA:		"GAMETALCRIS"	
ACTIVIDAD PRINCIPAL:		Metalmecánica	
DATOS PUESTO DE TRABAJO:			
ÁREA:		Producción	
PUESTO DE TRABAJO:		Soldador	
POBLACIÓN VULNERABLE:		NÚMERO DE TRABAJADORES:	2
		NÚMERO DE HOMBRES:	2
		NÚMERO DE MUJERES:	0
Personas Vulnerables	SI	NO	Horario de Trabajo 08H00-12:30 / 14H00-17:30
Mujeres Embarazadas		X	
Menores de 18 años		X	
Personas Discapacitas		X	
Personas con Enfermedades Catastróficas		X	
POSICIÓN DE TRABAJO:		De pie	
TIPO DE TRABAJO:		Móvil	
ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR PUESTO DE TRABAJO			
TAREAS		Fotografías de las Instalaciones	
Las actividades no tienen un tiempo especificado, pues no tienen un producto en específico.			
<ul style="list-style-type: none"> • Recepción de la Materia Prima • Corte de la Materia Prima de acuerdo con las medidas especificadas en planos • Ensamble de Materia Prima (Soldadura) • Desbaste de exceso de soldadura. 			
MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS			
Nombre	Descripción	Mantenimiento	Tiempo de Funcionamiento
Suelda MIG	Maquinaria que permite el ensamble de componentes metálicos mediante alambre de cobre.	Preventivo-Semanal	8 horas
Cizalla Manual	Maquinaria destinada al corte de toles de acuerdo con medidas previamente establecidas.	Preventivo-Semanal	8 horas
Dobladora de Muelas	Maquinaria encargada del doblado de toles de acuerdo con las medidas ya especificadas con anterioridad.	Preventivo-Semanal	8 horas
DESCRIPCIÓN DE PROBLEMAS			
El área de producción de la empresa "GAMETALCRIS", tiene un espacio delimitado, debido a que el lugar donde se realizan estas actividades es un patio de arriendo, provocando así un retraso en la producción y dificultades en la movilización debido a la acumulación de producto terminado, el cual es colocado en el área de producción cuando el almacén está completamente utilizado.			

Tabla 11. Identificación del área de acabado.



ANÁLISIS DE INFORMACIÓN			
NOMBRE DE LA EMPRESA:		"GAMETALCRIS"	
ACTIVIDAD PRINCIPAL:		Metalmecánica	
DATOS PUESTO DE TRABAJO:			
ÁREA:		Acabado	
PUESTO DE TRABAJO:		Pintor	
POBLACIÓN VULNERABLE:		NÚMERO DE TRABAJADORES:	1
		NÚMERO DE HOMBRES:	1
		NÚMERO DE MUJERES:	0
Personas Vulnerables	SI	NO	Horario de Trabajo 08H00-12:30 / 14H00-17:30
Mujeres Embarazadas		X	
Menores de 18 años		X	
Personas Discapacitas		X	
Personas con Enfermedades Catastróficas		X	
POSICIÓN DE TRABAJO:		De pie	
TIPO DE TRABAJO:		Móvil	
ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR PUESTO DE TRABAJO			
TAREAS		Fotografías de las Instalaciones	
Las actividades no tienen un tiempo especificado, pues no tienen un producto en específico.			
<ul style="list-style-type: none"> • Recepción del Producto Final • Limpieza del Producto Final • Acabado del Producto Final de acuerdo con las especificaciones del cliente. • Embalado del Producto Terminado 			
MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS			
Nombre	Descripción	Mantenimiento	Tiempo de Funcionamiento
Compresor	Maquinaria encargada de proporcionar aire a las herramientas o componentes utilizados en el proceso de acabado.	Preventivo-Semanal	8 horas
Pistola de Aire	Permite la distribución de la pintura para el acabado del producto.	Preventivo-Semanal	8 horas
Manguera	Facilita la unión de la distribución de aire con la pistola.	Preventivo-Semanal	8 horas
DESCRIPCIÓN DE PROBLEMAS			
El área de acabado al igual que el área de producción posee una delimitación muy pequeña, esto debido a que ambas utilizan el mismo lugar, lo cual dificulta en las actividades de producción, así como retrasos e inconvenientes de movilidad y una gran cantidad de fallas (rayones) en el producto terminado, lo cual provoca volver a realizar el proceso de acabado, utilizando así más producto de lo establecido en el contrato.			

Tabla 12. Identificación del área de bodega.

ANÁLISIS DE INFORMACIÓN			
NOMBRE DE LA EMPRESA:		“GAMETALCRIS”	
ACTIVIDAD PRINCIPAL:		Metalmecánica	
DATOS PUESTO DE TRABAJO:			
ÁREA:		Bodega	
PUESTO DE TRABAJO:		Bodeguero	
POBLACIÓN VULNERABLE:		NÚMERO DE TRABAJADORES:	1
		NÚMERO DE HOMBRES:	1
		NÚMERO DE MUJERES:	0
Personas Vulnerables	SI	NO	Horario de Trabajo 08H00-12:30 / 14H00-17:30
Mujeres Embarazadas		X	
Menores de 18 años		X	
Personas Discapacitas		X	
Personas con Enfermedades Catastróficas		X	
POSICIÓN DE TRABAJO:		De pie	
TIPO DE TRABAJO:		Móvil	
ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR PUESTO DE TRABAJO			
TAREAS		Fotografías de las Instalaciones	
Las actividades no tienen un tiempo especificado, pues no tienen un producto en específico.			
<ul style="list-style-type: none"> Almacenado de Materia Prima e Insumos 			
DESCRIPCIÓN DE PROBLEMAS			
Esta área permite almacenar la Materia Prima, así como las herramientas necesarias para llevar a cabo el proceso de producción, mediante la visita a la empresa se pudo identificar que las herramientas no son colocadas en estanterías, lo cual provoca que estas se desgasten y dañen con facilidad, por otra parte, la pintura utilizada para el acabado se termina dañando debido a que no se encuentran en un lugar fuera de aire y polvo.			

3.1.3 Identificación de los problemas de distribución de la planta en la empresa “GAMETALCRIS”

De acuerdo con la Nota técnica [19], los criterios a calificar en la lista de chequeo respecto a cada área de la empresa “GAMETALCRIS”, son los siguientes:

- Espacio innecesario para maquinaria y herramientas
- Deficiente seguridad y bienestar de los trabajadores.

- Movimientos innecesarios.
- Esperas excesivas.
- Reprocesos continuos.
- Áreas de trabajo limitadas.

Una vez identificados los problemas debido a una mala distribución, es necesario realizar una lista de chequeo de acuerdo con cada departamento, esto con la finalidad de tener una vista previa de la problemática, esto basándonos en la información presentada en las tablas 13.

Tabla 13. Lista de chequeo.

LISTA DE CHEQUEO DE ACUERDO CON CADA DEPARTAMENTO O ÁREA		
Área de Producción		
Problemas	SI	NO
Espacio Innecesario para maquinaria y herramientas		X
Deficiente seguridad y bienestar de los trabajadores	X	
Movimientos innecesarios	X	
Esperas excesivas	X	
Reprocesos continuos	X	
Áreas de trabajo limitadas	X	
Área de Acabado		
Problemas	SI	NO
Espacio Innecesario para maquinaria y herramientas	X	
Deficiente seguridad y bienestar de los trabajadores	X	
Movimientos innecesarios	X	
Esperas excesivas	X	
Reprocesos continuos	X	
Áreas de trabajo limitadas	X	
Área de Almacenamiento		
Problemas	SI	NO
Espacio Innecesario para maquinaria y herramientas		X
Deficiente seguridad y bienestar de los trabajadores	X	
Movimientos innecesarios	X	
Esperas excesivas	X	
Reprocesos continuos	X	
Áreas de trabajo limitadas	X	
Área de Bodega		
Problemas	SI	NO
Espacio Innecesario para maquinaria y herramientas	X	
Deficiente seguridad y bienestar de los trabajadores	X	
Movimientos innecesarios	X	
Esperas excesivas	X	
Reprocesos continuos	X	
Áreas de trabajo limitadas	X	

Análisis: Mediante la lista de chequeo se puede identificar que los problemas más recurrentes dentro de la Empresa “GAMETALCRIS” son:

- Deficiente seguridad y bienestar de los trabajadores, debido a pequeños espacios de trabajo, generando incomodidad y estrés en los trabajadores.
- Movimientos innecesarios, provocado principalmente por el espacio limitado de las áreas de trabajo, generando con ello esperas excesivas entre procesos, reprocesos continuos por mal manejo de materiales y herramientas, lo cual causa un retraso en la entrega de producto terminado al cliente, generando así molestias y reclamos.

Identificados los focos vitales de la problemática, se puede decir que la empresa de estudio posee una distribución deficiente por lo cual es necesario realizar una nueva distribución para la correcta ejecución de las actividades y un aumento así de la productividad y eficiencia de esta.

3.2 Requerimientos de distribución de planta

3.2.1 Tipo de estudio de distribución de planta

De acuerdo con la investigación realizada en las instalaciones de la empresa “GAMETALCRIS”, se identificó que el tipo de estudio a realizar para la distribución de planta es la expansión y traslado de una planta ya existente, para ello se tomaron en cuenta las siguientes situaciones para la selección de este estudio [23]:

- Aumento considerado de la demanda en el mercado.
- Utilización deficiente de espacio, debido a la mala proporción del lugar en donde se realizan las actividades.

3.2.2 Tipo de distribución de planta

La distribución de planta más adecuada para una metalmecánica es la distribución por proceso, esto debido a que la maquinaria, el personal y los equipos, están ubicados en una sola área, esta distribución dentro de la empresa “GAMETALCRIS”, nos permite:

- Utilización de maquinaria eficiente.
- Flexibilidad para adaptarse a una gran cantidad de productos
- Adaptarse eficientemente a la demanda variante

3.2.3 Determinación de áreas para la nueva distribución

La empresa “GAMETALCRIS”, actualmente cuenta con cuatro áreas que son producción, acabado, almacenado y bodega, no cuenta con áreas administrativas, debido al reducido espacio donde actualmente se realizan las actividades. La localización para la nueva distribución cuenta con una superficie de 2500 m², lo cual permite la implementación de áreas administrativas y áreas auxiliares para empleados, a continuación, se detallan todas las áreas necesarias para la nueva distribución de la empresa de estudio.

- Gerencia
- Secretaria
- Área de compras y ventas
- Área de producción
- Área de acabado
- Área de almacenamiento
- Bodega
- Escusados y sanitarias, tanto para las áreas administrativas como para las áreas presentes en la planta de producción.
- Casilleros para empleados
- Área recreativa

3.2.4 Método de distribución de planta

La distribución de planta puede llevarse a cabo a través de varios métodos o técnicas, para el estudio se analizarán métodos como el SLP, carga-distancia y celdas de manufactura.

- ***Systematic layout planning (SLP)***

EL método SLP busca ya visualizar un a distribución de planta en planos o maquetas, permitiendo así realizar ajustes antes de su implementación, evitando así costos innecesarios o inconvenientes en la producción.

- ***Carga-distancia***

El método se basa principalmente en un criterio cuantitativo, pues analiza el costo de distancia entre departamentos, también considera el costo de la demanda, pero basándose en recorrido de este, pues como se sabe el método busca la menor distancia, para así poder reducir los costos.

- ***Celdas de manufactura***

Las celdas o células de manufactura mezclan tanto la distribución por producto y por proceso, permitiendo así una eficiencia y flexibilidad en la producción de una misma familia de producto.

a. Valores de calificación

Para la selección del método a utilizar para el desarrollo de la propuesta de distribución de planta, se analizar criterios, los cuales van a ser calificados con un rango que se muestra en la tabla 14.

Tabla 14. Valores de calificación

Óptimo	Regular	Nulo
3	2	1

El método seleccionado será aquel que tenga el mayor valor de calificación en cada uno de sus criterios.

b. Criterios de calificación

Los criterios que van a ser calificados se muestran en la tabla 15.

Tabla 15. Criterios de calificación

Criterio	Descripción
Distribución por departamentos	Permite identificar cual método nos ayuda a distribuir departamentos y no solo maquinaria.
Análisis de proximidad entre áreas	Permite analizar la cercanía entre áreas de acuerdo con las actividades que se realicen.
Implementación de nuevos departamentos	Logra identificar si los métodos a analizar permiten la implementación de nuevos departamentos en la propuesta de distribución.
Cálculo de superficies	Identificación del espacio necesario en cada una de las áreas para el cumplimiento de actividades.
Plano final de distribución	Visualización de la propuesta de distribución mediante un plano en 3D con cada uno de sus elementos.

c. Calificación de los criterios

- **Distribución por departamentos**

Tabla 16. Calificación del primer criterio

SLP	Carga-distancia	Cédulas de manufactura
Método el cual permite distribuir departamentos de acuerdo con el grado de cercanía para el cumplimiento de sus actividades.	Método basado en la distribución tanto de departamentos como de maquinaria.	Este método se enfoca principalmente en distribuir maquinaria, agrupándolas en celdas de familias similares.
3	3	1

- **Análisis de proximidad entre áreas**

Tabla 17. Calificación del segundo criterio

SLP	Carga-distancia	Cédulas de manufactura
El método se basa en analizar la cercanía entre áreas de acuerdo con las actividades que se lleven a cabo, esto con la finalidad de reducir desplazamiento innecesario o retraso en la producción.	Analiza el recorrido entre áreas mas no le da prioridad a la cercanía entre estas, pues este busca reducir el costo, pero sin tener en cuenta la relación entre actividades.	Aquí se prioriza la cercanía entre maquinaria mas no entre áreas.
3	2	1

- **Implementación de nuevos departamentos**

Tabla 18. Calificación del tercer criterio

SLP	Carga-distancia	Cédulas de manufactura
El SLP se utiliza para distribuir plantas ya existentes pero que quieren una expansión de sus instalaciones, aumentando la superficie de las áreas o implementando nuevas.	Carga-distancia, solo distribuye las mismas áreas, pues esta se aplica en plantas en donde no hay posibilidades de expansión.	Simplemente analiza la implementación de nueva maquinaria en las áreas de trabajo.
3	1	1

- **Cálculo de superficies**

Tabla 19. Calificación del cuarto criterio

SLP	Carga-distancia	Cédulas de manufactura
Necesita del apoyo del método de Guerchet, pues aquí se busca determinar superficies óptimas de cada área para el correcto cumplimiento de las actividades.	No busca cambiar la superficie de las áreas, pues simplemente trata de darle el uso que más pueda al dimensionamiento actual.	SI permite realizar cálculo de superficie, pero este se enfoca solo en maquinaria y no en departamentos.
3	2	1

- **Plano final de distribución**

Tabla 20. Calificación del quinto criterio

SLP	Carga-distancia	Cédulas de manufactura
El objetivo de este método es presentar como va a quedar la nueva distribución esto puede ser mediante planos en 3D o maquetas, permitiendo así realizar cambios antes de implementar cualquier distribución.	Este método si nos otorga un plano, pero este plano es básico, pues solo nos muestra las distancias de cada área, sin una proyección de cómo va a quedar cuando ya se lo implementé.	AL igual que carga distancia, este nos muestra un plano en 2D pero dirigido más a dimensionamiento de maquinaria.
3	2	1

d. Selección del método de distribución

Para poder determinar el método óptimo para la propuesta de distribución es necesario llevar a cabo un análisis de factores ponderados, con todas las calificaciones obtenidas mediante los criterios, este cálculo se muestra en la tabla 21.

Tabla 21. Método de factores para la elección del mejor método de distribución

Criterio	Ponderación %	Puntuación de cada método			Peso ponderado de cada método		
		SLP	Carga-distancia	Células de manufactura	SLP	Carga-distancia	Células de manufactura
Distribución por departamentos	0,30	3	3	1	0,90	0,90	0,30
Análisis de proximidad entre áreas	0,25	3	2	1	0,75	0,50	0,25
Implementación de nuevos departamentos	0,10	3	1	1	0,30	0,10	0,10
Cálculo de superficies	0,20	3	2	1	0,60	0,40	0,20
Plano final de distribución	0,15	3	2	1	0,45	0,30	0,15
TOTAL	1%				3,00	2,20	1,00

Para poder apreciar de otra manera el método óptimo se realizó un diagrama comparativo en donde se muestra el valor de calificación y la diferencia que existe entre cada opción.

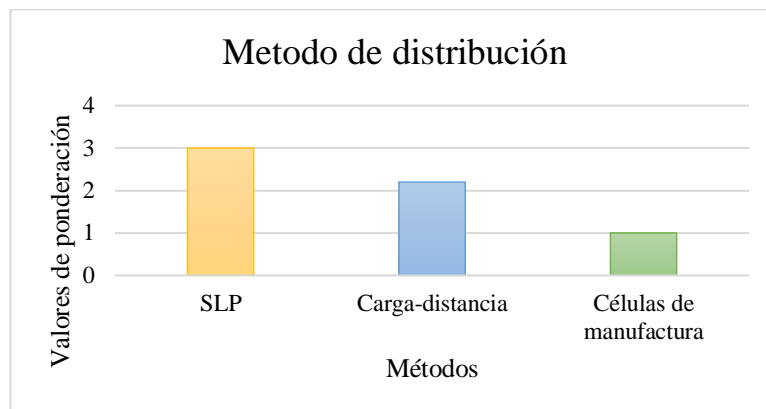


Figura 9. Método óptimo para la distribución

El método seleccionado para el desarrollo de la propuesta de distribución es el SLP, pues este nos permite llevar a cabo el cumplimiento de todas las actividades que se va a desarrollar en el estudio para la empresa “GAMETALCRIS”, con respecto a distribución de planta en una localización nueva. Este método esta direccionado principalmente a la distribución de áreas o departamentos, siendo este nuestro caso, también toma en consideración si es necesario mantener o cambiar la superficie de cada una para el correcto cumplimiento de las actividades, así como la relación de cercanía entre áreas de acuerdo con las necesidades que se necesiten.

3.2.5 Cálculo de requerimientos de superficie

La superficie total para la nueva distribución está compuesta por varias áreas. Es decir que está integrada por las áreas administrativas, áreas de producción y áreas auxiliares. Cabe recalcar que para el cálculo de las superficies también se van a tomar en cuenta equipos, componentes y maquinaria que el gerente ha adquirido y no se han podido instalar, así como también aquellas que planea comprar a futuro.

3.2.6 Cálculo de superficie de la planta productiva

Para el cálculo de superficie de la planta productiva de la empresa de estudio, se debe aplicar el método de Guerchet para las áreas de producción, almacenamiento, bodega y acabado, con la finalidad de encontrar una solución óptima a la problemática.

e. Elementos estáticos y fijos (EF)

Aquí se especifican los elementos que permanecen estáticos o fijos en cada una de las áreas pertenecientes a la planta de producción, para ellos se debe identificar cada una de las dimensiones necesarias a emplear en el estudio de la propuesta de distribución, estos son detallados en las tablas 22, 23, 24, 25.

- *Área de Bodega*

Tabla 22. Elementos estáticos y fijos de bodega

Elemento	Dimensiones (l * a * h) m	Detalles
Casilleros de herramientas	1,10 x 0,50 x 1,50	Material: Acero galvanizado Número de casilleros: 9
Estantería	2,00 x 0,60 x 2,20	Material: Acero galvanizado Número de repisas: 5 Separación: 40 cm
Estantería de pintura	1,50 x 0,60 x 2,00	Material: Acero galvanizado Número de repisas: 4 Separación: 40 cm
Escritorio	1,50 x 0,60 x 0,73	Material: MDF Superficie de trabajo: Acabado de laminado decorativo. Incluye tres cajoneras (Anexo C)

- *Área de producción*

Tabla 23. Elementos estáticos y fijos del área de producción

Elemento	Dimensiones (a * l * h) m	Detalles
Dobladora de muelas	3,11 x 0,75 x 1,50	Marca: Niagra Ángulo de dobles: 0 – 135° Peso: 1560 kg
Cizalla manual	2,00 x 0,76 x 0,80	Peso: 200 kg Rango de corte: 0.5 – 1.6 mm
Dobladora de tubo	0,50 x 0,50 x 0,95	Ángulo de dobles: 0 – 360° Material: Acero Negro
Mesa de trabajo	2,00 x 1,20 x 1,00	Material: Acero galvanizado Tablero: Plancha de acero de 5 mm de grosor
Estantería de materia prima	0,90 x 6,00 x 2,00	Material: Acero galvanizado Estructura: Esqueleto tejido
Reciclaje	0,60 x 0,60 x 1,50	Material: Acero Negro Tipo: Circular
Taladro de pedestal	0,80 x 0,40 x 1,50	Marca: Potencia: Voltaje: 120 V
Suelda MIG	0,80 x 0,30 x 1,50	Marca: LINCOLN Corriente de entrada: 20 A Velocidad de alimentación de alambre: 50 a 500 ppm Peso neto: 66 lb (Anexo D)
Ranuradora de tol	3,00 x 3,00 x 2,00	Material: Acero Grosor de material a trabajar: 1.6 mm

- *Área de acabado*

Tabla 24. Elementos estáticos y fijos del área de acabado

Elemento	Dimensiones (l * a * h) m	Detalles
Compresor industrial	0,60 x 0,60 x 1,70	Marca: Powermate Cantidad: 60 galones Rango de trabajo: 100 – 130 PSI Voltaje: 230 V (Anexo E)
Mesa de trabajo	1,50 x 1,00 x 1,00	Material: Acero galvanizado Tablero: Plancha de acero de 5 mm de grosor
Espacio de pintado	5,21 x 4,52 x 5,00	Espacio destinado a realizar las actividades de pintado y embalado del producto terminado

- **Área de almacenamiento**

Tabla 25. Elementos estáticos y fijos del área de almacenamiento

Elemento	Dimensiones (l * a * h) m	Detalles
Espacio de almacenamiento	3,90 x 3,50 x 5,00	Material: Acero galvanizado Número de casilleros: 9

f. Elementos móviles

Para el desarrollo de las actividades de la planta de producción, son utilizados elementos móviles, es por eso que se debe determinar las dimensiones exactas de cada uno, estos valores fueron determinados mediante mediciones que se realizaron en la visita a la empresa, estos elementos son detallados en las tablas 26, 27, 28, 29.

- **Área de bodega**

Tabla 26. Elementos móviles del área de bodega

Elemento	Dimensiones (a* l *h) m	Detalles
Suelda eléctrica	0,50 x 0,30 x 0,75	Marca: LINCOLN Voltaje: 220 V Tipo de suelda: Varilla de electrodo recubierto (Anexo F)
Tronzadora	1,04 x 0,55 x 1,20	Marca: DEWALT Potencia: 2300 W Peso: 35 lb Revoluciones por minuto: 3800 RPM Tamaño de disco: 355 mm (Anexo G)
Suelda TIG	1,00 x 0,50 x 1,80	Marca: ELEKTRO Peso neto: 8 kg Normativa: EN60974 – 1:2005 Amperaje: 200 A – 125 A – 100A
Compresor pequeño	0,80 x 0,35 x 0,70	Cantidad: 60 galones Rango de trabajo: 100 – 130 PSI Voltaje: 120 V
Silla	0,45 x 0,45 x 0,77	Estructura: Acero de 25 mm de diámetro Revestimiento: Polipropileno (Anexo M)

- **Área de producción**

Tabla 27. Elementos móviles del área de producción

Elemento	Dimensiones (a* l *h) m	Detalles
Suelda eléctrica	0,50 x 0,30 x 0,75	Marca: LINCOLN Voltaje: 220 V Tipo de suelda: Varilla de electrodo recubierto
Tronzadora	1,04 x 0,55 x 1,20	Marca: DEWALT Potencia: 2300 W Peso: 35 lb Revoluciones por minuto: 3800 RPM Tamaño de disco: 355 mm
Suelda TIG	1,00 x 0,50 x 1,80	Marca: ELEKTRO Peso neto: 8 kg Normativa: EN60974 – 1:2005 Amperaje: 200 A – 125 A – 100A (Anexo H)
Caballetes	1,50 x 0,50 x 1,20	Material: Acero Galvanizado Unidades: 4 u

- **Área de acabado**

Tabla 28. Elementos móviles del área de acabado

Elemento	Dimensiones (a* l *h) m	Detalles
Compresor pequeño	0,80 x 0,35 x 0,70	Cantidad: 60 galones Rango de trabajo: 100 – 130 PSI Voltaje: 120 V
Caballetes	1,50 x 0,50 x 1,20	Material: Acero Galvanizado Unidades: 2 u

- **Área de almacenamiento**

Tabla 29. Elementos móviles del área de almacenamiento

Elemento	Dimensiones (a* l *h) m	Detalles
Portones	3,50 x 0,05 x 2,50	Se toman como elementos móviles debido a que son productos almacenados por un día laboral, antes de ser realizada la entrega.
Puertas	1,00 x 0,05 x 1,20	
Ventanas	2,50 x 0,03 x 1,00	
Mesas de plantaciones	2,00 x 1,10 x 0,90	
Mesas básicas	0,80 x 0,50 x 0,90	
Bigas para estructuras	8,00 x 0,30 x 0,10	
Estanterías	2,50 x 0,45 x 2,00	

g. Cálculo de la superficie estática (Ss)

Para el respectivo calculo se utiliza la ecuación 2, la cual esta detallada en el capítulo 1, también es necesario utilizar los datos de las tablas 22, 23, 24, 25 donde se especifican las dimensiones de cada elemento estático o fijo.

$$S_s = a * l$$

Este cálculo se realiza para cada área presente en la planta de producción, el valor de la superficie estativa se refleja en las tablas 30, 31, 32, 33.

- **Área de bodega**

Tabla 30. Superficie estática de bodega

Elemento	l (m)	a (m)	Ss (m ²)
Casillero	1,10	0,50	0,55
Estanteria	2,00	0,60	1,20
Estantería de pintura	1,50	0,60	0,90
Escritorio	1,50	0,60	0,90

- **Área de producción**

Tabla 31. Superficie estática de producción

Elemento	l (m)	a (m)	Ss (m ²)
Dobladora de muelas	3,11	0,75	2,33
Cizalla manual	2,00	0,76	1,52
Dobladora de tubo	0,50	0,50	0,25
Mesa de trabajo	2,00	1,20	2,40
Estantería de materia prima	1,00	6,00	6,00
Reciclaje	0,60	0,60	0,36
Taladro de pedestal	0,80	0,40	0,32
Suelda MIG	0,80	0,30	0,24
Ranuradora de tol	3,00	3,00	9,00

- *Área de acabado*

Tabla 32. Superficie estática de acabado

Elemento	l (m)	a (m)	Ss (m ²)
Compresor pequeño	0,80	0,35	0,28
Caballetes	1,50	0,50	0,75

- *Área de almacenamiento*

Tabla 33. Superficie estática de almacenamiento

Elemento	l (m)	a (m)	Ss (m ²)
Portones	3,50	0,05	0,18
Puertas	1,00	0,05	0,05
Ventanas	2,50	0,03	0,06
Mesas de plantaciones	2,00	1,10	2,20
Mesas básicas	0,80	0,50	0,40
Bigas para estructuras	8,00	0,30	2,40
Estanterías	2,50	0,45	1,13

h. Cálculo de la superficie gravitacional (Sg)

El cálculo de la superficie gravitacional se la realiza con la ecuación 3, que se muestra en el capítulo 1, para ello es necesario determinar los lados efectivos por los cuales puede ser utilizada la maquinaria.

$$S_g = S_s * N$$

A continuación, se muestra el cálculo de la superficie gravitacional de cada área de la empresa de estudio, presentados en las tablas 34, 35, 36, 37.

- *Área de bodega*

Tabla 34. Superficie gravitacional de bodega

Elemento	N	Ss (m ²)	Sg (m ²)
Casillero	1	0,55	0,55
Estantería	2	1,20	2,40
Estantería de pintura	2	0,90	1,80
Escritorio	1	0,90	0,90

- *Área de producción*

Tabla 35. Superficie gravitacional de producción

Elemento	N	Ss (m ²)	Sg (m ²)
Dobladora de muelas	2	2,33	4,67
Cizalla manual	3	1,52	4,56
Dobladora de tubo	3	0,25	0,75
Mesa de trabajo	4	2,40	9,60
Estantería de materia prima	2	6,00	12,00
Reciclaje	4	0,36	1,44
Taladro de pedestal	3	0,32	0,96
Suelda MIG	3	0,24	0,72
Ranuradora de tol	3	9,00	27,00

- *Área de acabado*

Tabla 36. Superficie gravitacional de acabado

Elemento	N	Ss (m ²)	Sg (m ²)
Compresor industrial	2	0,36	0,72
Mesa de trabajo	2	1,50	3,00
Espacio de pintado	4	23,55	94,20

- *Área de almacenamiento*

Tabla 37. Superficie gravitacional de almacenamiento

Elemento	N	Ss (m ²)	Sg (m ²)
Espacio de almacenado	2	13,65	27,30

i. Cálculo de la superficie evolutiva (Se)

La superficie evolutiva se calcula con la ecuación 4, del capítulo 1, pero para este cálculo es necesario calcular el valor “K”, por lo cual también es necesario utilizar la ecuación 5.

$$S_e = (S_s + S_g) * K$$

$$K = \frac{h_{EM}}{2h_{EE}}$$

Para realizar el calcula del valor de “K”, es necesario emplear primeramente la ecuación 6 y 7.

$$h_{EM} = \frac{\sum_{i=1}^r S_s * n * h}{\sum_{i=1}^r S_s * n}$$

$$h_{EE} = \frac{\sum_{i=1}^t S_s * n * h}{\sum_{i=1}^t S_s * n}$$

El cálculo realizado se muestra a continuación en las tablas del 38 al 49.

- **Área de bodega**

Tabla 38. Cálculo de “hee” de los elementos fijos de bodega

Elemento	n	h(m)	Ss (m²)	hee	
				Ss*n*h	Ss*n
Casillero	2	1,5	0,55	1,65	1,10
Estanteria	2	2,2	1,2	5,28	2,40
Estantería de pintura	3	2	0,9	5,40	2,70
Escritorio	1	0,73	0,9	0,66	0,90
				12,99	7,10
				hee	1,83

Tabla 39. Cálculo del “hme” de los elementos móviles de bodega

Elemento	n	h(m)	Ss (m²)	hme	
				Ss*n*h	Ss*n
Suelda electrica	1	0,75	0,15	0,11	0,15
Tronzadora	1	1,20	0,57	0,69	0,57
Suelda TIG	1	1,80	0,50	0,90	0,50
Compresor pequeño	1	0,7	0,28	0,20	0,28
Silla	1	0,77	0,20	0,16	0,20
				2,05	1,70
				hme	1,20

Cálculo de la constante “K”.

$$K = \frac{h_{EM}}{2h_{EE}}$$

$$K = \frac{1,20}{2(1,83)}$$

$$K = 0,33$$

Cálculo de la superficie evolutiva para el área de bodega:

Tabla 40. Superficie evolutiva de bodega

Elemento	n	Ss (m ²)	Sg (m ²)	Sg(m ²)
Casillero	2	0,55	0,55	0,36
Estantería	2	1,20	2,40	1,18
Estantería de pintura	3	0,90	1,80	0,89
Escritorio	1	0,90	0,90	0,59

- **Área de producción**

Tabla 41. Cálculo de “hee” de los elementos fijos de producción

Elemento	n	h(m)	Ss (m ²)	hee	
				Ss*n*h	Ss*n
Dobladora de ruedas	1	1,50	2,33	3,50	2,33
Cizalla manual	1	0,80	1,52	1,22	1,52
Dobladora de tubo	1	0,95	0,25	0,24	0,25
Mesa de trabajo	3	1,00	2,40	7,20	7,20
Estantería de materia prima	2	2,00	5,40	21,60	10,80
Reciclaje	4	1,50	0,36	2,16	1,44
Taladro de pedestal	1	1,50	0,32	0,48	0,32
Suelda MIG	2	1,50	0,24	0,72	0,48
Ranuradora de tol	1	2,00	9,00	18,00	9,00
				55,11	33,34
				hee	1,65

Tabla 42. Cálculo del “hme” de los elementos móviles de producción

Elemento	n	h(m)	Ss (m ²)	hme	
				Ss*n*h	Ss*n
Suelda eléctrica	1	0,75	0,15	0,11	0,15
Tronzadora	1	1,20	0,57	0,69	0,57
Suelda TIG	1	1,80	0,50	0,90	0,50
Caballetes	6	1,20	0,75	5,40	4,50
				7,10	5,72
				hme	1,24

Cálculo de la constante “K”.

$$K = \frac{h_{EM}}{2h_{EE}}$$

$$K = \frac{1,30}{2(1,52)}$$

$$K = 0,38$$

Cálculo de la superficie evolutiva para el área de producción:

Tabla 43. Superficie evolutiva de producción

Elemento	Ss (m ²)	Sg (m ²)	Se (m ²)
Dobladora de muelas	2,33	4,67	2,63
Cizalla manual	1,52	4,56	2,28
Dobladora de tubo	0,25	0,75	0,38
Mesa de trabajo	2,40	9,60	4,50
Estantería de materia prima	5,40	12,00	6,53
Reciclaje	0,36	1,44	0,68
Taladro de pedestal	0,32	0,96	0,48
Suelda MIG	0,24	0,72	0,36
Ranuradora de tol	9,00	27,00	13,51

- *Área de acabado*

Tabla 44. Cálculo de “hee” de los elementos fijos de acabado

Elemento	n	h(m)	Ss (m ²)	hee	
				Ss*n*h	Ss*n
Compresor industrial	1	1,70	0,36	0,61	0,36
Mesa de trabajo	1	1,00	1,50	1,50	1,50
Espacio de pintado	1	5,00	23,55	117,75	23,55
				119,86	25,41
				hee	4,72

Tabla 45. Cálculo del “hme” de los elementos móviles de acabado

Elemento	n	h(m)	Ss (m ²)	hme	
				Ss*n*h	Ss*n
Suelda eléctrica	1	0,70	0,28	0,20	0,28
Caballetes	2	1,20	0,75	1,80	1,50
				2,00	1,78
				hme	1,12

Cálculo de la constante “K”.

$$K = \frac{h_{EM}}{2h_{EE}}$$

$$K = \frac{1,12}{2(4,72)}$$

$$K = 0,12$$

Cálculo de la superficie evolutiva del área de acabado.

Tabla 46. Superficie evolutiva de acabado

Elemento	n	Ss (m ²)	Sg (m ²)	Sg(m ²)
Compresor industrial	2	0,36	0,72	0,13
Mesa de trabajo	1	1,50	3,00	0,53
Espacio de pintado	1	23,55	94,20	14,00

- *Área de almacenamiento*

Tabla 47. Cálculo de “hee” de los elementos fijos de almacenamiento

Elemento	n	h(m)	Ss (m ²)	hee	
				Ss*n*h	Ss*n
Espacio de almacenado	1	5,00	13,65	68,25	13,65
				68,25	13,65
				hee	5,00

Tabla 48. Cálculo del “hme” de los elementos móviles de almacenamiento

Elemento	n	h(m)	Ss (m ²)	hme	
				Ss*n*h	Ss*n
Portones	1	2,5	0,18	0,44	0,18
Puertas	2	1,2	0,05	0,12	0,10
Ventanas	2	1	0,06	0,13	0,13
Mesas de plantaciones	2	0,9	2,20	3,96	4,40
Mesas básicas	2	0,9	0,40	0,72	0,80
Bigas para estructuras	2	0,1	2,40	0,48	4,80
Estanterías	1	2	1,13	2,25	1,13
				8,09	11,53
				hme	0,70

Cálculo de la constante “K”.

$$K = \frac{h_{EM}}{2h_{EE}}$$

$$K = \frac{0,70}{2(5,00)}$$

$$K = 0,07$$

Cálculo de la superficie evolutiva del área de almacenamiento.

Tabla 49. Superficie evolutiva de almacenamiento

Elemento	N	Ss (m ²)	Sg (m ²)	Sg(m ²)
Espacio de pintado	1	13,65	27,30	2,88

j. Cálculo de la superficie total

El cálculo de la superficie total de la planta de producción, se emplea la ecuación 1, presentada en el capítulo 1, en donde se observa que para su solución se utilizar las superficies calculadas con anterioridad, permitiendo así encontrar una respuesta óptima.

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

El cálculo de la superficie total de cada área se muestra en las tablas 50, 51, 52, 53.

- **Área de bodega**

Tabla 50. Superficie total de bodega

Elemento	n	Ss (m ²)	Sg (m ²)	Sg(m ²)	St (m ²)
Casillero	2	0,55	0,55	0,36	2,92
estantería	2	1,20	2,40	1,18	9,57
Estantería de pintura	3	0,90	1,80	0,89	10,76
Escritorio	1	0,90	0,90	0,59	2,39

$$S_t = (2,92 + 9,57 + 10,76 + 2,39)$$

$$S_t = 25,65 \text{ m}^2$$

La bodega actualmente posee una superficie de 8.112 m², el cual era insuficiente para el almacenamiento de maquinaria, equipos, herramientas y materia prima, por lo cual al momento de realizar el método de Guerchet se determinó que la superficie óptima para esta área es de 25.65 m², siendo así mayor a la superficie actual.

- *Área de producción*

Tabla 51. Superficie total de producción

Elemento	N	Ss (m ²)	Sg (m ²)	Sg(m ²)	St (m ²)
Dobladora de muelas	1	2,33	4,67	2,63	9,62
Cizalla manual	1	1,52	4,56	2,28	8,36
Dobladora de tubo	1	0,25	0,75	0,38	1,38
Mesa de trabajo	3	2,40	9,60	4,50	49,51
Estantería de materia prima	2	5,40	12,00	6,53	47,86
Reciclaje	4	0,36	1,44	0,68	9,90
Taladro de pedestal	1	0,32	0,96	0,48	1,76
Suelda MIG	2	0,24	0,72	0,36	2,64
Ranuradora de tol	1	9,00	27,00	13,51	49,51

$$S_t = (9,62 + 8,36 + 1,38 + 49,51 + 47,86 + * 9,90 + 1,76 + 2,64 + 49,51)$$

$$S_t = 180,54 \text{ m}^2$$

Mediante los cálculos realizados en base a los elementos estáticos y móviles, se determinó que la superficie total para la empresa de estudio es de 180.54 m², siendo esta mayor a la que posee actualmente la cual es de 97.12 m², satisfaciendo así el requerimiento total de producción.

- *Área de acabado*

Tabla 52. Superficie total de acabado

Elemento	n	Ss (m ²)	Sg (m ²)	Sg(m ²)	St (m ²)
Compresor industrial	2	0,36	0,72	0,13	2,42
Mesa de trabajo	1	1,50	3,00	0,53	5,03
Espacio de pintado	1	23,55	94,20	14,00	131,74

$$S_t = (2,42 + 5,03 + 131,74)$$

$$S_t = 139,19 \text{ m}^2$$

El área de acabado actualmente tiene una superficie de 32,60 m², lo cual dificulta desarrollar todas las actividades, debido a que se tenía que invadir las otras áreas para el desarrollo de estas, por lo tanto, se logró determinar una nueva superficie optima de 139,19 m².

- **Área de almacenamiento**

Tabla 53. Superficie total de almacenamiento

Elemento	n	Ss (m ²)	Sg (m ²)	Sg(m ²)	St (m ²)
Espacio de pintado	1	13,65	27,30	2,88	43,83

$$S_t = 43,83 \text{ m}^2$$

En el caso del área de almacenamiento, se pudo observar que el dimensionamiento actual era insuficiente, por lo que no permitía almacenar todo el producto terminado, pues esta posee una superficie de 13,65 m², al momento de realizar los cálculos se tomó en cuenta los productos terminados de mayor volumen permitiendo así determinar una superficie de 43,83 m².

3.2.7 Cálculo de la superficie de las áreas administrativas

La empresa “GAMETALCRIS”, actualmente no posee áreas administrativas, por lo cual, para determinar la superficie de estas áreas, se emplea igualmente el método de Guerchet.

a. Elementos estáticos y fijos (EF)

Estos elementos serán identificados mediante fichas técnicas, debido a que la empresa no cuenta con estas áreas, por lo tanto, son considerados elementos ficticios pues estos serán adquiridos a futuro, esta información se presenta en las tablas 54, 55, 56.

- **Gerencia**

Tabla 54. Elementos estáticos y fijos de gerencia

Elemento	Dimensiones (l * a * h) m	Detalles
Escritorio principal	1,50 x 0,60 x 0,73	Material: Madera melamina Estructura: Acero laminado frio (Anexo I)
Escritorio secundario	0,90 x 0,60 x 0,73	
Sofá	2,06 x 0,51 x 0,79	Asiento: Poliuretano Armazón: Madera de pino (Anexo J)
Librero	0,84 x 0,35 x 1,80	Material: Madera melamina Librero de 5 entrepaños Color: Gris (Anexo K)

- **Secretaría**

Tabla 55. Elementos estáticos y fijos de secretaría

Elemento	Dimensiones (l * a * h) m	Detalles
Escritorio principal	1,50 x 0,60 x 0,73	Material: Madera melamina Estructura: Acero laminado frio (Anexo I)
Escritorio secundario	0,90 x 0,60 x 0,73	
Archivador	0,71 x 0,45 x 1,34	Base: Laminas de acero Correderas: Acero cromado (Anexo L)
Librero	0,84 x 0,35 x 1,80	Material: Madera melamina Librero de 5 entrepaños Color: Gris (Anexo K)

- **Compra y ventas**

Tabla 56. Elementos estáticos y fijos de compra y venta

Elemento	Dimensiones (l * a * h) m	Detalles
Escritorio principal	1,50 x 0,60 x 0,73	Material: Madera melamina Estructura: Acero laminado frio (Anexo I)
Escritorio secundario	0,90 x 0,60 x 0,73	
Archivador	0,71 x 0,45 x 1,34	Base: Laminas de acero Correderas: Acero cromado (Anexo L)
Librero	0,84 x 0,35 x 1,80	Material: Madera melamina Librero de 5 entrepaños Color: Gris (Anexo K)

b. Elementos móviles

En las tres áreas existe solo un elemento móvil por lo cual solo se va a mostrar en la tabla 57, detallando que es el mismo elemento para las tres áreas mencionadas anteriormente.

Tabla 57. Elementos móviles del área administrativa

Elemento	Dimensiones (a* l *h) m	Detalles
Silla de oficina	0,48 x 0,48 x 1,16	Tensor lumbar regulable Asiento tapizado Diseño ergonómico (Anexo M)

c. Cálculo de la superficie estática

Este cálculo se va a realizar con las dimensiones proporcionadas con las fichas técnicas de cada elemento estático y fijo, perteneciente a cada una de las áreas propuestas. El cálculo se muestra en las tablas 58, 59, 60. Revisas anexos (I, J, K, L, M)

- *Gerencia*

Tabla 58. Superficie estática de gerencia

Elemento	l (m)	a (m)	Ss (m ²)
Escritorio principal	1,50	0,60	0,90
Escritorio secundario	0,90	0,60	0,54
Sofá	1,01	0,97	0,98
Librero	0,84	0,35	0,29

- *Secretaría*

Tabla 59. Superficie estática de secretaria

Elemento	l (m)	a (m)	Ss (m ²)
Escritorio principal	1,50	0,60	0,90
Escritorio secundario	0,90	0,60	0,54
Archivador	0,71	0,45	0,32
Librero	0,84	0,35	0,29

- *Compra y ventas*

Tabla 60. Superficie estática de compra y ventas

Elemento	l (m)	a (m)	Ss (m ²)
Escritorio principal	1,50	0,60	0,90
Escritorio secundario	0,90	0,60	0,54
Archivador	0,71	0,45	0,32
Librero	0,84	0,35	0,29

3.2.8 Cálculo de la superficie gravitacional

Estos cálculos serán realizados con lados efectivos propuestos por conocimiento cotidiano de cada uno de los elementos estáticos mencionados anteriormente, los cálculos se muestran en las tablas 61, 62, 63.

- **Gerencia**

Tabla 61. Superficie gravitacional de gerencia

Elemento	N	Ss (m ²)	Sg (m ²)
Escritorio principal	2	0,90	1,80
Escritorio secundario	2	0,54	1,08
Sofá	1	0,98	0,98
Librero	1	0,29	0,29

- **Secretaría**

Tabla 62. Superficie gravitacional de secretaría

Elemento	N	Ss (m ²)	Sg (m ²)
Escritorio principal	2	0,90	1,80
Escritorio secundario	2	0,54	1,08
Archivador	1	0,32	0,32
Librero	1	0,29	0,29

- **Compra y ventas**

Tabla 63. Superficie gravitacional de compra y ventas

Elemento	N	Ss (m ²)	Sg (m ²)
Escritorio principal	2	0,90	1,80
Escritorio secundario	2	0,54	1,08
Archivador	1	0,32	0,32
Librero	1	0,29	0,29

3.2.9 Superficie evolutiva

Para el cálculo de la superficie evolutiva de las áreas administrativas, es necesario el uso del valor de la altura de tanto de los elementos estáticos como de los móviles, este valor esta recalado en las fichas técnicas mencionadas en los anexos (I,J,K,L,M)

Estos cálculos se detallan en las tablas del 64 al 72.

- **Gerencia**

Tabla 64. Cálculo de “hee” de los elementos fijos de gerencia

Elemento	n	h(m)	Ss (m ²)	hee	
				Ss*n*h	Ss*n
Escritorio principal	1	0,73	0,90	0,66	0,90
Escritorio secundario	1	0,73	0,54	0,39	0,54
Sofá	1	0,98	0,98	0,96	0,98
Librero	1	1,80	0,29	0,53	0,29
				2,54	2,71
				hee	0,94

Tabla 65. Cálculo de “hme” de los elementos móviles de gerencia

Elemento	n	h(m)	Ss (m ²)	hme	
				Ss*n*h	Ss*n
Silla de oficina	2	1,16	0,28	0,65	0,56
				0,65	0,56
				hme	1,16

Cálculo del valor “K”

$$K = \frac{h_{EM}}{2h_{EE}}$$

$$K = \frac{1,16}{2(0,92)}$$

$$K = 0,62$$

Cálculo de la superficie evolutiva del área de gerencia

Tabla 66. Superficie evolutiva de gerencia

Elemento	N	Ss (m ²)	Sg (m ²)	Sg(m ²)
Escritorio principal	1	0,90	1,80	1,67
Escritorio secundario	1	0,54	1,08	1,00
Sofá	1	0,98	0,98	1,21
Librero	1	0,29	0,29	0,36

- *Secretaría*

Tabla 67. Cálculo de “hee” de los elementos fijos de secretaría

Elemento	n	h(m)	Ss (m ²)	hee	
				Ss*n*h	Ss*n
Escritorio principal	1	0,73	0,90	0,66	0,90
Escritorio secundario	1	0,73	0,54	0,39	0,54
Archivador	1	1,34	0,32	0,43	0,32
Librero	1	1,80	0,29	0,53	0,29
				2,01	2,05
				hee	0,98

Tabla 68. Cálculo de “hme” de los elementos móviles de secretaría

Elemento	n	h(m)	Ss (m ²)	hme	
				Ss*n*h	Ss*n
Silla de oficina	2	1,16	0,28	0,65	0,56
				0,65	0,56
				hme	1,16

Cálculo del valor “K”

$$K = \frac{h_{EM}}{2h_{EE}}$$

$$K = \frac{1,16}{2(0,98)}$$

$$K = 0,59$$

Cálculo de la superficie evolutiva del área de secretaría

Tabla 69. Superficie evolutiva de secretaría

Elemento	n	Ss (m ²)	Sg (m ²)	Sg(m ²)
Escritorio principal	1	0,90	1,80	1,60
Escritorio secundario	1	0,54	1,08	0,96
Archivador	1	0,32	0,32	0,38
Librero	1	0,29	0,29	0,35

- **Compra y ventas**

Tabla 70. Cálculo de “hee” de los elementos fijos de compra y ventas

Elemento	n	h(m)	Ss (m ²)	hee	
				Ss*n*h	Ss*n
Escritorio principal	1	0,73	0,90	0,66	0,90
Escritorio secundario	1	0,73	0,54	0,39	0,54
Archivador	1	1,34	0,32	0,43	0,32
Librero	1	1,80	0,29	0,53	0,29
				2,01	2,05
				hee	0,98

Tabla 71. Cálculo de “hme” de los elementos móviles de compra y ventas

Elemento	n	h(m)	Ss (m ²)	hme	
				Ss*n*h	Ss*n
Silla de oficina	4	1,16	0,28	1,30	1,12
				1,30	1,12
				hme	1,16

Cálculo del valor “K”

$$K = \frac{h_{EM}}{2h_{EE}}$$

$$K = \frac{1,16}{2(0,98)}$$

$$K = 0,59$$

Cálculo de la superficie evolutiva del área de compra y ventas

Tabla 72. Superficie evolutiva de compra y ventas

Elemento	n	Ss (m ²)	Sg (m ²)	Sg(m ²)
Escritorio principal	2	0,90	1,80	1,60
Escritorio secundario	2	0,54	1,08	0,96
Archivador	2	0,32	0,32	0,38
Librero	2	0,29	0,29	0,35

3.2.10 Superficie total

La superficie total de las áreas administrativas, se lo realiza al igual que las de la planta de producción, es decir utilizando las superficies anteriormente calculadas. Estos cálculos se presentan en las tablas 73, 74, 75.

- **Gerencia**

Tabla 73. Superficie total de gerencia

Elemento	n	Ss (m ²)	Sg (m ²)	Sg(m ²)	St (m ²)
Escritorio principal	1	0,90	1,80	1,67	4,37
Escritorio secundario	1	0,54	1,08	1,00	2,62
Sofá	1	0,98	0,98	1,21	3,17
Librero	1	0,29	0,29	0,36	0,95

$$S_t = (4,37 + 2,62 + 3,17 + 0,95)$$

$$S_t = 11,12 \text{ m}^2$$

La superficie calculada para el área de gerencia es de 11.12 m², actualmente no existe un parca de gerencia por lo que esta superficie es considerada como óptima para el desarrollo de la distribución de planta.

- **Secretaría**

Tabla 74. Superficie total de secretaría

Elemento	n	Ss (m ²)	Sg (m ²)	Sg(m ²)	St (m ²)
Escritorio principal	1	0,90	1,80	1,60	4,30
Escritorio secundario	1	0,54	1,08	0,96	2,58
Archivador	1	0,32	0,32	0,38	1,02
Librero	1	0,29	0,29	0,35	0,94

$$S_t = (4,30 + 2,58 + 1,02 + 0,94)$$

$$S_t = 8,84 \text{ m}^2$$

Secretaría va a poseer una superficie total de 8.84 m², siendo esta la menor de las demás áreas, pero no la menos importante, pues aquí se registra toda la información referente a la empresa “GAMETALCRIS”

- **Compra y ventas**

Tabla 75. Superficie total de compra y ventas

Elemento	n	Ss (m ²)	Sg (m ²)	Sg(m ²)	St (m ²)
Escritorio principal	2	0,90	1,80	1,60	8,60
Escritorio secundario	2	0,54	1,08	0,96	5,16
Archivador	2	0,32	0,32	0,38	2,04
Librero	2	0,29	0,29	0,35	1,87

$$S_t = (8,60 + 5,16 + 2,04 + 1,87)$$

$$S_t = 17,67 \text{ m}^2$$

En el caso del área de compra y ventas, la superficie calculada será de 17.67 m², esto debido a que en esta área van a estar tanto el encargado de compras como de ventas respectivamente.

3.2.11 Cálculo de superficie de requerimientos para empleados

a. Entrada para empleados

La NTE INEN 2309, menciona que las puertas exteriores principales del área administrativa serán de 1,00 m de ancho, con un alto de 2,05 m, mientras las puertas interiores serán de 0,90 m de ancho, con la misma altura de las puertas exteriores [24].

Las puertas corredizas que se van a colocar en la empresa “GAMETALCRIS”, serán fabricadas por la misma organización, las dimensiones serán establecidas de acuerdo con las necesidades de cada área, esto debido a que no hay una normativa que estandarice el dimensionamiento de portones, por lo tanto, el gerente informó que la dimensiones serán de 4,00 m de alto y un ancho igual de 5,00 m.

b. Estacionamientos

Para determinar la superficie de estacionamientos es necesario de terminar los tipos de vehículos que van a ingresar a la empresa, estos son los vehículos N1, M1 y M2, referentes a automóviles, camionetas y camiones livianos, sus respectivas dimensiones se entran en la tabla 76.

Tabla 76. Dimensiones de vehículos

Tipo de vehículo	Largo (m)	Ancho (m)
N1 y M1	5,00	2,40
M2	5,40	2,40

El estacionamiento va a poseer una disposición de 90° con un área de circulación peatona, esta área va a tener un ancho de 5.00 m de separación entra cada plaza [25].

Para calcular el número necesario de estacionamientos, se debe tomar en cuenta el número de trabajadores y clientes, este valor será un aproximado debido a que no se conoce a detalle una capacidad de producción estable, el gerente piensa en una expansión a futuro, con alrededor de 15 trabajadores en producción, 5 en el área administrativa y varios clientes que visiten la organización se planteó que las plazas de estacionamientos para vehículos tipo N1 y M2 sean 25 y del tipo M2 debido a compra de materia prima, maquinaria y envío de mercadería, alrededor de 2.

$$S_T = 15(5,00 * 2,40) + 2(5,40 * 2,40)$$

$$S_T = 205,92 \text{ m}^2$$

c. Cuartos de casilleros

Para el cálculo de superficie de esta área es necesario recalcar que el número de trabajadores será de 15 en producción, este dato es proporcionado por el gerente, pues como se sabe actualmente no es posible realizar un cálculo en específico debido a que no se conoce un producto estable de producción, en este caso los trabajadores del área administrativa no serán tomados en cuenta en vista de que cada uno posee una oficina individual. La ecuación a emplear su respectivo cálculo es [26]:

$$A_c = 4 \text{ ft}^2 * \text{Número de Trabajadores} \quad (8)$$

Debido a que en Ecuador se trabaja mediante el sistema internacional, se procede a transformar la ecuación a metros cuadrados.

$$A_c = 0,371612 \text{ m}^2 * \text{Número de Trabajadores}$$

$$A_c = 0,371612 \text{ m}^2 * 15 \text{ trabajadores}$$

$$A_c = 5,57 \text{ m}^2$$

d. Escusados y sanitarios

De acuerdo con la tabla, expuesta en el capítulo 1, menciona que por los 15 trabajadores de producción es necesario 2 escusados y 2 lavados,

En el caso del área administrativa se tiene valor de 5 trabajadores, se necesitará 1 escusado y un lavado, debido a que es esta área trabajan hombres y mujeres se necesitaran servicios sanitarios por separado.

La NTE INEN 2293, por otra parte, menciona las dimensiones para cada servicio sanitario, esto se muestra en la tabla 77 [27].

Tabla 77. Dimensiones de escusados y lavabos

Elementos	Largo (m)	Ancho (m)
Escusado	0,90	1,00
Lavabo	0,90	1,00

A continuación, se calcula la superficie sanitaria para cada una de las áreas de la planta de producción:

$$S_T = n_{Baños}[(D_{Escusado}) + (D_{Lavabo})]$$

$$S_T = 2[(0,90 * 1,00) + (0,90 * 1,00)]$$

$$S_T = 3,60 m^2$$

En el caso de las áreas administrativas se necesitan dos baños por separados uno para hombres y otros para mujeres, como son de la misma medida se realiza el cálculo en general.

$$S_T = n_{Baños}[(D_{Escusado}) + (D_{Lavabo})]$$

$$S_T = 1[(0,90 * 1,00) + (0,90 * 1,00)]$$

$$S_T = 1,80 m^2$$

e. Áreas recreativas

Como se sabe actualmente las áreas recreativas ayudan a mantener al trabajador motivado, para ellos es necesario realizar campeonatos o eventos deportivos con todos los trabajos de la empresa “GAMETALCRIS”.

La NIDE menciona que el dimensionamiento de una cancha pequeña es de 28 m de largo por 15 m de ancho, solo para realizar los deportes como fútbol, básquet o voleibol. También se mencionada que debe haber un espacio libre para banquetas de visualización en los lados laterales de la cancha de unos 2,25 m de anchura, siendo así el ancho total del área recreativa de 19,50 m. Por lo tanto, la superficie total será de 485,50 m² [28] [29].

f. Pasillos

La NTE INEN menciona que las dimensiones para pasillo serán:

Tabla 78. Dimensionamiento de pasillos

Áreas	Dimensión (m)
Administrativas	1,20 m
Plantas de producción	1,80 m

No se puede determinar un largo de pasillo en específico pues esto se lo realiza al momento de realizar la distribución de planta, todo esto va a estar reflejado en el layout propuesto, así como en la simulación 3D de la empresa [30].

Análisis: La empresa “GAMETALCRIS”, actualmente posee solo cuatro áreas las mismas que no cuentan con una distribución plenamente dicha, por eso se tomó la necesidad de dimensionar cada una de estas de acuerdo con las necesidades de cada área, además se incluyó áreas administrativas y requerimientos necesarios para empleados, la comparación entre la superficie actual y la superficie calculada se muestra en la tabla 79.

Tabla 79. Superficie actual vs superficie calculada de la empresa "GAMETALCRIS"

Áreas	Superficie actual (m ²)	Superficie calculada (m ²)
Producción	97,12	180,54
Acabado	32,60	139,54
Almacenamiento	13,65	43,83
Bodega	8,11	25,65
Gerencia	No posee	11,12
Secretaria	No posee	8,84
Compra y ventas	No posee	17,67
Áreas recreativas	No posee	485,50
Estacionamiento	No posee	364,80
Cuarto de casilleros	No posee	5,57
Escusados y sanitarios	1,61	5,40

Por lo tanto, se puede determinar que la empresa actualmente posee una superficie actual de 153,09 m², la cual no es suficiente para llevar a cabo todas las actividades, es por ello que para la propuesta se calculó una superficie de 1129,58 m², siendo así mayor y permitiendo que cada área tenga su espacio necesario sin interferir en las demás. Esta diferencia de superficie entre áreas su puede observar con mayor claridad en la figura 10.

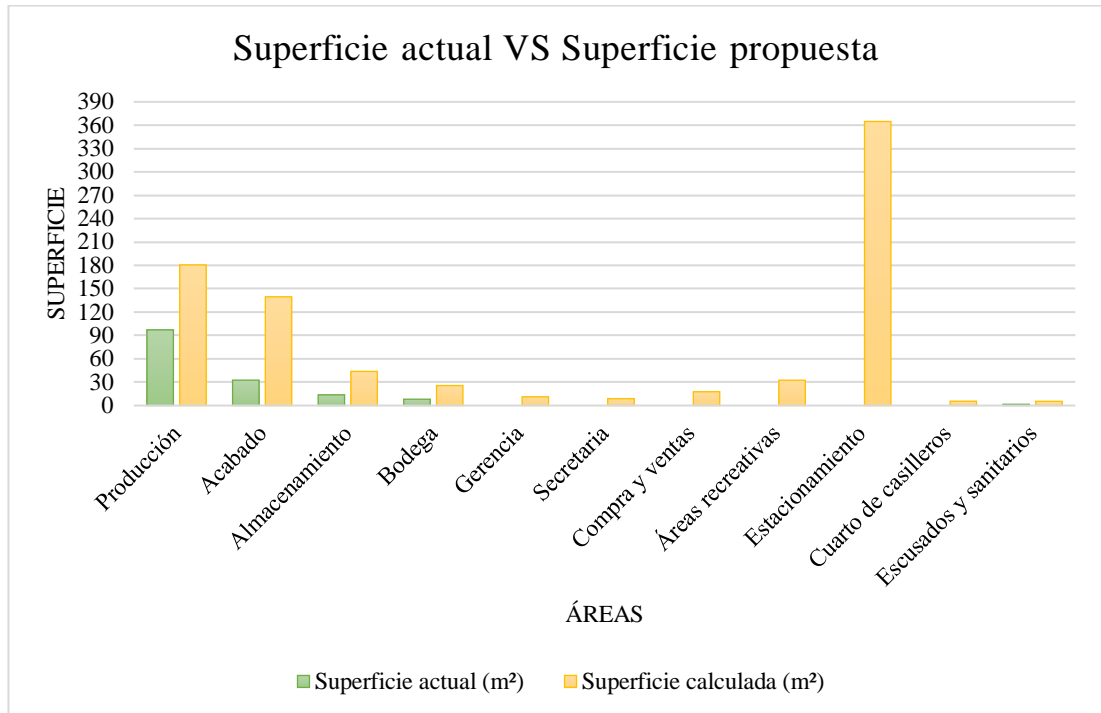


Figura 10. Diferencia de superficies

3.3 Propuesta de distribución de planta

La distribución para la empresa “GAMETALCRIS” se basa en el método SLP, el cual se enfoca en priorizar la cercanía entre áreas, apoyándonos en criterios y valores de proximidad.

3.3.1 Identificación de las áreas a distribuir

Las áreas por relacionar mediante el método SLP son las anteriormente calculadas por el método de Guerchet, estas son enumeradas con la finalidad de prevenir errores al momento de realizar la distribución, estas se muestran en la tabla 80.

Tabla 80. Áreas por relacionar

Código	Área
1	Producción
2	Acabado
3	Almacenamiento
4	Bodega
5	Gerencia
6	Secretaría
7	Compra y ventas
8	Áreas recreativas
9	Estacionamiento
10	Cuarto de casilleros
11	Escusados y sanitarios

3.3.2 Criterios de cercanía

Los criterios de relación para emplear en el método SLP, para el desarrollo de la propuesta de distribución, son determinados de acuerdo con las operaciones que se realizan dentro de la organización, así como su incidencia en el desarrollo de cada una de las actividades, estos criterios seleccionados se encuentran en la tabla 81.

Tabla 81. Criterios de relación

Código	Criterio	Descripción
1	Flujo de información	Intercambio de información relevante sobre la empresa.
2	Flujo de proceso	Procesos que se relacionan unos con otros de acuerdo con las necesidades.
3	Ruido	Contaminante acústico que genera problemas de concentración en actividades administrativas.
4	Seguridad y salud ocupacional	Condiciones en los puestos de trabajo y satisfacción de los trabajadores.
5	Inspección y control	Validación de producción y corrección.
6	Análisis funcional	Designación de roles en cada una de las áreas.
7	Entrega y envíos	Recibir mercadería como materia prima e insumos. Entregar producto terminado de acuerdo con las satisfacciones del cliente.
8	Almacenamiento	Resguardar el producto terminado para prevenir su deterioro.
9	Movilización	Transporte de empleados y proveedores.
10	Irrelevante	Valores sin relación.

3.3.3 Valores de proximidad

Los valores de proximidad son establecidos por el método SLP, estos están organizados de acuerdo con la necesidad de proximidad que puede existir entre las

áreas, en otras palabras, permite identificar cuales áreas deben estar cerca o alejadas entre sí, esto dependiendo de las actividades que se realicen. estos valores se presentan en la tabla 82.

Tabla 82. Valores de proximidad

Código	Proximidad	Color	N° de Líneas	Simbología
A	Absolutamente necesario	Rojo	4 rectas	
E	Especialmente importante	Amarillo	3 rectas	
I	Importante	Verde	2 rectas	
O	Normal	Azul	1 recta	
U	Sin importancia	-	-	-
X	No deseable	Plomo	1 zigzag	
XX	Altamente no deseable	Negro	2 zigzag	

3.3.4 Relación entre áreas para la propuesta

Una vez determinados los criterios de relación y los valores de proximidad, se procede a realizar la relación de cercanía entra cada una de las áreas, esto comparando su grado importancia entre cada una de ellas, para así determinar la ubicación de todas las áreas en la nueva distribución. Esta relación se lo realiza en la table 83.

Tabla 83. Relación de cercanía entre departamentos

N°	DESDE	HACIA									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Producción	A	I	A	O	X	XX	O	E	I	I
		5	2	2	6	3	3	4	7	4	4
2	Acabado		A	I	O	X	X	O	O	I	I
			8	2	6	3	3	4	9	4	4
3	Almacenamiento			O	I	I	E	O	A	I	I
				2	5	1	1	4	7	4	4
4	Bodega				I	I	I	U	O	U	U
					1	1	1	10	7	10	10
5	Gerencia					A	A	O	O	U	I
						1, 6	1, 6	4	7	10	4
6	Secretaria						A	O	O	U	I
							1	4	7	10	4
7	Compra y ventas							O	O	U	I
								4	7	10	4
8	Áreas recreativas								O	O	O
									7	4	4
9	Estacionamiento									U	U
										10	10
10	Cuarto de casilleros										I
											4
11	Escusados y sanitario										

Los valores obtenidos en la tabla 83, son colocados en un cuadro resumen, para identificar la cercanía entre áreas de acuerdo con cada uno de los valores de proximidad. Esto se presenta en la tabla 84.

Tabla 84. Tabla resumen de relaciones

Valor	Cercanía entre áreas
A	(1,2) (2,3) (3,9) (5,6) (5,7) (6,7) (1,4)
E	(3,7) (1,9)
I	(1,3) (1,10) (1,11) (2,4) (2,10) (2,11) (3,5) (3,6) (3,10) (3,11) (4,5) (4,6) (4,7) (5,11) (6,11) (7,11) (10,11)
O	(1,5) (1,8) (2,5) (2,8) (2,9) (3,4) (3,8) (4,9) (5,8) (5,9) (6,8) (6,9) (7,8) (7,9) (8,9) (8,10) (8,11)
U	(4,8) (4,10) (4,11) (5,10) (6,10) (7,10) (9,10) (9,11)
X	(1,6) (2,6) (2,7)
XX	(1,7)

3.3.5 Diagrama de relación

El diagrama de relación presente en la figura 11, permite visualizar las áreas con el valor de cercanía más importante, por lo tanto, es necesario respetar el orden de los pares ordenados propuestos con anterioridad y en los valores de proximidad de la tabla 82, para su respectiva representación gráfica.

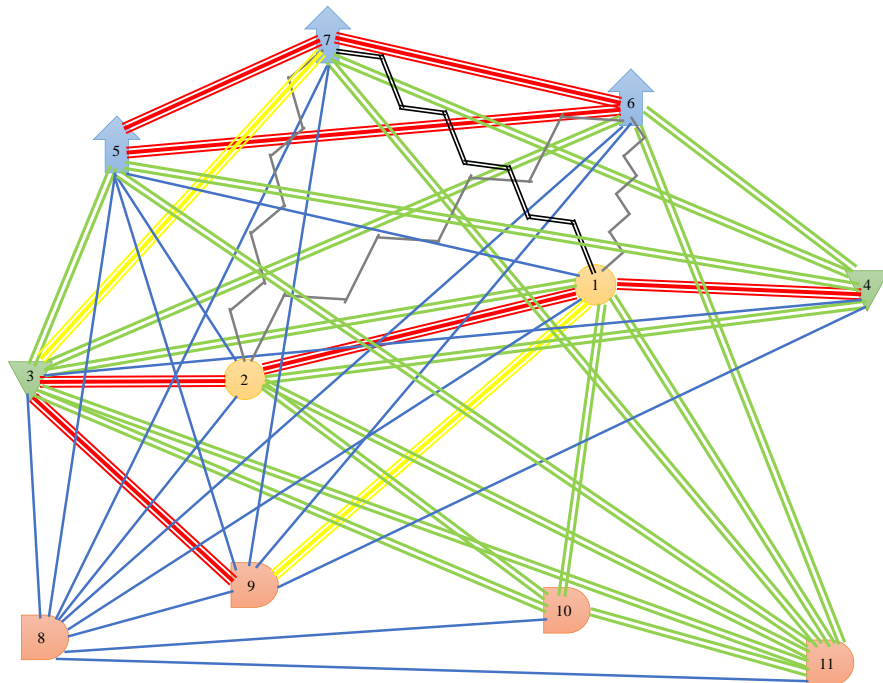


Figura 11. Diagrama de relación entre áreas

Una vez que se ha obtenido el diagrama de relación inicial, se procede a determinar una superficie aproximada de cada cuadrante para la representación correcta en el software Excel, siendo esta de 4 m², esto con la finalidad de obtener al final un plano de referencia, el cual permite realizar el layout de la propuesta final. Este cálculo se detalla en la tabla 85.

Tabla 85. Valores de superficie por cuadrante

Código	Área	Superficie (m ²)	N° cuadrantes	Total
1	Producción	181	45,25	46
2	Acabado	140	35	35
3	Almacenamiento	42	8,4	9
4	Bodega	26	6,5	7
5	Gerencia	12	3	3
6	Secretaría	9	2,25	3
7	Compra y ventas	18	4,5	5
8	Áreas recreativas	486	122	122
9	Estacionamiento	206	51,50	52
10	Cuarto de casilleros	6	1,5	2
11	Escusados y sanitarios	6	1,5	2

Determinado el valor de cuadrantes para cada área, se procede a colocar la superficie en el diagrama de relaciones por áreas, esto con la finalidad de realizar el bosquejo de la distribución. Este bosquejo se visualiza en la figura 12.

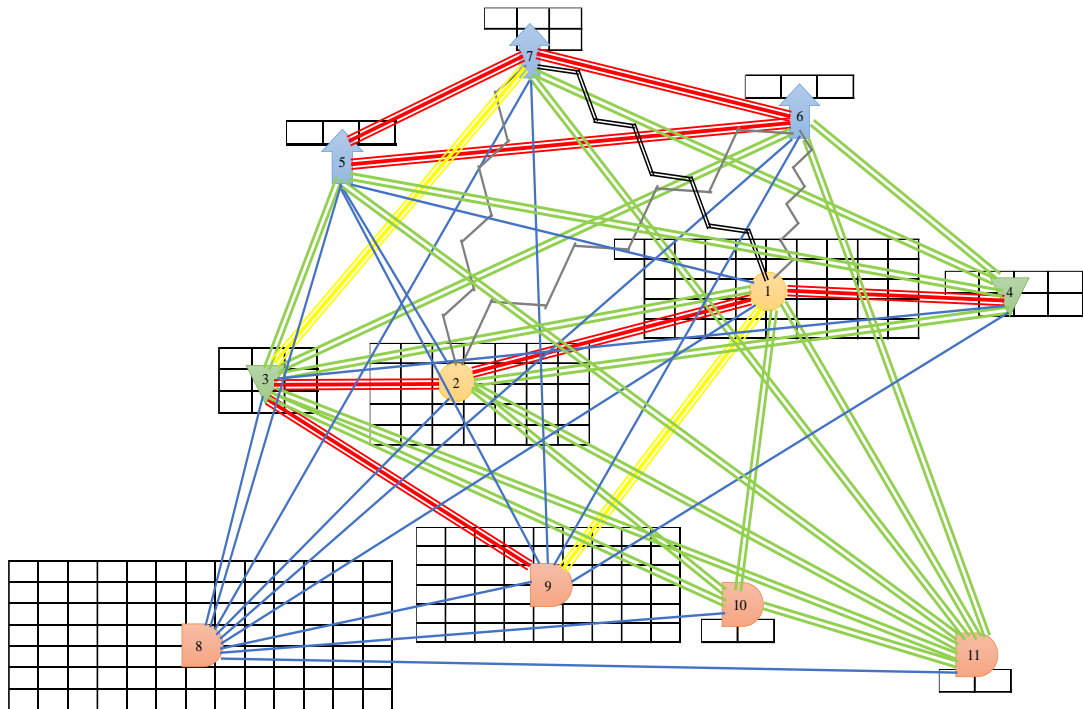


Figura 12. Diagrama de relación entre áreas con superficies incluidas

3.3.6 Bosquejo de distribución

El bosquejo de distribución se lo elabora en base al diagrama de relación, permitiéndonos así colocar cada área de acuerdo con su grado de cercanía, este bosquejo se lo realiza de acuerdo con dos propuestas de distribución las cuales serán analizadas para la selección más óptima. Estas se muestran en las figuras 13 y 14.

a. Primera propuesta de distribución

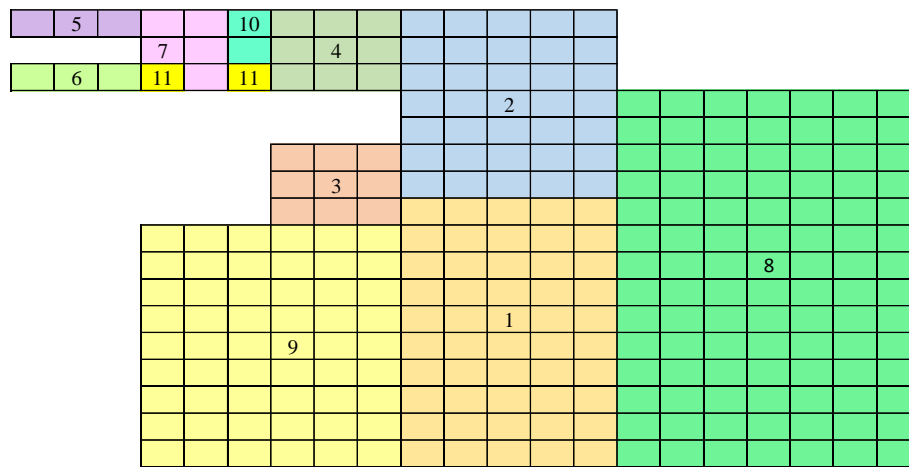


Figura 13. Bosquejo de distribución de la primera propuesta

b. Segunda propuesta de distribución

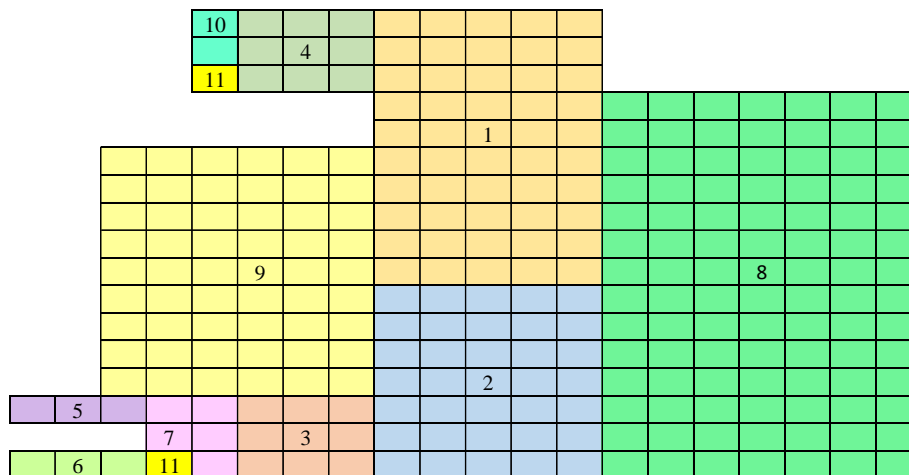


Figura 14 . Bosquejo de distribución de la segunda propuesta

Una vez realizado el bosquejo para cada una de las propuestas, se procede a etiquetar cada área con su respectivo nombre, esto permitirá obtener un layout inicial de la

nueva distribución de planta para la empresa “GAMETALCRIS”, estos se muestran en las figuras 15 y 16.

a. Layout inicial de la primera propuesta

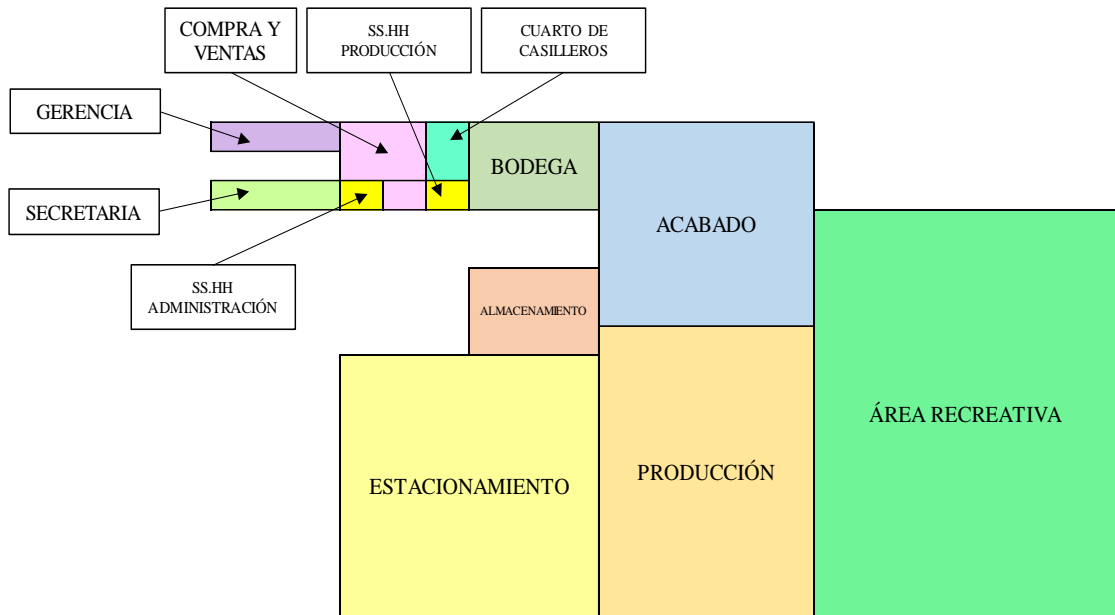


Figura 15. Layout inicial de la distribución de la primera propuesta

b. Layout inicial de la segunda propuesta

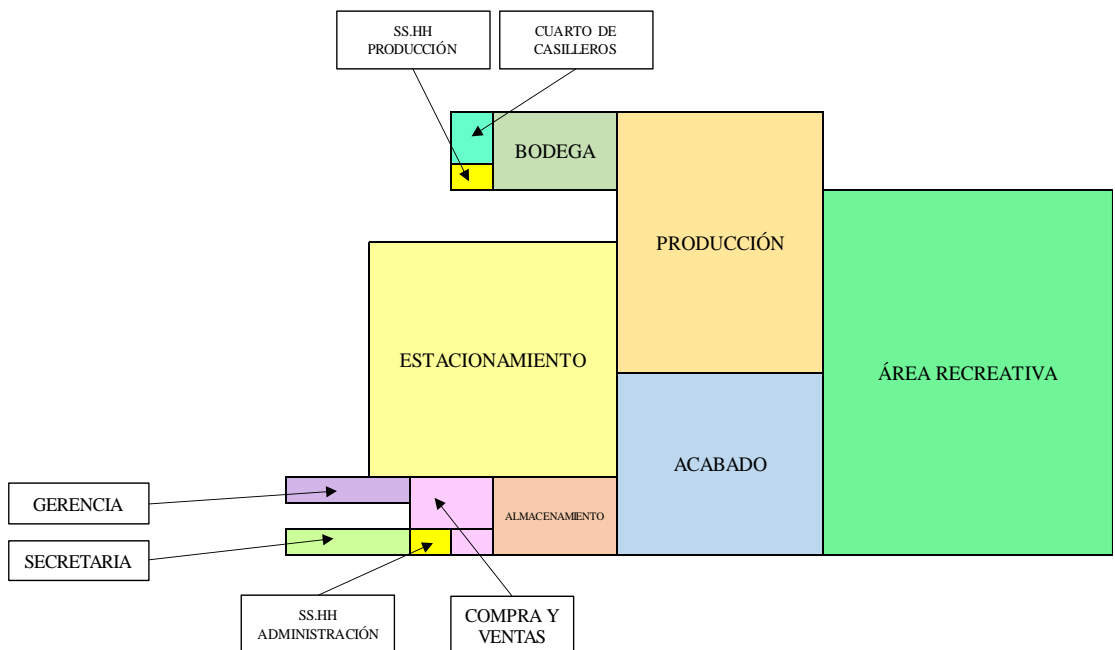


Figura 16. Layout inicial de la distribución de la segunda propuesta

3.3.7 Selección de la mejor propuesta de distribución

La selección de la mejor opción de la propuesta de distribución se realizó en base al método carga-distancia, el cual permite analizar el desplazamiento entre cada departamento.

a. Análisis carga-distancia

El método carga-distancia, permite realizar el análisis de cercanía entre departamentos de las dos propuestas, para ello se utilizó los valores de proximidad de código A, E, descritos en la tabla 74, los cuales presentan un mayor grado de importancia dentro del método SLP, utilizado para la distribución.

Este análisis se lo realizó determinando la distancia que existe de centro a centro de cada uno de los departamentos, para así poder determinar cuál es la mejor propuesta de distribución para la empresa "GAMETALCRIS", estas distancias se muestran en las tablas 86 y 87.

Tabla 86. Análisis carga-distancia de áreas para el código "A" de proximidad

Código A			
Propuesta 1		Propuesta 2	
Par Ordenado	Distancia (m)	Par Ordenado	Distancia (m)
(1-2)	17	(1-2)	17
(1-4)	29	(1-4)	15
(2-3)	13	(2-3)	12
(3-9)	19	(3-9)	19
(5-6)	4	(5-6)	4
(5-7)	6	(5-7)	6
(6-7)	6	(6-7)	6
Total	94	Total	79

Análisis: Determinando la distancia de recorrido entre cada una de las propuestas, se identificó que para el código "A" de proximidad la mejor solución es la segunda propuesta, pues aquí la distancia de recorrido es menor, el caso más evidente es el desplazamiento que existe entre el área de producción y bodega, pues aquí hay una diferencia de 15 m, también mediante la figura 15, se puede visualizar que la bodega al estar más cerca, permitirá que la materia prima e insumos se adquieran con mayor facilidad, agilizando así el desarrollo de cada una de las actividades.

Tabla 87. Análisis carga-distancia de áreas para el código "E" de proximidad

Código E			
Propuesta 1		Propuesta 2	
Par Ordenado	Distancia (m)	Par Ordenado	Distancia (m)
(1-9)	17	(1-9)	23
(3-7)	18	(3-7)	5
Total	35	Total	28

Análisis: La propuesta factible para el código “E” del método SLP, es la segunda opción, debido a que la distancia con mayor impacto es la de almacenamiento con el de compra y ventas, existiendo una diferencia de 7 m, y analizando gráficamente se puede identificar que estas dos áreas necesitan estar próximas debido a la información necesaria, como el stock del producto terminado o también como muestra de ejemplares para el cierre de contratos con los clientes.

b. Propuesta final de distribución

Una vez analizada la distancia de recorrido de cada una de las áreas, se determinó que la solución óptima de distribución para la empresa “GAMETALCRIS”, es la segunda propuesta mostrada en la figura 17, del cual se realizara el layout final de distribución.

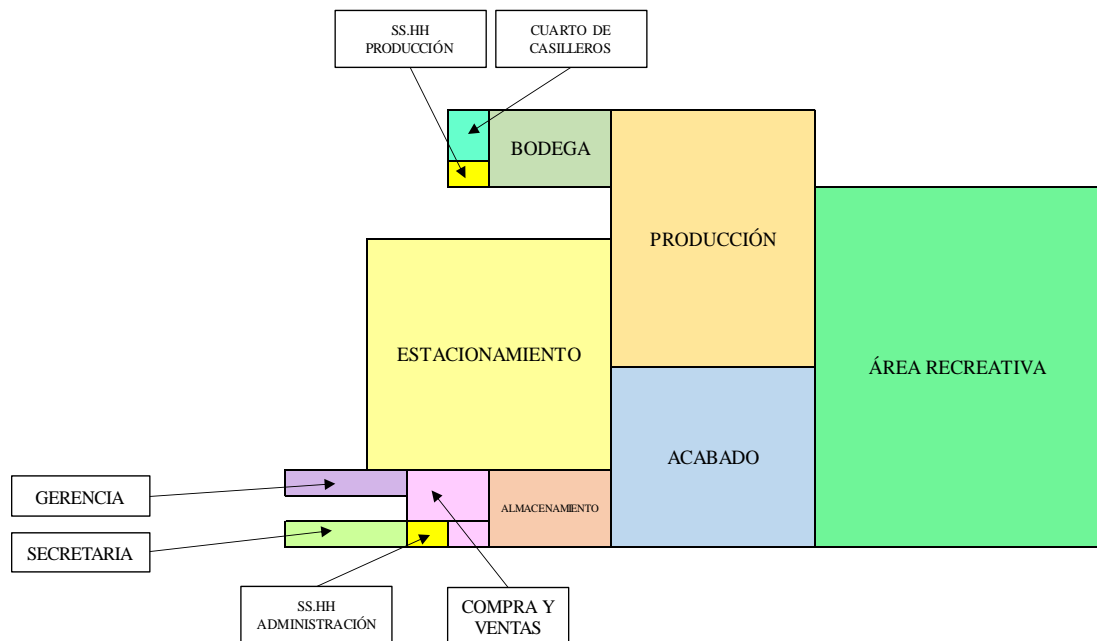


Figura 17. Propuesta de distribución final

3.3.8 Requerimientos del Layout

Para realizar el plano de la propuesta de distribución, es necesario tomar en cuenta aspectos como las paredes para ello se determinó estos dimensionamientos mediante normativa ecuatoriana vigente.

a. Tamaño de material de paredes (mamposterías)

La norma INEN 3066, menciona que el bloque de hormigón para la empresa “GAMETALCRIS” será de clase “A”, referente a mampostería estructural, es por ellos que el dimensionamiento del grosor de paredes se determina en la tabla 88 [31]:

Tabla 88. Dimensiones de bloques de hormigón tipo A

Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
300	200	150

Una vez especificado el ancho del bloque de hormigón a utilizar en las paredes de la empresa, la NEC especifica que el refuerzo para muros que poseen un espesor de 200 mm, debe poseer un diámetro máximo de 25 mm [32].

b. Pasillos

Las dimensiones de pasillos fueron determinados en el apartado de requerimientos de espacio, por lo que aquí solo se van a detallar las áreas en las cuales se van a implementar, así como su número necesario, detallados en la tabla 89.

Tabla 89. Pasillos necesarios por área

Área	Número de pasillos
Bodega	1
Producción	2
Acabado	2
Almacenamiento	2
Cuarto de casilleros	1
Área recreativa	1

Una vez ya identificada el número de pasillos necesario, se procede a realizar el layout de la propuesta final.

c. Layout final de la distribución

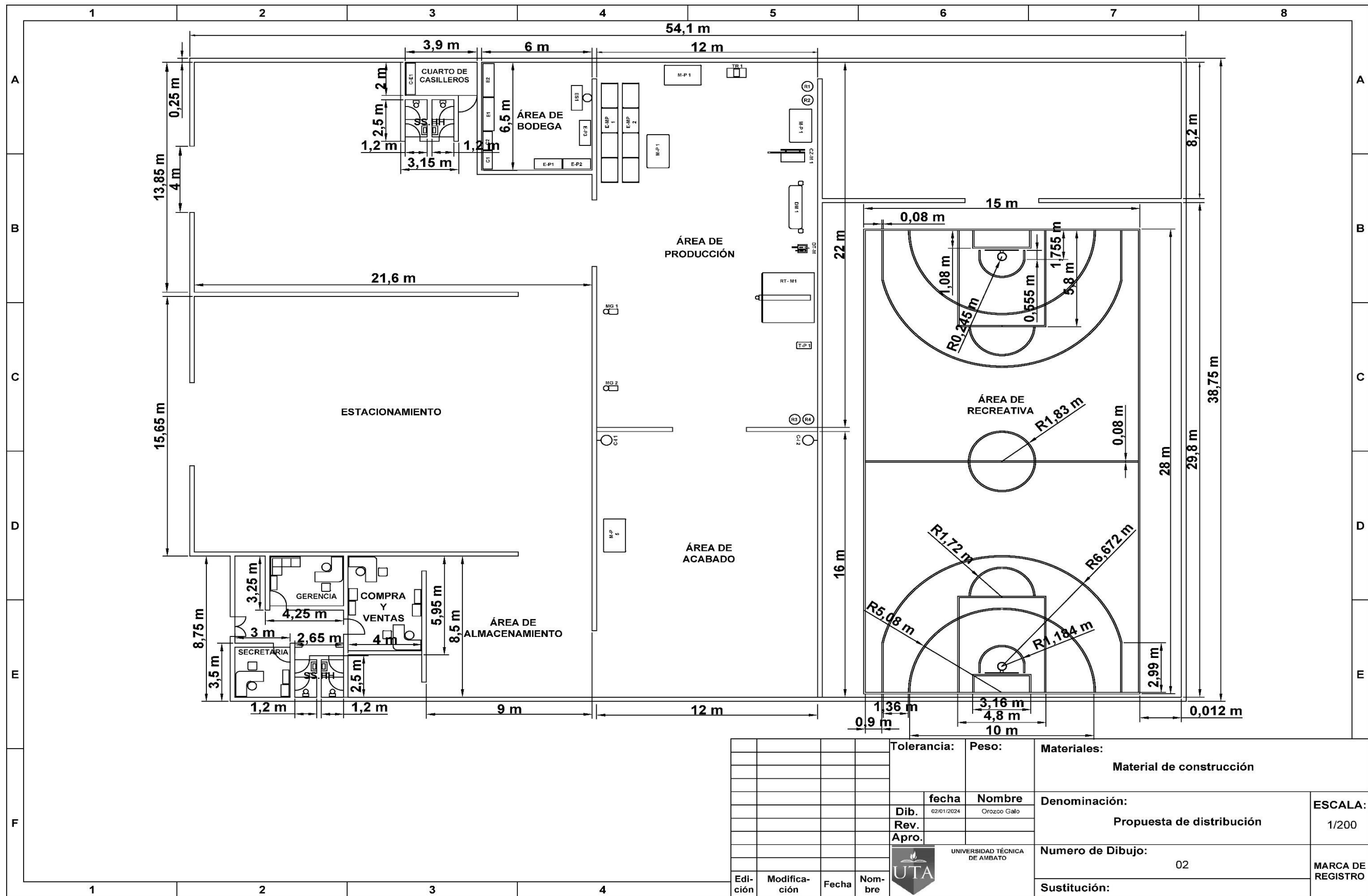


Figura 18. Layout de la propuesta de distribución de la empresa "GAMTEALCRIS"

3.3.9 Selección del software para el diseño en 3D de la propuesta de distribución

a. Software para el modelado en 3D

La representación en 3D de la propuesta de distribución de planta se realizó con un software que permita elaborar visualizaciones en tercera dimensión. Es por ello que se efectuó una comparación entre AutoCAD 3D, Civil 3D y Sketchup, con la finalidad de escoger uno de estos.

Esta comparación se lo realizara mediante el rango de calificación mostrado en la tabla 90.

Tabla 90. Rango de calificación para el software.

Excelente	Bueno	Deficiente
3	2	1

Una vez determinado los valores de calificación se procede a determinar los criterios que van a ser calificados para cada uno de los softwares mencionados anteriormente, estos criterios se detallan en la tabla 91.

Tabla 91. Criterios de calificación del software a seleccionar

Criterio	Descripción
Áreas de aplicación	Campos laborales en que es utilizado cada uno de los softwares
Fiabilidad	Permite ser ejecutado sin errores, aquí se analizan las ventajas que posee cada uno.
Rendimiento	Analiza la rapidez y eficiencia con la que trabaja el software.
Usabilidad	Describe si el software tiene una interfaz fácil de utilizar.
Seguridad	Identifica si el software está protegido ante vulnerabilidades.

Determinados os criterios que se van a utilizar para la selección del software, procedemos a calificar cada uno de estos de acuerdo con las necesidades que se necesita para realizar el diseño en 3D de la propuesta de distribución.

- **Áreas de aplicación**

En la tabla 92, se describen en que campo es aplicado cada uno de los softwares propuestos para el desarrollo del modelado en 3D o diseño industrial.

Tabla 92. Áreas de aplicación de cada software

AutoCAD 3D	Civil 3D	Sketchup
<ul style="list-style-type: none"> • Arquitectura • Ingeniería civil • Ingeniería industrial • Ingeniería eléctrica • Ingeniería en sistemas • Ingeniería mecánica 	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería civil • Arquitectura • Diseño industrial 	<ul style="list-style-type: none"> • Planificación urbana • Arquitectura • Diseño industrial • Diseño escénico • GIS • Videjuegos • Ingeniería civil
2	3	3

• **Fiabilidad**

Para la selección del software nos basaremos en ventajas que posee cada uno, así como también en la experiencia que se tubo al utilizarlos, esto esta detallado en la tabla 93.

Tabla 93. Ventajas entre los softwares de aplicación

Ventajas		
AutoCAD 3D	Civil 3D	Sketchup
<ul style="list-style-type: none"> • Fácil y practico de utilizar • Compatibilidad con varios programas • Software muy versátil para el diseño en 3D • Menor tiempo de diseño • Facilidad en modificaciones • Permite exportar componentes en 3D [33] 	<ul style="list-style-type: none"> • Optimización del diseño • Diseños de acuerdo con normativa • Análisis de viabilidad e impacto de infraestructuras • Diseños en 3D por guiado automático • Compatibilidad solo con softwares de Autodesk 	<ul style="list-style-type: none"> • Menor tiempo de diseño • Compatibilidad con cualquier programa • Realizar renders realistas • Amplia galería de elementos, componentes y materiales • Permite importar archivos en formato DWG • Programa bastante ligero • Visualización de los proyectos en teléfonos móviles • Almacenamiento de tus proyectos en la nube • No se requiere de un dispositivo de potente para su uso. • Permite importar componentes en 3D con mayor facilidad no importa la versión [34]
2	1	3

- **Rendimiento**

Este criterio se analizará de acuerdo con la rapidez de cada uno de los programas, esta información se proporciona en la tabla 94.

Tabla 94. Análisis del rendimiento de cada software

AutoCAD 3D	Civil 3D	Sketchup
<p>Como se sabe el tiempo de respuesta de los softwares de Autodesk es lento, esto debido a los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Archivos dañados • Archivos demasiado grandes • Referencias externas sin solución • No se eliminan objetos innecesarios, debido a que están compilados con elementos principales. • No soporta coordenadas astas de los componentes. • Muchas formas de texto diferente • Elementos importados que no son posibles de renderizar. 		<p>El caso de Sketchup es diferente pues el tiempo de respuesta del programa es rápido, esto debido a los siguientes aspectos:</p> <p>Renderizado automático de los elementos importados por librerías. Deshabilita con facilidad las texturas de todos los componentes del modelado. Purga automáticamente los datos innecesarios. Permite ocultar con facilidad componentes que ya no se estén editando.</p>
1	1	3

- **Usabilidad**

Para poder calificar este factor es necesario utilizar cada uno de los softwares y determinar como el individuo se adapta a su funcionamiento, los aspectos encontrados se muestran en la tabla 95.

Tabla 95. Diferencias entre AutoCAD y Sketchup

AutoCAD 3D	Civil 3D	Sketchup
<ul style="list-style-type: none"> • Pantalla de inicio dinámica y fácil de apreciar • Facilidad de barra de herramientas con iconos relevantes. • Descripción de cada icono de acuerdo con su funcionamiento • Permite acoplarse con facilidad al software desde la primera vez que se lo trabaja. • Lentitud del programa cuando existen gran cantidad de objetos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pantalla de inicio compleja y restica. • Iconos sin descripción de su funcionamiento. • No permite importar archivos que no pertenezca a la familia de autodesk. • No es fácil acoplarse a su utilización cuando se está iniciando. • Lentitud del programa debido a elementos más complejos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pantalla de inicio dinámica y creativa, con iconos fácil de identificar para que se utilizan. • Descripción del funcionamiento de cada icono presente en la barra de herramientas. • Importar archivos con cualquier extensión. • Rapidez en el diseño sin lentitud del programa. • Adaptarse rápidamente a su utilización para el modelado en 3D.
2	1	3

- **Seguridad**

Tabla 96. Análisis de la seguridad que posee cada software

AutoCAD 3D	Civil 3D	Sketchup
<p>Debido a que los dos softwares perteneces a la familia Autodesk, se lo analizaran de manera conjunta.</p> <p>Autodesk para todos sus softwares ha tomado medidas de seguridad, esto para poder reducir el riesgo de la ejecución de código malicioso. Estas medidas son:</p> <p>Actualización constante del producto. Control de cuentas de usuario. No ejecutar archivos de AutoLIST. Conservar códigos ejecutables en carpetas de lectura.</p> <p>Otro aspecto para analizar es que estos softwares no guardan respaldos de seguridad de los archivos cuando se genera un error y el programa se cierra accidentalmente.</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Al igual que los softwares de Autodesk, Sketchup posee las mismas medidas de seguridad, pues como se sabe toda empresa quiere mantener su producto en el mercado. • A diferencia de AutoCAD y Civil 3D, Sketchup permite guardar respaldos constantes cuando este se cierra por error, permitiendo así que no se elimine ningún cambio realizado en el modelado.
2	2	3

b. Selección del software para el modelado en 3D.

Para la selección del software, se analizarán las calificaciones de cada criterio, para ello se implementa el método de factores ponderados, en donde se escogerá la mejor opción para el desarrollo del modelado en 3D, esta selección se presenta en la tabla 97.

Tabla 97. Selección del software se modelado en 3D

Criterio	Ponderación %	Puntuación de cada método			Peso ponderado de cada método		
		AutoCAD 3D	Civil 3D	Sketchup	AutoCAD 3D	Civil 3D	Sketchup
Áreas de aplicación	0,10	2	3	3	0,20	0,30	0,30
Fiabilidad	0,25	2	1	3	0,50	0,25	0,75
Rendimiento	0,20	1	1	3	0,20	0,20	0,60
Usabilidad	0,30	2	1	3	0,60	0,30	0,90
Seguridad	0,15	2	2	3	0,30	0,30	0,45
TOTAL	1%				1,50	1,35	3,00

Mediante todo el análisis realizado se pudo determinar que el software más apropiado para el modelado en 3D de la propuesta de distribución es “Sketchup”, esto debido a que sus aspectos positivos, como su fácil utilización, rendimiento

óptimo del programa, seguridad de los archivos sin pérdida de cambios y rápida adaptación a su implementación.

3.3.10 Diseño 3D de la propuesta de distribución

El plano en 3D se desarrolló con la ayuda del software Sketchup 2022, pues este permite agregar componentes industriales, arquitectónicos, entre otros con mayor facilidad, debido a que posee librerías de acuerdo con cada una de las necesidades.

La simulación se llevó a cabo mediante los siguientes pasos:

a. *Ejecución del software Sketchup*

Aquí nos permite dar un vistazo inicial a Sketchup, en donde se puede escoger el modelo de acuerdo con el que se va a trabajar, en nuestro caso será un modelo sencillo, ya que no estamos enfocados en diseñar una infraestructura, sino en un bosquejo de la nueva distribución de la empresa “GAMETALCRIS”.



Figura 19. Software Sketchup

b. *Importar el diseño en AutoCAD a Sketchup*

Para importar el modelado de la distribución que se realizó en el software AutoCAD, este debe estar guardado con una extensión “dwg”, también es necesario tener en cuenta en que unidades se trabajó, esto con el propósito de que al importar el modelo a Sketchup este no se altere.

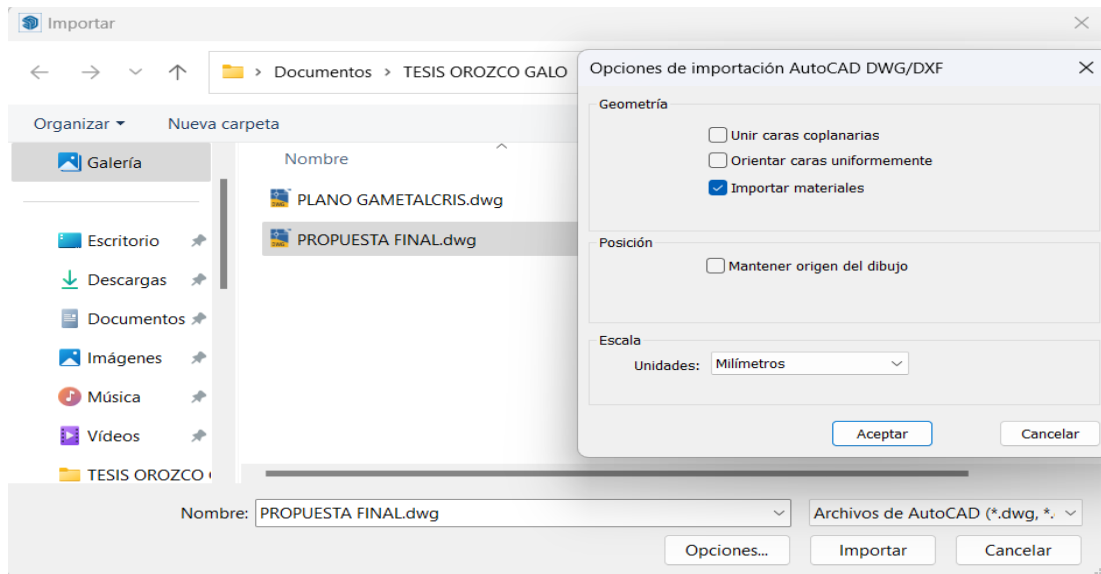


Figura 20. Importar modelo de AutoCAD a Sketchup

c. Inicio del modelado en 3D de la propuesta de distribución

El modelo se empieza detallando el área de piso y paredes, esto se lo realiza mediante la opción línea que se encuentra en la barra de tareas, el cual forma un sólido.

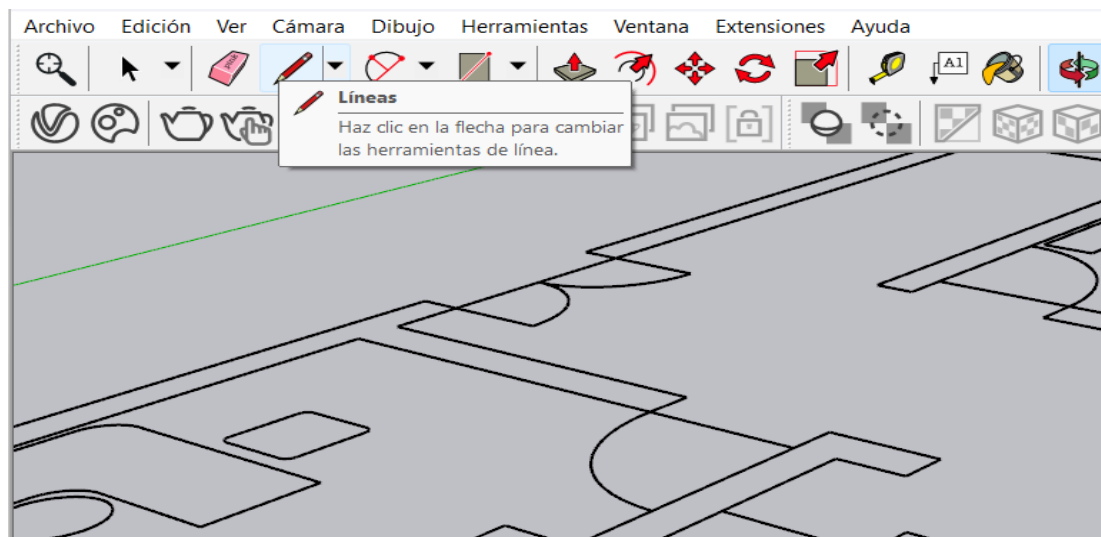


Figura 21. Paredes y piso en Sketchup

Una vez determinado el sólido para paredes y piso, se procede a extruirlo a un alto de 5,00 m en paredes y 0,30 cm en piso.

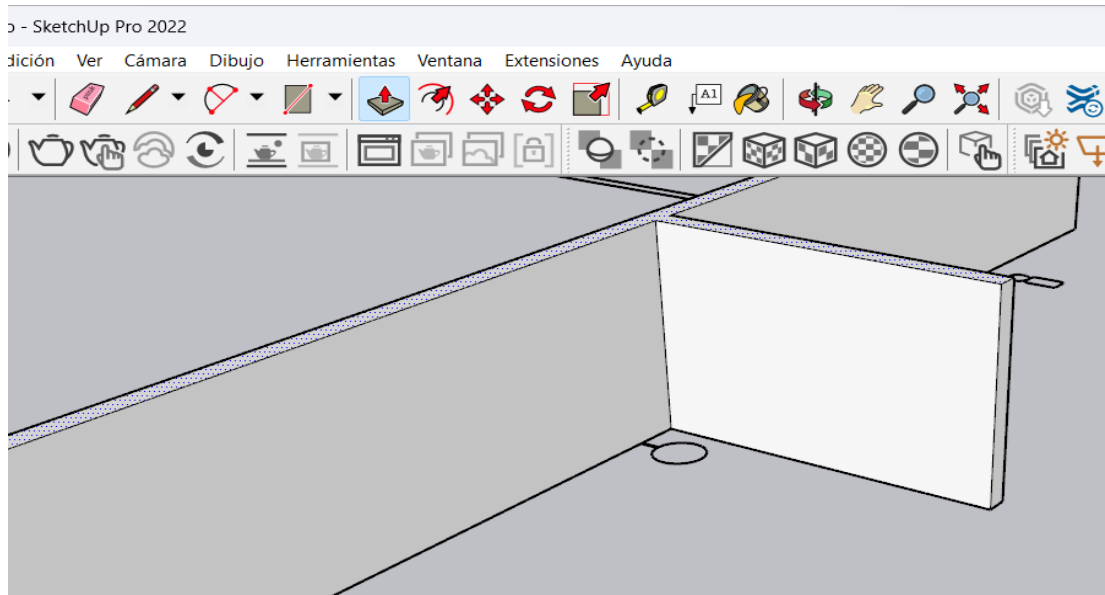


Figura 22. Extrucción en Sketchup

d. Implementación de componentes

Para colocar los componentes en 3D como maquinaria, equipos industriales, equipos de oficina, puertas, vegetación y otros, se utilizó la opción 3D Warehouse, la cual nos permite buscar cada elemento y escoger el que más se asemeje a nuestras necesidades.

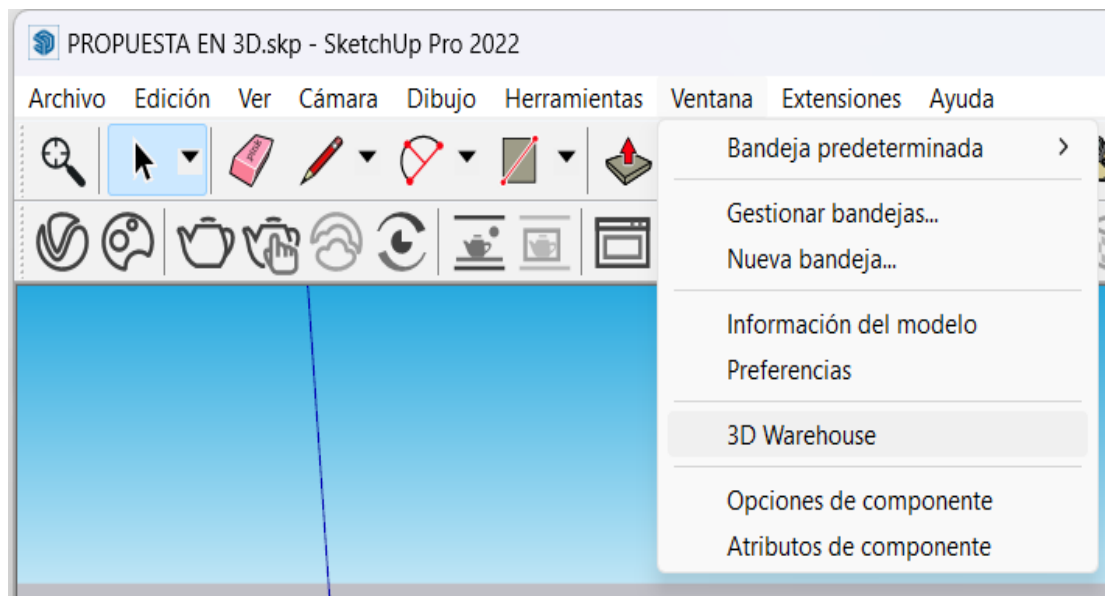


Figura 23. Opción 3D Warehouse

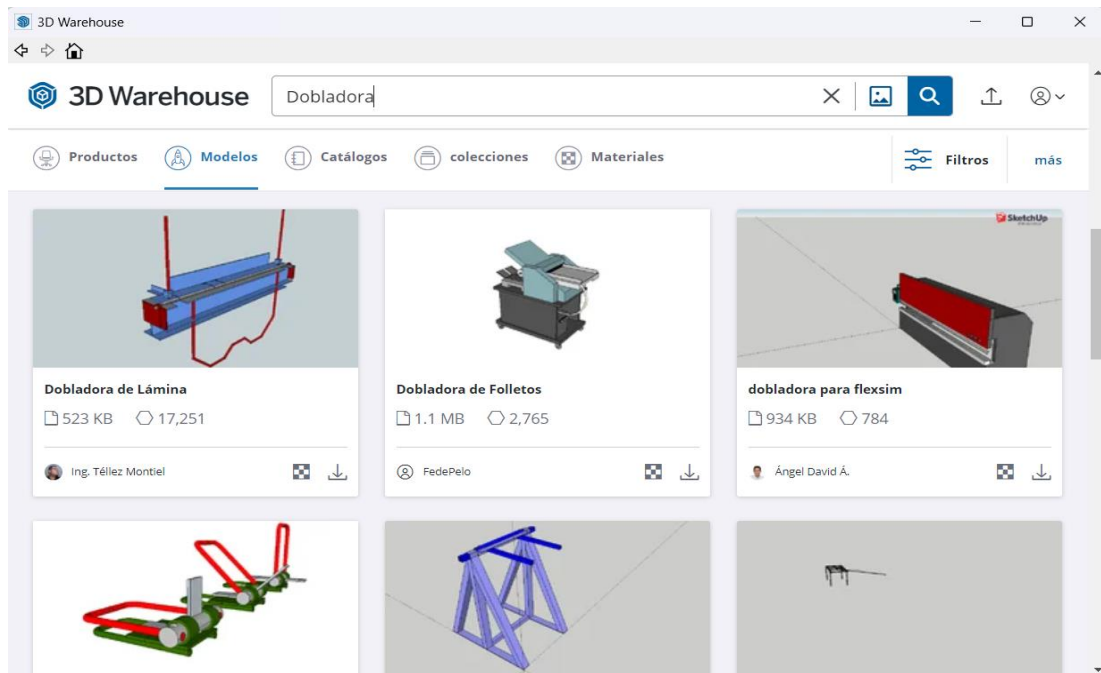


Figura 24. Selección de componentes en 3D

e. *Materiales para el diseño*

Los materiales como espejos, cerámica, madera, plástico entre otros son colocados mediante la opción pintar, el cual nos despliega una lista de todas las texturas que se pueden utilizar para el diseño en 3D de la propuesta de distribución.

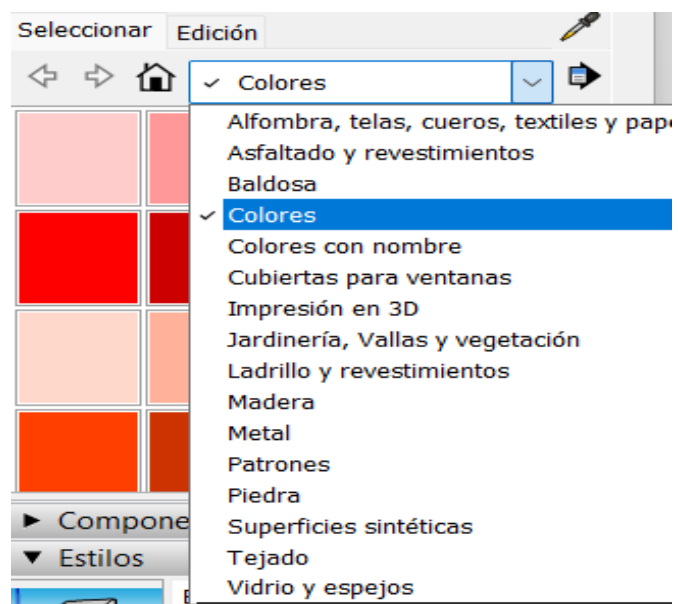


Figura 25. Materiales para emplear en el diseño en 3D

f. *Diseño en 3D final de la propuesta de distribución*

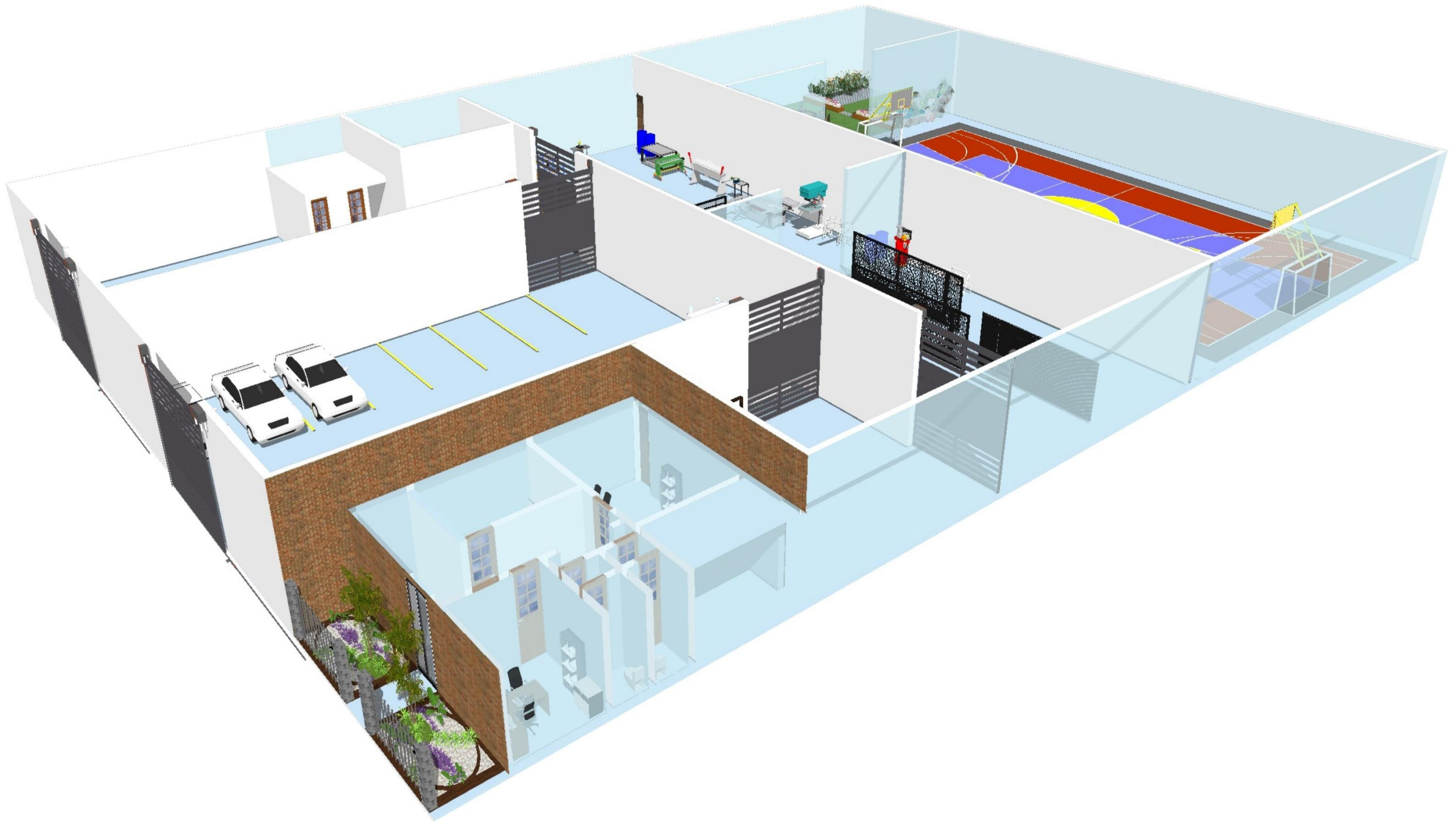


Figura 26. Diseño en 3D de la propuesta de distribución

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- La empresa “GAMETALCRIS” posee una deficiente distribución de planta, lo que ha provocado que existan retrasos en la producción, generalmente por la falta de espacio en cada una de sus áreas, provocando que los clientes presenten reclamos a la gerencia por el incumplimiento de tiempos de entrega, permitiendo así que la empresa se proyecte en un futuro a expandir sus instalaciones, mejorando la distribución de planta para óptima para sus procesos.
- Mediante el método de Guerchet, se logró determinar la superficie necesaria de todas las áreas presentes en la propuesta de distribución, para ello fue necesario analizar todos los elementos fijos y elementos móviles empleados en cada uno de los procesos, esto permitió que la superficie total de la empresa “GAMETALCRIS”, posea un valor de 1129,58 m², existiendo una diferencia de 976,49 m², con respecto a la superficie actual.
- La propuesta de distribución se basó principalmente en el método SLP, en donde se analizó el grado de cercanía entre áreas para el cumplimiento de actividades, esto se logró gracias a criterios de proximidad y valores de cercanía, permitiendo así identificar dos propuesta ante la problemática, estas fueron analizadas mediante el método carga distancia con la finalidad de seleccionar la distribución óptima, es por ellos que se optó por la segunda propuesta, pues existe una diferencia de recorrido de 15 m de acuerdo al grado de cercanía “A” y con respecto al grado “E” la diferencia es de 7 m.
- Para el desarrollo del layout final de la propuesta de distribución diseñado en AutoCAD, se analizaron factores como el grosor de paredes y el número de pasillos a implementar en cada área, lo cual generaría un aumento de superficie, siendo esta de 2096,37 m², cabe recalcar que en este valor se está tomando de extremo a extremo, sin descontar áreas huecas.

- Mediante el diseño en 3D de la propuesta de distribución de planta realizado en el software Sketchup, se pudo observar que es necesario realizar un estudio de cercanía pues aquí se logró observar cómo cada área estaba relacionada entre sí para el cumplimiento de actividades, además en las superficies sobrantes se colocaron partes verdes como jardines con la finalidad de tener un diseño simétrico.

4.2 Recomendaciones

- El desarrollo del proyecto de investigación debe ser llevado a cabo mediante el apoyo y cooperación de las partes interesadas, con el propósito de que se cumplan con los tiempos establecidos en el cronograma de actividades.
- Realizar constantemente estudios dentro de la empresa “GAMETALCRIS”, esto con la finalidad de que se logre prevenir problemas a futuro, es por ello, que es necesario tener un registro archivado, el cual permita ver en que están fallando y que hacer para mejorarlo.
- Respetar el espacio proporcionado para cada una de las áreas de trabajo, así también es necesario implementar un manual de operaciones en donde se especifiquen o se estandaricen cada uno de los procesos.
- Realizar planos de la empresa, con la finalidad de identificar la superficie de cada uno de los departamentos presentes en la distribución de planta.
- Diseñar un modelado en 3D en softwares dedicados a modelado estructural, en donde se pueda detallar cada uno de los componentes tanto de construcción como de distribución.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] P. Pérez, «Evaluación de la Distribución Espacial de Plantas Industriales Mediante un Índice de Desempeño,» *RAE*, vol. 56, n° 5, pp. 533-546, 2016.
- [2] E. Orozco, «Diseño y Distribución de Instalaciones Industriales apoyado en el uso de la Simulación de Procesos,» *Investigación e Innovación en Ingenierías*, vol. 1, n° 1, pp. 6-12, 2013.
- [3] M. Leyva y J. Bacalla, «Una taxonomía del problem de distribución de planta por procesos y sus métodos de solución,» *UNMSM*, vol. 16, n° 2, pp. 132-143, 2013.
- [4] R. Sortino, «Radicación y Distribución de Planta (Layout) como Gestión Empresaria,» *INVENIO*, pp. 125-139, 2017.
- [5] G. Jun, L. Wenjun, P. Zhao y D. Baigang, «Integrated scheduling of distributed production and distribution in group manufacturing with uncertain travel time,» *Springer Link*, vol. 9, pp. 1871-1889, 2022.
- [6] J. Veloz, «Mejora de Distribución de Planta, para Incrementar la Productividad, en la Empresa Timones Hidráulicos Veloz de la Ciudades de Trujillo.,» *Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación*, vol. 7, n° 2, pp. 136-150, 2020.
- [7] A. Salazar y L. Vargas, «Propuesta de Distribución en Planta Bietapa en Ambientes de Manufactura Flexible mediante el Proceso Analítico Jerárquico,» *EIA*, n° 14, pp. 161-175, 2011.
- [8] S. P. Singh, «Solving Facility Layout Problem: Three-level Tabu Search Metaheuristic Approach,» *International Journal of Recent Trends in Engineering*, vol. 1, n° 1, pp. 73-77, 2009.
- [9] E. Orozco y L. Ortiz , «Distribución de Plantas con Planeación Sistemática de Layout,» de *HERRAMIENTAS GESTIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD*, Barranquilla, Universidad Simón Bolívar, 2017, pp. 17-47.
- [10] E. Ramírez, V. Chud y J. Orejuela, «Propuesta metodológica multicriterio para la distribución semicontinua de plantas,» *SUMA DE NEGOCIOS*, vol. 10, n° 23, pp. 132-145, 2019.
- [11] C. Otavalo, Estudio de la Distribución de Planta en el Área de Hornos para el Aprovechamiento de Espacios y Recursos en la Empresa Industria Metálica Cotopaxi, Latacunga: UTC, 2017.
- [12] E. Chiliquinga, Análisis de la distribución de planta del área de fundicion de la empresa Cedal Aluminio S.A. Ltacunga, para generar una propuesta de redistribución., Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi, 2019.

- [13] D. Álvarez, J. Ávila y J. Hurtado, «Application of SLP methodology for plant redistribution in Colombian micro-enterprise in the leather sector: A case Study,» *BILO*, vol. 4, n° 1, 2022.
- [14] D. Ramírez, «Propuesta metodológica multicriterio para la distribución semicontinua de plantas,» *Suma de Negocios*, vol. 10, n° 23, pp. 132-145, 2019.
- [15] K. Torres y L. Flóres, «Metodología SLP para la distribución en planta de empresa productoras de guadua laminada encolada (GLG),» *Scielo*, vol. 25, n° 2, 2020.
- [16] S. Cáceres y M. Aragon, «Una aplicación de la planeación sistemática de la distribución y TOPSIS para el diseño de una taller de reparación de piezas de turbinas de generación eléctrica,» *Redalyc*, vol. 26, 2022.
- [17] A. Giuttari, *Diseño y distribución de planta para mejorar la productividad del proceso de fabricación de estructuras metálicas en una empresa metalmeccánica*, Lima: Universidad Privada del Norte, 2021.
- [18] E. Ortiz Naranjo, «Distribución de Planta y sus factores: Incidencia en el mejoramiento de la productividad,» *RIEMAT*, vol. 7, n° 1, 2022.
- [19] G. Sabater, «Distribución de Planta. Nota Técnica,» RIUNET, 2020.
- [20] S. Plau y N. Carrión, «Estimación de la superficie requerida y distribución de planta de una industria metalmeccánica,» *IDEAS*, vol. 4, n° 2, 2022.
- [21] N. Cruz, «La formación a través de la lúdica en el diseño de áreas de trabajo,» UNIAGUSTINIANA, Bogotá, 2017.
- [22] J. Gutiérrez, «Distribución de plantas usando el método SLP: enseñada desde un juego serio1,» *ISSN*, vol. 16, n° 1, pp. 165-179, 2020.
- [23] B. Díaz y M. Noriega, *Manual para el diseño de instalaciones manufactureras y de servicios*, Lima: Fondo Editorial, 2017.
- [24] INEN, «NTE INEN 2309. Accesibilidad de las personas al medio físico. Puertas. Requisitos,» INEN, Quito, 2018.
- [25] INEN, «NTE INEN 2248. Accesibilidad de las personas al medio físico. Estacionamientos,» INEN, Quito, 2016.
- [26] F. Meyers y M. Stephens, *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*, México: PEARSON, 2006.
- [27] INEN, «NTE INEN 2293. Accesibilidad de las personas al medio físico. Servicios higiénicos, cuartos de baño y baterías sanitarias. Requisitos,» INEN, Quito, 2018.

- [28] Consejo Superior de Deportes, «Normas reglamentarias de baloncesto,» Ministerio de educación, formación profesional y deportes, España, 2015.
- [29] Consejo Superior de Deportes, «Normas reglamentarias de fútbol,» Ministerio de educación, formación profesional y deportes, España, 2013.
- [30] INEN, «NTE INEN 2247. Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificaciones. Corredores y pasillos. Características generales,» INEN, Quito, 2016.
- [31] INEN, NTE INEN 3066. Bloques de hormigón. Requisitos y métodos de ensayo, Quito: INEN, 2016.
- [32] NEC, «Normativa Ecuatorina de la construcción (NEC). Mampostería estructural,» MIDUVI, Quito, 2014.
- [33] A. Grajales, «ACADEMY.DPSYS,» 04 04 2023. [En línea]. Available: <https://academy.dpsys.com.mx/autodesk-autocad/>. [Último acceso: 23 11 2023].
- [34] F. Jaraba, «ABAC.MX. Escuela Británica de artes y crativas y tecnología,» 01 06 2023. [En línea]. Available: <https://ebac.mx/blog/que-es-sketchup>. [Último acceso: 23 11 2023].

ANEXOS

Anexo A. Levantamiento de información

ANÁLISIS DE INFORMACIÓN			
NOMBRE DE LA EMPRESA:			
ACTIVIDAD PRINCIPAL:			
DATOS PUESTO DE TRABAJO:			
ÁREA:			
PUESTO DE TRABAJO:			
POBLACIÓN VULNERABLE:		NÚMERO DE TRABAJADORES:	
		NÚMERO DE HOMBRES:	
		NÚMERO DE MUJERES:	
Personas Vulnerables	SI	NO	Horario de Trabajo
Mujeres Embarazadas			
Menores de 18 años			
Personas Discapacitas			
Personas con Enfermedades Catastróficas			
POSICIÓN DE TRABAJO:			
TIPO DE TRABAJO:			
ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR PUESTO DE TRABAJO			
TAREAS		Fotografías de las Instalaciones	
DESCRIPCIÓN DE PROBLEMAS			

Anexo B. Guía de entrevista

GUÍA DE ENTREVISTA		
Nombres y Apellidos:		
Ocupación:		
Fecha:		
Objetivo: Determinar los focos vitales que presenta la empresa "GAMETALCRIS", al no poseer una distribución de planta adecuada para el desarrollo de las actividades.		
Nº	Preguntas	Respuestas
1	¿Cómo considera usted la actual distribución de planta dentro de la empresa?	
2	¿Cree usted que la empresa necesita una mayor superficie en cada una de sus áreas?	
3	¿Debido a la falta de espacio a existido retrasos en la producción?	
4	¿Usted estaría de acuerdo en que se implementara una nueva distribución dentro de la empresa?	
5	¿Qué le gustaría que se aumentara a las instalaciones de la empresa?	
6	¿cree usted que la empresa con una nueva distribución de planta lograría aumentar considerablemente su productividad?	

Anexo C. Escritorio (ficha técnica)

FICHA TÉCNICA ESCRITORIO RECTO (MINKA III)

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN DEL ATRIBUTO
NOMBRE GENÉRICO	ESCRITORIO RECTO MINKA III
NOMBRE ESPECÍFICO	ESCRITORIO RECTO 1500 MM X 600 MM
DIMENSIONES	1500 mm x 600 mm
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TABLERO DE SUPERFICIE	
TABLERO PRINCIPAL	Aglomerado de 25 mm, 1 cara en laminado de baja presión (melamina), color tipo blanco.
REVESTIMIENTO DE TABLERO	Laminado de alta presión (HPL), espesor de 0.8 mm, color tipo Niebla 2191.
PASACABLES	Elíptico, color negro
CANALETA METÁLICA PARA CABLES	Acero laminado al frío de 0.7 mm de 40 mm x 60 mm x 80 mm, color Nopal.
CANTO DURO	Espesor 2 mm. Color similar al laminado.
ESTRUCTURA	
INFERIOR	Diseño en U invertida: Tubo rectangular en acero laminado 51 mm x 25 mm x 1.4 mm, color Gris claro. con platinas "L" de 75 mm x 65 mm con 6 mm de espesor.
FALDÓN PARA ESCRITORIO	Acero laminado de 1.4 mm de espesor, con diseño troquelado de figuras cuadradas, cubierto con pintura color Nopal, fijo a soportes laterales. Dimensión: 1130 mm x 340 mm.
PINTURA ELEMENTOS METÁLICOS	Polvo sistema de aplicación electrostática secado al horno.
SOLDADURA	Suelda MIG.
NIVELADORES DE ALTURA	Poliamida (nylon) de alta resistencia color negro, de diámetro 3/8"
CAJONERA	
ESTRUCTURA METÁLICA	Acero laminado al frío de 0.7 mm, 350 mm x 560 mm x 700 mm
CAJONES	1 grande para carpetas colgantes, 2 pequeños de uso múltiple
RIELES	Telescópicas de doble extensión acero inoxidable
CERRADURA	Empuje centralizado enchapada en níquel con un giro de 90 grados
AGARRADERA PARA CAJONES	Acero inoxidable de 210 mm de longitud
NIVELADORES DE ALTURA	Poliamida (nylon) de alta resistencia color negro, de diámetro 3/8".
PLANOS	

POWER MIG[®] 180C



Procesos

MIG, Alambre Tubular

Número del producto

K2473-2

Las especificaciones completas están en la parte posterior

Energía de entrada

208/230/1/60

Corriente de alimentación a la salida nominal

20 A

Corriente/Voltaje/Ciclo de trabajo de salida nominal

208 V: 130 A/17 V/30%

230 V: 130 A/20 V/30%

Rango de salida

de 30 a 180 A CD, Máx. OCV: 34

Rango de velocidad de alimentación de alambre

de 50 a 500 ppm (1,3-12,7 m/min)

Peso/dimensiones (A x A x P)

66 lb (30 kg)

14 x 10,15 x 18,6 in.

(357 x 258 x 472 mm)

POWER MIG[®]

The Professional's Choice.SM

Ya sea usted un agricultor o un fabricante, un hojalatero o mecánico de traspaso, ¡el POWER MIG[®] 180C le ayudará a realizar el trabajo! Es una soldadora portátil de alambre diseñada para ser usada con alimentación industrial de 230 voltios, de manera que usted puede soldar material más grueso: hasta 3/16 pulg. con soldadura MIG y 1/2 pulg. con soldadura con alambre tubular sin gas.

CARACTERÍSTICAS

- ▶ **Diamond Core Technology™** – Proporciona un arco fácil, excelente acción del arco fuera de posición, bajas salpicaduras y un amplio punto óptimo de voltaje para una velocidad de alimentación de alambre dada para acero, acero inoxidable o aluminio.
- ▶ **Sistema alimentación de aluminio fundido** – Los rodillos impulsores duales movidos por engranes proporcionan una tracción positiva. Las guías patentadas de alambre dividido aseguran la óptima alineación del alambre y la conexión de bronce con bronce de la pistola ayuda a la crítica conductividad. Un gran motor industrial de impulso de diseño cerrado mejora el par de torsión y aumenta el desempeño sin problemas.
- ▶ **Diseño sin herramientas ni problemas:** para cambios de la energía de entrada, montaje del carrete de alambre, servicio del impulsor de alambre y cambios de polaridad.
- ▶ **Listo para pistola de carrete** – Sólo retire la pistola MIG estándar y conecte la económica pistola de carrete Magnum[®] 100SG (opcional) para un mejor desempeño del alimentador de alambre de aluminio.
- ▶ **La protección del circuito impreso más resistente en la industria:** encerrada para aislar los delicados componentes del medio ambiente, colocada en una resistente bandeja plástica para añadir rigidez y resistencia a los golpes.

APLICACIONES

- ▶ Fabricación en metal
- ▶ Mantenimiento y Reparac
- ▶ Automotriz/Granja
- ▶ Industria ligera



Se muestra: K2473-2

QUÉ INCLUYE

K2473-2 Incluye:

- ▶ Pistola Magnum[®] PRO 100L, 10 ft. (3,0 m)
- ▶ Toberas con y sin gas
- ▶ Forro del cable
- ▶ .025 in. (0,6 mm) y .035 in. (0,9 mm) Puntas de contacto
- ▶ Cable de trabajo y pinza
- ▶ Regulador ajustable de gas y manguera
- ▶ Adaptador del eje
- ▶ Carrete de muestra de .025 in. (0,6 mm) SuperArc[®] L-56 de alambre MIG de acero dulce
- ▶ Carrete de muestra de .035 in. (0,9 mm) Innershield[®] NR-211-MP de Alambre tubular FCAW
- ▶ DVD de instrucciones de uso
- ▶ .035 in. (0,9 mm) y .025, .030 in. (0,6 - 0,7 mm) Rodillos de alimentación
- ▶ .030 - .045 in. (0,7 - 1,1 mm) Rodillo áspero de alimentación
- ▶ .025 - .035 in. (0,6 - 0,9 mm) y .035 - .045 in. (0,9 - 1,1 mm) Guías de alambre

ENTRADA



SALIDA



Garantía extendida de dos años disponible en los EE.UU. y Canadá



Publicación E7.24 | Fecha de emisión 11/10
© Lincoln Global, Inc. Todos los derechos reservados.




THE LINCOLN ELECTRIC COMPANY
22801 St. Clair Avenue • Cleveland, OH 44117-1199 • U.S.A.
TEL.: +1.216-481-8100 • www.lincolnelectric.com

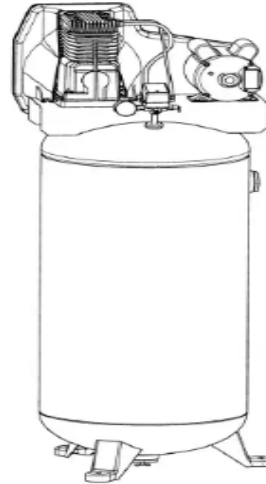


Anexo E. Compresor industrial (ficha técnica)

Parts Manual
Manuel de pièces
Manual de piezas

200-2233
 Revision G




 **English** **Single Stage, Belt Drive, Electric Air Compressors**
 **French** **D'un seule étape, actionnement pour courroie, compresseur d'air électrique**
 **Spanish** **De una sola etapa, accionamiento por correa, compresor de aire eléctrico**



Specification Chart Tableau des spécifications Cuadro de especificaciones

MODEL NO. (MODÈLE) (MODELO)	PEAK H.P. (CV)	TANK CAPACITY GALLONS (CAPACITÉ DU RÉSERVOIR - LITRES) (CAPACIDAD DEL TANQUE - LITROS)	VOLTAGE AMPS/PHASE (TENSION) AMPS/PHASE (VOLTAJE/ AMP/FASE)	KICK-IN PRESSURE (PRESSION D'OUVERTURE) (PRESION DE CONEXION)	KICK-OUT PRESSURE (PRESSION DE FERM.) (PRESION DE DESCONEXION)
L5006016	5	Vert. 60 (228)	230/15/1	100 (6,89 bar)	130 (8,96 bar)
L6506016	6.5				
L7006016	7.0				

PARTS LIST / LISTE DE PIÈCES / LISTA DE LAS PIEZAS

Item Art Art	Part No N° / P Núm / P	Qty Qté Cant	 English Description	 French Description	 Spanish Descripción
1	125-0151	1	Belt guard (outer).....	Garant.....	Protector
2	061-0114	5	Plastite screw.....	Vis.....	Tornillo
3	N/A	9	Bolt, 5/16-18 x 1/2.....	Boulon.....	Perno
4	125-0152	1	Belt guard (inner).....	Garant.....	Protector
5	068-0002	1	Connector.....	Connecteur.....	Conector
6	058-0017	2	Nut, 1/4" O.D. tube.....	Écrou.....	Tuerca
7	145-0084	1	Bleeder tube.....	Tube.....	Tubo
8	034-0138	1	Switch, pressure.....	Interrupteur.....	Manómetro
9	136-0067	1	Valve, ASME.....	Soupape.....	Válvula
10	N/A	1	Nipple, 1/4 x 2-1/2.....	Manchon fileté.....	Niple
11	136-0064	1	Valve, bleeder.....	Soupape.....	Válvula
12	032-0025	1	Gauge.....	Manomètre.....	Manómetro
13	007-0037	1	V-belt.....	Courroie.....	Correa
14	006-0018	1	Pulley, 5hp models.....	Poulie.....	Polea
or	006-0108	1	Pulley, 6 & 6.5hp models.....	Poulie.....	Polea
or	006-0142	1	Pulley, 7hp models.....	Poulie.....	Polea
15	061-0009	1	Setscrew.....	Vis d'arrêt.....	Tomillo fijador
16	146-0016	1	Key.....	Clé.....	Chaveta
17	160-0266	1	Motor.....	Moteur.....	Motor
	166-0055	1	Capacitor, start, black.....	Condensateur.....	Condensador
	166-0018	1	Capacitor, run, silver.....	Condensateur.....	Condensador
	166-0029	1	Cover, start capacitor.....	Couvercle.....	Tapa
	166-0028	1	Cover, run capacitor.....	Couvercle.....	Tapa
18	026-0188	1	Cord, interconnect.....	Câble.....	Cordón
19A	021-0201	1	Tank assembly (60 gallon).....	Ensemble du réservoir.....	Conjunto de tanque
19A	512-0042	1	Bushing 2" NPSM x 3/8" NPT.....	Bouchon.....	Tapón
19B	512-0041	1	Bushing 2" NPSM x 1/4" NPT.....	Bouchon.....	Tapón
	513-0001	1	O-ring 2".....	Joint torique.....	Anillo Tórico
19C	072-0001	1	Petcock.....	Robinet de purge.....	Llave de desagüe
20	N/A	4	Bolt, 5/16"-18 x 1-1/4".....	Boulon.....	Perno
21	040-0311	1	Pump assembly, 165..... (for replacement parts see pages 4 & 5)	Ensemble du pompe..... (voir le pages 4 et 5)	Conjunto de bomba (véase las paginaciones 4 y 5)
22	031-0066	1	Check valve.....	Soupape.....	Válvula
23	058-0007	2	Compression nut.....	Écrou.....	Tuerca
24	145-0313	1	Transfer tube.....	Tube.....	Tubo
25	068-0017	1	Connector.....	Connecteur.....	Conector
26	098-2336	1	Label, warning.....	D'avertissement étiquette.....	Amoñestadora escritura de la etiqueta
28	098-2856	1	Label, warning.....	D'avertissement étiquette.....	Amoñestadora escritura de la etiqueta

Anexo F. Suelda eléctrica (ficha técnica)

MÁQUINAS DE ELECTRODO REVESTIDO

RX 330 PRO

Procesos

Electrodo Revestido (SMAW)
y TIG (GTAW)

Ver al reverso para mayor
información técnica.

Voltaje de Alimentación (Voltaje/Fase/Frecuencia)

220V / 440V / 2 Fases / 60Hz

Corriente de entrada a rango de salida

C.A.: 98/49A C.D.: 90.2/43A

Salida Nominal

C.A.: 300A/32V/30% Ciclo de Trabajo
C.D.: 275A/31V/35% Ciclo de Trabajo
C.A./C.D.: 160A/26,4V/100%

Rango de Salida

C.A.: 35-330A C.D.: 25-300A

Rango bajo C.A.: 35-290A
Rango alto C.A.: 80-330A
C.D.: 25-200A C.D.: 54-300A

Voltaje Máximo Circuito Abierto

C.A.: 78V C.D.: 66V

Peso / Dimensiones (Alto x Ancho x Largo)

112 Kg (247 Lb)
710.8x553.1x767.6 mm (27.98x21.77x30.22 in)

Soldadura de Electrodo Revestido para Trabajo Pesado

Conozca la nueva fuente de poder RX 330 PRO, ideal para sus necesidades de Soldadura.

Produce un arco suave y constante generado por su estabilizador de alta capacidad y nuevo rectificador. Cuenta con un amplio rango de corriente alterna y corriente directa lo cual favorece el uso en una extensa gama de electrodos ya sea celulósico, de bajo hidrógeno, de acero inoxidable o de recubrimientos duros, aluminio y bronce.

Ventajas

- ▶ Concepción simple, es compacta de peso ligero que garantiza un alto desempeño al realizar soldaduras con Electrodo revestido (SMAW), TIG (GTAW) "Usando los accesorios complementarios No incluidos".
- ▶ Consumo mínimo de energía debido a que el transformador esta construido de lamina de acero de grado eléctrico de la mas alta calidad, lo cual reduce un nivel extremadamente bajo las perdida de energía en vacio.
- ▶ Aislamiento térmico de conductores clase 180° y 220° C de la mejor calidad en su tipo, Bobinas impregnadas con Barniz en el Transformador para soportar temperaturas y climas extremos y proveer mayor rendimiento y vida operacional al equipo.
- ▶ Puente rectificador multi-diodos especialmente diseñado con materiales de alta disipación térmica para trabajos pesados.
- ▶ Receptáculo de corriente a 115V ~ con protección térmica de 15A.
- ▶ Selector de rango bajo-alto.



Código:
51501-1

- ▶ Interruptor selector de salida y polaridad, facilita acceder a corriente C.A., C.D.+ y C.D.- sin necesidad de cambiar cables.
- ▶ Nuevo sistema de ventilación que produce un mayor desplazamiento de aire.
- ▶ Manivela de ajuste de salida de corriente fácil de operar.
- ▶ Indicador dial visible para una buena referencia a la salida de amperaje deseada.
- ▶ Jaladera metálica y juego de 4 llantas fácil de armar que facilitan la movilidad de la maquina.
- ▶ Amplio rango de corriente de hasta 330A en C.A. y de hasta 300A en C.D.

ENTRADA



SALIDA



LINCOLN ELECTRIC MAQUINAS, S. DE R.L. DE C.V.
CERRADA SAN JOSE No. 15 • FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL FERROPUERTO LAGUNA
CP 27400 • TORREON COAHUILA • MEXICO
TEL.: +52 (871) 7290900 • www.lincolnelectric.com.mx

LINCOLN
ELECTRIC
THE WELDING EXPERTS®



FICHA TECNICA

DEWALT

TRONZADORA 14" 2300W D28730-B3

Velocidad

3800 RPM

Garantía

3 años

Diámetro Disco

14 pulgadas

Modelo

D28720

Observaciones

La foto de este producto ha sido ambientada, por lo cual no incluye ningún adorno, ni accesorios, ni piezas adicionales ni ningún otro elemento que lo acompañan. El color presentado en la fotografía es una aproximación al color real y puede variar con la resolución de la pantalla desde donde se está viendo el producto.

Motor

3.0HP

Tipo de velocidad

Fija

Potencia Máxima

2300W

Amperios

15 Amp AC/DC

Peso

17 kg

Tipo

Herramientas de Banco

Tipo de trabajo

Industrial

Características

Tronzadora de metales de mango ergonómico, guía de 45°, potente motor, bloqueo de eje que permite hacer cambios rápidos y fáciles, deflector de chispas, prensa de bloqueo para ajuste firme de los materiales que van a ser cortados.

Incluye

Rasgadura de chapas metálicas



Anexo H. Suelda TIG (ficha técnica)

Elektro® INVERTER

SOLDADORAS INVERTER EN DC PARA ELECTRODO REVESTIDO COMUNES Y ESPECIALES



MODELO ARC 200
VOLTAJE DE ENTRADA 110/220 o 220V
AMPERAJE 200
CICLO DE TRABAJO 60%
PESO 8K
DIMENSIONES 37x15x23cm
INCLUYE CABLE AMERICANO
 PINZA DE TIERRA
 PORTAELECTRODOS



MODELO ARC 250 IGBT
VOLTAJE DE ENTRADA 220V
AMPERAJE 250
CICLO DE TRABAJO 60%
PESO 7.7K
DIMENSIONES 44X30X32cm
INCLUYE CABLE AMERICANO
 PINZA DE TIERRA
 PORTAELECTRODOS



MODELO ARC 400/500 IGBT
VOLTAJE DE ENTRADA 220V. 3F
AMPERAJE 400 / 500
CICLO DE TRABAJO 60%
PESO 28K
DIMENSIONES 56X30X49cm
INCLUYE CABLE AMERICANO
 PINZA DE TIERRA
 PORTAELECTRODOS



VENTAJAS


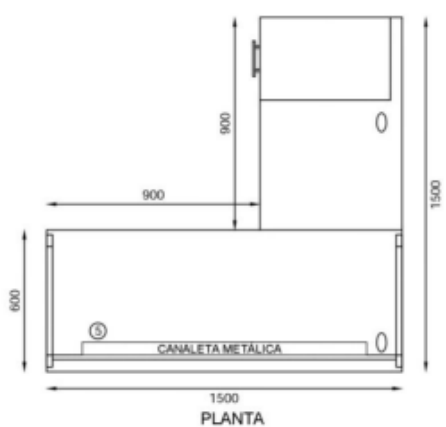
- SON DE MENOR TAMAÑO Y PESO
- SON AHORRADORAS DE ENERGIA
- TIENEN MAYOR CICLO DE TRABAJO
- SON DE FACIL MANTENIMIENTO
- SON DE REPUESTOS MAS ECONOMICOS
- ENTREGAN MEJOR CALIDAD DE SOLDADURA

APLICACIONES DE LOS INVERSORES

ARC 200 ARC 250 ARC 400-500

	ARC 200	ARC 250	ARC 400-500
ELECTRODO 6011 - 1/8	SI	SI	SI
ELECTRODO 6013 - 1/8	SI	SI	SI
ELECTRODO 7018 - 1/8	MODERADO	SI	SI
ELECTRODO 7018 - 5/32	NO	SI	SI
ELECTRODOS ESPECIALES 5/32	NO	SI	SI
ACEROS INOXIDABLES, ACEROS DUROS	SI	SI	SI
HIERRO FUNDIDO, ALUMINIO 1/8 ETC.	SI	SI	SI

Anexo I. Escritorio (ficha técnica)

 MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA		DIRECCIÓN NACIONAL DE EQUIPAMIENTO SANITARIO FICHA TÉCNICA	
DATOS GENERALES			
CÓDIGO DNES N°:	MES-17-R08		
REVISIÓN:	OCTAVA		
NOMBRE:	ESCRITORIO EN L MINKA I 1500MM X 1500MM		
TIPO:	CON CAJONERA		
PERIODO DE VIGENCIA:	Desde: 01/01/2018	Hasta: 31/12/2018	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
ATRIBUTO	VALOR		
	Control / Visualización / Material		
Cajonera/estructura metálica	Acero laminado al frío de 0.7mm, 350mm x 560mm x 700mm		
Cajonera/rieles	Telescópicas de doble extensión acero inoxidable		
Cajoneras/agarraderas cajones	Acero inoxidable de 210mm de longitud.		
Cajoneras/cajones	1 grande para carpetas colgantes, 2 pequeños de uso múltiple		
Cajoneras/cerradura	Empuje centralizado enchapada en níquel con un giro de 90 grados		
Cajoneras/niveladores de altura	Poliamida (nylon) de alta resistencia color negro, de diámetro 3/8"		
Dimensiones/escritorio	Tablero principal: 1500mm x 600mm Tablero auxiliar: 900mm x 600mm		
Estructura/faldón para escritorio	Acero laminado al frío de 1.4mm de espesor, con diseño troquelado de figuras cuadradas, cubierto con pintura color Nopal, fijo a soportes laterales. Dim: 1130 mm x 340mm.		
Estructura/inferior	Diseño en U invertida: Tubo rectangular en acero laminado 51mm x 25mm x 1.4mm, color Gris claro. con platinas "L" de 75mm x 75mm con 5mm de espesor		
Estructura/niveladores de altura	Poliamida (nylon) de alta resistencia color negro, de diámetro 3/8"		
Estructura/pintura elementos metálicos	Polvo sistema de aplicación electrostática secado al horno.		
Estructura/soldadura	Solda MIG		
Tablero de superficie/canto duro	Espesor 2mm. Color similar al laminado.		
Tablero de superficie/pasacables	Elíptico, color negro		
Tablero de superficie/revestimiento del tablero	Laminado de alta presión (HPL), espesor de 0.8mm, color tipo Niebla 2191.		
Tablero de superficies/canaleta metálica para cables	Acero laminado al frío de 0.7mm de 40mm x 60mm x 80mm, color Nopal.		
Tablero de superficie/tablero principal	Aglomerado de 25mm, 1 cara en laminado de baja presión (melamina), color tipo blanco.		
IMAGEN REFERENCIAL			
 <p>PLANTA</p>			

Anexo J. Sofá (ficha técnica)

Web: 01urumbari.com/FAJAS TECNICAS

Español

Ficha Técnica

R/01 - 09/03/2020

Modelo **ALTEA**



Información Técnica

Armazón: Madera pino y tablero

Suspensión Asiento: N.E.A. 10 Años de garantía

Suspensión Respaldo: Suspensión cincha 80mm

Asiento: Poliuretano 35kg+fibra+Poliuretano 35kg

Dureza del Asiento: Tacto dureza medium (blanco) + soft (Gris)

Respaldo: Fibra Fibersilk 100%

Cojines sueltos: Fibra Fibersilk 100%

Opción Patas: Pata metal / Pata madera

Colores: Natural, cerezo, nogal, wengue, plata y negro

Observaciones: [*¿Quieres saber más?](#)
Consulta las FAQs de nuestra web

Garantía

Armazón: Garantía de por vida

Suspensión Asiento: 10 años

Resto del Sofá: 2 años*

*Ampliación de 6 meses activándolo en web

Medidas cojines

Cojín Brazo: 50X45

Medidas

Ancho: 101 cm

Alto: 98 cm

Fondo: 97 cm

Altura Asiento: 48 cm

Altura Brazo: 67 cm

Altura Respaldo: 58 cm

Fondo Abierto: 155 cm

Peso Neto: - kg

Peso Bruto: - kg

Volumen m3: - m3

Croquis



Embalaje

Embalaje con plástico retráctil y cantoneras de protección.

Opciones

Relax

Arcón

Reclinable

Extraible

Giratorio

Cojines incluidos

Brazos reversibles

Sofá-cama

Robot aspirador

Piel

Tipos Goma Normal

Tacto Soft:
Color Gris
35Kg

Tacto Medium:
Color Blanco
35Kg

Tacto Duro:
Color Verde
30Kg

Tipos Goma Ignifuga

Tacto Medium:
Color Gris
41Kg

Tacto Soft:
Color Blanco
36Kg

ALTEA está fabricado por Fama Sofás cuyo sistema de calidad está certificado por AENOR e IQNET, según la norma ISO9001-2015, con el número de certificado ES-0790/1999 además del certificado de Gestión Medioambiental de acuerdo a la norma ISO14001-2015.

Todos los modelos han pasado las pruebas exigidas para la concesión de la etiqueta de control de Calidad de los laboratorios de Aidima-Cetem.

*Se puede solicitar una dureza de asiento distinta a la standard con un pequeño incremento de precio



FAMA SOFAS S.L.U. C/ Dr. Jiménez Díaz s/n - P.O.Box 41 - 30510 YECLA (Murcia) SPAIN Telf: 968751050 / info@fama.es / www.fama.es

88

Anexo K. Librero (ficha técnica)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

PRODUCTOS FABRICADOS BAJO PROCESOS CERTIFICADOS EN ISO 9001 E ISO 13485

LIBRERO DE 5 ENTREPAÑOS

Código de producto:
L5EM4R1C01

Dimensiones Generales:
1800 x 840 x 350

TOLERANCIA EN MEDIDAS GENERALES DE ± 5 mm

Cotas:

Milímetros

Descripción:

LIBRERO DE 5 ENTREPAÑOS

DIMENSIONES: 1.80X0.84X0.35 MT.

DESCRIPCIÓN TÉCNICA:

COLOR: GRIS GRAFITO.

FABRICADO CON MADERA, MELAMINA
TERMOFUSIONADA DE 19MM.

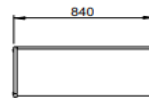
GORRO Y 4 ENTREPAÑOS.

RESPALDO EN MELAMINA DE 16MM.

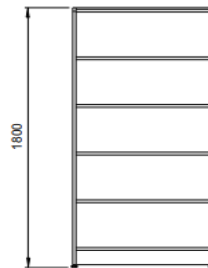
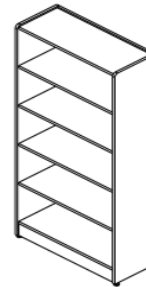
CANTOS: PROTEGIDOS CON CHAPACINTA
DE PVC., DE 1MM.

NIVELADORES DE ALTURA

Rev 1: 06/03/17



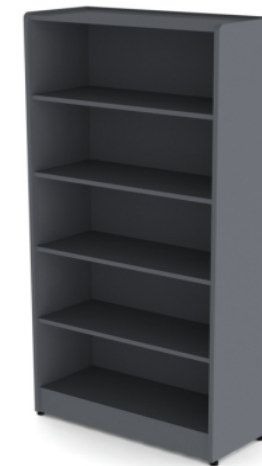
VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



Grupo Internacional de Diseño y Fabricación
de Muebles Especiales S.A. de C.V.

www.gidsa.com

5236 5640
5236 5639

Anexo L. Archivador (ficha técnica)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Archivero de 4 gavetas

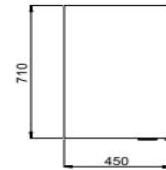
Dimensiones Generales:
450 x 710 x 1340

Unidades:
milímetros

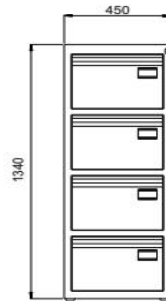
Descripción:

1. BASE Y REFUERZOS EN LAMINA DE ACERO CR CALIBRE N° 18. ACABADO EN PINTURA COLOR GRIS Y RESBALONES INTEGRALES EN LA BASE.
2. CERRADURA GENERAL DE SEGURIDAD.
3. CORREDERAS DE ACERO ACABADO CROMADO CON SISTEMA DE BALEROS DE PRECISION (RODAMIENTO EMBALINADO) FABRICADO CON ACERO ENDURECIDO GRADO 200 CON CORREDERAS DE EXTENSION TOTAL, CON AMORTIGUADORES DE CARRERA DE POLIURETANO EN TODOS LOS CANALES, SISTEMA AUTOMÁTICO DE LIBERACION, DISPOSITIVO DE CAPTURA PARA EVITAR REBOTE, CON CARRERA ULTRA SUAVE Y OPERACION SILENCIOSA, CON UN RANGO MÍNIMO DE CARGA DE 45 KG (100 LBS.) POR PAR DE CORREDERAS SEGUN LAS NORMAS INTERNACIONALES ANSI-BIFMA.
4. PORTAETIQUETA DE LAMINA DE ACERO CALIBRE N° 24 ACABADO CROMADO.
5. TAPA, COSTADOS, RESPALDO, FONDO Y GAVETA CON JALADERA DE LAMINA DE ACERO CR CALIBRE N° 22. ACABADO EN PINTURA COLOR GRIS.

Vistas Generales



Vista Superior



Vista Frontal



Vista Lateral



Portaetiqueta

Cerradura de seguridad

FEBRERO 2016



Grupo Internacional de Diseño y Fabricación
de Muebles Especiales S.A. de C.V.

www.gidsa.com

5236 5640
5236 5639

Anexo M. Sofá (ficha técnica)



FICHAS TÉCNICAS

SILLA EJECUTIVA
MINIMAL PLUS

DESCRIPCIÓN: <ul style="list-style-type: none">- Silla ejecutiva de mecanismo sincrónico con respaldo de malla antisudoración y soporte lumbar regulable con opcional de cabecero con perchero.- Apoya brazos con regulación de altura.- Asiento de espuma tapizado con regulación de altura mediante gas neumático.- Combinaciones de color para Cabecero-Respaldo-Asiento:<ul style="list-style-type: none">Gris-Negro-NegroGris-Gris-NegroGris-Gris-GrisNegro-Negro-NegroNegro-Gris-NegroNegro-Gris-Gris	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: <ul style="list-style-type: none">Respaldo: Malla de poliéster microperforado antisudoración.Asiento: Estructura de polipropileno (PP) con espuma de media densidad tapizada en poliéster.Mecanismo: Sincrónico de respaldo reclinable.Brazos: Regulables en altura.Base: Estructura de aluminio fundido con ruedas de polipropileno (PP) en sus extremos.	DIMENSIONES GENERALES: <table border="0"><tr><td>Asiento</td><td></td></tr><tr><td>Ancho:</td><td>48 cms.</td></tr><tr><td>Profundidad:</td><td>52 cms.</td></tr><tr><td>Respaldo</td><td></td></tr><tr><td>Ancho:</td><td>48 cms.</td></tr><tr><td>Alto:</td><td>52 cms.</td></tr><tr><td>Total</td><td></td></tr><tr><td>Ancho:</td><td>62 cms.</td></tr><tr><td>Alto sin cabecero:</td><td>115 cms.</td></tr><tr><td>Alto con cabecero:</td><td>120 cms.</td></tr></table>	Asiento		Ancho:	48 cms.	Profundidad:	52 cms.	Respaldo		Ancho:	48 cms.	Alto:	52 cms.	Total		Ancho:	62 cms.	Alto sin cabecero:	115 cms.	Alto con cabecero:	120 cms.
Asiento																						
Ancho:	48 cms.																					
Profundidad:	52 cms.																					
Respaldo																						
Ancho:	48 cms.																					
Alto:	52 cms.																					
Total																						
Ancho:	62 cms.																					
Alto sin cabecero:	115 cms.																					
Alto con cabecero:	120 cms.																					

MESA CENTRAL (+56 2) 2449 1460 / WWW.MIXO.CL