



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

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

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Tema:

**REDISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES BAJO UN ENFOQUE
ERGONÓMICO DE LOS PUESTOS DE TRABAJO EN EL ÁREA DE
POSTCOSECHA DE LA EMPRESA FLOWERS GEM**

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: Julio Andrés Guano Gutiérrez

TUTOR: Ing. Israel Ernesto Naranjo Chiriboga Mg.

Ambato - Ecuador

febrero – 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de titulación con el tema: REDISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES BAJO UN ENFOQUE ERGONÓMICO DE LOS PUESTOS DE TRABAJO EN EL ÁREA DE POSTCOSECHA DE LA EMPRESA FLOWERS GEM, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Julio Andrés Guano Gutiérrez, 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. Israel Ernesto Naranjo Chiriboga Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de titulación con el tema: REDISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES BAJO UN ENFOQUE ERGONÓMICO DE LOS PUESTOS DE TRABAJO EN EL ÁREA DE POSTCOSECHA DE LA EMPRESA FLOWERS GEM 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.



Julio Andrés Guano Gutiérrez

C.C. 050359090-3

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.



Julio Andrés Guano Gutiérrez

C.C. 050359090-3

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del informe final del trabajo de titulación presentado por el señor Julio Andrés Guano Gutiérrez, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado REDISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES BAJO UN ENFOQUE ERGONÓMICO DE LOS PUESTOS DE TRABAJO EN EL ÁREA DE POSTCOSECHA DE LA EMPRESA FLOWERS GEM, 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. Christian Ortiz Sailema, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Edison Jordán Hidalgo, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación dedico principalmente a mis padres Julio Guano y Margoth Gutierrez que gracias a su esfuerzo y paciencia me han permitido culminar con este gran objetivo y forjarme en una persona de bien, su apoyo incondicional, sabiduría y amor han sido la fuerza que me ha impulsado a alcanzar este importante logro en mi vida académica.

A mis hermanos Eduardo y Mayra que han sido parte de mi trayectoria académica, agradezco su paciencia, comprensión y palabras de aliento en momentos de dificultad.

A mi gran apoyo incondicional Orianna, que es esa personita que ha estado conmigo en las buenas y las malas, brindándome siempre su apoyo cuando es necesario.

A mi profesor tutor, el cual me ha impartido sus conocimientos y apoyado a lo largo del trabajo de investigación.

Que este trabajo de grado sea un testimonio de mi gratitud hacia todos ustedes y un reflejo del amor, la dedicación y el apoyo que he recibido.

Julio Andrés Guano Gutiérrez

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por darme salud, concederme la sabiduría y el entendimiento para poder finalizar esta etapa de mi vida profesional.

A mis amados padres mi gratitud infinita, por su paciencia y ayuda de manera incondicional, que con su sacrificio pude convertirme en la persona que ellos tanto anhelaban, con buenos valores siendo fuente de mi inspiración y motivación para cumplir mis sueños.

A mis hermanos y enamorada, por siempre estar apoyándome y brindarme sus palabras de aliento para nunca rendirme.

A la prestigiosa Universidad Técnica de Ambato por abrirme sus puertas y cobijarme durante mi trayecto universitario.

A la empresa FLOWERS GEM por haberme brindado la oportunidad de realizar mi trabajo de grado en sus instalaciones, su generosidad y apertura han sido fundamentales para el desarrollo de mi proyecto.

A mi tutor el Ing. Israel Naranjo, Mg, por guiarme y apoyarme en este proceso, brindarme conocimientos que fueron aplicados en mi formación profesional, sus enseñanzas y sabias palabras han sido fundamentales para mi crecimiento intelectual y personal.

A mis amigos Andersson, Edison, Fernando, Javier, John, Jonathan, Pablo, mi gratitud por los arduos años compartidos dentro de las aulas y brindarme sus consejos para seguir adelante.

Por último, agradezco a mi persona por no rendirme, por perseverar a lo largo de esta vida estudiantil. Han sido años de arduo trabajo, sacrificio y compromiso y hoy puedo decir con orgullo que valió la pena.

Julio Andrés Guano Gutiérrez

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..... | xxi |
| RESUMEN EJECUTIVO | xxii |
| ABSTRACT | xxiii |
| 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..... | 8 |
| 1.3.1. Decreto Ejecutivo 2393..... | 8 |
| 1.3.2. Distribución de planta..... | 15 |
| 1.3.3. Estudio de tiempos y movimientos | 26 |
| 1.3.4. Layout del puesto de trabajo | 28 |
| 1.3.5. Seguridad y salud laboral..... | 33 |

| | | |
|---|--|----|
| 1.3.6. | Métodos ergonómicos..... | 36 |
| 1.4. | Objetivos..... | 43 |
| 1.4.1. | Objetivo general..... | 43 |
| 1.4.2. | Objetivos específicos | 43 |
| CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA | | 44 |
| 2.1. | Materiales | 44 |
| 2.2. | Métodos | 45 |
| 2.2.1. | Modalidad de la investigación | 45 |
| 2.2.2. | Población y muestra..... | 49 |
| 2.2.3. | Recolección de información | 49 |
| 2.2.4. | Procesamiento y análisis de datos..... | 51 |
| CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN | | 53 |
| 3.1. | Análisis | 53 |
| 3.1.1. | Análisis de la empresa | 53 |
| 3.1.2. | Análisis del mercado..... | 56 |
| 3.2. | Diagrama de recorrido | 66 |
| 3.3. | Estudio de tiempos..... | 68 |
| 3.4. | Cálculo de desempeño | 68 |
| 3.4.1. | Cálculo de tiempo estándar..... | 68 |
| 3.4.2. | Capacidad de producción..... | 71 |
| 3.4.3. | Capacidad vs Demanda..... | 73 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 3.4.4. | Principios de distribución de planta actual | 75 |
| 3.5. | Estudio ergonómico | 91 |
| 3.5.1. | Evaluación de la distribución actual con enfoque ergonómico | 91 |
| 3.5.2. | Métodos ergonómicos para incluir en la propuesta | 98 |
| 3.5.3. | Propuesta de los puestos de trabajo | 107 |
| 3.5.4. | Análisis de principios básicos | 110 |
| 3.6. | Desarrollo de la propuesta de distribución | 111 |
| 3.6.1. | Cálculo de requerimiento de superficie | 112 |
| 3.6.2. | Descripción de elementos estáticos | 112 |
| 3.6.3. | Descripción de elementos móviles..... | 113 |
| 3.6.4. | Cálculo del coeficiente de evolución (K)..... | 113 |
| 3.7. | Redistribución..... | 117 |
| 3.7.1. | Modelo SLP | 117 |
| 3.7.2. | Análisis carga distancia..... | 127 |
| 3.8. | Simulación | 129 |
| 3.8.1. | Consideraciones iniciales..... | 129 |
| 3.8.2. | Diseño del modelo | 133 |
| 3.8.3. | Distancia total recorrida..... | 135 |
| 3.8.4. | Costo de transporte | 135 |
| 3.8.5. | Experimentación | 136 |
| 3.9. | Propuesta de distribución..... | 142 |

| | |
|---|-----|
| 3.9.1. Distribución para la planta | 142 |
| 3.9.2. Costos asociados al plan de distribución para la planta..... | 144 |
| 3.10. Discusión | 145 |
| CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 147 |
| 4.1. Conclusiones..... | 147 |
| 4.2. Recomendaciones | 149 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 150 |
| Anexos..... | 159 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Niveles de iluminación mínima para trabajos específicos y similares..... | 8 |
| Tabla 2. Peso de carga máxima por trabajador | 12 |
| Tabla 3. Ventajas y limitaciones del layout por producto..... | 21 |
| Tabla 4. Observaciones a cronometrar – General Electric..... | 27 |
| Tabla 5. Materiales utilizados para el desarrollo del proyecto..... | 44 |
| Tabla 6. Planteamiento de preguntas de investigación | 46 |
| Tabla 7. Criterios de inclusión y exclusión..... | 48 |
| Tabla 8. Productos ofertados por la empresa Flower´s GEM | 55 |
| Tabla 9. Superficies actuales de cada lugar de trabajo..... | 59 |
| Tabla 10. Cursograma del proceso de la empresa "FLOWERS GEM" | 64 |
| Tabla 11. Resumen de cursograma analítico actual | 66 |
| Tabla 12. Actividades de operación de clasificación..... | 69 |
| Tabla 13. Suplementos y tiempo estándar proceso clasificación..... | 69 |
| Tabla 14. Estudio de tiempos del proceso de clasificación..... | 70 |
| Tabla 15. Resumen de tiempos estándar área de postcosecha Flowers GEM | 71 |
| Tabla 16. Demanda vs Capacidad..... | 73 |
| Tabla 17. Cumplimiento de los principios de distribución de planta actual | 76 |
| Tabla 18. Sexo de los trabajadores..... | 82 |
| Tabla 19. Edad de los trabajadores | 83 |
| Tabla 20. Tiempo de trabajo en la empresa | 84 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 21. Actividad de la post-cosecha..... | 85 |
| Tabla 22. Esfuerzo de la actividad | 86 |
| Tabla 23. Dolencia muscular..... | 87 |
| Tabla 24. Impedir realizar el trabajo por dolencia | 88 |
| Tabla 25. Ausentismo laboral | 89 |
| Tabla 26. Exámenes Preventivos | 90 |
| Tabla 27. Pausas activas..... | 90 |
| Tabla 28. Identificación de peligro ergonómico por MR..... | 92 |
| Tabla 29. Resultados finales | 96 |
| Tabla 30. Índice Check List OCRA | 97 |
| Tabla 31. Tipos de guantes..... | 106 |
| Tabla 32. Características para implementar mesas ergonómicas..... | 108 |
| Tabla 33. Distribución actual de la empresa "FLOWERS GEM" | 109 |
| Tabla 34. Consideraciones de la propuesta en la empresa "FLOWERS GEM" | 111 |
| Tabla 35. Dimensionamiento detallado..... | 112 |
| Tabla 36. Cálculo de superficie estática..... | 114 |
| Tabla 37. Superficie gravitacional | 115 |
| Tabla 38. Superficie evolutiva | 115 |
| Tabla 39. Coeficiente de evolución, superficie parcial y total de producción | 116 |
| Tabla 40. Designación de áreas..... | 118 |
| Tabla 41. Valores de relación del método SLP | 118 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 42. Códigos de valoración de relaciones para el Método SLP..... | 119 |
| Tabla 43. Pares ordenados..... | 120 |
| Tabla 44. Espacio de área requerido | 121 |
| Tabla 45. Distancia entre áreas | 127 |
| Tabla 46. Distancia recorrida en la secuencia del proceso florícola | 127 |
| Tabla 47. Gastos de personal | 136 |
| Tabla 48. Distancia total recorrida por los operadores en simulación de 3 meses... | 137 |
| Tabla 49. Tiempo de transporte de productos en horas para 3 meses de simulación | 138 |
| Tabla 50. Producción trimestral situación actual | 138 |
| Tabla 51. Costos manejo material actual..... | 139 |
| Tabla 52. Producción trimestral propuesta..... | 139 |
| Tabla 53. Costo manejo de material propuesta | 139 |
| Tabla 54. Carga distancia..... | 140 |
| Tabla 55. Capacidad de producción actual y propuesta (en cajas) | 141 |
| Tabla 56. Cursograma analítico propuesto..... | 142 |
| Tabla 57. Costos de propuesta | 144 |
| Tabla 58. Revisión bibliográfica | 159 |
| Tabla 59. Actividades de operación de recepción de flor | 171 |
| Tabla 60. Estudio de tiempos del proceso de recepción de flor..... | 172 |
| Tabla 61. Suplementos y tiempo estándar proceso recepción de flor | 172 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 62. Actividades de operación de embonchado..... | 173 |
| Tabla 63. Estudio de tiempos del proceso de embonchado | 174 |
| Tabla 64. Suplementos y tiempo estándar proceso embonchado..... | 174 |
| Tabla 65. Actividades de operación de bodega..... | 175 |
| Tabla 66. Estudio de tiempos del proceso de bodega | 176 |
| Tabla 67. Suplementos y tiempo estándar proceso de bodega..... | 177 |
| Tabla 68. Actividades de operación de empaquetado..... | 178 |
| Tabla 69. Estudio de tiempos del proceso de empaquetado..... | 179 |
| Tabla 70. Suplementos y tiempo estándar proceso de empaquetado | 180 |
| Tabla 71. Actividades de operación de almacenamiento | 181 |
| Tabla 72. Estudio de tiempos del proceso de almacenamiento..... | 182 |
| Tabla 73. Suplementos y tiempo estándar proceso recepción de flor | 182 |
| Tabla 74. Actividades de operación de almacenamiento | 183 |
| Tabla 75. Estudio de tiempos del proceso de almacenamiento..... | 183 |
| Tabla 76. Suplementos y tiempo estándar proceso recepción de flor | 184 |
| Tabla 77. Evaluación de la tarea neta repetitiva y del ciclo | 191 |
| Tabla 78. Puntuación del factor de recuperación | 192 |
| Tabla 79. Puntuación del factor de frecuencia por acciones dinámicas..... | 192 |
| Tabla 80. Puntuación del factor de frecuencia por acciones estáticas..... | 193 |
| Tabla 81. Acciones..... | 193 |
| Tabla 82. Escala de Borg | 194 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 83. Fuerza moderada (3-4 escala de Borg)..... | 194 |
| Tabla 84. Fuerza intensa (5-6-7 escala de Borg)..... | 194 |
| Tabla 85. Fuerza intensa (8 y más escala de Borg)..... | 195 |
| Tabla 86. Puntuación factor de postura de hombro..... | 195 |
| Tabla 87. Puntuación factor de postura del codo | 196 |
| Tabla 88. Puntuación factor de postura de la muñeca..... | 196 |
| Tabla 89. Agarres | 196 |
| Tabla 90. factor de postura agarre..... | 197 |
| Tabla 91. Puntuación de movimientos estereotipados | 197 |
| Tabla 92. Puntuación factores adicionales | 198 |
| Tabla 93. Ritmo de trabajo..... | 198 |
| Tabla 94. Clasificación del índice Check List OCRA..... | 199 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Distribución de Layout por proceso | 20 |
| Figura 2. Distribución de Layout por producto..... | 22 |
| Figura 3. Distribución de Layout por posición fija..... | 23 |
| Figura 4. Tecnologías de grupos o Manufactura celular..... | 23 |
| Figura 5. Superficie estática de método de Guerchet..... | 24 |
| Figura 6. Superficie de gravitación de método de Guerchet..... | 24 |
| Figura 7. Superficie de evolución de método de Guerchet | 25 |
| Figura 8. Superficie total de método de Guerchet..... | 25 |
| Figura 9. Medidas antropométricas básicas | 29 |
| Figura 10. Propuesta de mesa de trabajo estándar con un elemento de aprovisionamiento estándar..... | 32 |
| Figura 11. Método Rula | 38 |
| Figura 12. Selección de documentos metodología prisma..... | 49 |
| Figura 13. Diagrama de flujo del proyecto de investigación | 52 |
| Figura 14. Ubicación geográfica de la empresa procesadora de flores Flowers GEM | 54 |
| Figura 15. Organigrama estructural empresa Flowers GEM | 54 |
| Figura 16. Layout actual de la empresa Flowers GEM..... | 59 |
| Figura 17. Recepción de materia prima | 60 |
| Figura 18. Clasificación de flor..... | 60 |
| Figura 19. Embonchado de flor..... | 61 |

| | |
|--|-----|
| Figura 20. Verificación de bonches y colocación de capuchón | 61 |
| Figura 21. Empacar bonches en cajas | 62 |
| Figura 22. Diagrama de proceso de la empresa " FLOWERS GEM" | 63 |
| Figura 23. Diagrama de recorrido | 67 |
| Figura 24. Gráfico demanda vs capacidad | 74 |
| Figura 25. Diagrama sexo de trabajadores..... | 82 |
| Figura 26. Diagrama edad de trabajadores..... | 83 |
| Figura 27. Diagrama porcentaje tiempo de trabajo..... | 84 |
| Figura 28. Diagrama actividad que realiza en la post- cosecha | 85 |
| Figura 29. Diagrama esfuerzo realizado en la tarea..... | 86 |
| Figura 30. Diagrama dolencias musculares | 87 |
| Figura 31. Diagrama impedir realizar el trabajo | 88 |
| Figura 32. Diagrama ausentismo laboral | 89 |
| Figura 33. Diagrama exámenes preventivos | 90 |
| Figura 34. Diagrama pausas activas..... | 91 |
| Figura 35. Postura de hombro. codo, muñeca en Clasificación..... | 95 |
| Figura 36. Postura de hombro. codo, muñeca en embonche..... | 96 |
| Figura 37. Silla ergonómica | 99 |
| Figura 38. Ejercicios de fortalecimiento muscular para hombros, brazos y manos... 99 | |
| Figura 39. Ejercicios de calentamiento a ejecutar por los trabajadores | 100 |
| Figura 40. Actividades de calentamiento | 100 |

| | |
|---|-----|
| Figura 41. Guía de ejercicios en muñecas..... | 100 |
| Figura 42. Ejercicios para evitar daños en muñecas | 101 |
| Figura 43. Método adecuado e inadecuado para levantar objetos | 101 |
| Figura 44. Postura correcta para levantar objetos | 101 |
| Figura 45. Lesión por sobrecarga en la rodilla..... | 102 |
| Figura 46. Modelo de estiramiento de cuello para trabajadores | 102 |
| Figura 47. Estiramiento de cuello | 102 |
| Figura 48. Guía de ejercicios para manos | 103 |
| Figura 49. Ejercicios de manos y muñecas | 103 |
| Figura 50. Modelo a seguir de ejercicios de estiramiento de brazos | 104 |
| Figura 51. Estiramiento de brazos..... | 104 |
| Figura 52. Movimiento de escapulas | 105 |
| Figura 53. Modelo de ejercicios de respiración | 105 |
| Figura 54. Ejercicios de respiración..... | 105 |
| Figura 55. Medidas ergonómicas para trabajos de pie..... | 107 |
| Figura 56. Diamante de relaciones..... | 119 |
| Figura 57. Diagrama de relación entre áreas..... | 120 |
| Figura 58. Diagrama de relación entre áreas USE | 121 |
| Figura 59. Diagrama de las áreas en el espacio de distribución. Propuesta 1 | 122 |
| Figura 60. Diagrama de las áreas en el espacio de distribución. Propuesta 2..... | 122 |
| Figura 61. Distribución de instalaciones para la propuesta 1..... | 123 |

| | |
|---|-----|
| Figura 62. Diagrama de recorrido para la propuesta 1 | 124 |
| Figura 63. Distribución de instalaciones para la propuesta 2..... | 125 |
| Figura 64. Diagrama de recorrido para la propuesta 2..... | 126 |
| Figura 65. Plano ganador con marcaje de piso | 128 |
| Figura 66. Establecimiento de unidades de trabajo..... | 129 |
| Figura 67. Barra de librería de FlexSim..... | 130 |
| Figura 68. Ingreso del Backgorund al entorno..... | 130 |
| Figura 69. Herramienta Source en FlexSim..... | 131 |
| Figura 70. Herramienta Queue..... | 131 |
| Figura 71. Opción Processor..... | 132 |
| Figura 72. Opción SYnc en FlexSim | 132 |
| Figura 73. Configuración del proceso de clasificación dentro del Software FlexSim | 133 |
| Figura 74. Configuración del operador de transporte dentro del Software FlexSim | 133 |
| Figura 75. Configuración del proceso de clasificación dentro del Software FlexSim | 134 |
| Figura 76. Dashboard para análisis de la simulación..... | 134 |
| Figura 77. Simulación completa del sistema..... | 135 |
| Figura 78. Distancia recorrida en la simulación..... | 137 |
| Figura 79. Tiempo de perdida por hora por estación | 138 |
| Figura 80. Capacidad actual, propuesta y demanda (en cajas) | 141 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|-----|
| Anexo A.- Matriz de revisión bibliográfica | 159 |
| Anexo B.- Estudio de tiempos | 171 |
| Anexo C.- Sistema de suplementos por descanso porcentajes de los Tiempos Básicos. | 185 |
| Anexo D. Valoración del ritmo de trabajo | 186 |
| Anexo E. Consentimiento informado..... | 187 |
| Anexo F. Encuesta aplicada | 188 |
| Anexo G.- Método Ocra..... | 191 |
| Anexo H. Cuestionario Nórdico..... | 200 |
| Anexo I. Layout Actual de la empresa..... | 204 |
| Anexo J. Diagrama de recorrido de la empresa. | 205 |
| Anexo K. Layout Propuesta Uno | 206 |
| Anexo L. Layout propuesta dos | 208 |
| Anexo M. Layout propuesta ganadora con marcaje de pisos..... | 210 |

RESUMEN EJECUTIVO

La industria de las flores es una de las más fuertes a nivel mundial, ya que, en América Latina, las ventas representan aproximadamente el 30% del total mundial, lo que la convierte en la segunda región exportadora de flores, razón por la cual en la presente investigación se expone como, la empresa Flowers GEM busca implementar estrategias para mejorar la competitividad empresarial, una de estas es la adecuada gestión de áreas de trabajo, por lo que, actualmente se ha identificado que la disposición de las áreas de trabajo es inapropiada y no permite un trabajo continuo entre procesos, lo cual genera diversos riesgos ergonómicos como son movimientos repetitivos, posturas de trabajo forzadas, puestos de trabajo con iluminación insuficiente, entre otros que generan cuellos de botella y retrasos en la cadena productiva. Por lo que, se ha planteado el presente estudio, cuyo propósito principal es proponer una redistribución de instalaciones con estudios ergonómicos de los puestos de trabajo en el área de postcosecha de la empresa Flowers GEM, bajo la metodología denominada Proyecto de investigación, la cual permitió aprovechar los conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Industrial, la investigación fue de campo donde se realizó la recopilación de información mediante la observación y de tipo bibliográfico-documental, ya que consistió en la búsqueda de información en fuentes de relevancia científica. Donde se implementó una metodología PRISMA y para la aplicación de los instrumentos se consideró el área de postcosecha, la cual cuenta con 5 trabajadores. Tras la ejecución de la investigación, se desarrolló una propuesta de redistribución de instalaciones que incluye el diseño de estaciones de trabajo y análisis de los movimientos y posturas. Dicha propuesta fue analizada por medio de FlexSim: 3D Simulation Modeling and Analysis Software; los resultados del modelo con un nivel de precisión del 95,5%, permiten incrementar la capacidad de 836 a 900 cajas procesadas al mes y disminuir la distancia de recorrido de 39,61 metros a 33,95 metros, lo que presenta un ahorro mensual de \$68,91 dólares para la empresa.

Palabras clave: Redistribución de instalaciones, ergonomía, método ergonómico OCRA, diseño puestos de trabajo, simulación.

ABSTRACT

Flower industry is one of the strongest worldwide, since in Latin America, sales represent approximately 30% of the world total, which makes it the second largest flower exporting region, reason why Flowers GEM company requires to implement strategies to improve business competitiveness, one of these is proper management of work areas, Therefore, currently it has been identified that work areas layout is inappropriate and does not allow continuous work between processes, which produces various ergonomic risks such as repetitive motion, forced working postures, workplaces with insufficient lighting, among others that generate bottlenecks and delays in production chain. Therefore, the present study has been proposed, its main purpose is to propose a facilities redistribution with workstations ergonomic studies in the post-harvest area of Flowers GEM company, applying Research Project methodology, which allowed taking advantage of Industrial Engineering career acquired knowledge, by field research appliance where information collection through observation and bibliographic-documentary research type, since it consisted in information search at sources of scientific relevance. A PRISMA methodology was implemented and post-harvest area, which has 5 workers, was considered for instruments application. After research execution, a proposal for facilities redistribution was developed, including workstations design and movements and postures analysis. This proposal was analyzed by FlexSim: 3D Simulation Modeling and Analysis Software; model results with an accuracy level of 95.5%, allow increasing the capacity from 836 to 900 boxes per month and decreasing the distance from 39.61 meters to 33.95 meters, which presents a monthly saving of \$68.91 dollars for the company.

Keywords: redistribution of facilities, ergonomics, OCRA ergonomic method, workplace design, simulation.

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1. Tema de investigación

REDISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES BAJO UN ENFOQUE ERGONÓMICO DE LOS PUESTOS DE TRABAJO EN EL ÁREA DE POSTCOSECHA DE LA EMPRESA FLOWERS GEM.

1.1.1. Planteamiento del problema

La industria de las flores es una industria muy fuerte a nivel mundial debido a la excesiva demanda de compromisos sociales, celebraciones religiosas o cualquier tipo de evento. Las ventas representan aproximadamente el 30% del total mundial, lo que convierte a América Latina en la segunda región exportadora de flores. Por otro lado, Colombia parece ser el líder de exportación, representando alrededor del 60% de las exportaciones totales, seguida por Ecuador con alrededor del 37% [1] [2].

Es vista de la importancia de exportación se denota el crecimiento del sector manufacturero, mismo que, avanza continuamente con los avances tecnológicos para satisfacer las demandas del mercado existente. Sin embargo, a pesar de estos avances en varios procesos y actividades laborales, existen algunas actividades que se realizan manualmente, como el manejo y movimiento de cargas, que a menudo se puede observar en diversas áreas de trabajo. En ocasiones al realizar este tipo de actividades manuales el personal se expone a riesgos que con el tiempo pueden llegar afectar a la salud, presentando trastornos músculos-esqueléticos (TME) los cuales se presentan por la falta de medidas de protección y falta de espacio en el lugar de trabajo [3].

El sector agrícola europeo entre los años 2014 a 2018 aproximadamente 11.100 trabajadores presentaron dolores de espalda debido a hernias y otras patologías, por la realización de tareas repetitivas, la manipulación y el levantamiento de cargas, esto conlleva una gran preocupación y el afán de cuidar la salud de los empleados [4]. En América Latina una de las dificultades más notorias que las empresas atraviesan es la inadecuada distribución del sitio de trabajo, pues, no cuentan con información, planificación, infraestructura, equipamientos y los espacios adecuados para desarrollar las actividades de selección, manipulación y transporte de los materiales de manera

efectiva, limitando el desempeño de los trabajadores, presentando varios efectos en la salud del personal como, por ejemplo; fatiga física, acumulación de pequeños traumatismos [5].

Una gran fisura observada en la aplicación de la redistribución y ergonomía en América Latina es la fuerte focalización de la acción ergonómica en la ergonomía física, centrada en la prevención de las lesiones músculo esqueléticas, lo que denota una real necesidad en esa dimensión. Industria, manufactura, plantas procesadoras, agricultura y servicios, al menos, son organizaciones causantes de accidentes y enfermedades músculo esqueléticas, muchas de ellas asociadas con factores como la manipulación de carga, el trabajo altamente repetitivo y el uso de fuerzas por encima de las capacidades de los hombres y las mujeres trabajadores de nuestra región, por una inadecuada distribución de instalación y por falta de espacio en el lugar de trabajo. La Ergonomía no está contribuyendo ni siquiera en la resolución de los problemas músculo esqueléticos. Hoy en día, en algunos países se están dictando normativas fiscalizables, pero la mayoría de las empresas se queda en el cumplimiento legal, es decir, en el mínimo de la exigencia y no van más allá en el mejoramiento real de las condiciones de trabajo [6].

Los datos más recientes en el Ecuador, brindados por el Instituto de Seguridad Social (IESS) fueron presentadas en el año 2015, esta información señaló que las enfermedades comúnmente frecuentes dentro de los trabajadores son la hernia de disco, la tendinitis, síndrome del túnel carpiano. Además, señaló que el 40% de las enfermedades profesionales al ser detectadas en forma tardía son crónicas, es decir pasan a ser incurables, también se señala que 42 de cada 1000 trabajadores son propensos a padecer estos trastornos a consecuencia de la actividad que realizan [7].

La Empresa Flowers GEM se encuentra ubicada en la parroquia Joseguango, cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi, siendo esta una de las primeras procesadoras de flores en el sector brindando fuentes de empleo para gran parte de la población. En la empresa Flowers GEM la disposición de las áreas de trabajo es inapropiada; no permite un trabajo continuo entre procesos, lo cual genera diversos riesgos ergonómicos como son movimiento repetitivos, posturas de trabajo forzadas, puestos de trabajo con iluminación insuficiente, lugares de trabajo con dimensiones reducidas y temperaturas

extremas; incrementado el número de enfermedades profesionales provocadas por las actividades repetitivas, generando confusión en el proceso, y a su vez ocasiona que el material se acumule en áreas de trabajo separadas entre procesos, creando cuellos de botella, que afectan no solo a los trabajadores sino también a la empresa en general.

Adicionalmente, la materia prima que ingresa a la empresa es ubicada de manera desorganizada, dificultando el acceso de material, impidiendo la correcta circulación del producto y personal, causando así un problema en la adquisición de los materiales y exponiendo a los trabajadores a condiciones inseguras, por tal motivo surge el interés de propiciar una mejor redistribución de las instalaciones acorde a las necesidades de cada trabajador, que mejore la disponibilidad del espacio y sea más fácil el ingreso de materiales y manipulación dentro de la empresa [5]. El estudio de la redistribución de instalaciones y de la ergonomía buscan proporcionar al personal que labora en la planta el espacio y posturas adecuadas para realizar sus funciones de una manera más eficiente y productiva para la empresa.

1.2. Antecedentes investigativos

Para el presente desarrollo del proyecto de investigación se procedió a revisar información bibliográfica de fuentes confiables verificadas, identificando que existen varios estudios relacionados con el tema a tratar, respecto la distribución de instalaciones, la ergonomía, los cuales servirán como guía para la elaboración del proyecto.

Según Intriago [8], su trabajo de investigación fue basado tanto en normativas nacionales e internacionales, con la finalidad de crear mejores condiciones para los trabajadores, con la propuesta de mejora de redistribución de los puestos de trabajo bajo esquema ergonómico del Área de Laboratorio de Medidores en la Corporación Nacional de Electricidad, Unidad De Negocios Guayaquil. El proyecto se efectuó en primera instancia sobre un levantamiento de información por medio de una lista de verificación ergonómica y posteriormente se empleó el método ROSA, en donde se describe las problemáticas que existen en el Laboratorio de Medidores, principalmente relacionadas con su mobiliario y el ausentismo de los colaboradores y cuánto representa económicamente para la CNEL EP, Unidad de Negocio Guayaquil. El autor

asevera que con la implementación de capacitaciones permanentes para el personal se logró mejorar la salud de los trabajadores, cuya asistencia regular permitirá a su vez incrementar la productividad laboral.

La empresa lubricantes Salcedo, ubicada en el Cantón Salcedo, no cuenta con las instalaciones suficientes para realizar actividades productivas para brindar un servicio de calidad. Por ende, de acuerdo con Balarezo [9], el objetivo de su trabajo de investigación fue crear un diseño para optimizar los procesos de producción. Dicho objetivo fue cumplido por medio de una profunda recopilación de información relacionada con los tipos, principios y factores que intervienen en el diseño una planta industrial. De manera similar se utilizaron técnicas como fichas de observación y encuestas para obtener datos significativos sobre el tema de investigación, lo que ayudó a identificar las necesidades y requerimientos de la empresa. Por otro lado, para desarrollar la propuesta de disposición en el sistema de lubricación se aplicó la metodología del sistema SLP, que conduce a un mejor aprovechamiento del espacio, para determinar las áreas requeridas en el sistema con proporciones adecuadas, un óptimo y un mínimo para el flujo de movimientos; para de esa manera mejorar la comodidad y secuencia lógica en la operación y desde luego generar un diseño adecuado de la planta.

La exposición de los trabajadores a TME por el trabajo hombre-máquina es un factor muy común en las empresas manufactureras. Esto pone en peligro su integridad física, lo que genera consecuencias para la salud y aumenta el ausentismo. El presente estudio tiene como objetivo rediseñar los puestos de trabajo de laminado, troquelado, inspección y embalaje en una empresa especializada en la fabricación de útiles escolares, utilizando un enfoque antropométrico con muebles regulables en altura, diseñados para almacenar útiles escolares. El modelo se basó en una línea de producción en forma de U, el uso de esquinas y ángulos de inclinación de los muebles para garantizar una mejor postura de trabajo, y el transporte y manejo de materiales por lotes mediante el uso de una cinta transportadora. Los resultados de la aplicación del modelo indican una reducción del 52,19% en la tasa de riesgo TME, una reducción del 44,72% en la tasa de ausentismo y un aumento de la productividad laboral de aproximadamente un 32%, lo que se verificó mediante la evaluación ergonómica de

Delmia V5 humano-digital; además de una lista de verificación RULA, NIOSH y OCRA a través del software Ergoniza. El investigador asevera que su rediseño ayuda a reducir la postura, el manejo de cargas y los movimientos de trabajo repetitivos que crean un factor de riesgo disergonómico para reducir el alto índice de ausentismo por razones ergonómicas del sistema [10].

Saavedra *et al.*, [11] proponen un análisis de enfoque sistémico para la planificación de la mejora de las condiciones ergonómicas en la industria del calzado. En primera instancia se realizó un análisis jerárquico de procesos (AHP) utilizando métodos REBA y OCRA. Los investigadores aseveran que la mejor forma de organización para las empresas del sector es una estructura matricial de procesos, por ende; se debe tener en cuenta un diseño de planta lineal o en forma de U y criterios relacionados con la uniformidad de la iluminación dentro de las instalaciones. El rediseño del lugar de trabajo se efectuó utilizando la metodología Design Thinking y se revisaron los métodos REBA y OCRA, mostrando que la evaluación de la postura aumentó de niveles de riesgo medio a bajo en el caso de REBA y la repetición (OCRA) disminuyó mucho menos que inaceptablemente.

Según Pacheco *et al.*, [12] el uso racional de la mano de obra subcontratada es un objetivo de gran importancia para los establecimientos hoteleros, que contribuye a la mejora del servicio al cliente y a la creación de un clima laboral adecuado en las organizaciones. Por ende, en su estudio tuvo como objetivo desarrollar un procedimiento que incluya elementos ergonómicos y de organización del trabajo para mejorar el servicio de limpieza en las habitaciones de la sucursal Islazul Villa Clara. La aproximación hacia la resolución de la problemática requirió de herramientas como: fotografías, balanceo de carga y capacidad, evaluación ergonómica y por último de una entrevista con los involucrados. De acuerdo con los autores, la aplicación del método resultó en mejoras en el tiempo de servicio para crear una habitación en los diferentes estados de vacío-limpio, vacío-sucio y ocupado en el rango de tres a siete minutos. De igual manera se logró una mejor distribución de la mano de obra en el área de limpieza pues se consiguió una reducción del 8% de la demanda de mano de obra y desde luego una disminución del absentismo por trastornos

musculoesqueléticos. En general, esto contribuye a un mejor servicio al cliente y una mejora en el clima laboral en el área de estudio.

Guerra [13], se propone rediseñar el proceso de manufactura para la fabricación de cajas mortuorias en la empresa MASEB, desde su construcción y durante su funcionamiento se ha realizado de forma empírica la distribución de la planta industrial, lo que dio origen a una serie de problemas. Para determinar el diseño óptimo, se efectuó una recopilación de referencias teóricas relacionadas con los diseños de plantas, sus ventajas y características. El rediseño se efectuó por medio del método Systematic Layout Planning (SLP), luego se estableció un contacto directo con el gerente y los empleados de la empresa, quienes enriquecen el proyecto con información vital sobre el proceso de producción de las cajas mortuorias y su experiencia en el registro de los detalles del área de producción en la empresa a través de una ficha general. El rediseño se estableció teniendo en cuenta las necesidades de producción y se evalúa a través de entrevistas, mediciones y evaluación ergonómica para asegurar su viabilidad.

Dada la importancia de la ergonomía y salud de los trabajadores la investigación mostrada a continuación tiene como objetivo, identificar riesgos ergonómicos y desarrollar estrategias que permitan la prevención primaria del desarrollo de trastornos musculoesqueléticos. Este estudio se realiza bajo un paradigma positivista que orienta la investigación con un enfoque cuantitativo, ya que utiliza datos numéricos a través del análisis de la recopilación de información realizada mediante el método REBA. Los factores de riesgo son mayormente al respecto de las posturas forzadas durante las operaciones de descarga y carga, donde se encuentra que el trabajador no mantiene una postura adecuada y tiene ángulos de descanso superiores al tronco, lo que genera fatiga y fatiga muscular [14].

De acuerdo con Loa & Feijoo [15] existen factores como movimientos repetitivos, esfuerzo excesivo y posturas incómodas debido al diseño asimétrico de los lugares de trabajo que afectan al desempeño laboral y ponen a los trabajadores en riesgo de sufrir TME. Estos factores dentro de la institución objeto de estudio dan como resultado una eficiencia del proceso del 62 %, que es inferior al promedio de la industria, mismo que s del 78,4 %. Es por este motivo que esta investigación se inspira en el análisis

ergonómico de los lugares de trabajo. El resultado es un rediseño ergonómico de la estación de pintura e inyección, basado en los principios de la antropometría, la economía de movimientos y el estudio de las posturas, reduciendo así la fatiga muscular de los operarios. La eficiencia del proceso después de las acciones aplicadas pudo alcanzar un valor del 81%.

Uno de los factores más importantes para el desempeño efectivo de los empleados en términos del logro de las metas de la empresa es que realicen sus tareas en un ambiente de trabajo adecuado con herramientas fáciles de usar y equipos ergonómicos que minimicen las exigencias de cada uno de sus miembros, resultando en un espacio de trabajo espacialmente apropiado. Es por este motivo que, la investigación tuvo por objetivo incrementar la productividad de los empleados de la empresa WILERCONST CÍA. Ltd., en la ciudad de Santo Domingo. El diseño se fundamentó sobre un modelo efectivo de posturas, levantamientos, cargas y estrés térmico de los colaboradores de la institución objeto de estudio. Los investigadores aseveran que por medio de estos aspectos se pudo establecer un modelo efectivo para la distribución de espacios y desde luego eliminar el factor ergonómico perjudicial para los empleados [16].

Por último, Lucero & Sandoval [17], quienes en su trabajo de investigación tiene como propósito el estudio de la aplicación del Layout Planning Sistemático (SLP) en la empresa Alpes Chiclayo SAC para incrementar la productividad. Adicionan que, en el mercado globalizado de hoy, es importante que las empresas tengan un buen diseño de planta. Esta es una ventaja fundamental, ya que los productos y servicios bien ejecutados requieren el orden y la gestión adecuada de las áreas y equipos de trabajo para reducir el tiempo y el espacio, y para garantizar la seguridad y la satisfacción de los empleados y trabajadores, para garantizar los clientes. reducción. Con este nuevo diseño de planta, fue posible crear una estructura más rentable que redujo los movimientos innecesarios y el tiempo de producción, aprovechó mejor las horas hombre y aumentó la eficiencia productiva de la empresa. La productividad del proceso de enlatado de guandú en Alpes Chiclayo S.A.C se estima en un 27,46% de la producción. La relación costo-beneficio (B/C) es de S/.2.78, es decir, se gana S/.1.78 por cada sol invertido. Como resultado de esta investigación, el lector obtiene una

visión general de todo el proceso de entrega en fábrica y la empresa encuentra una mejora que le permite reducir sus costos y operar sin rutas excesivas.

1.3. Fundamentación teórica

1.3.1. Decreto Ejecutivo 2393

Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo - Decreto Ejecutivo 2393

Art.- 21 Seguridad Estructural

- 1) Todas las edificaciones, permanentes y temporales, deben ser sólidas para evitar los riesgos asociados a derrumbes y factores atmosféricos.
- 2) Los cimientos, forjados y demás elementos de las edificaciones deberán tener la resistencia suficiente para soportar con seguridad las cargas.
- 3) Al respecto de los locales destinados a soportar grandes pesos, se deberá indicar mediante carteles la carga máxima que pueden soportar y queda expresamente prohibido sobrepasar estos límites [18].

Art.- 56 Iluminación, niveles mínimos

- 1) Se proporciona iluminación natural o artificial adecuada en todos los lugares de trabajo y áreas de tránsito para que los trabajadores puedan realizar su trabajo de manera segura y sin daños en los ojos [18].. Los niveles mínimos de luz se calculan en base a la tabla mostrada a continuación:

Tabla 1. Niveles de iluminación mínima para trabajos específicos y similares [18, p. 22]

| NIVELES DE ILUMINACIÓN MÍNIMA PARA TRABAJOS ESPECÍFICOS Y SIMILARES | |
|--|---|
| ILUMINACIÓN MÍNIMA | ACTIVIDADES |
| 20 luxes | Pasillos, patios y lugares de paso. |
| 50 luxes | Operaciones en las que la distinción no sea esencial como manejo de materias, desechos de mercancías, embalaje, servicios higiénicos. |
| 100 luxes | Cuando sea necesaria una ligera distinción de detalles como: fabricación de productos de hierro y acero, taller de textiles y de industria manufacturera, salas de máquinas y calderos, ascensores. |

| NIVELES DE ILUMINACIÓN MÍNIMA PARA TRABAJOS ESPECÍFICOS Y SIMILARES | |
|--|---|
| 200 luxes | Si es esencial una distinción moderada de detalles, tales como: talleres de metal mecánica, costura, industria de conserva, imprentas. |
| 300 luxes | Siempre que sea esencial la distinción media de detalles, tales como: trabajos de montaje, pintura a pistola, tipografía, contabilidad, taquigrafía. |
| 500 luxes | Trabajos en que sea indispensable una fina distinción de detalles, bajo condiciones de contraste, tales como: corrección de pruebas, fresado y torneado, dibujo. |
| 1000 luxes | Trabajos en que exijan una distinción extremadamente fina o bajo condiciones de contraste difíciles, tales como: trabajos con colores o artísticos, inspección delicada, montajes de precisión electrónicos, relojería. |

- 2) Los valores especificados se refieren a los respectivos planos de operación de las máquinas o herramientas, y habida cuenta de que los factores de deslumbramiento y uniformidad resulten aceptables.
- 3) Se realizará una limpieza periódica y la renovación, en caso necesario, de las superficies iluminantes para asegurar su constante transparencia.

Art.- 71 Cámaras frigoríficas.

- 1) Las puertas de las cámaras frigoríficas llevarán dispositivos de cierre que permitan abrirlas fácilmente desde dentro. Existirá una señal luminosa activada únicamente desde su interior que indique la existencia de personas en la cámara.
- 2) Las cámaras que funcionen a temperatura bajo cero dispondrán junto a la puerta y por su parte interior, de dispositivos de llamada, tales como: timbre, sirena, teléfono, uno de ellos no accionado eléctricamente, alumbrado con una luz piloto y en forma que se impida la formación de hielo sobre aquél. Esta luz piloto estará encendida siempre que estén cerradas las puertas.
- 3) Las luces de señalización tendrán una doble alimentación eléctrica a la red general y a la red de alumbrado de emergencia respectivamente [18, p. 30].

Art.- 72 Equipos de protección personal

- 1) En toda instalación frigorífica industrial se dispondrá de aparatos protectores respiratorios contra escapes de gases, eligiéndose el tipo de éstos de acuerdo con la naturaleza de los mismos.
- 2) Las instalaciones frigoríficas que utilicen amoníaco, anhídrido sulfuroso, cloruro de metilo u otros agentes nocivos para la vista, dispondrán de máscaras respiratorias que protejan los ojos, de no llevar incorporada la protección ocular, gafas de ajuste hermético.
- 3) Las instalaciones a base de anhídrido carbónico dispondrán de aparatos respiratorios autónomos de aire y oxígeno cerrado, quedando prohibido los de tipo filtrante.
- 4) Los aparatos respiratorios y las gafas se emplearán cuando sea ineludible penetrar en el lugar donde se produjeran escapes peligrosos de gas y en los trabajos de reparaciones, cambio de elementos de la instalación, carga, etc.
- 5) Los aparatos respiratorios deberán conservarse en perfecto estado y en forma y lugar adecuado fácilmente accesible en caso de accidente. Periódicamente se comprobará su estado de eficacia, ejercitando al personal en su empleo.
- 6) Al personal que deba permanecer prolongadamente en los locales con temperaturas bajas, cámaras y depósitos frigoríficos se les proveerá de prendas de abrigo adecuadas, gorros y calzado de cuero de suela aislante, así como de cualquier otra protección necesaria a tal fin.
- 7) A los trabajadores que deban manejar llaves, grifos, etc., o cuyas manos entren en contacto con sustancias muy frías, se les facilitarán guantes o manoplas de materias aislantes del frío [18, p. 31].

Art.- 73 Ubicación

En la instalación de máquinas fijas se observarán las siguientes normas:

- 1) Las máquinas estarán situadas en áreas de amplitud suficiente que permita su correcto montaje y una ejecución segura de las operaciones.
- 2) Se ubicarán sobre suelos o pisos de resistencia suficiente para soportar las cargas estáticas y dinámicas previsibles. Su anclaje será tal que asegure la

estabilidad de la máquina y que las vibraciones que puedan producirse no afecten a la estructura del edificio, ni importen riesgos para los trabajadores.

- 3) Las máquinas que, por la naturaleza de las operaciones que realizan, sean fuente de riesgo para la salud, se protegerán debidamente para evitarlos o reducirlos. Si ello no es posible, se instalarán en lugares aislantes o apartados del resto del proceso productivo. El personal encargado de su manejo utilizará el tipo de protección personal correspondiente a los riesgos a que esté expuesto [18, p. 31].

Art.- 74 Separación de las máquinas.

- 1) La separación de las máquinas será la suficiente para que los operarios desarrollen su trabajo holgadamente y sin riesgo, y estará en función:
 - De la amplitud de movimientos de los operarios y de los propios elementos de la máquina necesarios para la ejecución del trabajo.
 - De la forma y volumen del material de alimentación, de los productos elaborados y del material de desecho.
 - De las necesidades de mantenimiento. En cualquier caso, la distancia mínima entre las partes fijas o móviles más salientes de máquinas independientes nunca será inferior a 800 milímetros.
- 2) Cuando el operario deba situarse para trabajar entre una pared del local y la máquina, la distancia entre las partes más salientes fijas o móviles de ésta y dicha pared no podrá ser inferior a 800 milímetros.
- 3) Se establecerá una zona de seguridad entre el pasillo y el entorno del puesto de trabajo, o en su caso la parte más saliente de la máquina que en ningún caso será inferior a 400 milímetros. Dicha zona se señalará en forma clara y visible para los trabajadores [18, p. 31].

Art.- 128 Manipulación de materiales

- 1) El transporte o manejo de materiales en lo posible deberá ser mecanizado, utilizando para el efecto elementos como carretillas, vagonetas, elevadores, transportadores de bandas, grúas, montacargas y similares.

- 2) Los trabajadores encargados de la manipulación de carga de materiales deberán ser instruidos sobre la forma adecuada para efectuar las citadas operaciones con seguridad.
- 3) Cuando se levanten o conduzcan objetos pesados por dos o más trabajadores, la operación será dirigida por una sola persona, a fin de asegurar la unidad de acción [18, p. 45].
- 4) El peso máximo de la carga que puede soportar un trabajador será el que se expresa en la tabla siguiente:

Tabla 2. Peso de carga máxima por trabajador [18, p. 45]

| | |
|----------------------------------|------------------|
| Varones hasta 16 años | 35 libras |
| Mujeres hasta 18 años | 20 libras |
| Varones de 16 a 18 años | 50 libras |
| Mujeres de 18 a 21 años | 25 libras |
| Mujeres de 21 años o más | 50 libras |
| Varones de más de 18 años | Hasta 175 libras |

No se deberá exigir ni permitir a un trabajador el transporte manual de carga cuyo peso puede comprometer su salud o seguridad.

- 5) Los operarios destinados a trabajos de manipulación irán provistos de las prendas de protección personal apropiadas a los riesgos que estén expuestos.

Art.- 145 Distribución interior de locales.

Las zonas en que exista mayor peligro de incendio se aislarán o separarán de las restantes, mediante muros cortafuegos, placas de materiales incombustibles o cortinas de agua, si no estuviera contraindicada para la extinción del fuego por su causa u origen. Se reducirán al mínimo las comunicaciones interiores entre una y otra zona [18, p. 52].

Art.- 155 Se consideran instalaciones de extinción las siguientes:

- a) Bocas de incendio, hidrantes de incendios, columna seca, extintores y sistemas fijos de extinción.

Art. 159.- Extintores móviles

1) Los extintores se clasifican en los siguientes tipos en función del agente extintor:

- Extintor de agua
- Extintor de espuma
- Extintor de polvo
- Extintor de anhídrido carbónico (CO₂)
- Extintor de hidrocarburos halogenados
- Extintor específico para fugas de metales [18, p. 55].

La composición y eficacia de cada extintor constará en la etiqueta del mismo.

2) Se instalará el tipo de extinguidor adecuado en función de las distintas clases de fuego y de las especificaciones del fabricante.

3) Clasificación y Control de Incendios. Se aplicará la siguiente clasificación de fuegos y los métodos de control señalados a continuación:

CLASE A: Materiales sólidos o combustibles ordinarios, tales como: viruta, papel, madera, basura, plástico, etc. Se lo representa con un triángulo de color verde.

Se lo puede controlar mediante:

- Enfriamiento por agua o soluciones con alto porcentaje de ella como es el caso de las espumas.
- Polvo químico seco, formando una capa en la superficie de estos materiales [18, p. 55].

Art.- 168 Condiciones de utilización

1) Tendrán una duración conveniente, en las condiciones normales de empleo, por lo que se utilizarán pinturas resistentes al desgaste y lavables, que se renovarán cuando estén deterioradas, manteniéndose siempre limpias.

2) Su utilización se hará de tal forma que sean visibles en todos los casos, sin que exista posibilidad de confusión con otros tipos de color que se apliquen a superficies relativamente extensas. En el caso en que se usen colores para

indicaciones ajenas a la seguridad, éstos serán distintos a los colores de seguridad.

- 3) La señalización óptica a base de colores se utilizará únicamente con las iluminaciones adecuadas para cada tipo de color [18, p. 62].

Art.- 175 Disposiciones generales

- 1) La utilización de los medios de protección personal tendrá carácter obligatorio en los siguientes casos:
 - a) Cuando no sea viable o posible el empleo de medios de protección colectiva.
 - b) Simultáneamente con éstos cuando no garanticen una total protección frente a los riesgos profesionales.
- 2) La protección personal no exime en ningún caso de la obligación de emplear medios preventivos de carácter colectivo.
- 3) Sin perjuicio de su eficacia los medios de protección personal permitirán, en lo posible, la realización del trabajo sin molestias innecesarias para quien lo ejecute y sin disminución de su rendimiento, no entrañando en sí mismos otros riesgos.
- 4) El empleador estará obligado a:
 - a) Suministrar a sus trabajadores los medios de uso obligatorios para protegerles de los riesgos profesionales inherentes al trabajo que desempeñan.
 - b) Proporcionar a sus trabajadores los accesorios necesarios para la correcta conservación de los medios de protección personal, o disponer de un servicio encargado de la mencionada conservación.
 - c) Renovar oportunamente los medios de protección personal, o sus componentes, de acuerdo con sus respectivas características y necesidades.
 - d) Instruir a sus trabajadores sobre el correcto uso y conservación de los medios de protección personal, sometiéndose al entrenamiento preciso y dándole a conocer sus aplicaciones y limitaciones.
 - e) Determinar los lugares y puestos de trabajo en los que sea obligatorio el uso de algún medio de protección personal [18, p. 62].

- 5) El trabajador está obligado a:
- a) Utilizar en su trabajo los medios de protección personal, conforme a las instrucciones dictadas por la empresa.
 - b) Hacer uso correcto de los mismos, no introduciendo en ellos ningún tipo de reforma o modificación [18, p. 62].

Art.- 176 Ropa de trabajo

- 1) Siempre que el trabajo implique por sus características un determinado riesgo de accidente o enfermedad profesional, o sea marcadamente sucio, deberá utilizarse ropa de trabajo adecuada que será suministrada por el empresario. Igual obligación se impone en aquellas actividades en que, de no usarse ropa de trabajo, puedan derivarse riesgos para el trabajador o para los consumidores de alimentos, bebidas o medicamentos que en la empresa se elaboren.
- 2) La elección de las ropas citadas se realizará de acuerdo con la naturaleza del riesgo o riesgos inherentes al trabajo que se efectúa y tiempos de exposición al mismo [18, p. 62].

1.3.2. Distribución de planta

Según Yin *et al.*, [19] pequeños ajustes en la posición de máquinas y equipos en una planta de fabricación pueden alterar enormemente la facilidad de flujo de materiales; esto también afecta a los costes de producción y a la eficiencia de todo el proceso de fabricación. La incapacidad de acertar en los procesos de fabricación provoca retrasos, inflexibilidad, ineficacia, exceso de existencias, costes elevados, baja calidad de los productos y clientes descontentos. Es por tal motivo que modificar un diseño ineficaz es bastante costoso; de ahí la necesidad de diseñar un diseño de planta funcional desde el principio [20].

Es por tal motivo que diseñar y poner en marcha una distribución de planta eficaz que pueda ajustarse rápida y eficientemente a los requisitos de una tecnología en constante cambio y a las demandas de los clientes es cada vez más vital para el éxito de las empresas manufactureras. Con la realidad de la reducción del ciclo de vida de los productos y de los plazos de entrega, así como el aumento de la variedad de productos

y las demandas aleatorias de los clientes, los fabricantes comprenden que con una única línea de productos ya no puede ser rentable. Esto se debe a que la eficiencia de la producción implica que la disposición de la planta debe adaptarse rápidamente de una línea de productos a otra sin sustitución de equipos, grandes reequipamientos ni reorganización de recursos [21].

En consecuencia, para fabricar productos de alta calidad que satisfagan las demandas de los clientes, es pertinente fabricar simultáneamente varios productos, para permitir que los productos de bajo volumen se fabriquen junto a otros, acomodándose así fácilmente a las variaciones de volumen y de mezcla de productos. Los diseños de fabricación actuales deben demostrar una robustez y flexibilidad adecuadas, independientemente de los constantes cambios en los requisitos operativos. Esto explica por qué un diseño adecuado de la planta se ha convertido en una base esencial de las instalaciones industriales actuales, mejorando así la eficiencia de la producción [22].

Burggräf *et al.*, [23] aseveran que la distribución de la planta es la disposición sistemática de las instalaciones físicas de una empresa para mejorar el uso eficiente de las máquinas, los materiales, los equipos, la energía y los trabajadores. También puede definirse como el plan o acto de planificar una disposición ideal de las instalaciones, que incluye equipos, espacio de almacenamiento, trabajadores, máquinas, flujo de inventario y otros servicios que mejoran la producción, junto con el diseño de una estructura eficiente para acomodar las instalaciones [24]. De igual manera la distribución de la planta puede definirse como un plan de una disposición óptima de las instalaciones que incluye personal, equipos operativos, espacio de almacenamiento, manipulación de materiales, equipos y todos los demás servicios de apoyo, junto con el diseño de la mejor estructura para contener todas las instalaciones. Este tipo de aspectos implican la asignación adecuada del espacio, así como la disposición de los equipos para garantizar que los costos generales de operación se reduzcan al mínimo [25].

Una buena distribución de la planta ofrece una ventaja competitiva a los fabricantes mediante la mejora de los procesos de flujo de inventario e información, lo que conduce a la reducción de los costes de fabricación y la mejora de la productividad.

Sin olvidar el hecho que la eficiencia de la producción de una unidad de fabricación depende de lo bien ubicadas que estén en la planta las distintas máquinas, las vías de flujo, las instalaciones de almacenamiento y las comodidades para los empleados [26].

Objetivos de la distribución de planta

El objetivo más importante es encontrar un diseño de áreas de trabajo y equipo que sea más seguro y satisfactorio para los empleados, así como más económico para el trabajo [27]. Los beneficios de un buen layout de fábrica se traducen en menores costes de fabricación mediante la consecución de los siguientes objetivos:

- Reducción del riesgo para la salud.
- Aumento de la seguridad de los trabajadores.
- Elevación de la moral y la satisfacción del obrero.
- Incremento de la producción.
- Disminución de los retrasos en la producción.
- Ahorro de área ocupada.
- Reducción del manejo de materiales.
- Una mayor utilización de la maquinaria, de la mano de obra y de los servicios.
- Reducción del material en proceso.
- Acortamiento del tiempo de fabricación.
- Reducción del trabajo administrativo, del trabajo indirecto en general.
- Logro de una supervisión más fácil y mejor.
- Disminución de la congestión y confusión.
- Disminución del riesgo para el material o su calidad.
- Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones [27].

Principios básicos de la distribución de instalaciones

Es un hecho que los principios al hablar de distribución de elementos y planta se han convertido en el epítome de la optimización del espacio para la industria. En vista de la necesidad de establecer una industria que produjera a su máxima capacidad y eliminara los desperdicios en todos los niveles, se entendió que la implementación del

sistema de distribución era tan importante como la industria misma. Y desde ese punto se enlistan los siguientes 6 principios [28].

a. Principio de la integración de conjunto

Más [28] asevera que es importante detallar que la mejor implementación es aquella que integra personas, materiales, máquinas, actividades auxiliares, así como cualquier otro factor, de modo que se logre el mejor compromiso entre todos estos elementos. El diseño de una fábrica es la integración de todas las máquinas e instalaciones en una gran unidad operativa. Es decir, hace que la fábrica sea, en cierto modo, una máquina y desde luego crear un diseño adecuado para operadores directos no es suficiente.

b. Principio de la mínima distancia recorrida

La distribución que permita cubrir la menor distancia entre operaciones es siempre la mejor. Cualquier proceso industrial implica el movimiento de materiales; incluso si uno quisiera eliminarlo, no podría hacerlo por completo. Siempre que dividimos un proceso en varios trabajos, podemos tener un especialista o una máquina específica para cada uno de ellos. Esta especialización de mano de obra y maquinaria es la base para una producción eficiente, incluso si implica el movimiento de materiales de una operación a otra. Así que estamos de acuerdo con esos movimientos, incluso si no agregan valor al producto [28].

c. Principio de la circulación o flujo de materiales

Por otro lado, siempre es preferible una distribución que organice las áreas de trabajo de forma que cada operación o proceso se produzca en la misma secuencia u orden de transformación, tratamiento o combinación de materiales. Complementa el principio de distancia mínima recorrida. Esto significa que el material se mueve gradualmente hacia la perfección de una operación o proceso a otro [28].

d. Principio del espacio cúbico

La economía se logra mediante el uso eficiente de todo el espacio disponible, tanto vertical como horizontalmente. Básicamente, la disposición se centra en las instancias

y/o lugares ocupados por personas, equipos, maquinaria y servicios auxiliares dispuestos en un modelo eficiente [29].

e. Principio de la satisfacción y de la seguridad

La satisfacción del trabajador es un factor importante. Esto nos ayudará a reducir los costos operativos y mejorar la moral de los empleados. La seguridad es un factor muy importante en la mayoría de las empresas de distribución, incluso crítico en algunas de ellas. Una distribución nunca puede ser efectiva si expone a los trabajadores a riesgos o accidentes [29].

f. Principio de la flexibilidad

Vladimir & Cardona [29] aseveran que una distribución que se pueda ajustar o reorganizar con menos costos o inconvenientes siempre será más eficiente. Este objetivo es cada vez más importante. Esto significa cambios frecuentes, ya sea en el diseño del producto, proceso, equipo, producción o tiempos de entrega. Las fábricas a menudo pierden pedidos de clientes porque no pueden reorganizar sus medios de producción lo suficientemente rápido. Es por ello que se pueden esperar importantes ventajas de una disposición que permita obtener una planta fácilmente adaptable o rápida y económicamente regulable.

Tipos de diseño de planta

Las instalaciones modernas están diseñadas para desarrollar sus actividades con base en una serie de disposiciones de planta avanzadas y sofisticadas. Los tres tipos básicos de layouts mediante los cuales se organizan las secciones de producción en una planta se definen por el tipo de flujo de trabajo; dentro de ellas el diseño más común radica en el desarrollo de un layout de proceso, de producto y el por último el de posición fija. El cuarto tipo de disposición en planta, que ha ganado gran aceptación y suele considerarse una disposición híbrida, se denomina disposición celular [30].

a. Distribución por proceso

Se le conoce como disposición funcional. Es muy adecuada para aplicaciones en las que los productos que se obtienen de las materias primas y el trabajo en curso conllevan

grandes variaciones durante el procesamiento de las operaciones individuales. Esta tipología de layout está diseñada para generar el procesamiento de actividades que necesitan muchas adiciones de valor. Este sistema requiere un gran número de productos en pequeños volúmenes. Es muy útil en situaciones en las que el proceso de producción se estructura en lotes, ya que los diferentes productos se organizan para pasar de un área a otra, basándose en la sucesión de operaciones establecida con antelación [31].

Según Ortiz & Cárdenas [30], la distribución por procesos agrupa los puestos de trabajo en función de las actividades que se realizan, independientemente de los productos en los que trabaje cada puesto. Aquí las máquinas y los trabajadores necesarios para realizar una función similar se asignan en el mismo lugar, además la distancia entre secciones debe ser muy cercana para reducir el desperdicio de movimientos y manipulación de materiales. A continuación, se muestra gráficamente la distribución por proceso en la figura 1.

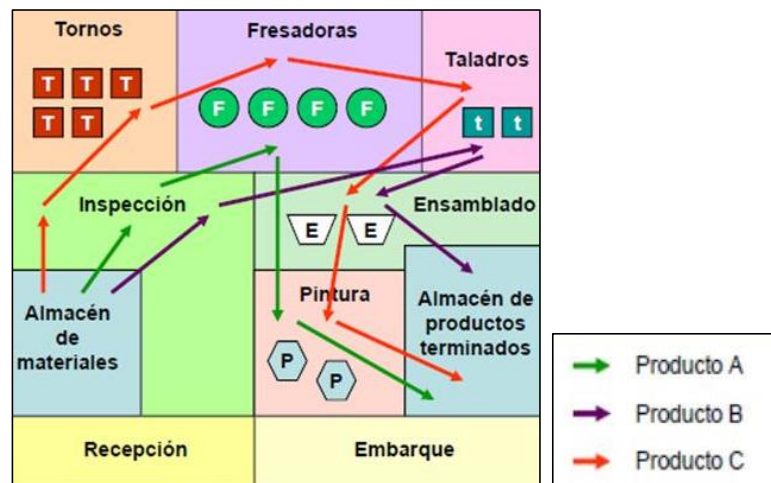


Figura 1. Distribución de Layout por proceso [32]

b. Disposición del producto

A este diseño también se le conoce como disposición de líneas. La disposición de productos, que tiene un ciclo de fabricación pequeño con una manipulación de materiales reducida, es un tipo de disposición de planta en la que las máquinas, los equipos y los trabajadores se organizan en una línea basada en la progresión de la operación necesaria para un producto [11]. En este aspecto las máquinas y los equipos

se agrupan, lo que permite que los inventarios fluyan sucesivamente de forma clara y fácil de controlar de una máquina a otra a medida que se van añadiendo valores en ellas. Las decisiones que hay que tomar antes de diseñar un layout de producto incluyen la cantidad de tiempo de ciclo requerido, el número y la disposición de los distintos procesos de fabricación, cómo abordar las variaciones de tiempo de los distintos procesos y la necesidad de equilibrar eficazmente el layout [12].

Los layouts de producto se emplean para conseguir un flujo constante y sin fallos de grandes cantidades de materias primas o trabajo en curso a través de la planta; se consigue una mayor utilización del volumen de equipos y mano de obra. En la disposición en línea se consigue un flujo continuo a medida que se forma todo el proceso de producción para reducir los problemas que se asocian a los desagradables cuellos de botella. Algunos de los beneficios de la disposición del producto se enlistan a continuación:

Tabla 3. Ventajas y limitaciones del layout por producto

| Ventajas | Desventajas |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Reducción de costes coste de manipulación, actividades y tiempo de producción • Uso eficiente del espacio • Modelo continuo y poca cantidad de trabajo en progreso • Reducción de los costes coste • Fácil de aprender y por operarios no cualificados • Secuencia simplificada de operaciones | <ul style="list-style-type: none"> • Inversiones costosas en máquinas y equipos. • La avería de cualquier máquina provocará graves cuellos de botella • Poca o ninguna flexibilidad en procesos de fabricación • Costes generales elevados • Monótonas y aburridas operaciones • Los cambios en el diseño del producto requieren importantes alteraciones |

Es importante resaltar que el flujo continuo de inventario, que implica poca cantidad de trabajo en curso, equipos fijos para la manipulación de materiales, cambios costosos y retrasados, poca o ninguna inspección directa, necesidad de máquinas y equipos de uso general y reducción del plazo de entrega son algunas de las características de la disposición de layout por producto. Es por tal motivo que se recomienda para procesos de producción repetitivos y sencillos, mismos que no sean muy exigentes. A

continuación, en la figura 2. se muestra una representación gráfica del layout por producto.

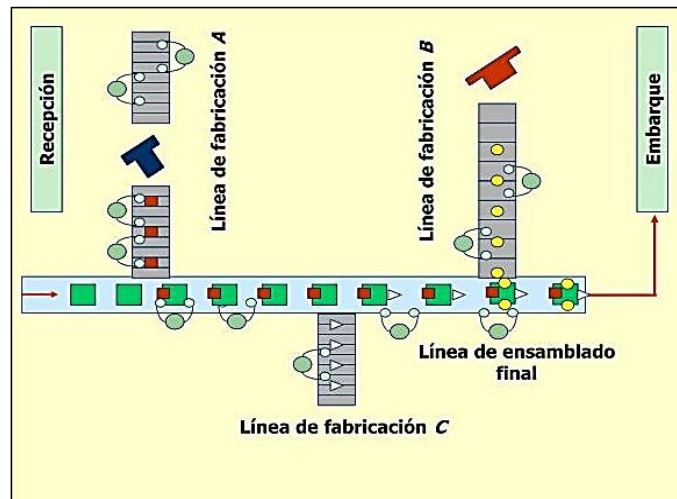


Figura 2. Distribución de Layout por producto [32]

c. Layout de posición fija

La disposición en posición fija no es aplicable a proyectos o productos pequeños, ya que es el tipo de disposición en planta en el que las máquinas, los equipos y la mano de obra se transportan al lugar del producto principal que se va a fabricar. Se utiliza en la construcción de proyectos voluminosos o frágiles como puentes, cohetes espaciales, barcos, aviones, presas, pasos elevados, construcción de carreteras y edificios. La figura expuesta a continuación representa un esquema de posición fija a la par de ciertas ventajas y limitaciones de esta tipología de layout [13].

Ventajas

- Es muy flexible y puede adaptarse a los cambios de diseño y producción de procesos.
- Ahorra costes y tiempo que supone el incesante trabajo de un lugar a otro.
- Es muy económico ya que permite trabajar en diferentes niveles de producción para su apreciación simultánea.

Limitaciones

- Inversión de capital demasiado extensa.

- Requiere gran cantidad de espacio para el almacén cerca de la planta.
- Largo periodo de producción.

Cada una de estas situaciones se muestran a continuación resumidas en un modelo de exposición centrado en que todas las actividades alimentan al producto final sin embargo no tiene un proceso secuencial; figura 3, mostrada a continuación.



Figura 3. Distribución de Layout por posición fija [13]

d. Tecnologías de grupos o Manufactura celular

Se basa en que cuando surgen muchas empresas manufactureras y compiten entre sí, intentan diferenciarse de las demás aumentando su eficiencia y productividad y desde esa base se diseñan en cuanto a forma y proceso de fabricación, aprovechan la igualdad en el proceso. Si las piezas se clasifican y agrupan de tal forma que las características de las distintas piezas de un grupo son similares, entonces las máquinas también pueden agruparse en unidades de producción donde se toman las piezas en bruto y se dejan completamente acabadas, lo que se denomina célula de producción [33].

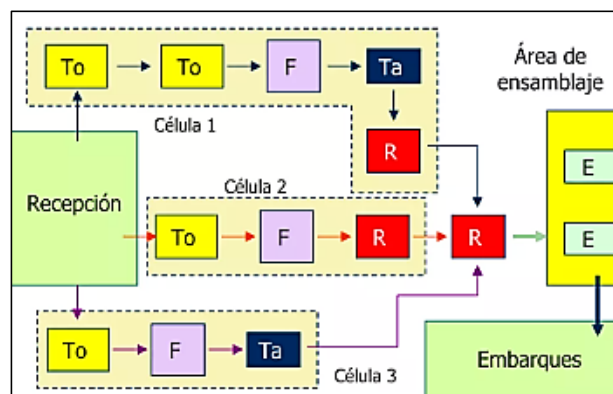


Figura 4. Tecnologías de grupos o Manufactura celular [33]

Dimensionamiento de áreas

Dimensionamiento Guerchet

Método de cálculo del espacio físico necesario para montar una planta productiva. Por tanto, es necesario identificar el número total de máquinas, equipos y materiales en espera, que se denominan elementos estáticos, así como el número total de operarios y equipos móviles de transporte, que se denominan elementos móviles [34]. Donde:

Superficie estática (S_s). Corresponde al área del terreno que ocupan las máquinas y equipos. Se calcula de la siguiente manera:

$$S_s = \text{largo} \times \text{ancho} \quad (1)$$

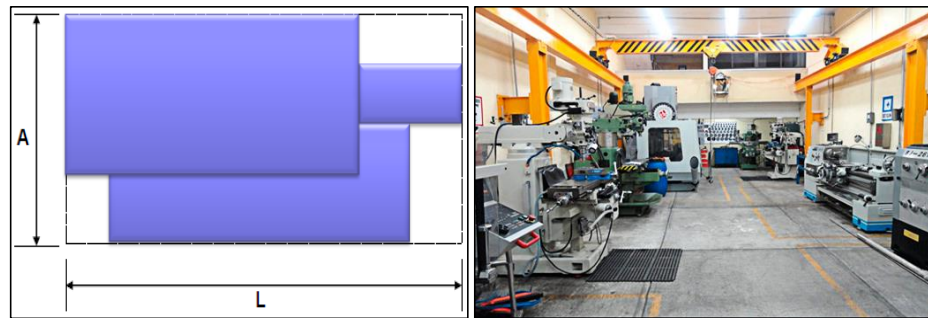


Figura 5. Superficie estática de método de Guerchet [34]

Superficie de gravitación (S_g). Es la superficie utilizada por el operario y el equipo para las operaciones de los puestos de trabajo. Se calcula:

$$S_g = S_s \times N \quad (2)$$

Dónde:

N = Número de lados partir de los cuales el mueble o la máquina deben ser utilizados.

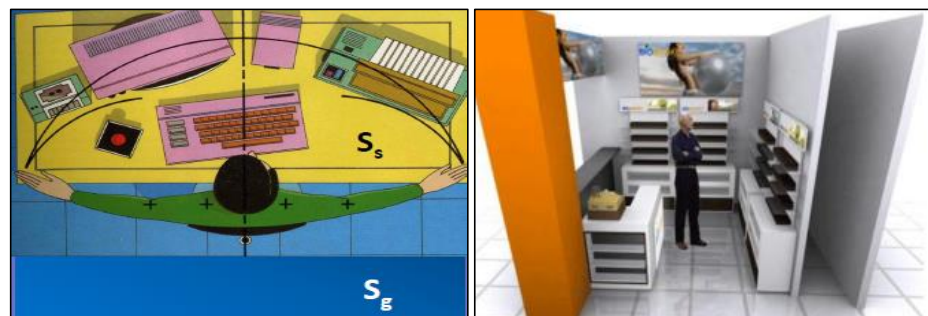


Figura 6. Superficie de gravitación de método de Guerchet [34]

Superficie de evolución (Se). Es la reserva entre personal, material, medios de transporte y puntos de trabajo para la producción. Para el cálculo se utiliza un factor K, conocido como coeficiente de crecimiento, que representa una medida ponderada de la relación entre las alturas de los elementos móviles y estacionarios, y se calcula de la siguiente manera.

$$Se = (Ss + Sg) * k \quad (3)$$

Dónde: k = Coeficiente de evolución.

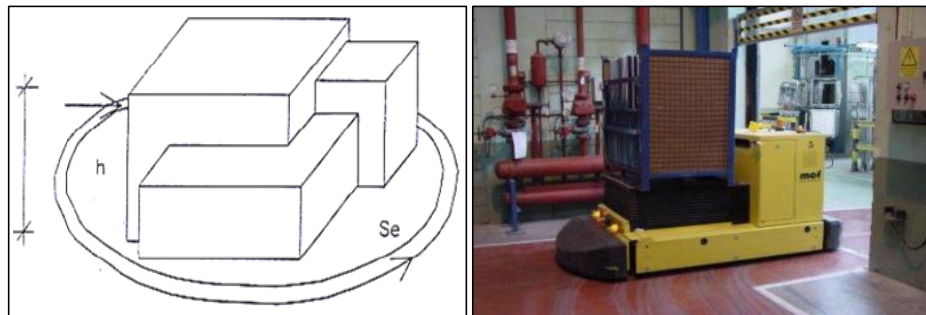


Figura 7. Superficie de evolución de método de Guerchet [34]

Superficie total (St). Es la suma de las superficies estática, de gravedad y de crecimiento multiplicada por el número de máquinas de un tipo. Se calcula de la siguiente manera:

$$St = (Ss + Sg + Se) * n \quad (4)$$

Dónde:

n = Número de elementos móviles o estáticos de un tipo

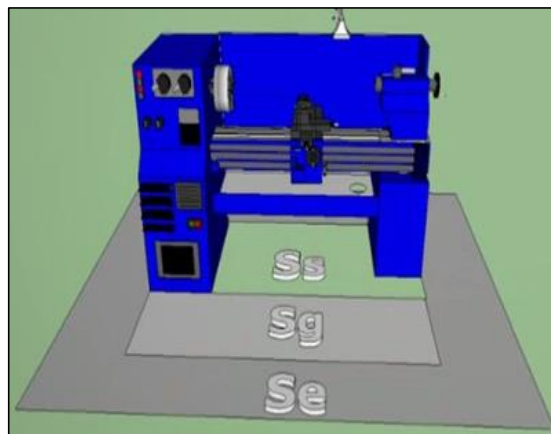


Figura 8. Superficie total de método de Guerchet [34]

Beneficios del diseño de planta

Según Loa & Feijoo [15] un diseño adecuado de la planta proporciona una sinergia ideal entre las materias primas, los procesos de fabricación, el espacio disponible y la producción. Ante todo, aspecto garantiza la utilización eficiente de todo el espacio disponible y la flexibilidad de las disposiciones y las operaciones de fabricación, agiliza el movimiento del inventario en toda la planta de fabricación sin contratiempos ni retrasos innecesarios, mantiene una rotación adecuada de los materiales, reduce el plazo de entrega y el coste de la manipulación de materiales, y también garantiza la seguridad, el confort y la comodidad de los trabajadores.

Es necesario acotar que un buen diseño de la distribución de la planta facilita el proceso de producción, minimiza la manipulación de materiales, el tiempo y el coste, y permite la flexibilidad de las operaciones, el flujo de producción fácil, hace un uso económico del edificio, promueve la utilización eficaz de la mano de obra, y proporciona la comodidad de los empleados, la seguridad, la comodidad en el trabajo, la máxima exposición a la luz natural y la ventilación [17].

1.3.3. Estudio de tiempos y movimientos

Estudio de tiempos

Es una técnica que determina con exactitud el tiempo de los procesos, o actividades determinadas, que le toma a un operador calificado realizar una actividad o tarea preestablecida, basándose en un número de observaciones definidas por normas de rendimiento o el tiempo observado. Este estudio de tiempos se realiza de manera cronometrada, y llevando apuntes en un formulario [26].

Número de observaciones

La exactitud del estudio de tiempos dependerá en gran medida del número de observaciones realizadas, para determinar este parámetro existen métodos estadísticos y convencionales, uno de los métodos más recurrentes para determinar este parámetro es la tabla propuesta por la General Electric, pues establece una base de observaciones en función del tiempo de ciclo en minutos de las actividades o tareas, en la Tabla 4 se muestra las consideraciones sugeridas [26].

Tabla 4. Observaciones a cronometrar – General Electric

| GENERAL ELECTRIC | |
|-----------------------|-------------------------|
| Tiempo de ciclo (min) | Número de observaciones |
| 0.10 | 200 |
| 0.25 | 100 |
| 0.50 | 60 |
| 0.75 | 40 |
| 1.00 | 30 |
| 2.00 | 20 |
| 2-5 | 15 |
| 5-10 | 10 |
| 10-20 | 8 |

Suplementos

Es la amplitud o fracción del tiempo normal que se le asigna al operador con la finalidad de suplir y compensar ciertos eventos ajenos al desarrollo de una actividad como: demoras, tardanzas o algún otro evento que resulte de la actividad [27].

En el Anexo C se muestra la tabla de Niebel para determinar los suplementos.

Valoración del ritmo de trabajo

Es una técnica empleada para determinar el tiempo requerido por un operador normal para desarrollar una tarea o actividad, se basa en comparar el ritmo real de un operador en relación al ritmo tipo que puede tener un operador, se denomina operador normal, aquel que está capacitado, adiestrado y experimentado que desarrolle sus actividades de forma normal [27].

En el Anexo D se muestra la tabla de valoración del ritmo de trabajo.

Tiempo estándar

Es el tiempo que le toma a un operador entrenado, capacitado y calificado realizar una actividad, ejecutando sus actividades de forma normal y a un esfuerzo promedio, considerando los suplementos que pudiera presentar un operador durante el desarrollo normal de las actividades [27].

Para determinar el tiempo estándar se utiliza la Ecuación (5)

$$T_s = T * Fd(1 + S) * n \quad (5)$$

Donde:

Ts: Tiempo estándar.

T: Tiempo promedio observado.

Fd: Factor de desempeño (valorización de ritmo de trabajo).

S: Suplementos.

1.3.4. Layout del puesto de trabajo

Uno de los objetivos del layout de la fábrica es lograr una configuración cómoda para el trabajador, que evite posibles daños físicos y psicológicos y favorezca la productividad. Dos principios son fundamentales para lograr este objetivo:

- Tener en cuenta criterios ergonómicos, desde el diseño del puesto de trabajo.
- Estandarizar el puesto de trabajo, sus elementos y métodos de trabajo.

Al analizar estos dos principios del diseño de estaciones de trabajo, nos centraremos en un tipo particular de estación de trabajo: la estación de trabajo de ensamblaje manual. Si bien esta no es la única estación de trabajo posible, es una de las más comunes. Su correcto diseño puede prevenir serios problemas de salud y tiene un gran impacto en el logro de una buena productividad humana. Además, el diseño correcto es la base del diseño ergonómico y productivo [35].

Aspectos ergonómicos

En un sentido amplio, la ergonomía es la ciencia que estudia la adaptación mutua del hombre y su lugar de trabajo con el objetivo de crear un ambiente de trabajo que proteja a la persona de cualquier tipo de daño físico o psíquico. En un sentido más restrictivo, podemos decir que uno de los objetivos de la ergonomía es prevenir lesiones en el cuerpo humano por tareas repetitivas u otro tipo de trabajo. En este sentido, diseñar un puesto de trabajo con criterios ergonómicos significa planificar una forma de prevenir lesiones a la persona que lo utiliza en unas condiciones definidas. Para diseñar un puesto de trabajo manual es necesario tener en cuenta: los tipos de tareas a realizar, su nivel de precisión, la frecuencia con que se repiten, la fuerza física que requieren, la posición del individuo, así como sus dimensiones [35].

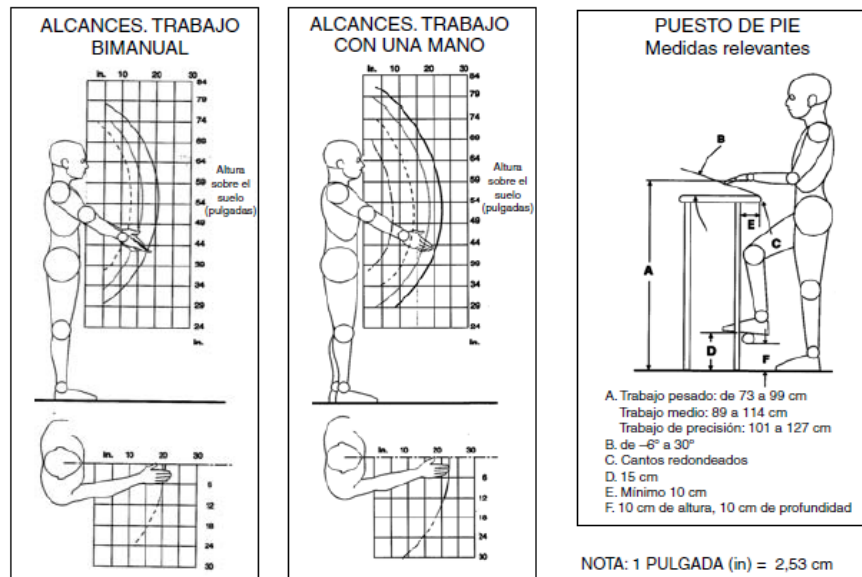


Figura 9. Medidas antropométricas básicas [35]

Por otro lado, la antropometría es una de las disciplinas de la ergonomía que estudia las dimensiones relacionadas con la motricidad del cuerpo humano. Sus hallazgos y resultados son de gran utilidad para diseñar lugares de trabajo que eviten posturas o gestos incómodos, incómodos o peligrosos. Idealmente, los estudios antropométricos deben estar lo más cerca posible de la población a la que van dirigidos: si se trata de trabajadores de fábrica, es preferible que esté relacionado con la región, el país o el continente. El diagrama muestra las medidas antropométricas más relevantes para el diseño de una estación de trabajo manual, figura 9. mostrada con antelación. Estas son

medidas relacionadas con la postura correcta de la persona y el rango posible. En general, una estación de trabajo de pie tiene las siguientes ventajas:

- Es ergonómicamente más adecuado, ya que evita daños en la columna vertebral (un puesto sentado fuerza el área dorsal incluso aunque esté muy bien diseñado).
- Permite unos alcances mayores de recogida, lo que favorece un aprovechamiento más eficaz del espacio.
- Permite el movimiento, lo que favorece que una persona pueda ocuparse de varios puestos de trabajo si es necesario.

Presenta los siguientes inconvenientes:

- Genera una sensación de más fatiga en la persona, especialmente si no requiere movimiento.
- Para tareas de gran precisión es poco adecuado [35].

Propuesta de puesto de trabajo estándar

Una de las claves de la productividad de un puesto de trabajo es la estandarización. Con ella conseguimos los siguientes beneficios:

- Preservamos el «saber hacer» mediante la definición de estándares cada vez mejores.
- Facilitamos el aprendizaje y la adaptación rápida de la persona a distintos puestos de trabajo.
- Acortamos el tiempo de diseño de nuevos puestos de trabajo [36, p. 100].

Debe enfatizarse que la estandarización no significa que todas las estaciones de trabajo sean idénticas o que estén obligadas a hacerlo. La estandarización de puestos de trabajo significa crear un conjunto de elementos físicos estándar, que pueden cubrir una amplia gama de configuraciones y posibilidades, basados en principios comunes. Un buen puesto de trabajo debe respetar al menos los siguientes principios:

- Cómodo para la persona que lo usará.
- Compacto: dimensiones reducidas pero suficientes para desarrollar la actividad asignada.

- Flexible: fácilmente modificable y reconfigurable.
- Móvil: favorecer la movilidad y el desplazamiento sencillo de los elementos de un sitio a otro.

Es importante recordar que una norma siempre responde a una determinada situación o a una determinada necesidad o a unas determinadas condiciones limitadas. Si estas condiciones cambian, el estándar debe ser reconsiderado, adaptado o ampliado si es necesario. Es un grave error pretender imponer a la nueva situación una norma que puede resultar inadecuada [36]. A la hora de definir un puesto de trabajo manual hay que tener en cuenta tres elementos básicos:

- La mesa de trabajo.
- Los elementos de aprovisionamiento de materiales.
- Las herramientas y maquinaria.

De igual manera es de suma importancia acotar que la mesa de trabajo es uno de los elementos más importantes. A continuación, se describen algunas consideraciones importantes:

- La altura de la superficie de trabajo debe ser adecuada a la posición del cuerpo (sentado o de pie) y al nivel de precisión del trabajo a realizar.
- Es preferible diseñar una mesa estrecha y profunda. De esta forma los puestos de trabajo contiguos quedan cercanos y una persona se puede encargar de dos si fuera preciso.
- Considerar, en el diseño, los espacios necesarios para colocar el material utilizado en el puesto.
- Poner ruedas para facilitar la movilidad [36, p. 154].

El diseño de los elementos de aprovisionamiento es muy importante para favorecer gestos cómodos y eficaces. Las consideraciones a tener en cuenta son:

- Favorecer los gestos de recogida de material, pero también los de aprovisionamiento de ese material al puesto y la evacuación de desperdicios.
- Considerar la autonomía del puesto de trabajo y el tamaño de los materiales y contenedores para dimensionarlos.

- Prever como mínimo dos contenedores de forma que cuando uno se termine no provoque el paro de la actividad.
- Poner ruedas si es necesario para favorecer la movilidad.

Las herramientas y maquinaria. Algunas pautas para el diseño son:

- Establecer los elementos de seguridad necesarios para evitar lesiones de las personas que las manejan.
- Situar los elementos que requieren mantenimiento accesibles y colocados de forma que se puedan ajustar sin tener que interrumpir el trabajo del operador.
- Evitar colocar barreras que impidan el movimiento transversal del producto [36, p. 154].

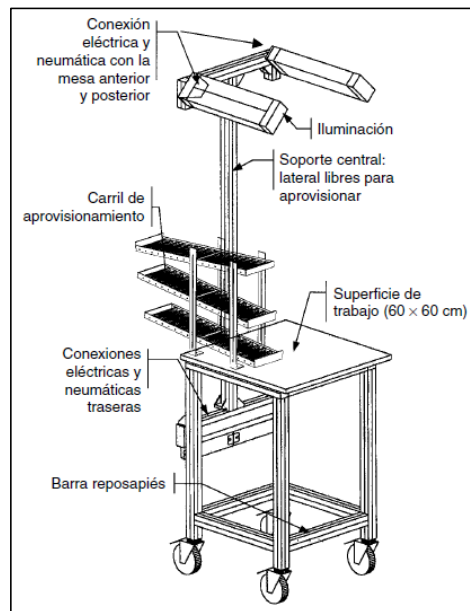


Figura 10. Propuesta de mesa de trabajo estándar con un elemento de aprovisionamiento estándar [36, p. 155]

En conclusión, cabe señalar que la estación de trabajo estándar propuesta se puede repetir tantas veces como sea necesario para configurar una línea de producción estándar. En particular, para configurar una celda en forma de U, es suficiente repetir esta estación de trabajo estándar tantas veces como sea necesario.

1.3.5. Seguridad y salud laboral

La Seguridad Ocupacional es un enfoque multidimensional de la seguridad, la salud y el bienestar de las personas que trabajan en el lugar de trabajo. El propósito de los programas de seguridad y salud en el lugar de trabajo es promover un ambiente de trabajo seguro y saludable. También incluyen la seguridad de los compañeros de trabajo, miembros de la familia, empleadores, clientes y otras personas que puedan verse afectadas por el entorno laboral [36].

La importancia de la seguridad en el trabajo se debe a razones legales (preventivas, punitivas y compensatorias) y económicas (beneficios y costos sociales). Es por ello que exige una serie de especialidades como medicina del trabajo, higiene industrial, salud pública, ingeniería de la seguridad, ingeniería industrial, química, física de la salud, ergonomía y psicología de la salud laboral [37].

En definitiva, la seguridad en el trabajo es un conjunto de técnicas y disciplinas que tienen como objetivo identificar, evaluar y controlar los riesgos relacionados con el trabajo con el fin de prevenir daños en términos de lesiones, materiales, daños a la propiedad, y ambiente de trabajo [38].

Cuando oímos hablar de seguridad en el trabajo, entendemos que es la protección del individuo frente a las adversidades del medio ambiente, que en muchos casos es modificado y degradado por el propio hombre, mientras que en otros casos es desfavorable en sí mismo [39].

La gestión de la seguridad en el trabajo debe aplicarse no solo a los trabajadores, sino a todos los seres humanos, ya que los trabajadores desarrollan sus actividades no solo en los centros del sistema productivo, sino también en diversos sectores de la sociedad: iglesias, escuelas, asistencia social, centros de investigación científica. Actividades artísticas, deportivas, profesionales o gremiales, entre otras [22].

Se ha elaborado un Plan de Prevención de Riesgos Laborales con el objetivo de implantar unas directrices para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores en todos los aspectos relacionados con el trabajo [16].

En el ámbito de la prevención de riesgos laborales, se considera incidente un accidente que no produce lesiones ni daños, es decir, un evento no deseado que, en circunstancias ligeramente diferentes, habría causado lesiones a personas, pérdida de bienes o pérdida de producción. puede causar pérdidas [26].

La prevención de riesgos laborales (PRP) es una disciplina que tiene como objetivo promover la seguridad y salud de los trabajadores mediante la identificación, evaluación y control de los peligros y riesgos asociados al entorno laboral, así como promover el desarrollo de las actividades y medidas necesarias. Prevenir los riesgos derivados del trabajo. El riesgo laboral es la posibilidad de que un empleado sufra una enfermedad o lesión relacionada con el trabajo. Por lo tanto, los riesgos laborales incluyen enfermedades profesionales y accidentes en el lugar de trabajo [7].

El riesgo se define como un sentimiento general de perder algo o de tener un resultado indeseable, negativo o peligroso. El riesgo de una actividad puede tener dos componentes: la probabilidad o probabilidad de que ocurra un resultado negativo y la magnitud de ese resultado. Por lo tanto, cuanto mayor sea la probabilidad y la pérdida potencial, mayor será el riesgo [22].

Por condiciones de trabajo, se define como el conjunto de variables que definen la ejecución del trabajo en un ambiente, determinando la salud del operario según tres variables: física, psicológica y social, tal como se refleja el concepto en la definición de salud del Mundo. Organización de la Salud.

Cabe precisar que se entiende por condiciones de trabajo aquellos efectos especiales que inciden de manera específica en la generación de riesgos para la seguridad y salud del trabajador [20]:

- Las características físicas de los locales.
- Las estructuras de las instalaciones
- Equipos y productos y demás útiles existentes en el centro de trabajo.
- La presencia de agentes físicos, químicos y biológicos presentes en el ambiente de trabajo.

A partir de un conocimiento profundo de los productos, métodos de trabajo, procesos e instalaciones contaminantes, el análisis de las condiciones de trabajo y sus efectos sobre el ser humano y su bienestar es importante identificar los componentes ambientales que inciden en la seguridad y salud de los trabajadores [19].

La higiene de campo es la rama de la higiene ocupacional que se ocupa del estudio e identificación de contaminantes y condiciones de trabajo, identificación de peligros para la salud, evaluación de riesgos de las condiciones higiénicas y sus posibles causas y adopción de las medidas necesarias para controlarlos [4].

Un accidente de trabajo es un evento inesperado o indeseable que resulta en la pérdida de la salud o lesión de los trabajadores en el ejercicio de su trabajo. Los accidentes de trabajo pueden dar lugar a bajas por enfermedad [1].

Los efectos de la carga de trabajo se traducen en accidentes o fatiga física o mental. Este último presenta síntomas de depresión, irritabilidad, falta de energía y ganas de trabajar. A menudo se acompaña de dolor de cabeza, mareos, insomnio, trastornos digestivos.

La ergonomía es la ciencia que estudia la posición pasiva del entorno, los beneficios para el operador y las contribuciones que puede hacer si las condiciones de trabajo están diseñadas para permitir y fomentar el mejor uso de sus habilidades. Ahora aquí hay algunos conceptos básicos de ergonomía [4].

Podemos leer allí que etimológicamente, la palabra ergonomía proviene del griego "ergo" que significa trabajo, actividad y "nom" que significa principio, regla. Por tanto, podemos decir que la ergonomía es el estudio del trabajo, que se encarga de elaborar las normas que lo rigen [37].

La finalidad de la ergonomía aplicada al puesto de trabajo es optimizar la interacción entre el ser humano, el entorno y los objetos, adaptando las condiciones de trabajo a las características físicas y psíquicas de los trabajadores [11].

Mejorar los lugares de trabajo conduce a una mayor productividad, porque una buena ergonomía es un buen ahorro. El propósito de la ergonomía es básicamente mejorar la

capacidad del usuario para vivir en el diseño y desarrollo ergonómico, de cara a una fuerza de trabajo. En cualquier caso, este objetivo se basa en reducir los riesgos potenciales y aumentar el bienestar de los usuarios [4].

El lugar de trabajo se define como el lugar o espacio ocupado por un individuo dentro de una organización, empresa o unidad, donde se realizan actividades para cumplir con las expectativas con el fin de garantizar que los productos, servicios y bienes se produzcan en un entorno social [19].

Existen varios factores de riesgo ante la presencia de un solo taco que son trabajos que adoptan posturas forzadas, movimientos repetitivos con las manos y brazos. Las zonas más comúnmente afectadas en diversos campos laborales como la agricultura, la industria, la pesca, la construcción y el sector servicios son el cuello, los hombros, los codos, las muñecas y la espalda [23].

Las pausas activas son sesiones de actividad física desarrolladas en ambientes de trabajo, con un mínimo de 10 minutos de duración continua, que promueven las adaptaciones fisiológicas cardiovasculares, la fuerza y resistencia muscular para reducir el riesgo cardiovascular y el daño muscular asociado al desempeño laboral. Mejorar la flexibilidad [4].

Las pausas activas serían una forma de promover la actividad física como un hábito de vida saludable, por lo que se deberían implementar programas educativos sobre la importancia y los beneficios de la actividad física regular.

1.3.6. Métodos ergonómicos

Se pueden utilizar varios métodos para la evaluación ergonómica de un entorno de trabajo. Se modifican según el análisis a realizar teniendo en cuenta el tiempo, los recursos y las necesidades [10]. A continuación, se explican varios métodos utilizados para la evaluación ergonómica [24].

Método R.U.L.A

R.U.L.A. (Rapid Upper Limb Assessment) fue desarrollado por McAtmany y Corlett de la Universidad de Nottingham (Instituto de Ergonomía Ocupacional) en 1993 con

el objetivo de evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que conducen a cargas posturales elevadas y pueden dar lugar a trastornos. Para la evaluación del riesgo se consideran la postura adoptada, la duración y frecuencia de la postura y la fuerza ejercida para mantener la postura [3].

Para una postura dada, R.U.L.A. recibe una puntuación que establece un cierto nivel de acción. El nivel de desempeño indicará si la postura es aceptable o hasta qué punto la postura debe cambiarse o rediseñarse. En esencia, el RULA permite al evaluador detectar problemas ergonómicos potenciales que resultan de un estrés postural excesivo [36].

El proceso de implementación de R.U.L.A se puede resumir de la siguiente manera [21]:

- Determinar los ciclos de trabajo y observar al trabajador durante varios de estos ciclos. Si el ciclo es muy largo o no existen ciclos, se pueden realizar evaluaciones a intervalos regulares.
- Seleccionar las posturas que se evaluarán. Se seleccionarán aquellas que, a priori, supongan una mayor carga postural bien por su duración, bien por su frecuencia o porque presentan mayor desviación respecto a la posición neutral.
- Determinar si se evaluará el lado izquierdo del cuerpo o el derecho. En caso de duda se analizarán los dos lados.
- Tomar los datos angulares requeridos. Pueden tomarse fotografías desde los puntos de vista adecuados para realizar las mediciones.
- Obtener las puntuaciones parciales y finales del método para determinar la existencia de riesgos y establecer el Nivel de Actuación.
- Si se requieren, determinar qué tipo de medidas deben adoptarse. Revisar las puntuaciones de las diferentes partes del cuerpo para determinar dónde es necesario aplicar correcciones.
- Rediseñar el puesto o introducir cambios para mejorar la postura si es necesario

- En caso de haber introducido cambios, evaluar de nuevo la postura con el método RULA para comprobar la efectividad de la mejora [38].

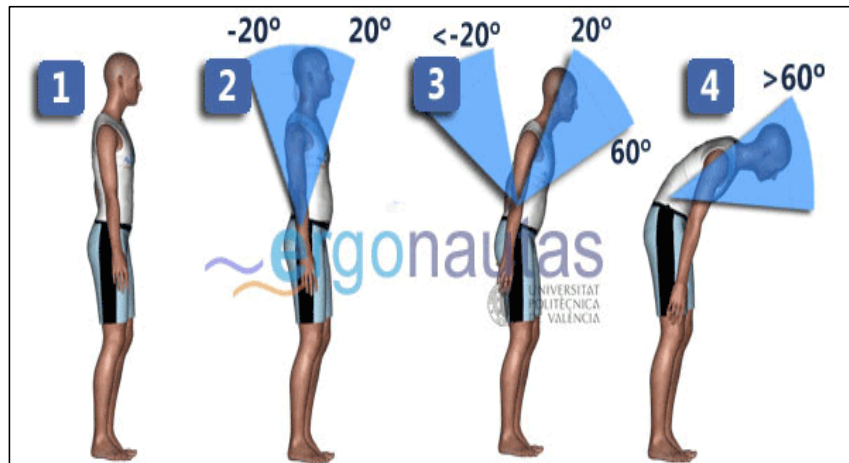


Figura 11. Método Rula [38]

Método R.E.B.A.

El método REBA (Rapid Entire Body Assessment), desarrollado por Hignett y McAtmany en Nottingham en el año 2000, permite estimar el riesgo de sufrir trastornos físicos relacionados con el trabajo. El método REBA evalúa posturas individuales y no un conjunto o secuencia de posturas. Por lo tanto, es necesario seleccionar las posturas que se evaluarán de entre las posiciones adoptadas por el trabajador en el contexto de su trabajo. Se seleccionarán aquellas que, a priori, supongan una mayor carga postural, ya sea por su duración, su frecuencia o porque presenten una mayor desviación de la posición neutral [21].

Este método fue desarrollado para satisfacer la necesidad de un instrumento capaz de medir aspectos relacionados con la carga física de los trabajadores; puede analizarse antes o después de una intervención para demostrar que se ha reducido el riesgo de lesión; Proporciona una evaluación rápida y sistemática de la exposición postural de todo el cuerpo a la que puede estar expuesto el trabajador debido a su trabajo [4].

El desarrollo del R.E.B.A pretende:

- Desarrollar un sistema de análisis postural sensible para riesgos musculoesqueléticos en una variedad de tareas.

- Dividir el cuerpo en segmentos para codificarlos individualmente, con referencia a los planos de movimiento.
- Suministrar un sistema de puntuación para la actividad muscular debida a posturas estáticas (segmento corporal o una parte del cuerpo), dinámicas (acciones repetidas, por ejemplo, repeticiones superiores a 4 veces/minuto, excepto andar), inestables o por cambios rápidos de la postura.
- Reflejar que la interacción o conexión entre la persona y la carga es importante en la manipulación manual pero que no siempre puede ser realizada con las manos.
- Incluir también una variable de agarre para evaluar la manipulación manual de cargas.
- Requerir el mínimo equipamiento (es un método de observación basado en lápiz y papel) [21].

Método Checklist OCRA

Según la Norma ISO 11228-3:2007. Ergonomics - Manual handling - Part 3: Handling of low loads at high frequency.

La norma ISO 11228-3:2006 establece recomendaciones ergonómicas para las tareas de trabajo repetitivo que implican manipulación manual de cargas pequeñas a alta frecuencia. Al igual que en la norma europea anterior, ofrece un procedimiento para identificar los factores de riesgo y un checklist para realizar una evaluación sencilla del riesgo (método 1). Si es necesario una evaluación más detallada del riesgo, la norma sugiere el método OCRA.

El objetivo principal de la norma ISO 11228-3:2006 es proporcionar información para aquellos involucrados en el diseño o rediseño del trabajo, los puestos de trabajo y los productos. Su alcance es más amplio que el de la norma europea, ya que busca abarcar una variedad de situaciones relacionadas con la manipulación manual de cargas pequeñas a alta frecuencia en tareas repetitivas.

En resumen, esta norma internacional tiene como fin brindar directrices ergonómicas específicas para mejorar las condiciones laborales en trabajos que implican

movimientos repetitivos y frecuentes de manipulación manual de cargas pequeñas. Además, proporciona métodos para identificar y evaluar los riesgos asociados a estas tareas, con el objetivo de prevenir lesiones y mejorar la salud y bienestar de los trabajadores.

Checklist OCRA (Occupational Repetitive Action)

Este enfoque representa una simplificación del método OCRA, basado en los mismos factores, y tiene como objetivo realizar una evaluación rápida y sencilla del riesgo asociado a movimientos repetitivos de los miembros superiores. Además, este método analiza el riesgo en el puesto de trabajo, y al final proporciona una valoración numérica del riesgo que permite abordar de manera prioritaria los riesgos más urgentes. Después, se puede llevar a cabo un estudio más detallado del mismo tipo. Este enfoque se centra específicamente en los miembros superiores, incluyendo el hombro-brazo, codo, muñeca y mano, en relación a las actividades laborales repetitivas que podrían afectar la salud y bienestar de los trabajadores.

El método checklist OCRA incorpora distintas partes a complementar:

- Denominación y breve descripción del puesto de trabajo (y número de puestos iguales o similares).
- Tiempos de recuperación (pausas, descansos, otras tareas sin exigencias físicas de miembros superiores, etc.).
- Actividad de los brazos y frecuencia de trabajo durante el desarrollo de los ciclos. Actividad con uso repetido de fuerza de las manos-brazos.
- Posturas incómodas durante la realización de la tarea con los brazos, muñeca y codo y mano-dedos.
- Factores de riesgo complementarios como vibraciones, contracciones por exposición al frío, precisión y los ritmos de trabajo que puedan incrementar el riesgo. Trabajo con tareas a ciclos.
- La aplicación del método persigue determinar el valor del índice checklist OCRA (ICKL) y, a partir de este valor, clasificar el riesgo como óptimo, aceptable, muy ligero, ligero, medio o alto [40].

Matrices para evaluar riesgos Ergonómicos

Las matrices del INSTH (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo) son una de las herramientas más utilizadas para la evaluación de riesgos ergonómicos [17].

- Matriz de evaluación de riesgos de diseño del lugar de trabajo
- Matriz de evaluación del trabajo de pantalla
- métricas de evaluación de riesgo de moneda o duplicación

Área de trabajo

Puestos de trabajo

Un puesto de trabajo puede definirse como un conjunto de tareas realizadas por un individuo dentro de una empresa utilizando técnicas, métodos o medios específicos, pero que a su vez están determinados por la empresa donde se desarrolla la actividad. Cada tarea consta básicamente de tres elementos principales:

- **Tareas:** son las funciones básicas, que componen el “día a día” del trabajador.
- **Obligaciones:** son los conjuntos de tareas que constituyen actividades completas relevantes o significativas.
- **Responsabilidades:** son los conjuntos de obligaciones que describen e identifican la razón de ser del propio trabajo.

Se puede establecer una correlación entre los objetivos propuestos por la empresa y la necesidad de crear varios puestos de trabajo. Es decir, cómo se diseñan los puestos de trabajo en función de la necesidad de alcanzar los objetivos que se plantean o analizan [41].

Justificación del diseño de puestos

El diseño de puestos es una actividad que se deriva del análisis de puestos y tiene como objetivo mejorar los aspectos técnicos y humanos para aumentar la eficiencia organizacional y la satisfacción laboral de los empleados.

Movimientos repetitivos

Todas estas son actividades repetitivas que involucran esfuerzo o movimiento rápido de pequeños grupos musculares, generalmente las extremidades superiores, agravadas por la retención forzada de la postura y la disminución de la recuperación muscular. Estas actividades son comunes en muchas industrias:

- Industria (cadenas de montaje, operadores de maquinaria).
- Sector agrícola (recolección de frutas y verduras).
- Sector comercio (cajeras de supermercado, peluquerías, etc.).
- Sector cárnico (mataderos, salas de despiece, empresas de productos elaborados).
- Construcción (soladores, escayolistas, pintores) [42].

Trastornos músculo esqueléticos

Los trastornos musculoesqueléticos son lesiones y síntomas que afectan a cualquier parte del cuerpo, pero que se relacionan principalmente con el sistema musculoesquelético (huesos y músculos, articulaciones, tendones, ligamentos, nervios y sistema vascular). Son el resultado de una exposición prolongada a una determinada actividad. Los TME pueden aparecer de forma repentina e inesperada, generalmente como resultado de un movimiento repentino o de un levantamiento excesivo o realizado incorrectamente, causar un dolor intenso e incapacitante durante un período de tiempo largo o corto, u ocurrir de forma lenta y gradual con el tiempo. Trabajo que se acumula con el tiempo [43].

Carga de trabajo

Es el conjunto de exigencias psicofísicas a las que se somete el trabajador a lo largo de la jornada laboral, este esfuerzo antes se reconocía como actividad física o muscular, pero hoy sabemos que las actividades pesadas ahora se delegan en máquinas, nuevos riesgos Acelerando el ritmo de trabajo con la presencia de factores que dan lugar a la necesidad de adaptarse a diferentes tareas se traduce en carga de trabajo tanto física como mental o lo que se denomina fatiga [44].

Carga física

Es fundamentalmente trabajo muscular y por tanto se define como el conjunto de exigencias físicas a las que se somete una persona durante la jornada laboral. Los esfuerzos físicos son aquellos que se proporcionan durante la realización de la actividad muscular, es decir, esfuerzos dinámicos y estáticos. Cuando el esfuerzo es sostenido y los músculos permanecen contraídos por un tiempo, se consideran estáticos, un ejemplo común es estar de pie en la misma postura por un período de tiempo, lo que resulta en un mayor consumo de energía y un aumento de la frecuencia respiratoria [44].

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Proponer una redistribución de instalaciones con estudios ergonómicos de los puestos de trabajo en el área de postcosecha de la empresa Flowers GEM.

1.4.2. Objetivos específicos

- Analizar la distribución actual de la planta y las posturas ergonómicas del personal encargado del área de postcosecha.
- Aplicar metodologías y principios de distribución de instalaciones con enfoques ergonómicos para el rediseño del área productiva y puestos de trabajo.
- Desarrollar una propuesta de redistribución de instalaciones que incluya la mejora de los puestos de trabajo.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

A continuación, se detalla el procedimiento efectuado en el desarrollo de la presente investigación a la par de los materiales empleados.

2.1. Materiales

En la tabla 5 se enlistan los materiales, herramientas tecnológicas y formatos para el desarrollo del proyecto de investigación.

Tabla 5. Materiales utilizados para el desarrollo del proyecto

| Materiales | | |
|-------------------|---|---|
| Material | Figura | Utilidad |
| Computador |  | Utilizado para realizar el proyecto de investigación de manera digital. |
| Flexómetro |  | Utilizado para la medición longitudinal del área de postcosecha. |
| Cámara |  | Plasmar evidencias de manera fotográfica. |
| Cronómetro |  | Utilizado para la toma de tiempos, destinado a la medición de tiempos empleados para actividades de estudio |
| Microsoft Office |  | Utilizado para la redacción del proyecto, así como elaborar informes, formatos, tablas y cálculos. |
| AutoCAD |  | Software utilizado para la elaboración del layout del área de postcosecha. |
| FlexSim |  | Software destinado para la simulación, y análisis de los datos de las distribuciones de las instalaciones. |

2.2. Métodos

2.2.1. Modalidad de la investigación

El presente trabajo de investigación se desarrolló bajo la modalidad denominada proyecto de investigación, la cual permitió aprovechar los conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Industrial, con la finalidad proponer una propuesta de rediseño de los puestos de trabajo para poder prevenir enfermedades laborales a los trabajadores a causa de mal manejo de materia prima en área de postcosecha en la empresa FLOWERS GEM.

Investigación de campo

La investigación fue de campo ya que se realizó la recopilación de información mediante la observación, toma de fotografías y videos que se llevaron a cabo en el estado actual de la empresa. De igual manera se recolectaron datos, los cuales se utilizaron en el análisis y resultados para lo cual fue necesaria la interacción con el personal que labora en la planta.

Investigación bibliográfica-documental

La investigación fue de carácter bibliográfico-documental, la que consiste en la búsqueda de información en fuentes tales como: revistas, artículos científicos, textos, páginas de internet, con la finalidad de obtener información con base sólidas respecto a distribución de instalaciones y ergonomía los cuales contribuirán al desarrollo de la investigación. La mejor manera de abordar esta temática fue por medio del modelo prisma. A continuación, se enlista el procedimiento empleado.

Metodología Prisma

Dentro del proyecto de investigación se implementó una metodología PRISMA la cual es una metodología de investigación que permite a los investigadores realizar revisiones bibliográficas de artículos científicos, tesis de una manera más auténtica y exhaustiva, logrando así que la información sea segura, fiable y útil. Por lo tanto, este método consta de las siguientes fases:

- Planteamiento de preguntas de investigación.
- Búsqueda de información documentada.
- Selección de documentos
- Extracción de datos.

Fase 1: Preguntas de investigación

Previo a realizar una búsqueda bibliográfica, fue fundamental establecer perspectivas o puntos de vista (PV), ya que fue a partir de ellos se desarrollaron las siguientes preguntas de investigación.

- **PV1:** Redistribución de instalaciones.
- **PV2:** Metodologías y principios de la distribución de instalaciones.
- **PV3:** Mejora de la productividad.

Se formularon tres preguntas de investigación (PI) de acuerdo a la redistribución de instalaciones con un enfoque ergonómico para ayudar con el desarrollo de esta metodología, que mejoró la efectividad de la búsqueda de información en bases de datos que contenían artículos científicos confiables y contribuciones significativas a la ciencia. Las preguntas son resumidas en la Tabla 6.

Tabla 6. Planteamiento de preguntas de investigación

| Número | Pregunta de investigación (RQ) | Motivación |
|--------|---|--|
| PI1 | ¿Cuáles son los beneficios de aplicar una adecuada redistribución de instalaciones? | Identificar los beneficios que se pueden aplicar para tener una adecuada distribución de instalaciones que estén acorde a las necesidades de los trabajadores. |
| PI2 | ¿Qué metodologías y principios de distribución se han utilizado para realizar una adecuada redistribución de instalaciones? | Conocer las metodologías y principios de la distribución de instalaciones. |
| PI3 | De qué manera el diseño de instalaciones mejora los factores ergonómicos de los puestos de trabajo. | Aplicar una propuesta de mejora de redistribución de instalaciones. |

Fase 2: Buscar información referente al tema de estudio en diferentes bases de datos confiables.

La búsqueda sistemática se realizó a partir el año 2018, con el fin de identificar los posibles artículos, tesis, libros que tuvieran enlazados los términos asociados a la investigación, la búsqueda se desarrolló en las bases de datos científicas: Science Direct, Scielo y repositorios en las que se revisan artículos, tesis que tuvieran relación con el tema de la presente investigación. Para identificar artículos que contengan información de interés se empleó la siguiente cadena de búsqueda, con ciertas variaciones por cada buscador, pero en esencia la estructura es la siguiente. Los operadores boléanos utilizados fueron sido: “AND”, “OR”. Ambos se han combinado con las palabras clave para poder encontrar información válida para el objetivo de trabajo.

Cadena de búsqueda:

Title, abstract, keywords: ((Redistribución de instalaciones) OR (layout design optimization) AND (Ergonomía) OR (posturas forzadas))

PV1: (“beneficios” OR “aplicar”) AND (“redistribución de instalaciones”)

PV2: (“metodologías” OR “principios” OR “distribución”) AND (“redistribución de instalaciones”)

PV3: (“diseño instalaciones” AND “factores ergonómicos” OR “posturas forzadas”)

Title, abstract, keywords: ((Redistribución de instalaciones) OR (layout design optimization) AND (Ergonomía) OR (posturas forzadas))

Fuente de información

Para el estudio se utilizó fuentes de información secundarias de artículos de investigación publicado en revistas, cualitativos y cuantitativos. Las bases de datos para la búsqueda de información son la siguientes; Science Direct, Scielo y Repositorios.

Fase 3: Selección de documentos

A continuación, se deben llevar a cabo cuatro etapas de inclusión o exclusión para la selección final de nuestros documentos, la primera consta en establecer que los documentos sean artículos científicos investigativos o artículos tipo review como se detalla en la tabla 7. Se tomaron en cuenta los títulos de los artículos científicos, el idioma, la información como tal acerca del tema sujeto de estudio y los años de publicación.

Tabla 7. Criterios de inclusión y exclusión

| Número | Inclusión | Exclusión |
|--------|---|---|
| C1 | Artículos científicos investigativos o artículos tipo review | Documentos que no sean artículos científicos investigativos o artículos tipo review |
| C2 | Artículos en inglés y español | El idioma no es un limitante |
| C3 | Artículos que abarquen el tema de Rediseño de plantas y modelo ergonómico | Artículos no relacionados al tema |
| C4 | Artículos últimos 5 años | Artículos con más de 5 años de antigüedad |

Fase 4: Extracción de información

Finalmente, se obtuvieron 23 artículos científicos de información fiable relacionada directamente con la redistribución de instalaciones y factores ergonómicos en los puestos de trabajo. La información obtenida responde las preguntas de investigación establecidas inicialmente, cabe recalcar que cada artículo ha sido publicado a partir del año 2018 en adelante, en la figura 12 correspondiente al diagrama de flujo de la presente metodología se evidencia la cantidad de documentos incluidos luego de la búsqueda respectiva, obteniendo un total de 546 documentos como informes, libros, tesis, divididos en 200 de Science Direct, 300 de repositorios universitarios y 46 de Scopus. La matriz de revisión bibliográfica de los documentos obtenidos se encuentra en el Anexo A.

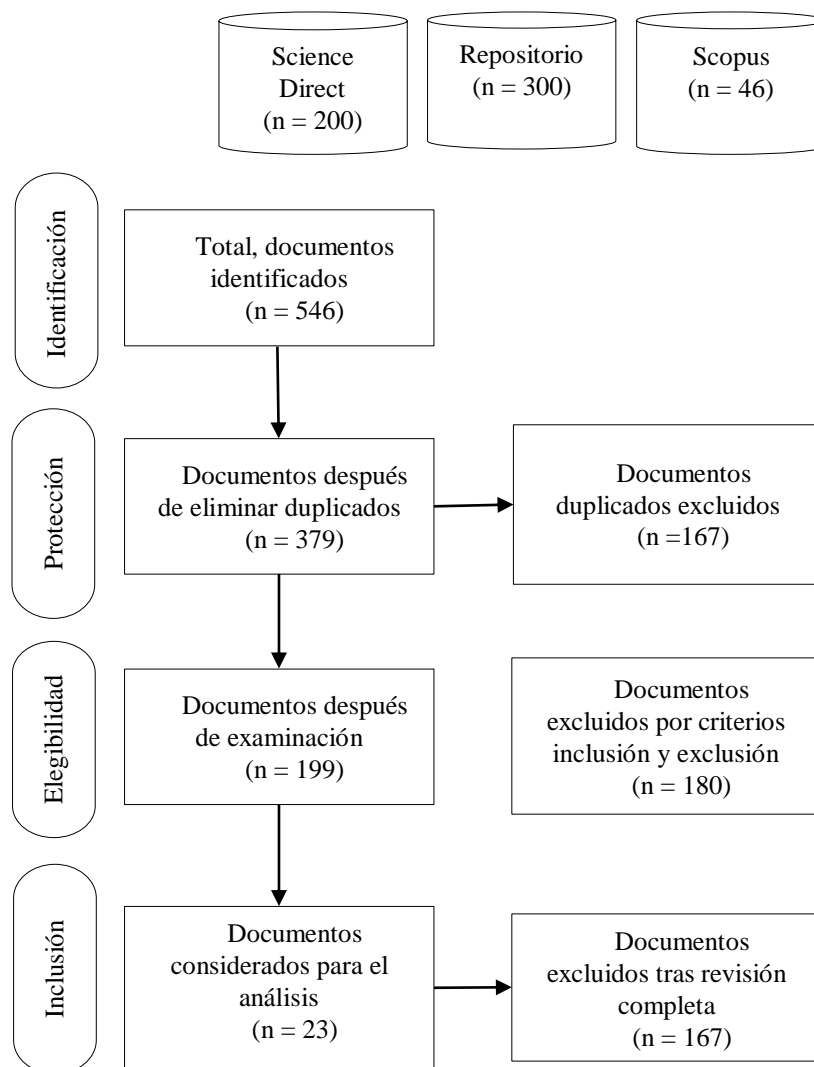


Figura 12. Selección de documentos metodología prisma

2.2.2. Población y muestra

La investigación se realizó en la empresa Flowers GEM. Siendo la población finita ya que se cuenta con la cantidad de 5 trabajadores en el área de postcosecha, al ser una población pequeña no se ve la necesidad de realizar el cálculo de una muestra, con lo que se procederá a trabajar con toda la población. Es decir, se trabajó desde una perspectiva de selección por conveniencia. Los procesos que se realizan en el área de postcosecha son la recepción de la materia prima, clasificación de tallos, embonchado de la flor, empaquetado del bonche y envío a cuarto frío del producto terminado.

2.2.3. Recolección de información

La recolección de información se realizó en el área de postcosecha de la empresa

FLOWERS GEM por medio de varias preguntas a los trabajadores, encuesta, utilización de fotografías y mediciones de los puestos de trabajo, que fueron necesarios para identificación del diseño de puesto de trabajo. Es por medio de esos aspectos que se pudo obtener la información necesaria del trabajo que realiza el personal y desde esta perspectiva lograr la culminación de los objetivos propuestos los cuales se enlistan a continuación

Objetivo específico 1

Analizar la distribución actual de la planta y las posturas ergonómicas del personal encargado del área de postcosecha. En el cual es necesario contemplar los siguientes puntos.

- Empresa (misión, visión, organigrama, ubicación).
- Productos
- Procesos (flujogramas, cursogramas, diagramas de procesos, layout actual, diagrama de recorrido).
- Tiempos, capacidad, productividad actual, capacidad vs demanda.
- Principios de distribución (análisis actual de cumplimiento de los principios y temas de manejo de materiales).
- Análisis ergonómicos en los puestos de trabajo (posturas forzadas, movimientos repetitivos).

Objetivo específico 2

Aplicar metodologías y principios de distribución de instalaciones con enfoques ergonómicos para el rediseño del área productiva y puestos de trabajo.

- Análisis de las metodologías existentes (Métodos y tipos de distribución).
- Elección de la metodología(s) a aplicar.
- Desarrollo de la propuesta de distribución de planta.
- Métodos ergonómicos para incluir en la propuesta.
- Propuesta de puestos de trabajo.
- Método de Guerchet.

Objetivo específico 3

Desarrollar una propuesta de redistribución de instalaciones que incluya la mejora de los puestos de trabajo.

- Desarrollo de la propuesta de distribución de planta (SLP, Carga distancia).
- Diseño en software.
- Análisis de resultados.
- Costos de la propuesta.

2.2.4. Procesamiento y análisis de datos

El procesamiento y análisis de datos se lo realizó de la manera expuesta a continuación:

- Organización de toda la información
- Evaluar las condiciones de los datos recopilados y obtenidos, descartando aquellos datos que presentan inconsistencias, incompletos, incorrectos y que no son relevantes para la investigación.
- Revisar la información obtenida, descartando aquellos datos incompletos, innecesarios o erróneos.
- Analizar de los puestos de trabajo con el fin de proponer un rediseño para el beneficio de la empresa y del trabajador.
- Procesar la información cualitativa del área de postcosecha y de cada puesto de trabajo, para conocer a profundidad la distribución de los materiales dentro de la empresa.
- Simular la distribución propuesta mediante el software Flexsim, para evaluar el comportamiento de los datos en las distribuciones del área de postcosecha.
- Analizar los resultados obtenidos mediante tablas comparativas entre la distribución actual vs la propuesta.

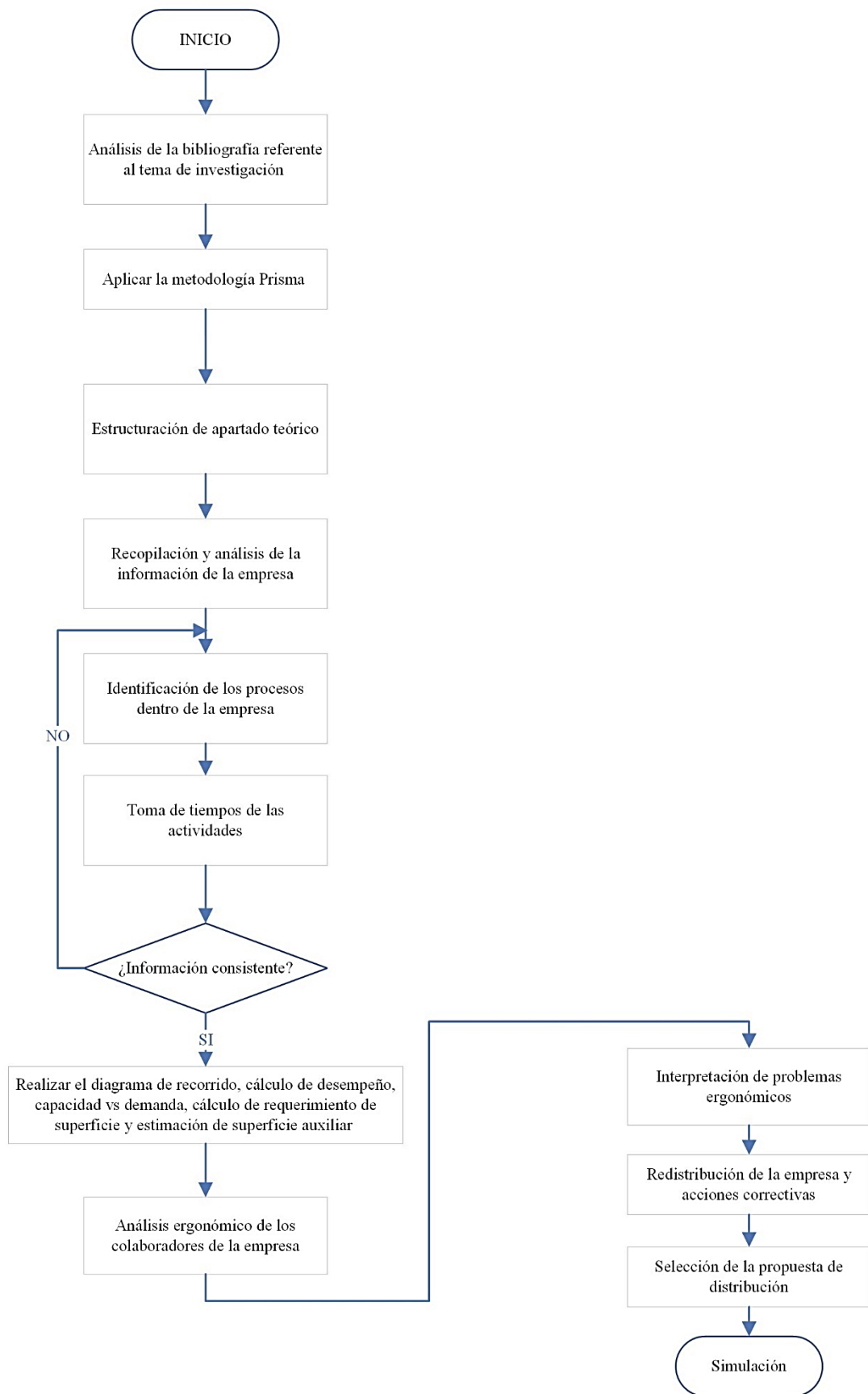


Figura 13. Diagrama de flujo del proyecto de investigación

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis

3.1.1. Análisis de la empresa

Información general

Flower's GEM es una empresa ecuatoriana que se fundó en el 2019 por personas experimentadas en el negocio de la floricultura. Dedicada al cultivo de una gran variedad de rosas de alta calidad para su exportación.

| | |
|---|---|
| <p>Nombre de la empresa: Flower's GEM</p> <p>Dirección: Parroquia Joseguango Bajo - Barrio La Libertad</p> <p>Ciudad: Latacunga – Cotopaxi.</p> <p>Teléfono: 032 710 168</p> <p>Celular: 0992677020</p> <p>Mail: salesgem2019@hotmail.com</p> |  |
|---|---|

Misión

Proporcionar y ofrecer un excelente servicio al cliente, brindándole siempre la mejor atención, calidad y puntualidad, de tal forma que cumplamos con éxito y satisfacción sus compromisos.

Visión

Ser una empresa líder en el sector de floristerías a nivel nacional e internacional, brindando a nuestros clientes productos y servicios de la mejor calidad, velando siempre por el bienestar de nuestros colaboradores, clientes y proveedores.

Ubicación

La ubicación actual de la empresa se muestra en la Figura 14. y su organigrama estructural en la Figura 15.

Valores

Responsabilidad, honestidad, compromiso, innovación, puntualidad.



Figura 14. Ubicación geográfica de la empresa procesadora de flores Flowers GEM

Organigrama estructural

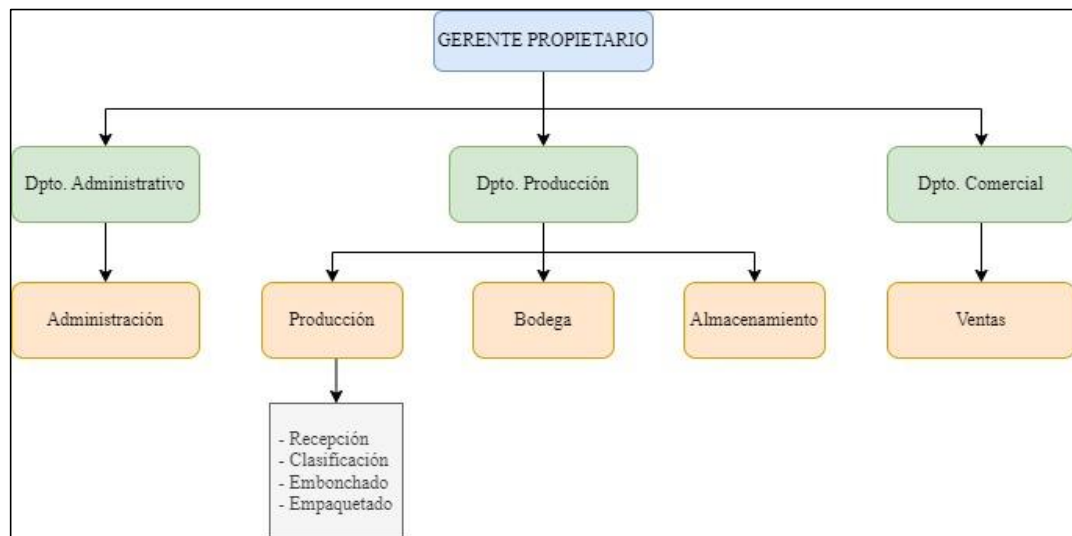


Figura 15. Organigrama estructural empresa Flowers GEM

Historia









Flower´s GEM fundada en el año de 2019 por el Ing. Emerson Guano, dedicada a al cultivo y exportación de flores, cuyo fuerte comercial se ve enfocado en varios países de Europa. Su fundador que en sus inicios era un trabajador con una firme idea de emprendimiento, tras muchos años de aprender el cultivo y exportación de flores ve una oportunidad de empezar su propia empresa, inicia con una pequeña procesadora situada en la Parroquia Mulalo donde por algunos meses permaneció en dicho recinto he intento exportar la mayor cantidad de flores que cultivaba y la que proporcionaban sus proveedores. Debido a que en dicho lugar tenía que costear un arriendo el





propietario decide trasladarse a la Parroquia Joseguango Bajo en donde tiene su residencia y levantar la empresa Flower's GEM. Actualmente cuenta con 5 empleados los cuales han ido mejorando e innovando sus procesos de producción con el fin de ofertar en el mercado flores que cumpla con altos estándares de calidad.

Productos ofertados

La empresa Flower's GEM dispone de una gran variedad de productos los cuales son procesados para su correcta distribución.

Tabla 8. Productos ofertados por la empresa Flower's GEM

| | Nombre Producto | Figura | Nombre Producto | Figura |
|---------------|------------------------|---|------------------------|---|
| Flores | Mondial |  | White O'hara |  |
| | Pink Mondial |  | Shimmer |  |
| | Explorer |  | Pink Floy |  |
| | Freedom |  | Vendela |  |

| | Nombre Producto | Figura | Nombre Producto | Figura |
|--|------------------------|---|------------------------|---|
| | Brighton |  | Tibet |  |
| | Deep Purple |  | Sweet Unique |  |

3.1.2. Análisis del mercado

La información obtenida para el presente análisis fue recabada del CORPEI a la par del Perfil Florícola Ecuatoriano con el propósito de evidenciar proveedores, mercados a donde se exporta la flor. Holanda ocupaba el primer lugar en exportaciones de flores con más de US \$ 3 mil millones (representa el 54% de las exportaciones mundiales), seguido por Colombia (15%) y Ecuador (6%) [45].

Exportaciones ecuatorianas

Según Basantes [45] la floricultura es uno de los sectores económicos más importantes del Ecuador, con mayor acentuación para la región Sierra y el primero en cuanto a productos no tradicionales. El crecimiento del sector de la floricultura durante la década 1997–2007 convirtió al sector en el primer productor de divisas en exportaciones no tradicionales y uno de los principales exportadores a nivel mundial. Durante el quinquenio 2002-2006, las exportaciones de flores aumentaron, con un incremento promedio de 12% en valor FOB y 8% en cantidad (toneladas). Los ingresos totales por exportaciones no petroleras y el valor de las exportaciones registraron un crecimiento del 10,9% con respecto a 2016. Las flores se han convertido en el principal producto de exportación no tradicional del Ecuador.

Especies exportadas

Entre las diferentes especies exportadas por Ecuador, las rosas representan el 74% del total de flores exportadas. Otras variedades como la gypsophila y otras flores frescas (flores de verano, claveles, crisantemos y flores tropicales) reciben porcentajes significativos por considerarse elementos que aportan valor a los ramos y arreglos florales [45] .

Destinos de exportación

Ecuador exporta flores a unos 90 países alrededor del mundo. En 2018, los principales destinos fueron Estados Unidos, Rusia, Holanda, Alemania, España y Canadá, principalmente para rosas, Gypsophilias y flores de verano. Estos seis países importaron más de \$392 millones [46].

Exportaciones mundiales

El mercado mundial de flores está creciendo de manera sostenida, como lo demuestran los datos de los últimos cinco años, donde se puede observar que el crecimiento promedio de las exportaciones mundiales de flores ha sido del 12% anual. Ecuador es uno de los tres principales proveedores de flores a los Estados Unidos, junto con Colombia y los Países Bajos, y representa el 26% de sus importaciones totales. La principal especie exportada son las rosas (73% del total exportado) y el principal competidor de este producto es Colombia, que actualmente es el principal proveedor de rosas en el mercado estadounidense, representando el 58% del total importado desde Estados Unidos [46].

Según Yépez *et al.*, [46] las exportaciones de petróleo representan más del 80% de las exportaciones de Ecuador a los Estados Unidos. Los principales productos exportados son el aceite de petróleo, que representa el 76% de las exportaciones totales, seguido de cerca por las exportaciones privadas como banano (4%), camarones (3%) y rosas (3%). Otros productos representativos son el cacao y la nafta solvente, cada uno de los cuales representó el 1% de las exportaciones totales en 20079.

En los últimos años Rusia se ha convertido en un mercado importante para Ecuador, reemplazando a Holanda como segundo mercado de destino en 2006. Sus importaciones totales aumentaron un 40% entre 2001 y 2005, y las importaciones desde Ecuador aumentaron un 48%. Casi todas las ventas en este mercado corresponden a rosas, y para Rusia, Ecuador es el primer proveedor de este producto con el 50% de su demanda, seguido de Colombia con el 23% y Holanda con el 17% [46].

Los principales productos exportados a Rusia son: Banano, Flores, Café, Camarón, entre otros. Los dos primeros sectores exportadores son: 1) frutas: este es el sector con mayor presencia en las importaciones rusas desde Ecuador; En 2017 representó el 78% de las exportaciones totales con un valor de \$318 millones; y 2) productos de floricultura en segundo lugar con \$58 millones, siendo las principales rosas cortadas con 87,32% y Gypsophilias con 6% [46].

Distribución Actual

La empresa Flower's GEM cuenta con un galpón distribuido en diferentes áreas para la ejecución de sus procesos. El layout actual se encuentra detallado en la figura 16, misma que engloba a los siguientes lugares de trabajo. Es importante mencionar que el layout completo incluido plano actual de la empresa y cajetín se encuentra en el apartado de anexos del documento. Ver anexo I.

1. Recepción
2. Clasificación
3. Embonchaje
4. Bodega
5. Área de pintado
6. Área de almacenamiento

En la tabla 9, se describen los lugares de trabajo a la par de las superficies que ocupan en la empresa Flowers GEM, teniendo un total de 80,10 m².

Tabla 9. Superficies actuales de cada lugar de trabajo

| N° | Proceso | Largo | Ancho | Superficie m ² |
|--------------|-------------------------|-------|-------|---------------------------|
| 1 | Lugar de recepción | 8 | 2,6 | 20,8 |
| 2 | Lugar de clasificación | 3,55 | 2,6 | 9,23 |
| 3 | Lugar de embonchado | 3,55 | 3 | 10,65 |
| 4 | Bodega | 4 | 4 | 16 |
| 5 | Lugar de pintado | 2,65 | 2,8 | 7,42 |
| 6 | Lugar de almacenamiento | 4 | 4 | 16 |
| Total | | 25,75 | 19 | 80,1 |

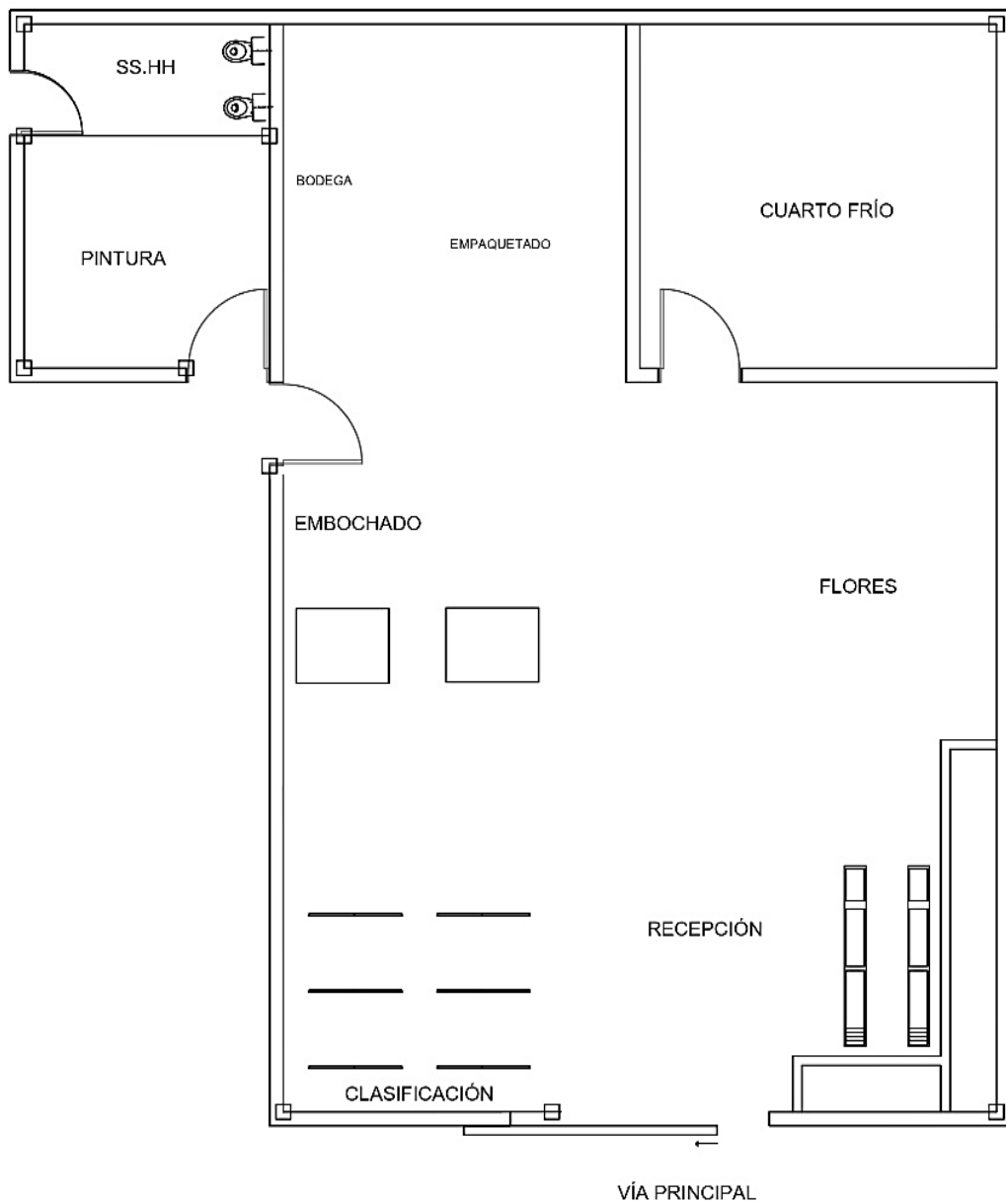


Figura 16. Layout actual de la empresa Flowers GEM

Recepción

Es el lugar en el cual se reciben las flores de los diferentes proveedores, se toma el pedido de cuantas mallas y de que variedad de rosas van a ser procesadas. Además, en este lugar los trabajadores se encargan de la fumigación de la flor al ser esta receptada e introducida dentro de la planta.



Figura 17. Recepción de materia prima

Clasificación

En este lugar los obreros se encargan de clasificar las flores y retirar el exceso de follaje. Los factores que deben tomarse en cuenta al momento de la clasificación son: longitud del tallo y calidad (rectitud de los tallos, fortaleza, tamaño de los botones de las flores, ausencia de defectos, madurez, uniformidad y calidad del follaje). Es importante resaltar que para realizar esta actividad se debe evitar maltratar las flores ante todos los aspectos.



Figura 18. Clasificación de flor

Lugar de embonchado

En este lugar los trabajadores se encargan de amarrar en ramos antes de empacar el producto. El número de flores por ramo es de acuerdo a los pedidos que van 25 tallos individuales de un mismo tipo y variedad o hasta los 200. Los ramos se protegen con una lámina de cartón corrugado y son separados los tallos con cartón y papel para proteger los botones de las flores.



Figura 19. Embonchado de flor

Bodega

En este lugar se verifican que los boches no cuenten con plagas trip's. Una vez efectuada esta actividad, los bonches son colocados en un capuchón plástico y etiquetas indicando la variedad de la flor y finalmente colocar los bonches en las tinas correspondientes para su posterior enfriado en el cuarto frío.



Figura 20. Verificación de bonches y colocación de capuchón

Empacador

Dentro de este lugar se empacan los ramos con un diseño específico alternado de hasta 12 bonches por caja y muy sujetadas de manera que se reduzca el daño físico que pueda ocasionarle a las flores durante el transporte. De igual manera, se empacan los bonches de la misma o diferentes variedades dependiendo de los requerimientos del cliente.



Figura 21. Empacar bonches en cajas

Diagrama de flujo de información

A continuación, se enlista todo el proceso de la empresa por medio de la figura 22. mostrada.

Cursograma analítico

Del mismo modo se muestra el proceso de la planta por medio del cursograma analítico en la tabla 10, donde se pueden evidenciar las operaciones, transportes, demoras, inspecciones y almacenamientos que intervienen en la producción de cajas de flores, para el análisis se considera 1 QB (caja de flores, la cual contiene 4 bonches, 100 flores en total), este proceso se lo realiza de forma manual en su totalidad. El dispositivo empleado para la medición de tiempo es un cronometro Elicrom, utilizando el método de cronometraje de vuelta a cero para determinar las observaciones mediante el criterio de la General Electric. El cursograma analítico de la línea de producción se complementa con el diagrama de recorrido elaborado (Figura 23), para determinar el total de actividades requeridas para obtener el producto final.

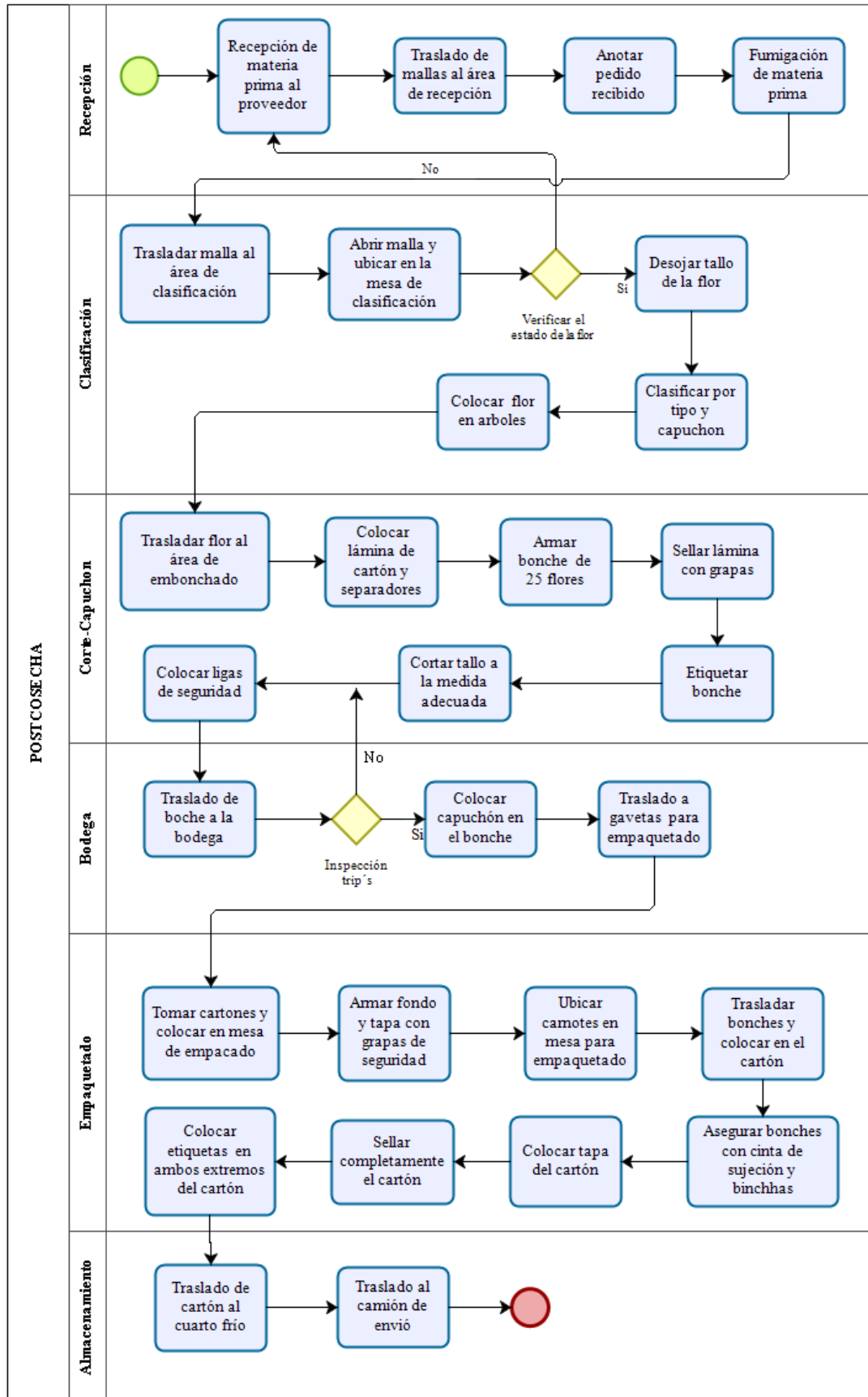




























Figura 22. Diagrama del proceso de la empresa " FLOWERS GEM"

Tabla 10. Cursograma del proceso de la empresa "FLOWERS GEM"

|  | | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL "FLOWERS GEM" | | | | | | | |
|---|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cursograma analítico | | | Operario/Material/Equipo | | | | | | |
| Diagrama | 1 de 1 | Resumen | | | | | | | |
| Proceso | Proceso de postcosecha | Actividad | | Actual | | | | | |
| Método | Actual | Operación |  | Cantidad | 20 | | | | |
| Producto | Flor | Transporte |  | Tiempo | 1538,86 | | | | |
| Elaborado | Julio Guano | Inspección |  | 8 | 62,10 | | | | |
| Aprobado | Ing. Israel Naranjo | Espera |  | 1 | 22,76 | | | | |
| Fecha | 28/04/2023 | Combinada |  | 0 | 0 | | | | |
| Observación: | | Almacenamiento |  | 0 | 0 | | | | |
| | | Distancia (m) | | 39,61 | | | | | |
| | | Tiempo (seg) | | 1643,59 | | | | | |
| Descripción | Cantidad [par] | Distancia [m] | Tiempo [seg] | Simbología | | | | | |
| | | | |  |  |  |  |  |  |
| Trasladar mallas de vehículo al área de recepción | 1 | 4,50 | 7,32 | |  | | | | |
| Anotar pedido recibido | 1 | | 64,78 |  | | | | | |
| Fumigación | 1 | | 52,45 |  | | | | | |
| Trasladar malla al área de clasificación | 1 | 6,45 | 9,76 | |  | | | | |
| Abrir malla | 1 | | 62,79 |  | | | | | |
| Trasladar tallos en la mesa de clasificación | 1 | 2,95 | 5,56 | |  | | | | |
| Desojar el tallo de la flor | 1 | | 212,61 |  | | | | | |
| Clasificar por tipo, capuchón y colocar en arboles | 1 | | 217,27 |  | | | | | |
| Trasladar la flor al área de embonchado | 25 | 2,26 | 5,71 | |  | | | | |
| Colocar lámina de cartón y papel periódico con separadores | 1 | | 68,82 |  | | | | | |
| Armar bonche | 1 | | 316,66 |  | | | | | |
| Sellar lámina | 1 | | 51,00 |  | | | | | |
| Etiquetar el tipo y fecha de la flor | 1 | | 15,54 |  | | | | | |







UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
"FLOWERS GEM"

| Cursograma analítico | | | Operario/Material/Equipo | | | | | | |
|--|---|----------------|--------------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Cortar tallo de la flor a la medida necesaria | 1 | | 44,81 | ○ | | | | | |
| Colocar ligas de seguridad en el tallo | 1 | | 28,48 | ○ | | | | | |
| Traslado a la bodega | 1 | 3,10 | 5,7 | | → | | | | |
| Inspeccionar trip's en el bonche | 1 | | 22,76 | | | ■ | | | |
| Colocar capuchón (funda plástica) con cinta adhesiva | 1 | | 97,38 | ○ | | | | | |
| Traslado a gavetas para empacado | 1 | 2,65 | 5,17 | | → | | | | |
| Tomar cartones y colocar en el área de empacado | 1 | | 5,02 | ○ | | | | | |
| Armar fondo, tapa y colocar grapas | 1 | | 98,26 | ○ | | | | | |
| Ubicar cartones | 1 | | 10,75 | ○ | | | | | |
| Tomar bonches y colocar en el fondo (cartón) | 1 | | 31,71 | ○ | | | | | |
| Asegurar bonches con cinta de sujeción y bincha plástica | 1 | | 59,85 | ○ | | | | | |
| Colocar tapa del cartón | 1 | | 19,05 | ○ | | | | | |
| Sellar completamente el cartón con cinta de sujeción | 1 | | 62,35 | ○ | | | | | |
| Colocar etiquetas de dirección de destino en ambos extremos del cartón | 1 | | 19,28 | ○ | | | | | |
| Traslado al cuarto frío | 1 | 7,50 | 11,05 | | → | | | | |
| Almacenaje en cuarto frío | 1 | | 19,87 | | | | | | ▶ |
| Traslado al camión de envío | 1 | 10,20 | 11,83 | | → | | | | |
| TOTAL | | 39,61 m | 1643,59 seg | 20 | 8 | 1 | 0 | 0 | 1 |

El proceso cuenta con 30 actividades, de las cuales 20 son operaciones, 8 transportes, 1 inspección y 1 almacenamiento, en donde da un resultado de 1643,59 segundos con una distancia recorrida de 39,61 metros. Por otro lado, en el supuesto que el pedido se constituya como un proceso de pintado se efectúa dicho proceso ajeno al principal. Sin embargo, esto no se efectúa con regularidad por lo que no se considera en el proceso.

Tabla 11. Resumen de cursograma analítico actual

| Resumen | | | |
|----------------|---|----------|--------------|
| Actividad | | Actual | |
| | | Cantidad | Tiempo (seg) |
| Operación |  | 20 | 1538,86 |
| Transporte |  | 8 | 62,10 |
| Inspección |  | 1 | 22,76 |
| Almacenamiento |  | 1 | 19,87 |

3.2. Diagrama de recorrido

En la figura 23, se observa el diagrama de recorrido actual de la empresa. El diagrama mostrado fue desarrollado por medio del cursograma analítico presentado anteriormente. Es necesario destacar que aquí se analiza todo el desarrollo del producto que ofrece la empresa. Cabe mencionar que el layout completo incluido cajetín y diagrama de recorrido se encuentra en el apartado de anexos del documento. Ver anexo J.

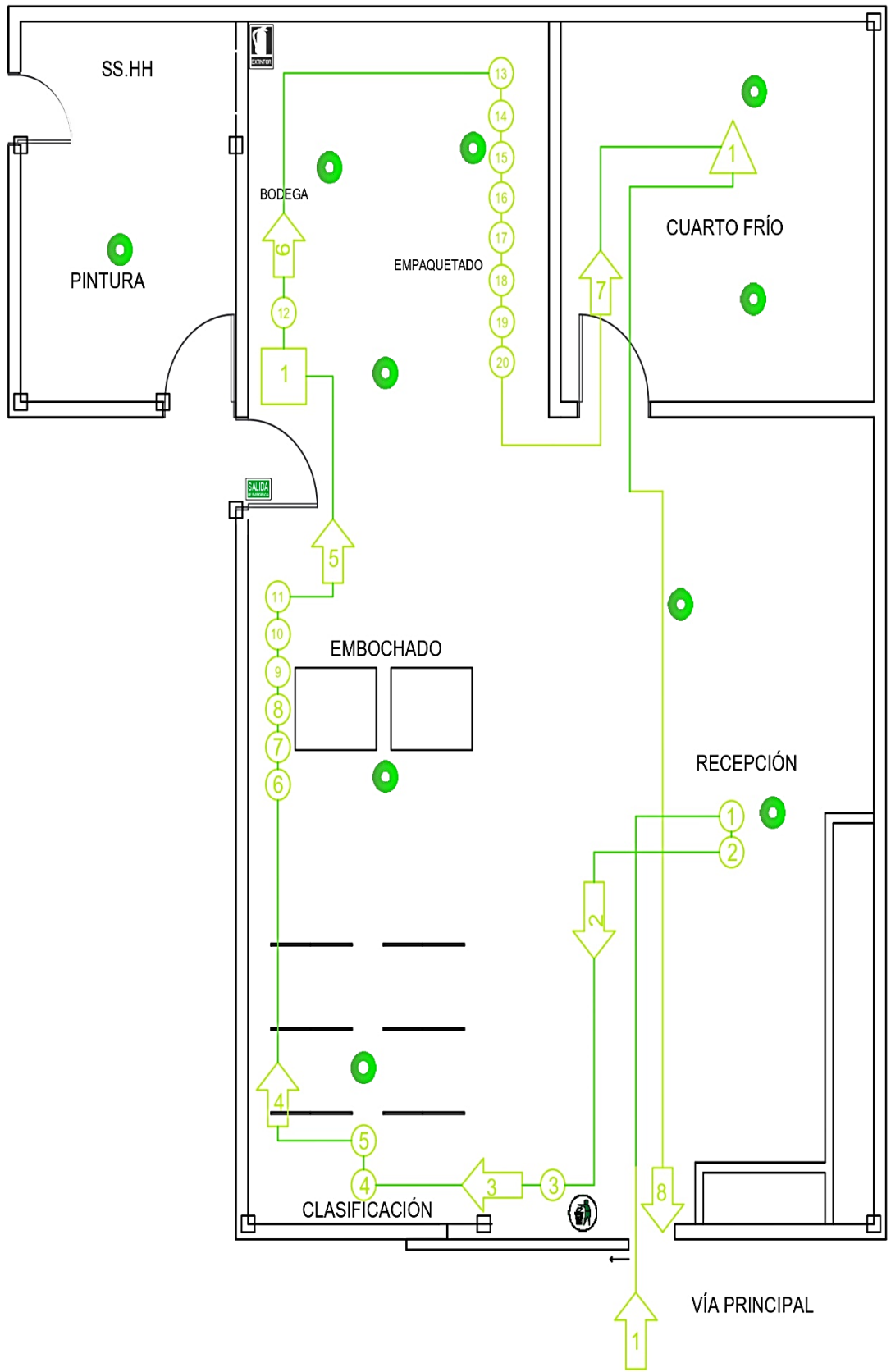


Figura 23. Diagrama de recorrido

3.3. Estudio de tiempos

Con el fin de estandarizar el tiempo de producción dentro de la empresa, se realiza un estudio de tiempos, desglosando los procesos en las diferentes actividades en cada área de trabajo a la que están sujeta los empleadores. El estudio se efectuó en cada una de las áreas denotadas con antelación. Por otro lado, el número de observación se realizó con base en el criterio de la tabla general de General Electric, mostrada en la Tabla 4.

Se puede acotar que la ergonomía y la productividad laboral en el trabajo están íntimamente relacionadas. Esto se debe a que la ergonomía puede afectar en gran medida la productividad de los empleados. Para realizar correctamente un determinado trabajo o tarea es necesario que los empleados que lo realizan se sientan cómodos y para ello, es fundamental proporcionarles las mejores condiciones posibles [47]. Para brindarles estas condiciones, se deben conocer perfectamente las necesidades de cada trabajador, teniendo en cuenta el lugar donde se encuentran, sus operaciones y movimientos durante el trabajo, etc. De ahí la importancia de la presente investigación que no solo se involucra en la distribución de planta; de hecho, hace hincapié en los problemas ergonómicos dentro de la institución y como solucionarlos.

3.4. Cálculo de desempeño

La empresa al contar con trabajadores que conocen cada una de sus áreas o puestos de trabajo, la empresa no cuenta con nuevo personal en la parte productiva, por lo tanto, para asignar la valoración por el ritmo de trabajo será de 100. Ver Anexo D.

3.4.1. Cálculo de tiempo estándar

Para el cálculo del tiempo estándar dentro de cada uno de los procesos, fue necesario descomponer en actividades que realizan los operarios y a partir de allí tomar cada uno de los tiempos. En la tabla 14 se muestra los tiempos que fueron tomados en las actividades para la operación de clasificación, en donde se obtiene un tiempo de ciclo de 632,77 segundos, detallado en la tabla 13 de suplementos.

Tabla 12. Actividades de operación de clasificación


|  | | Descripción de las actividades |
|--|--|--|
| Operación | | Clasificación |
| Herramienta | | Mano humana |
| Material | | Flores |
| Producto obtenido | | Flor desojada y clasificada |
| Nomenclatura | | Descripción |
| A | | Trasladar malla al área de clasificación |
| B | | Abrir malla |
| C | | Desojar el tallo de la flor |
| D | | Clasificar por tipo |
| <p>Para un tiempo de ciclo de 5,00– 10,00 el número de observaciones es de 10 según la Tabla de General. Electric.</p> | | |

Tabla 13. Suplementos y tiempo estándar proceso clasificación

| Suplemento | | | |
|--|-------|----------------------------|---------------|
| Género del operario | Mujer | Operación: | Clasificación |
| Valoración | | | |
| Descripción | | | Valor |
| Suplementos constantes | A | Por necesidades personales | 7 |
| | B | Por fatiga | 4 |
| Valoración | | | |
| Suplementos Variables | A | Trabajo de pie | 4 |
| | B | Postura anormal | 1 |
| | C | Energía muscular | 0 |
| | D | Iluminación | 0 |
| | E | Concentración intensa | 2 |
| | F | Ruido | 0 |
| | G | Tensión mental | 0 |
| | H | Monotonía | 4 |
| | I | Tedio | 0 |
| Porcentaje final por operación de suplementos | | | 22% |
| Tiempos en segundos | | Manual | 518,66 |
| | | Máquina | 0,00 |
| | | Básico | 518,66 |
| | | Estándar | 632,77 |

Tabla 14. Estudio de tiempos del proceso de clasificación

| Proceso | Actividad | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | Σ | TM | V | TN |
|---|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|
| Clasificación | Trasladar malla al área de clasificación | 24,42 | 25,61 | 28,17 | 25,26 | 26,14 | 23,98 | 27,81 | 25,46 | 26,78 | 26,15 | 259,78 | 25,98 | 100% | 25,98 |
| | Abrir mallas | 55,75 | 61,88 | 60,62 | 70,48 | 65,08 | 62,67 | 58,91 | 61,15 | 67,92 | 63,45 | 627,91 | 62,79 | 100% | 62,79 |
| | Desojar el tallo de la flor | 212,4 | 225,2 | 203,3 4 | 218,3 8 | 197,5 6 | 205,1 4 | 218,9 7 | 219,6 7 | 215,3 2 | 210,1 6 | 2126,1 4 | 212,6 1 | 100% | 212,6 1 |
| | Clasificar por tipo | 220,6 5 | 210,6 7 | 218,8 1 | 219,2 3 | 223,7 2 | 215,6 7 | 212,7 8 | 220,0 3 | 217,3 5 | 213,8 2 | 2172,7 3 | 217,2 7 | 100% | 217,2 7 |
| Tiempo manual (TM) | | | | | | | | | | | | | | 518,6 6 | |
| Tiempo básico (TB) | | | | | | | | | | | | | | 518,6 6 | |
| Nota: TM: tiempo promedio, V valoración, TN tiempo básico por actividad. (TN=TM*V). | | | | | | | | | | | | | | | |

Tiempo estándar y suplementos

Para encontrar el tiempo estándar de cada proceso y los suplementos, presentados por la actividad que realicen, se toma en cuenta según la tabla del Anexo C correspondiente a los valores de suplementos a tomar en cuenta para dar una asignación según es necesario.

Debido a que esta operación es esencialmente manual se aplicó la ecuación de tiempo estándar. Según se indicó en la metodología del estudio de tiempos por cronometro de la sección de la fundamentación teórica. Para el cálculo del tiempo estándar de las actividades que son solo manuales se utiliza la siguiente ecuación:

$$T_s = \text{Tiempo normal} * (1 + \text{suplmentos})$$

$$T_s = 518,66 * (1 + 0,22)$$

$$T_s = 632,77 \text{ seg}$$

Tabla resumen de tiempos estándar

A continuación, en la tabla 14, se establecen los tiempos estándar para cada uno de los procesos presentes en el área de postcosecha, encontrando así el tiempo que tenga más duración o el cuello de botella el cual es la recepción de flor mismo que se encuentra detallado en el Anexo B, conjuntamente con todos los procesos.

Tabla 15. Resumen de tiempos estándar área de postcosecha Flowers GEM

| Nº | Proceso | Tiempo básico (TB) | Tiempo manual (TM) | Suplementos (%) | Tiempo estándar (seg/caja) |
|----|-------------------|--------------------|--------------------|-----------------|----------------------------|
| 1 | Recepción de flor | 161,86 | 161,86 | 11 | 179,67 |
| 2 | Clasificación | 518,66 | 518,66 | 22 | 632,77 |
| 3 | Embonchado | 616,70 | 616,70 | 17 | 721,54 |
| 4 | Bodega | 163,97 | 163,97 | 11 | 182,06 |
| 5 | Empaquetado | 306,26 | 306,26 | 11 | 339,95 |
| 6 | Almacenamiento | 21,62 | 21,62 | 12 | 24,21 |
| 7 | Envío | 28,88 | 28,88 | 12 | 32,35 |

3.4.2. Capacidad de producción

Mediante el estudio de tiempos se determina que la actividad de tiempo mayor o cuello de botella es del proceso de embonchado con un tiempo de 721,54 segundos por cada caja.

Producción diaria calculada

Cálculo de la capacidad de producción mediante la ecuación (5)

$$CP = \frac{1}{T_s} \quad (5)$$

$$CP = \frac{1}{721,54}$$

$$CP = 1,38 \times 10^{-3} \frac{\text{cajas}}{\text{seg}}$$

Producción diaria

$$\text{Producción} = CP * (\# \text{ horas laborales}) * (\# \text{ de trabajadores}) \quad (6)$$

$$\text{Producción} = 0,00138 \frac{\text{cajas}}{\text{seg}} * 28800 \frac{\text{seg}}{\text{día}} * 1 \text{ operario}$$

$$\text{Producción} = 39,74 \frac{\text{cajas}}{\text{día}} = 40 \frac{\text{cajas}}{\text{día}}$$

En el interior de las cajas (QB) en las cuales cada una contiene 4 bonches de 25 flores, se obtiene lo siguiente:

$$\text{Producción} = 40 \frac{\text{cajas}}{\text{día}} * 4 \frac{\text{bonches}}{\text{caja}} = 160 \frac{\text{bonches}}{\text{día}}$$

$$\text{Producción} = 160 \frac{\text{bonches}}{\text{día}} * 25 \frac{\text{flores}}{\text{bonche}} = 4000 \frac{\text{flores}}{\text{día}}$$

Producción semanal

$$\text{Producción semanal flores} = 4000 \frac{\text{flor}}{\text{día}} * 5 \frac{\text{día}}{\text{semana}}$$

$$\text{Producción semanal flores} = 20000 \frac{\text{flores}}{\text{semana}}$$

$$\text{Producción semanal cajas} = 40 \frac{\text{cajas}}{\text{día}} * 5 \frac{\text{día}}{\text{semana}} = 200 \frac{\text{cajas}}{\text{semana}}$$

$$\text{Producción mensual cajas} = 200 \frac{\text{cajas}}{\text{semana}} * 4 \text{ semanas} = 800 \frac{\text{cajas}}{\text{mes}}$$

3.4.3. Capacidad vs Demanda

A continuación, en la tabla 16 se encuentra a detalle la demanda mensual de la empresa Flowers GEM entre el año 2021 y 2023.

Tabla 16. Demanda vs Capacidad

| Año | Trimestre | Mes | | Demanda |
|------------|------------------|------------|----|----------------|
| 2021 | I | Enero | 1 | 100000 |
| | | Febrero | 2 | 95000 |
| | | Marzo | 3 | 85000 |
| | II | Abril | 4 | 105000 |
| | | Mayo | 5 | 90000 |
| | | Junio | 6 | 80000 |
| | III | Julio | 7 | 70000 |
| | | Agosto | 8 | 75000 |
| | | Septiembre | 9 | 80000 |
| | IV | Octubre | 10 | 80000 |
| | | Noviembre | 11 | 90000 |
| | | Diciembre | 12 | 70000 |
| 2022 | I | Enero | 13 | 105000 |
| | | Febrero | 14 | 100000 |
| | | Marzo | 15 | 90000 |
| | II | Abril | 16 | 95000 |
| | | Mayo | 17 | 85000 |
| | | Junio | 18 | 80000 |
| | III | Julio | 19 | 80000 |
| | | Agosto | 20 | 70000 |
| | | Septiembre | 21 | 75000 |
| | IV | Octubre | 22 | 85000 |
| | | Noviembre | 23 | 90000 |
| | | Diciembre | 24 | 80000 |
| 2023 | I | Enero | 25 | 95000 |
| | | Febrero | 26 | 90000 |
| | | Marzo | 27 | 95000 |
| | II | Abril | 28 | 100000 |
| | | Mayo | 29 | 85000 |
| | | Junio | 30 | 95083 |
| | III | Julio | 31 | 96764 |
| | | Agosto | 32 | 98555 |
| | | Septiembre | 33 | 100457 |
| | IV | Octubre | 34 | 102468 |
| | | Noviembre | 35 | 104589 |

| Año | Trimestre | Mes | | Demanda |
|-----|-----------|-----------|----|---------|
| | | Diciembre | 36 | 106820 |

En base al diagrama de dispersión, se obtuvo la demanda futura para los 2 últimos trimestres del año 2023, con una línea de tendencia polinómica como se muestra en la figura 24.

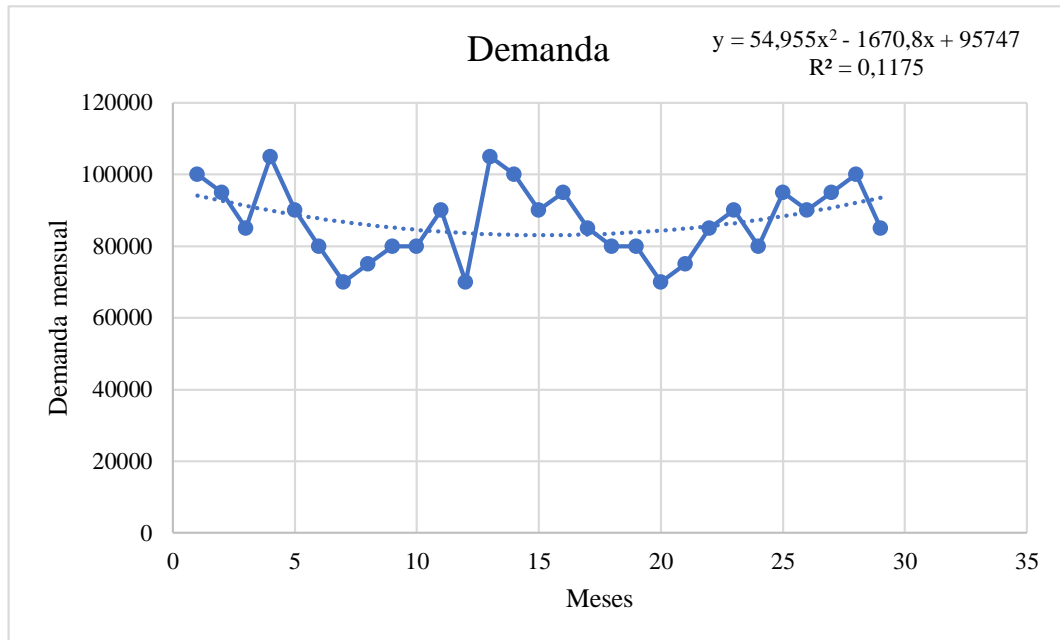


Figura 24. Gráfico demanda vs capacidad

$$Demanda \text{ día} = \frac{106820 \frac{\text{flores}}{\text{mes}}}{20 \text{ días}}$$

$$Demanda \text{ día} = 5341 \text{ flores al día}$$

$$Demanda \text{ día} = \frac{5341 \text{ flores}}{25 \text{ flores}} = 213,64 \text{ bonches/día}$$

$$Demanda \text{ día} = \frac{213,64 \text{ bonches/día}}{4 \text{ bonches /caja}} = 53,41 \frac{\text{cajas}}{\text{día}}$$

$$Demanda \text{ semanal} = 53,41 \frac{\text{cajas}}{\text{día}} * 5 \frac{\text{días}}{\text{semana}} = 267,05 \frac{\text{cajas}}{\text{semana}}$$

$$Demanda \text{ mensual} = 267,05 \frac{\text{cajas}}{\text{semana}} * 4 \text{ semanas}$$

$$Demanda\ mensual = 1068,2\ cajas\ al\ mes$$

La capacidad es de 4000 tallos al día mientras que, la demanda de la empresa Flowers GEM es de 5341 tallos.

Productividad

Para obtener el cálculo de productividad se mide de la siguiente manera.

$$Productividad = \frac{20\ bonches}{5\ empleados * 8\ horas\ de\ trabajo}$$



$$Productividad = \frac{20}{40} = 0,50$$

La productividad actual de la empresa es de 0,50 bonches por hora.

3.4.4. Principios de distribución de planta actual

La planta actual incumple con ciertos criterios de distribución. Estos se enlistan en la tabla 17. mostrada a continuación.

Tabla 17. Cumplimiento de los principios de distribución de planta actual

| FLOWERS GEM | | | |  | |
|--|---|--------------|----|---|---|
| PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES | | | | | |
| Principio | Descripción | Cumplimiento | | Imágenes | Observación |
| Integración en conjunto | La distribución óptima será aquella que integre de forma efectiva: hombre, materiales máquinas y cualquier otro factor, de tal manera que funcionen como un equipo único. | Si | No |  | Las herramientas utilizadas no cuentan con un espacio adecuado para su almacenamiento correcto en el que los operarios puedan disponerlos de inmediato. |

PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES

| Principio | Descripción | Cumplimiento | | Imágenes | Observación |
|----------------------------|--|--------------|----|----------|---|
| Distancia mínima recorrida | La distribución que permita mover los materiales en pequeñas distancias. | Si | No | | No cuenta con una correcta planificación por lo que las distancias recorridas son largas en donde se tienen recorridos innecesarios producto de una mala sectorización, pues los materiales se encuentran almacenados en sitios alejados. |



PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES

| Principio | Descripción | Cumplimiento | | Imágenes | Observación |
|---------------------|--|--------------|----|--|--|
| Flujo de materiales | La distribución que cuente con áreas de trabajo ordenadas, distribuidas y que permiten una secuencia de materiales óptima. | Si | No |  | <p>La inadecuada distribución del área de postcosecha genera tiempos largos de recepción y almacenamiento. Este tipo de aspectos han dificultado el flujo de materiales, debido a que los pasillos están obstruidos por la materia prima. Como se puede evidenciar en la imagen el área de almacenaje no está definida, únicamente se coloca la materia prima en donde sea más necesario, pero no conveniente e idealiza para el proceso.</p> <p>Sin mencionar que el tiempo de traslado es más largo que el habitual por falta de señalética. Es necesario acotar que de igual manera al no estar dividido por áreas solo se asimilan como lugares.</p> |

PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES

| Principio | Descripción | Cumplimiento | | Imágenes | Observación |
|----------------|--|--------------|----|----------|---|
| Espacio cúbico | La distribución que utilice los espacios tanto horizontales como verticales de una manera eficiente. | Si | No | | No se aprovecha el espacio volumétrico de las instalaciones de tal forma que siempre existe materia prima en cada una de las áreas hasta que estas sean procesadas. |

PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES

| Principio | Descripción | Cumplimiento | | Imágenes | Observación |
|--------------------------|---|--------------|----|----------|---|
| Satisfacción y seguridad | La distribución que proporcione y garantice seguridad a los trabajadores dentro de las instalaciones. | Si | No | | <p>Dentro del área de trabajo no se mantiene una limpieza y orden generando una insatisfacción laboral, y por ende existe inseguridad en donde los trabajadores se ven expuestos a sufrir lesiones al momento de realizar sus actividades. El constante movimiento repetitivo que realizan los trabajadores a lo largo de todo el proceso generar que estos sufran afecciones a su salud.</p> |

PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES

| Principio | Descripción | Cumplimiento | | Imágenes | Observación |
|--------------|---|--------------|----|----------|---|
| Flexibilidad | La distribución que pueda ajustarse y cambiar rápidamente a las exigencias del mercado. | Si | No | | <p>Los lugares se encuentran juntos y desde luego esto dificulta la implementación de nuevas máquinas de trabajo. Al tener pasillos ocupados por materia prima el proceso presenta riesgos, complicaciones, retrasos y daños al momento de iniciar actividades.</p> |

Encuesta

A continuación, se tabula los datos obtenidos mediante una encuesta a los trabajadores misma que se encuentra en el Anexo F.

1. ¿Cuál es su sexo?

Tabla 18. Sexo de los trabajadores

| Alternativas | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|--------------|------------|----------------|
| Masculino | 1 | 20 |
| Femenino | 4 | 80 |
| TOTAL | 5 | 100 |

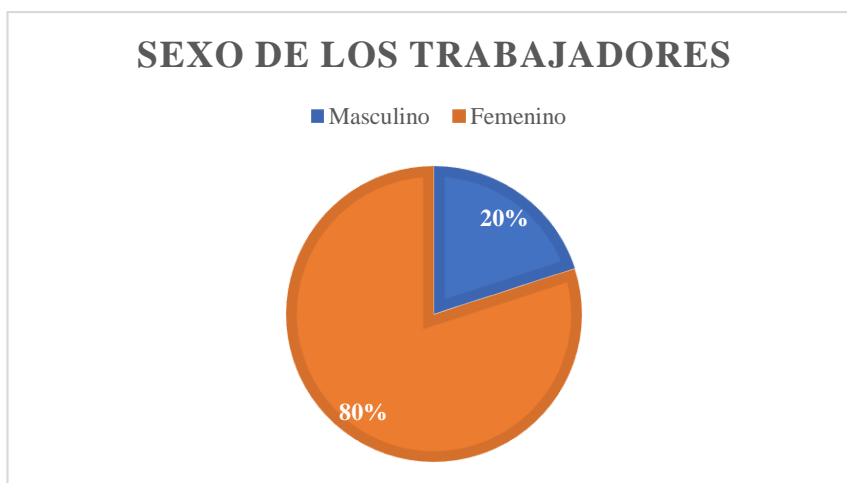


Figura 25. Diagrama sexo de trabajadores

Análisis: El 80% de los trabajadores del área de post-cosecha de la empresa es de sexo femenino, por lo que las mujeres poseen de mucha más habilidad para realizar los procesos de post-cosecha como clasificación y embonchaje.

Interpretación: En el ámbito de la postcosecha, es común encontrar una mayor presencia de mujeres, especialmente en labores de clasificación y embonchaje. Esto se debe a que estas tareas requieren precisión y destreza, lo que podría explicar por qué la mayoría de las personas que trabajan en la industria florícola y que padecen dolencias musculoesqueléticas son mujeres. Por otro lado, en el caso de los hombres, es más frecuente que desarrollen enfermedades laborales relacionadas con el sistema

respiratorio debido a otras actividades que realizan en el campo, como las fumigaciones.

2. ¿Qué edad tiene usted?

Tabla 19. Edad de los trabajadores

| Alternativas | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|---------------|------------|----------------|
| Entre 18 y 30 | 1 | 20 |
| Entre 31 y 45 | 2 | 40 |
| Más de 46 | 2 | 40 |
| TOTAL | 5 | 100 |

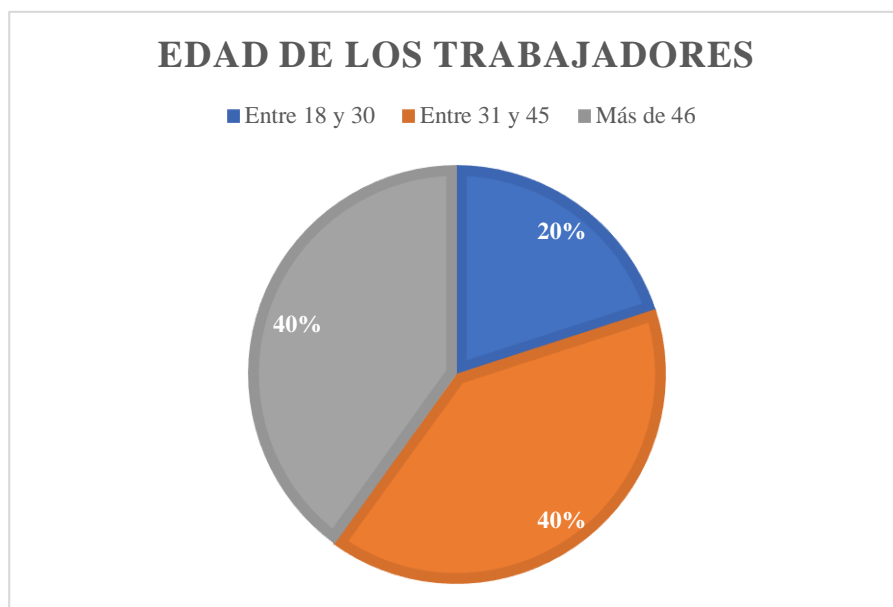


Figura 26. Diagrama edad de trabajadores

Análisis: De las personas encuestadas, el 40% se encuentra en el rango de edad de 31 a 45 años, lo cual es un rango moderado de edad para poseer trabajo y desempeñarse adecuadamente en su sitio de trabajo.

Interpretación: La investigación se centrará en el análisis de este aspecto, es decir, la distribución por grupos de edad, junto con los años de experiencia en la misma actividad laboral. Se considera que estos factores tienen un impacto directo en la aparición de trastornos musculoesqueléticos, y, por tanto, se buscará identificar posibles relaciones o patrones entre la edad y la duración del trabajo en dicha actividad con la incidencia de estas afecciones.

3. ¿Cuál es su tiempo de trabajo en la Empresa?

Tabla 20. Tiempo de trabajo en la empresa

| Alternativas | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|------------------|------------|----------------|
| 1 mes-2 años | 2 | 40 |
| Entre 3 y 6 años | 3 | 60 |
| Más de 6 años | 0 | 0 |
| TOTAL | 5 | 100 |

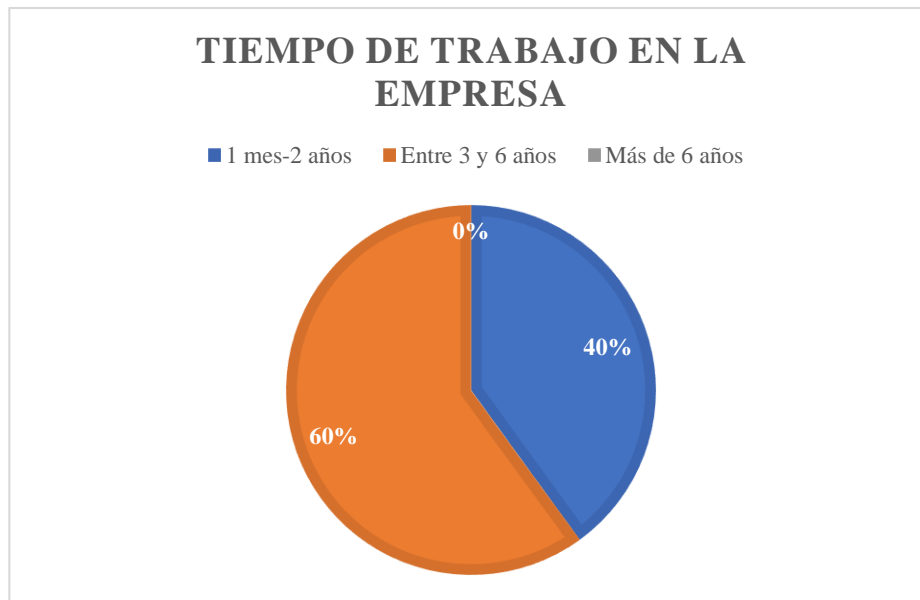


Figura 27. Diagrama porcentaje tiempo de trabajo

Análisis: La distribución de personas que trabajan en el área de post-cosecha se divide en el 60% con una experiencia laboral entre 3 y 6 años, por lo que es de suma importancia la experiencia que poseen los trabajadores para una producción exhaustiva y de calidad.

Interpretación: Las personas con más tiempo de experiencia en esta área tienen una mayor probabilidad de padecer trastornos musculoesqueléticos. En este caso, un 60% de las personas tienen mayores posibilidades de sufrir daños musculares, ya que han realizado tareas en la post-cosecha por más de tres años. Es importante tener en cuenta que la mayoría de los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo se desarrollan y se vuelven sintomáticos a medida que transcurre el tiempo de desempeño laboral en estas actividades.

4. ¿Qué actividad realiza en la Post-cosecha?

Tabla 21. Actividad de la post-cosecha

| Alternativas | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|-------------------------|------------|----------------|
| Recepción y empaquetado | 1 | 20 |
| Clasificación | 2 | 40 |
| Embonchado | 2 | 40 |
| TOTAL | 5 | 100 |

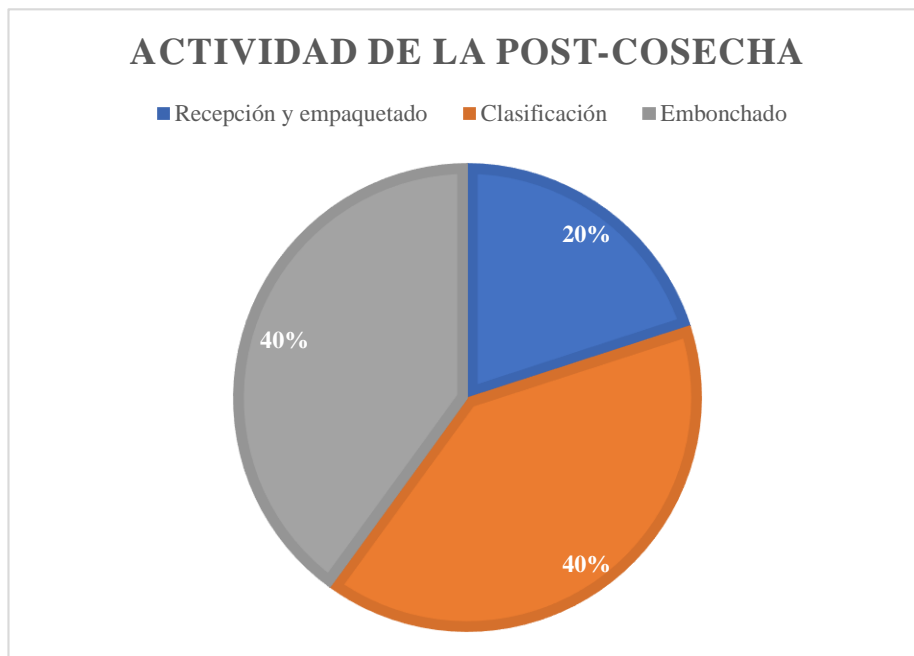


Figura 28. Diagrama actividad que realiza en la post- cosecha

Análisis: Dentro del área de clasificación el personal encargado abarca el 40% ya que es la fase inicial y un insumo para las siguientes tareas que requieren mayor precisión y rapidez; por tal motivo se necesita mayor personal en dicha área como también en el embonchaje, la cual es demandante en términos de rapidez, el personal restante se ocupa de la recepción y el empaque.

Interpretación: Al contar con un alto porcentaje de trabajadores en los puestos de clasificación y embonchaje, es crucial prestar una mayor atención a estas áreas laborales. Debido a que el personal se concentra en estas etapas y son proveedoras de insumos para las siguientes tareas, es fundamental asegurar la rapidez y eficiencia en su ejecución. De esta manera, se garantizará el flujo adecuado del proceso productivo.

5. Para realizar su actividad de trabajo aplica, mucho esfuerzo, mediano esfuerzo o un esfuerzo normal, considerando que mucho esfuerzo se encuentra en el rango de (8-10), mediano esfuerzo (4-7) y esfuerzo normal (1-3).

Tabla 22. Esfuerzo de la actividad

| Alternativas | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|------------------|------------|----------------|
| Mucho esfuerzo | 0 | 0 |
| Mediano esfuerzo | 2 | 40 |
| Esfuerzo normal | 3 | 60 |
| TOTAL | 5 | 100 |

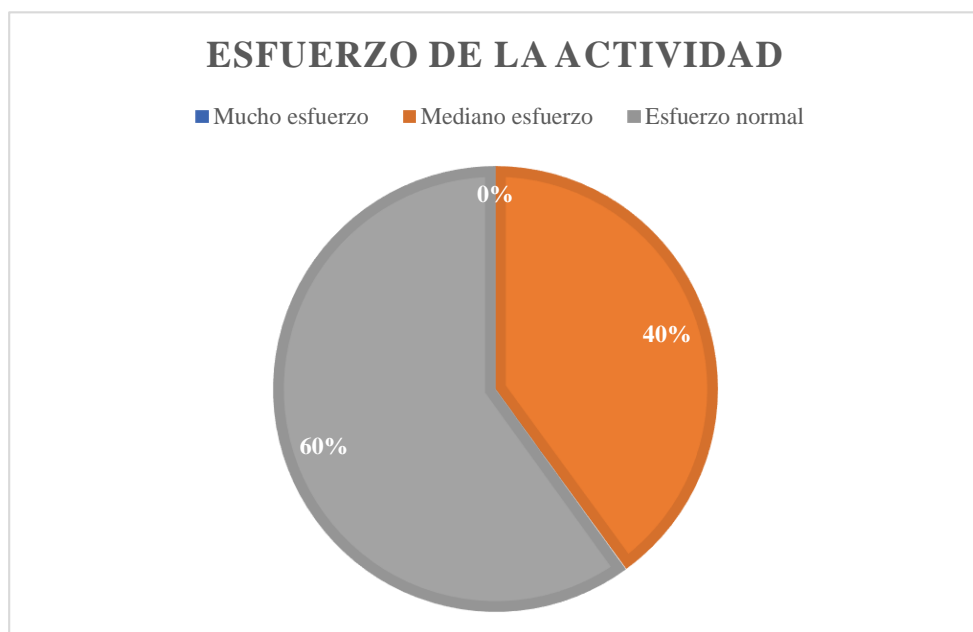


Figura 29. Diagrama esfuerzo realizado en la tarea

Análisis: El 60% de los trabajadores, manifiesta que aplica un esfuerzo normal al realizar sus tareas, por lo que estas ejecutan un esfuerzo considerable al momento de realizar las actividades, de manera que se procesa tallo por tallo.

Interpretación: Se sugiere que la cantidad de esfuerzo que los trabajadores aplican al realizar sus tareas puede ser considerada como algo excesiva, ya que más de la mitad de ellos lo confirma. Para corroborar estos resultados, es importante analizar los movimientos y esfuerzos que los trabajadores realizan durante sus labores, ya que podrían indicar un riesgo de sobreesfuerzo en la actividad laboral. Esto incluiría

acciones de fuerza realizadas con las manos, brazos o el tronco, que podrían estar generando un desgaste físico y representar una posible fuente de riesgo para la salud ocupacional de los empleados.

6. ¿Ha tenido alguna dolencia de tipo muscular por causa de su actividad laboral?

Tabla 23. Dolencia muscular

| Alternativas | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|--------------|------------|----------------|
| SI | 4 | 80 |
| NO | 1 | 20 |
| TOTAL | 5 | 100 |

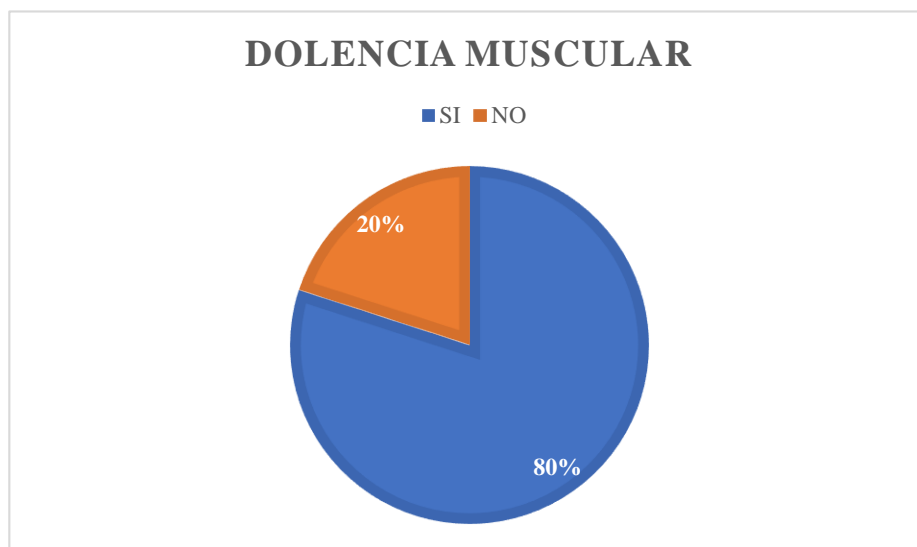


Figura 30. Diagrama dolencias musculares

Análisis: La mayor parte de los trabajadores afirma haber experimentado dolores musculares, por la excesiva cantidad de movimientos repetitivos que realizan en cada uno de los puestos de trabajo.

Interpretación: Más de la mitad de los trabajadores ha experimentado dolores musculares, lo cual se puede relacionar con la información previa proporcionada, donde la mayoría de los empleados lleva más de tres años realizando la misma actividad laboral. Por otro lado, el grupo restante que aún no ha experimentado dolores musculares podría deberse a que han estado realizando la tarea por un período más corto. Los dolores musculares pueden tener diversas causas, incluyendo fatiga

muscular, lesiones, enfermedades óseas, desgaste de articulaciones, enfermedades musculares o problemas del sistema nervioso. Es fundamental prestar atención a estos dolores y realizar un análisis detallado para identificar las posibles causas y tomar medidas preventivas para garantizar la salud y bienestar de los trabajadores en el entorno laboral.

7. ¿Las molestias que ha presenciado le han impedido realizar correctamente su trabajo?

Tabla 24. Impedir realizar el trabajo por dolencia

| Alternativas | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|--------------|------------|----------------|
| SI | 3 | 60 |
| NO | 2 | 40 |
| TOTAL | 5 | 100 |

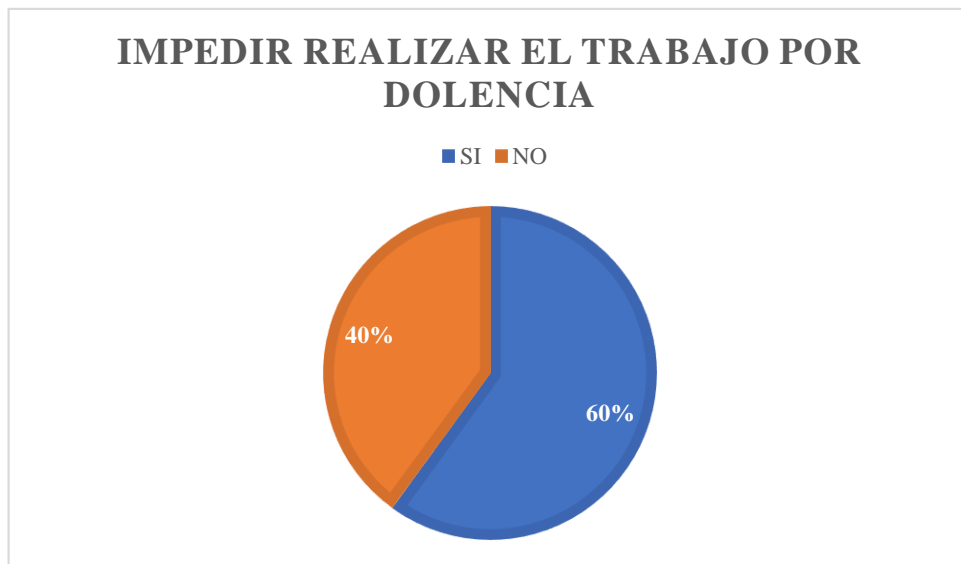


Figura 31. Diagrama impedir realizar el trabajo

Análisis: Del total de la población encuestada se determina que el 60% representado por 3 personas se han visto afectados por las molestias o dolores presenciados, puesto que les han impedido ejecutar sus actividades laborales diarias de una forma adecuada, afectando así la producción de la empresa al no cumplir con la demanda diaria.

Interpretación: Es importante tomar medidas adecuadas para cuidar la salud y prevenir posibles complicaciones. Si la dolencia muscular es lo suficientemente grave como para afectar la capacidad para trabajar, es crucial buscar atención médica.

8. ¿Cuántas veces al año se ha ausentado de sus labores por problemas de salud?

Tabla 25. Ausentismo laboral

| Alternativas | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|--------------|------------|----------------|
| Ninguna | 4 | 80 |
| Entre 1 y 2 | 1 | 20 |
| 3 o más | 0 | 0 |
| TOTAL | 5 | 100 |

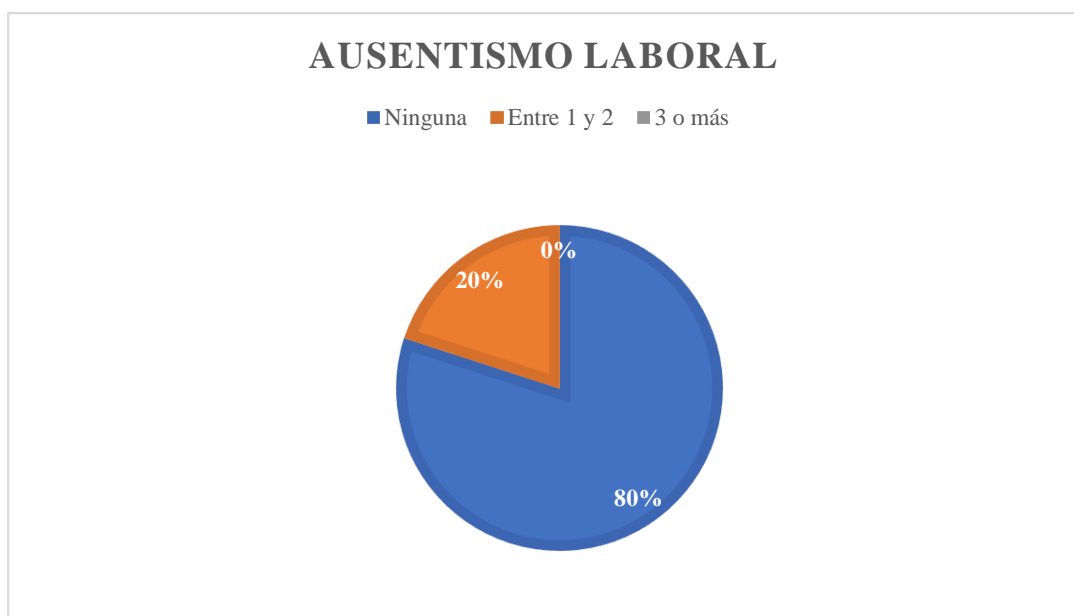


Figura 32. Diagrama ausentismo laboral

Análisis: De acuerdo a la encuesta, el 80% de los encuestados nunca ha faltado a sus labores debido a problemas de salud, a pesar de que han presenciado dolores y molestias en las extremidades de su cuerpo.

Interpretación: En las florícolas existe una política estricta con respecto a otorgar permisos de cualquier tipo, y también se observa que estas empresas cuentan con botiquines provistos de medicinas para aliviar dolores musculares y otros problemas. Sin embargo, la interpretación advierte que esto puede ser peligroso, ya que aparentemente solo se están utilizando calmantes, y debido a que son pequeñas empresas, no tienen un médico permanente disponible.

9. ¿Le han realizado exámenes preventivos de trastornos músculo esqueléticos por alguna molestia o dolores que ha tenido en los últimos 12 meses?

Tabla 26. Exámenes Preventivos

| Alternativas | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|--------------|------------|----------------|
| SI | 1 | 20 |
| NO | 4 | 80 |
| TOTAL | 5 | 100 |

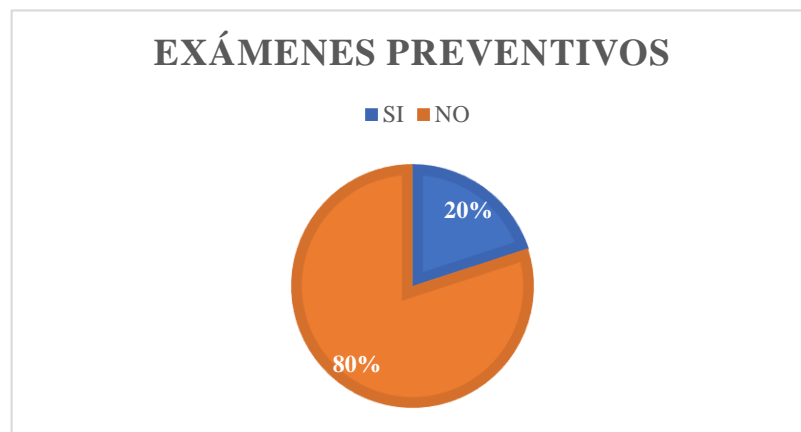


Figura 33. Diagrama exámenes preventivos

Análisis: El 80% de los encuestados indica que no se les han realizado exámenes preventivos, lo que afecte directamente al trabajador y la empresa al sentir molestias.

Interpretación: Estos resultados reflejan que, no se están llevando a cabo exámenes preventivos para trastornos musculoesqueléticos u otros problemas de salud en los trabajadores.

10. Dentro de la jornada diaria. ¿Se ha establecido un tiempo para la realización de descansos o pausas?

Tabla 27. Pausas activas

| Alternativas | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|--------------|------------|----------------|
| SI | 0 | 0 |
| NO | 5 | 100 |
| TOTAL | 5 | 100 |



Figura 34. Diagrama pausas activas

Análisis: La totalidad de la población encuestada, informa que durante su jornada diaria de trabajo no se han establecido tiempos específicos para realizar descansos o pausas. En cambio, mencionaron que, en ciertos casos, cuando el trabajador se siente fatigado o experimenta molestias, toma la iniciativa de detenerse por un momento para hacer estiramientos de forma autónoma.

3.5. Estudio ergonómico

3.5.1. Evaluación de la distribución actual con enfoque ergonómico

El diagnóstico previo de los espacios, áreas, materiales, procesos y operaciones del área de post-cosecha de la empresa procesadora de flores presentan una serie de problemas ocasionados por el uso indebido del espacio o la mala ubicación de los puestos de trabajo. Los equipos, mesas y estantes conducen al incumplimiento de los seis principios de distribución y generan que todo el proceso sea complejo y lleno de contratiempos. Es de hecho que, los materiales y herramientas que se utilizan en los puestos de trabajo no cuentan con suficiente espacio de almacenamiento, lo que genera acumulación de materias primas en las mesas o alrededores del puesto de trabajo, que a su vez desarrolla molestias a los trabajadores. Un enorme porcentaje de ellos han trabajado entre 3 a 6 años dentro de la empresa lo que los convierte en candidatos perfectos para sufrir lesiones y daños musculares. Otro punto a resaltar es los lugares de mayor atención al momento de establecer las actividades ergonómicas correctivas. Estas responden a clasificación y embonchado; si bien es cierto que un gran porcentaje menciona que, para hacer sus actividades efectúa un esfuerzo normal no demerita para

nada verificar que tan contraproducentes son las actividades efectuadas. Y desde esa base generar acciones correctivas para disminuir las falencias evidenciadas.

Por otro lado, un porcentaje totalmente considerable; el 80% de los indagados comentó que han sufrido de algún dolor muscular tras efectuar su labor diaria y han generado que las labores posteriores sean aún más complicadas y extenuantes. Esto denota que en ciertas instancias se presente ausentismo laboral de 1 a 2 ocasiones en el periodo de un año. Este aspecto es reforzado por medio de la penúltima pregunta del cuestionario que se permite hacer referencia a sí, en algún momento los colaboradores han sido objeto de exámenes para precautelar su salud. Una enorme cantidad comentó que este tipo de actividades no son efectuadas con regularidad; aunado a este tema se evidencia una clara falta de pausas para descanso.

Ficha de identificación de peligro ergonómico por movimiento repetitivo (ISO/TR/12295)

Tabla 28. Identificación de peligro ergonómico por MR

| PUESTO DE TRABAJO | CONDICIÓN | RESP |
|--------------------------|--|-------------|
| Clasificador(a) | ¿La tarea está definida por ciclos independientemente del tiempo de duración de cada ciclo, o se repiten los mismos gestos o movimientos con los brazos (hombro codo, muñeca o mano) por más de la mitad del tiempo de la tarea? | Si |
| | ¿La tarea que se repite dura al menos 1 hora de la jornada de trabajo? | Si |
| Embonchador(a) | ¿La tarea está definida por ciclos independientemente del tiempo de duración de cada ciclo, o se repiten los mismos gestos o movimientos con los brazos (hombro codo, muñeca o mano) por más de la mitad del tiempo de la tarea? | Si |
| | ¿La tarea que se repite dura al menos 1 hora de la jornada de trabajo? | Si |
| Empacador(a) | ¿La tarea está definida por ciclos independientemente del tiempo de duración de cada ciclo, o se repiten los mismos gestos o movimientos con los brazos (hombro codo, muñeca o mano) por más de la mitad del tiempo de la tarea? | No |
| | ¿La tarea que se repite dura al menos 1 hora de la jornada de trabajo? | No |

Análisis: Según la observación preliminar realizada en los puestos de trabajo para el área de clasificación y embonchaje, todas las respuestas a la condición propuesta por la ficha son afirmativas. En otras palabras, los trabajadores de esa área indicaron de manera positiva que cumplen con la condición mencionada en la ficha. En contraste, los empacadores presentaron dos respuestas negativas, lo que sugiere que no cumplen con la condición propuesta por la ficha en ciertos aspectos o situaciones.

Interpretación: Es necesario llevar a cabo una evaluación más exhaustiva de los puestos de trabajo de clasificación y embonchaje utilizando el método Check List OCRA. Esta evaluación adicional permitiría obtener resultados más detallados y, a partir de ellos, proponer una solución para abordar el problema identificado.

Metodología para la evaluación de movimientos repetitivos.

Instrumento: Check list "OCRA"

Se consideró el método OCRA, en lugar de los métodos REBA y RULA, debido a que, se tomó en consideración factores claves, como las tareas que los trabajadores realizan, ya que son actividades repetitivas, donde el entorno laboral exige que el trabajador realice levantamiento y manipulación de cargas de flores, donde se implica movimientos de cuerpo completo, lo cual hace a este método el adecuado en relación a los otros.

Para ello, se llevó a cabo una evaluación de la carga física en los puestos de trabajo de la post-cosecha en las florícolas con el fin de evaluar el nivel de exigencias que enfrentan los trabajadores. Durante esta evaluación, se analizaron las demandas generadas por las tareas y el entorno laboral para determinar las capacidades y límites de los trabajadores. El análisis abarcó aspectos como las posturas adoptadas, los movimientos de los miembros superiores izquierdo y derecho, y especialmente los esfuerzos realizados durante la ejecución de las actividades rutinarias por parte de los obreros. Es relevante señalar que en el cálculo de estos factores se tuvieron en cuenta las circunstancias específicas relacionadas con el trabajo. El procedimiento para la evaluación aplicando el método Checklist OCRA se encuentra dentro del Anexo G.

Clasificación: Se logró evaluar la duración neta del movimiento repetitivo y el ciclo de trabajo mediante la observación directa de la tarea, obteniendo así los siguientes factores.

1. **Factor de recuperación:** Las empresas otorgan periodos de recuperación, como el tiempo destinado al almuerzo y unos 10 minutos en la media mañana y otros 10 minutos en la tarde. Sin embargo, estos momentos de descanso no resultan efectivos para llevar a cabo la actividad laboral. Esto puede deberse a la falta de costumbre o a la necesidad de cumplir con la capacidad de producción establecida. El único momento en el cual los obreros realmente se relajan es durante la hora del almuerzo y unos 10 minutos al inicio de la jornada para preparar los tallos, así como en la tarde para la limpieza de su puesto de trabajo. Paradójicamente, esto resulta contraproducente. Por lo tanto, el factor de recuperación tendrá un valor de 4.
2. **Factor de Frecuencia:** El proceso de clasificación implica eliminar el exceso de follaje de los tallos para luego medirlos y colocarlos en perchas según sus medidas, calidad y botón. Por lo tanto, se requiere un movimiento rápido y constante de los brazos para cumplir con la meta de clasificar 500 tallos por hora. El valor asignado al factor de frecuencia será 4.
3. **Factor de Fuerza:** El factor de fuerza es un aspecto significativo, ya que el trabajador la aplica en los brazos, manos y muñecas durante todo el ciclo de trabajo, para eliminar el exceso de follaje de los tallos, el trabajador utiliza una palanca y ejerce fuerza para arrancar estos restos, continuando hasta cumplir con su meta diaria. Según la Escala de Borg, este esfuerzo puede ser calificado como nivel 3, y la duración recibe una calificación de 8, ya que se realiza constantemente durante toda la jornada laboral para alcanzar la meta diaria.
4. **Factor de Postura:** Se evaluó el factor de postura analizando las posiciones de hombros, codos y muñecas del obrero. Tras la observación, se le asignó una puntuación de 6.5.
5. **Agarres de objetos:** En lo que respecta al manejo de objetos, las manos del trabajador están constantemente sujetando el tallo (con la mano derecha) y la palanca (con la mano izquierda) para eliminar el exceso de follaje. Por lo tanto, el factor de agarre de objetos se valora en 4.

6. **Factores adicionales:** Dentro de todo el proceso en ciertas instancias los EPP no son altamente empleados dado que en ciertas instancias los obreros tratan la medición de los tallos con las manos desnudas lo que genera laceraciones mínimas dentro del proceso. En este aspecto el valor fue de 2.



Figura 35. Postura de hombro, codo, muñeca en Clasificación

Embonche: A través de la observación directa de la tarea de embonchaje, se evaluó la duración neta del movimiento repetitivo y del ciclo de trabajo. La jornada laboral tiene una duración total de 480 minutos, con 60 minutos destinados al tiempo real de almuerzo. Durante la jornada se produjeron un total de 200 bonches.

1. **Factor de recuperación:** La empresa ofrece ciertos períodos de descanso, como el tiempo destinado al almuerzo y unos 10 minutos tanto en la media mañana como en la tarde. Sin embargo, estos momentos de pausa no resultan efectivos para descansar durante la actividad laboral, ya que pueden deberse a que los trabajadores no están acostumbrados a tomarlos o porque se ven presionados para cumplir con la producción establecida por el empleador. En realidad, la única pausa que realmente aprovechan es la del almuerzo y unos 10 minutos al comienzo de la jornada para preparar los tallos, además de otros 10 minutos en la tarde para limpiar sus puestos de trabajo. Según la tabla correspondiente, el factor de recuperación es de 4.
2. **Factor de Frecuencia:** El valor del factor de frecuencia es de 1 debido a que los movimientos de los brazos no son excesivamente rápidos. Además, hay ocasiones en las que pueden ocurrir breves interrupciones.
3. **Factor de Fuerza:** En esta tarea, el factor de fuerza no es relevante, ya que los trabajadores solo aplican fuerza al grapar los cartones corrugados para el proceso de embonchaje. Según la escala de Borg, este es un nivel de fuerza

moderada con una duración de 1/3 del tiempo, lo que lo clasifica con un valor de 2.

4. **Factor de Postura:** Se evaluó el factor de postura al observar la posición del hombro, codo, muñeca y manos del trabajador(a). La postura de los hombros y brazos fue considerada como no extrema, lo que otorga un valor de 0 para este factor. Sin embargo, en el caso del codo y la muñeca, se observaron posturas que se clasifican con un valor de 2.
5. **Agarres de objetos:** En relación a cómo se agarran los objetos, las manos del trabajador utilizan una grapadora durante más de la mitad del tiempo, aplicando una fuerza moderada para engrapar el cartón corrugado. Por lo tanto, para la mano derecha, se le asigna una puntuación de 4.
6. **Factores Adicionales:** En este aspecto, se tienen en cuenta los elementos que contribuyen al riesgo. En este caso, es similar al mencionado anteriormente, pero ahora se agrega el factor de utilización de guantes, lo cual suma una puntuación adicional de 2.



Figura 36. Postura de hombro. codo, muñeca en embonche

Resultados de la Evaluación: Según la ficha de identificación de peligro ergonómico por MR (ISO/TR/12295), se realizaron evaluaciones de los puestos de trabajo de clasificación y embonchaje. Los resultados de estas evaluaciones se encuentran presentados en las tablas 29 y 30.

Tabla 29. Resultados finales

| PUESTO DE TRABAJO | RESULTADOS | |
|----------------------|---------------------------|--------------------------|
| | MÉTODO CHECK LIST OCRA | |
| | DERECHA | IZQUIERDA |
| Clasificación | No aceptable. Nivel Alto | No aceptable. Nivel Alto |
| Embonche | No aceptable. Nivel medio | Nivel ligero |

Tabla 30. Índice Check List OCRA

| PUESTO DE TRABAJO | RESULTADOS | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------------------------|-----|----------------------|-----|------------------|-----|-------------------|-----|-------------------|-----|----------------------|-----|------------------------|------|
| | FACTOR DE RECUPERACIÓN | | FACTOR DE FRECUENCIA | | FACTOR DE FUERZA | | FACTOR DE POSTURA | | AGARRE DE OBJETOS | | FACTORES ADICIONALES | | ÍNDICE CHECK LIST OCRA | |
| | DER | IZQ | DER | IZQ | DER | IZQ | DER. | IZQ | DER | IZQ | DER | IZQ | DER | IZQ |
| Clasificación | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 | 8 | 6,5 | 6,5 | 4 | 4 | 2 | 2 | 28,5 | 28,5 |
| Embonche | 4 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 17 | 13 |

Análisis: Se determinó de forma general un nivel de entre alto y medio de riesgo de lesiones musculoesqueléticas para los diferentes puestos de trabajo correspondiente a las áreas de clasificación y embonche. Esto generó un índice con base en el Check List OCRA de *veinte y uno* para el lado izquierdo y derecho. Por otro lado, se presenta el valor de doce para el lado derecho y diez para el lado izquierdo respectivamente.

Interpretación: El análisis mediante la aplicación del Check List OCRA reveló que los riesgos asociados a los procesos analizados están categorizados como "No aceptable", especialmente en el caso de la clasificación de tallos. Esto se debe a que los trabajadores no desarrollan sus actividades dentro de lo que se consideraría un área de trabajo segura. Además, se observaron movimientos repetitivos a lo largo de toda la jornada laboral para colocar las flores clasificadas en los percheros según sus medidas, lo que ocasiona daños por torsión en los miembros superiores, tanto en el brazo derecho como en el izquierdo. Otro aspecto importante identificado es el uso de guantes inadecuados, ya que son gruesos y posiblemente no se ajustan correctamente a la talla adecuada. Esto aumenta el nivel de riesgo de sufrir alteraciones musculoesqueléticas en la muñeca. Por último, se observó que los trabajadores llevan a cabo sus actividades en una mesa de trabajo que no es

apropiada para cada individuo, y además permanecen de pie durante toda la jornada laboral. Estas condiciones ergonómicas inadecuadas también contribuyen al riesgo asociado con las tareas realizadas.

El método Check List OCRA utilizado para evaluar el embonchaje reveló que el nivel de riesgo es considerado como no aceptable para el miembro superior derecho, nivel medio para el miembro superior izquierdo y nivel leve también para el miembro superior izquierdo. Estos resultados están relacionados con los movimientos realizados por los trabajadores durante toda la jornada laboral. Es importante destacar que el miembro superior derecho es aquel en el que los obreros aplican mayor fuerza, ya que utilizan una grapadora para organizar los bonches de flores. Además, al igual que en la evaluación anterior, toda esta actividad se realiza en una mesa que no es adecuada para cada trabajador, y los empleados permanecen de pie durante toda la jornada laboral. También se debe mencionar que utilizan guantes que no son acordes a su talla, lo que agrava la situación.

En el caso del empaque se considera motivo de otro análisis ergonómico como de estrés térmico ya que el almacenamiento del producto se lo hace en el cuarto frío produciéndose otro tipo de afección a la salud y en forma general a todos los procesos de post-cosecha. Por otro lado, cada una de las estimaciones proporcionadas para la jerarquización se evidencian en el anexo 6 de este documento.

Una vez definido el estudio de tiempos a la par de los riesgos ergonómicos es fundamental caracterizar como es la geometría y espacio dentro de la empresa. En primera instancia se parte del desarrollo de la distribución.

3.5.2. Métodos ergonómicos para incluir en la propuesta

Medidas preventivas para evitar lesiones

Medida 1. Evitar los daños por torsión en los miembros superiores derecho e izquierdo implica tomar medidas preventivas y adoptar prácticas saludables en el cuidado del cuerpo. A continuación, se detallan recomendaciones para reducir el riesgo de lesiones por torsión en los brazos y las manos y contrarrestar los valores obtenidos mediante el método Check List OCRA.

- Ajustar la altura de la silla y la mesa para mantener una postura neutral y cómoda. Mantener los brazos y los antebrazos apoyados en la superficie de trabajo y evitar movimientos repetitivos que puedan generar torsión.

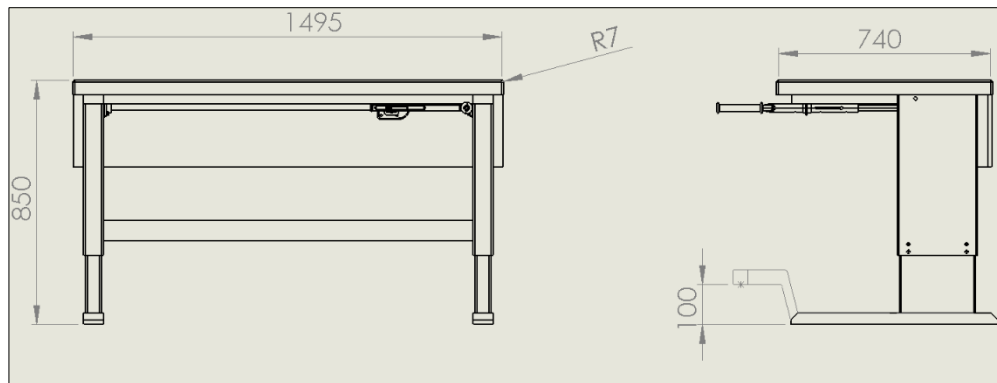


Figura 37. Silla ergonómica

- Realizar ejercicios de fortalecimiento para los músculos de los brazos, los hombros y las manos. Esto ayudará a mantener la estabilidad y la resistencia en los miembros superiores, lo que reduce el riesgo de torsiones y lesiones.



Figura 38. Ejercicios de fortalecimiento muscular para hombros, brazos y manos

- Antes de realizar actividades físicas o tareas que requieran esfuerzo con los brazos, hay que calentar adecuadamente. Realizar ejercicios de estiramiento para los brazos y las manos ayudará a preparar los músculos y reducirá el riesgo de torsiones.



Figura 39. Ejercicios de calentamiento a ejecutar por los trabajadores



Figura 40. Actividades de calentamiento

- Evitar realizar tareas que requieran movimientos repetitivos durante largos períodos de tiempo. Intentar alternar entre diferentes actividades para reducir la tensión y la fatiga en los miembros superiores, realizando ejercicios de movimientos de manos de manera circular para la relajación de las extremidades superiores del cuerpo.

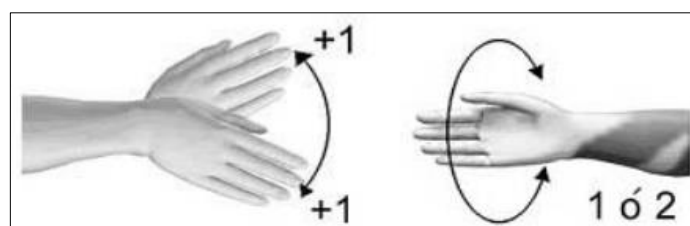


Figura 41. Guía de ejercicios en muñecas



Figura 42. Ejercicios para evitar daños en muñecas

- Si se debe levantar objetos pesados, hay que implementar técnicas adecuadas de levantamiento para evitar torsiones. Se sugiere levantar las rodillas, mantener la espalda recta y utilizar los músculos de las piernas y los glúteos para levantar el objeto en lugar de depender únicamente de los brazos.

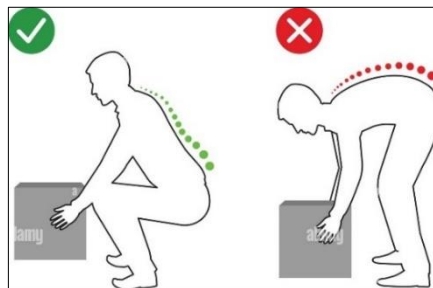


Figura 43. Método adecuado e inadecuado para levantar objetos



Figura 44. Postura correcta para levantar objetos

- En caso de realizar actividades repetitivas que involucran movimientos de torsión en los brazos, se debe tomar descansos regulares. Estos descansos permitirán que los músculos se relajen y se recuperen, reduciendo el riesgo de lesiones por sobrecarga.

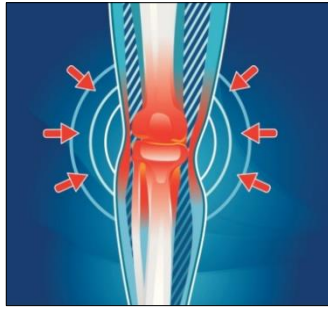


Figura 45. Lesión por sobrecarga en la rodilla

Medida 2. Como se describió anteriormente se deben realizar pausas activas por las actividades repetitivas que se ejecutan, a continuación, se da una sugerencia de una pausa activa de 10 minutos que se podría implementar en la empresa.

- Minuto 1-2: Estiramiento de cuello y hombros

Girar lentamente el cuello hacia la derecha y la izquierda, manteniendo cada posición durante 10 segundos. Elevar los hombros hacia las orejas y luego relajarlos, repitiendo el movimiento durante 10 segundos.

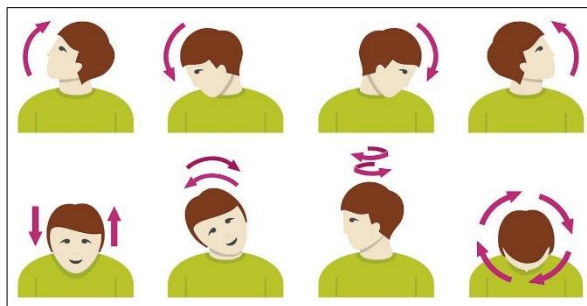


Figura 46. Modelo de estiramiento de cuello para trabajadores



Figura 47. Estiramiento de cuello

- Minuto 3-4: Ejercicios de manos y muñecas:

Extender los brazos al frente, con las palmas hacia abajo. Realizar movimientos circulares con las muñecas en el sentido de las agujas del reloj durante 10 segundos, y luego cambiar de dirección durante otros 10 segundos. Flexionar y extender los dedos de las manos varias veces para mejorar la circulación y la movilidad.



Figura 48. Guía de ejercicios para manos



Figura 49. Ejercicios de manos y muñecas

- Minuto 5-6: Estiramiento de brazos

Extender el brazo derecho hacia el frente y cruzar el cuerpo con el brazo izquierdo, agarrando suavemente el codo derecho. Mantener la posición durante 10 segundos y luego cambiar de brazo. Estirar el brazo derecho hacia arriba y doblar el codo, llevando la mano derecha hacia la parte superior de la espalda. Con la mano izquierda, sujetar el codo derecho y suavemente estira el brazo durante 10 segundos. Repetir con el brazo izquierdo.

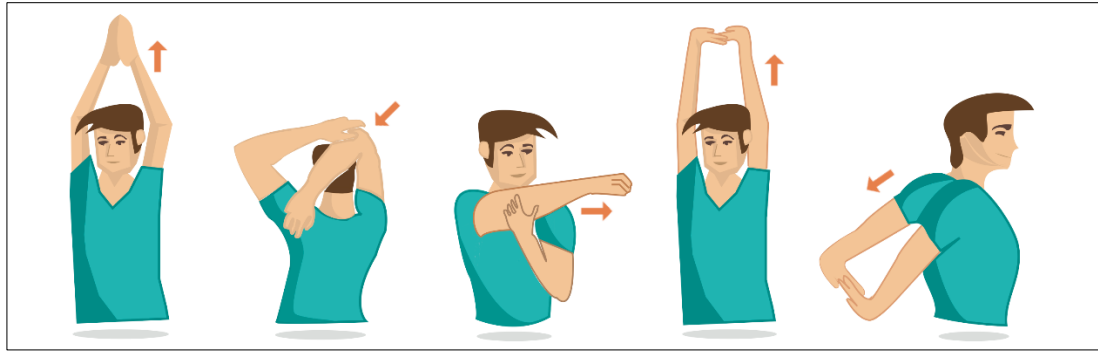


Figura 50. Modelo a seguir de ejercicios de estiramiento de brazos



Figura 51. Estiramiento de brazos

- Minuto 7-8: Movimientos de escápulas

Sentarse derecho y llevar los omóplatos hacia atrás y hacia abajo, como si se trata de juntarlos. Mantener la posición durante 10 segundos y luego relajar. Realizar rotaciones suaves de los hombros hacia atrás durante 10 segundos, dentro del personal esta actividad no es notoria de manera visual, la figura 52 indica los beneficios de los trabajadores al realizar el ejercicio.

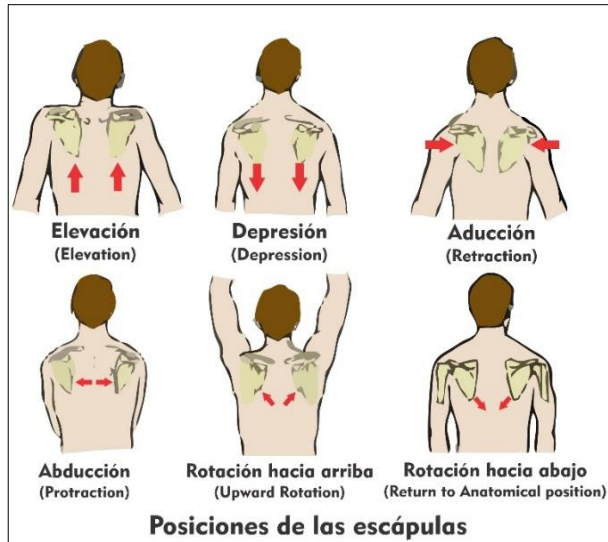


Figura 52. Movimiento de escápulas

- Minuto 9-10: Respiración y relajación:

Sentarse cómodamente, cerrar los ojos y tomar varias respiraciones profundas y lentas.

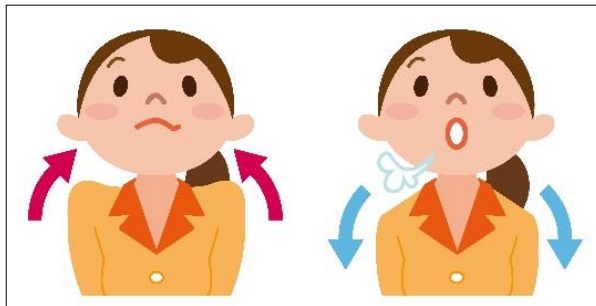


Figura 53. Modelo de ejercicios de respiración








Figura 54. Ejercicios de respiración

Medida 3. Otro aspecto que producía lesiones en los obreros son los guantes. Estos al ser muy gruesos y de talla diferente se los quitan causando lesiones, cortes o laceraciones. Es por este motivo que la tabla expuesta a continuación detalla algunos tipos de guantes que pueden ser el remplazo.

La mejor opción para remplazar a los guantes que se utilizan actualmente en la empresa son los guantes cubiertos con PVC ya que cumplen la misma función que los guantes de cuero. Además, son resistentes al agua, son más ligeros y menos perniciosos para las muñecas pues están hecho de un tipo de tela.

Tabla 31. Tipos de guantes

| Tipo de Guante | Material | Fotografía | Características |
|------------------------------------|---------------------------------------|---|---|
| Guantes de algodón | Algodón |  | - Ligeros y transpirables. |
| | | | - Proporcionan un nivel básico de protección contra raspaduras y pinchazos. |
| | | | - Mayor destreza y sensibilidad en los dedos. |
| | | | - No ofrecen resistencia al agua ni protección contra químicos. |
| Guantes de látex | Látex natural |  | - Buena protección contra líquidos, incluyendo agua y algunos químicos. |
| | | | - Ajuste ceñido y sensibilidad táctil. |
| | | | - No son adecuados para personas alérgicas al látex. |
| Guantes de nitrilo | Nitrilo |  | - Resistencia a una amplia gama de productos químicos y solventes. |
| | | | - Buena protección contra líquidos y sustancias irritantes. |
| | | | - Adecuados para personas alérgicas al látex. |
| | | | - Mayor resistencia y durabilidad que los guantes de látex o algodón. |
| Guantes de cuero | Cuero natural o sintético |  | - Alta resistencia al desgarro y abrasión. |
| | | | - Ofrecen protección contra espinas y objetos afilados. |
| | | | - No son resistentes al agua ni a químicos corrosivos. |
| Guantes recubiertos con goma o PVC | Recubierto de goma, PVC o poliuretano |  | - Proporcionan un agarre firme y seguro. |
| | | | - Resistencia a productos químicos y aceites. |
| | | | - Mayor durabilidad y protección contra abrasión. |
| | | | - Algunos modelos ofrecen aislamiento térmico. |

3.5.3. Propuesta de los puestos de trabajo

Diseño de estaciones de trabajo

Como se pudo observar anteriormente los sitios de trabajo no están diseñados ergonómicamente. Por lo que se va a ajustar los escritorios en altura y ángulo adecuados, así como proporcionar reposapiés, entre otros. El manual práctico de diseño de sistemas productivos [35], establece que un puesto de trabajo de pie tiene las siguientes ventajas: Es más ergonómico, ya que evita daños en la columna vertebral (un puesto de trabajo de pie, incluso si está muy bien diseñado, fuerza la columna dorsal), permite alcances de recolección más grandes, lo que ayuda a utilizar el espacio de manera más eficiente y permite el movimiento, lo que permite que una persona trabaje en diferentes lugares si es necesario. Aunque también tiene un problema, no es adecuado para tareas de gran precisión porque aumenta la fatiga, especialmente si no requiere movimiento. El manual sugiere adoptar ciertas medidas al momento de implementar un diseño de mesa para trabajo de pie.

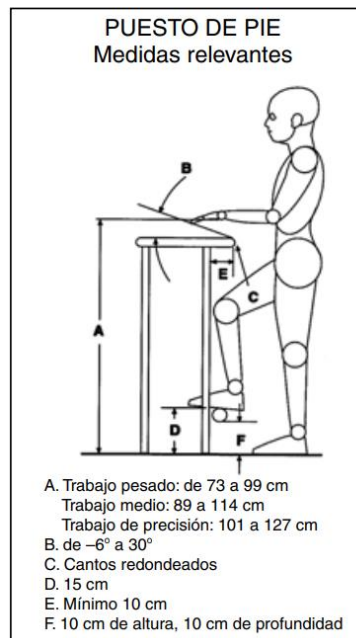
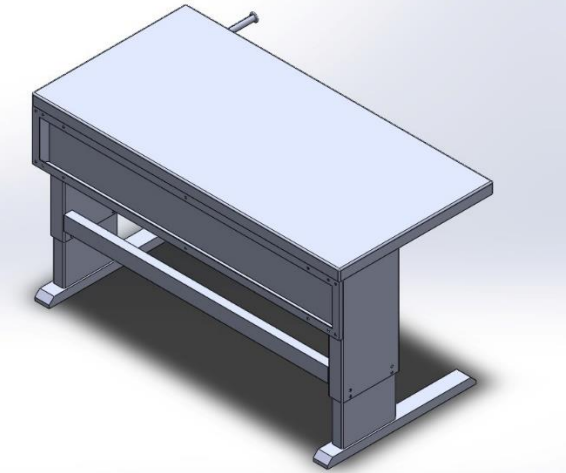
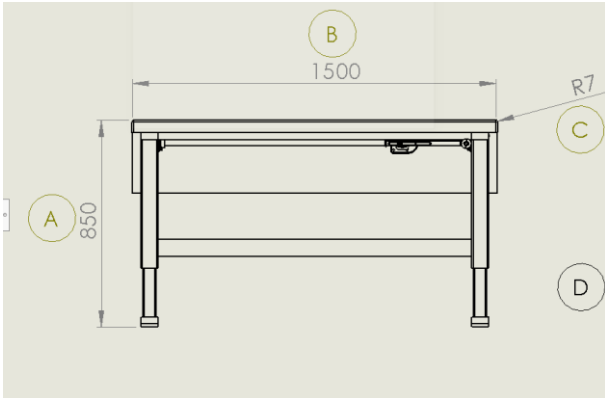
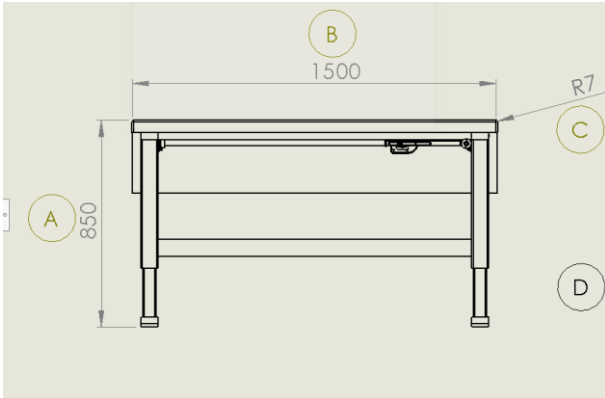
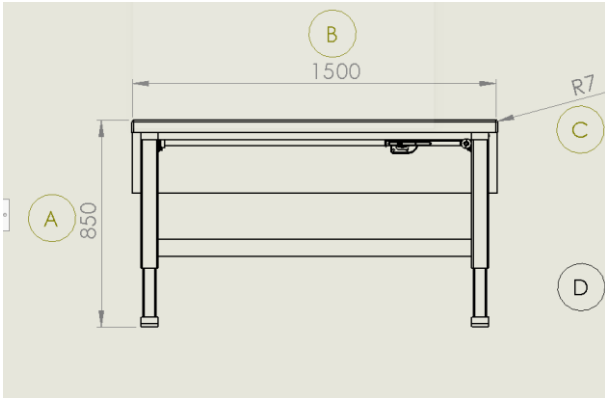
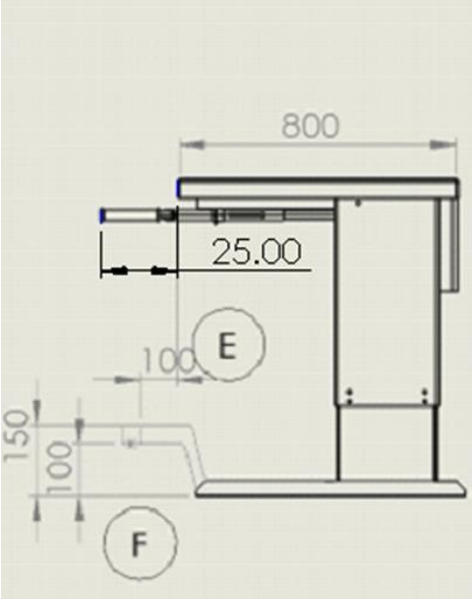
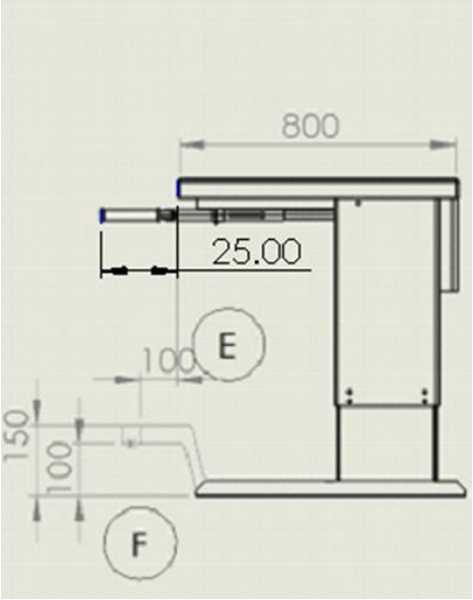
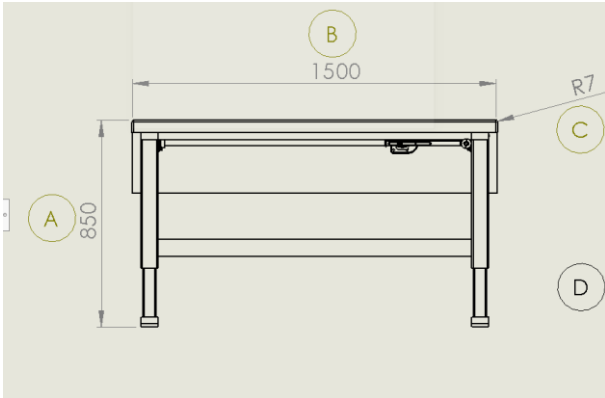


Figura 55. Medidas ergonómicas para trabajos de pie

La tabla mostrada a continuación incluye aspectos técnicos y medidas recomendadas para implementar mesas ergonómicas, considerando el tamaño promedio de una persona en Ecuador:

Tabla 32. Características para implementar mesas ergonómicas

| Categoría | Características | Medidas Recomendadas |
|---|---|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> - Altura ajustable para adaptarse a diferentes usuarios y tareas. | <p>Altura de la mesa: 70-110cm</p> |
|  | <ul style="list-style-type: none"> - Superficie de trabajo espaciosa para acomodar equipos y documentos. | <p>Ancho de la mesa: 150 cm</p> |
|  | <ul style="list-style-type: none"> - Bordes redondeados para evitar presiones en los brazos y antebrazos. | <p>Profundidad de la mesa: 60-80 cm</p> |
|  | <ul style="list-style-type: none"> - Espacio suficiente para las piernas debajo de la mesa. | |
|  | <ul style="list-style-type: none"> - Superficie antideslizante para evitar deslizamientos de objetos. | |
|  | <ul style="list-style-type: none"> - Materiales duraderos y fáciles de limpiar. | |
|  | <ul style="list-style-type: none"> - Diseño que permita una postura neutral y cómoda al sentarse y trabajar. | |

Además de aplicar estos cambios se sugiere implementar movimientos y posturas adecuados para evitar lesiones.

Movimientos y posturas adecuados

Se debe capacitar a los trabajadores en técnicas de levantamiento seguro, posturas correctas al estar de pie, y movimientos adecuados para evitar la fatiga muscular y reducir el riesgo de lesiones. Esto puede incluir el uso de pausas y rotación de tareas para evitar movimientos repetitivos durante un período prolongado, y el uso de ayudas mecánicas para levantar objetos pesados.

Tipos de distribución

Es necesario señalar que una vez definidas las falencias dentro de la empresa objeto de estudio, lo siguiente en la lista es detallar el tipo de distribución que la institución maneja actualmente. En la tabla 33 se muestra el análisis de la distribución de la empresa con el propósito de perfeccionarla.

Tabla 33. Distribución actual de la empresa "FLOWERS GEM"

| Tipo de distribución | Validez | Justificación |
|-----------------------------|----------------|---|
| Por Producto | No aplica | El diseño del producto se adopta cuando la producción se organiza de forma continua o repetitiva. Los recursos están organizados físicamente de tal manera que facilitan el movimiento de los productos, que generalmente son similares entre sí. Las máquinas se colocan una al lado de la otra a lo largo de una línea, en el orden en que se van a utilizar. El producto procesado se mueve de una estación a otra a lo largo de la línea de producción, pasando por las operaciones necesarias. El flujo de trabajo en este tipo de distribución puede tomar diferentes formas, dependiendo de lo que funcione mejor para cada situación específica. [9]. |
| Por Proceso | Aplica | En esta distribución se agrupan los equipos con funciones similares según la secuencia de las operaciones. Es decir, pasa de un área hacia otra, acomodando las estaciones de trabajo de tal manera que tengan procesos semejantes, buscando minimizar el costo de manejo de materiales entre las operaciones [9]. Esta tipología de distribución se aplica dentro de la empresa pues, los procesos se pueden denominar como de bajo volumen y alta diversidad. Por ende, busca hacer |

| Tipo de distribución | Validez | Justificación |
|-----------------------|-----------|--|
| | | un uso adecuado de los recursos disponibles teniendo experiencia en su campo de trabajo. De igual manera dentro de esta distribución es necesario diferentes elementos de un área a otra dependiendo de los recursos requeridos para las distintas para el proceso en conjunto. |
| Posición Fija | No aplica | <p>En este tipo de distribución el producto fluye por las estaciones y no permanece en un solo lugar o localización fija [9]. Es acertado acotar que las ubicaciones que se orientan hacia una posición fija requieren un diseño de fábrica para determinar cómo entran y salen los productos fabricados de las áreas de ensamblaje, así como el tiempo empleado en todo el proceso. En una configuración de fábrica de ubicación fija, los componentes y equipos se organizan concéntricamente al producto final de acuerdo con la frecuencia de su uso. Dentro de este modelo todo gira en torno al producto sin embargo los cambios no pueden efectuarse de un momento a otro; por ende, es necesario parar la producción.</p> <p>No es común emplear este tipo de distribución sin la aplicación de herramientas de simulación 3D con el propósito para visualizar el diseño del espacio. Y desde luego debe ser abordada desde un conocimiento previo [39].</p> |
| Célula de manufactura | No aplica | <p>Esta distribución se aplica de mejor manera cuando la empresa fabrica varios productos que comparten equipos, que se agrupan en células con máquinas y trabajadores, que realizan una serie de operaciones sobre estos productos, o familia de productos [9].</p> <p>Este tipo combina diferentes máquinas en un centro de trabajo (o celda) para procesar productos con tamaños y requisitos de procesamiento similares. Es similar a la asignación por operación en que las unidades están diseñadas para realizar un conjunto específico de operaciones. También es similar a la asignación por producto en el sentido de que las unidades son específicas para una gama limitada de productos [48].</p> |

3.5.4. Análisis de principios básicos

Distribución de instalaciones a incluir en la propuesta

Dentro de la empresa se emplea la distribución por proceso; los productos pasan a través de una serie de etapas o procesos secuenciales, donde cada etapa agrega valor

al producto final. En la empresa de rosas, la producción por proceso está mal aplicada pues este tipo de distribución es únicamente para compañías grandes con alto valor de maquinaria por ende la mejor opción es efectuar un trabajo de manera lineal teniendo en cuenta los siguientes aspectos. Considerando el análisis inicial del cumplimiento de los principios de distribución mostrados en la tabla 17, a continuación, en la tabla 34 se detallan las mejoras a considerar en la propuesta de distribución.

Tabla 34. Consideraciones de la propuesta en la empresa "FLOWERS GEM"

| Consideraciones para la propuesta | Principios de distribución a cumplir |
|--|---|
| En base en el Art. 21 | Se establece la seguridad estructural que la empresa cumple con los parámetros mencionados en ese artículo. |
| De acuerdo con el Art. 72 | Este determina equipos de protección y seguridad, va de la mano con el Art. 176 Ropa de trabajo, actualmente la empresa entrega guantes de cuero a los trabajadores, pero los mismo dicen que son cómodos y no son de su talla por lo cual en vez de facilitar el trabajo lo dificulta, por ello se detalló que tipo de guantes se deben utilizar para mejorar la protección de los trabajadores, facilitando una estantería para que puedan guardar los guantes, overoles y todo lo que facilite la empresa para que no se pierdan y tengan la necesidad de llevarlos a casa, siendo una carga más de trabajo. |
| El Art. 73, 74, 128 y 145 | Hablan de la ubicación de maquinaria y movilización de las personas, como se puede observar el proceso a desarrollar en la empresa es lineal, por lo que se puede utilizar el mismo personal para desarrollar tareas rotativas reduciendo fatiga por actividades reiteradas, el equipo de clasificación puede rotar a las actividades de empaque para reducir el estrés muscular por las cargas de trabajo. |

3.6. Desarrollo de la propuesta de distribución

Un análisis de distribución de las instalaciones consiste en obtener un orden lógico tanto de los equipos, y áreas de trabajo que intervienen en el proceso post-cosecha. En consecuencia, es fundamental estimar la superficie empleada para el trabajo y desde luego la que en teoría debería poseer la empresa para efectuar sus actividades.

3.6.1. Cálculo de requerimiento de superficie

Método de Guerchet

El proceso productivo que la empresa Flowers GEM maneja es por lotes de trabajo en cada una de sus áreas, que varían según el pedido del cliente. Debido a ello la planta opta por aplicar técnicas de distribución de instalaciones orientadas al proceso; por lo que, para cumplir con el objetivo de un rediseño de planta, se emplea el método de Guerchet.

3.6.2. Descripción de elementos estáticos

Para la obtención del cálculo requerido del espacio físico se hizo uso del método de Guerchet, del cual se obtiene una aproximación del área requerida dentro del área de producción, identificando el número total de la maquinaria, equipos, muebles, que se los denomina elementos estáticos, y los demás recursos usados en el proceso tal como el número de operarios, y equipos de acarreo se los denomina elementos móviles. En la tabla 35, se encuentra en detalle, los equipos, maquinaria que intervienen dentro del proceso.

Tabla 35. Dimensionamiento detallado

| Dimensionamiento | | |
|--|-----------|-----------|
| Máquinas | Largo (m) | Ancho (m) |
| Tanque de agua 1 | 1.7 | 0.6 |
| Tanque de agua 2 | 4 | 0.6 |
| Árbol de clasificación | 1 | 0.35 |
| Mesa de clasificación | 0.55 | 1.12 |
| Embonchadoras (<i>mesa de trabajo propuesta</i>) | 1.50 | 1.05 |
| Mesa inspección (<i>mesa de trabajo propuesta</i>) | 1.50 | 1.05 |
| Mesa de empaque (<i>mesa de trabajo propuesta</i>) | 1.50 | 1.05 |
| Estante de cajas | 3.67 | 0.45 |
| Estante herramientas | 3.7 | 0.4 |
| Mesa láminas de cartón | 1.4 | 1 |
| Percha pintar flores | 1.9 | 0.7 |
| Compresor | 0.9 | 0.4 |
| Gavetas | 0.6 | 0.4 |

| Dimensionamiento | | |
|--|-----------|-----------|
| Máquinas | Largo (m) | Ancho (m) |
| Bomba fumigación | 0.35 | 0.18 |
| Estanterías para cuarto frío | 13,7 | 1 |
| Estantes separadores | 1.1 | 0.5 |
| Tachos | 0.6 | 0.65 |
| Cinta de sujeción | 0.35 | 0.2 |
| Silla ergonómica | 0.5 | 0.45 |
| Estantería para implementos de trabajo | 1.2 | 0.8 |

Se agregó una estantería para guardar los implementos como guantes, mandiles, botas, etc; Por otro lado, se mantendrá a los obreros en una disposición de pie al momento de trabajar. Sin embargo, la mesa de trabajo será reemplazada

3.6.3. Descripción de elementos móviles

Entre los elementos móviles de la empresa se encuentran ciertas instancias de transporte para todo el proceso de preparación de la flor. Además, una vez que se completa el producto, se transporta al destinatario y/o comprador final. Cabe señalar que el valor de la estatura promedio está determinado por la talla promedio de los trabajadores, que es la estatura promedio en Ecuador para el percentil 80 (1,67 cm).

3.6.4. Cálculo del coeficiente de evolución (K)

El coeficiente de evolución representa la relación entre la altura media de todos los elementos móviles a la par de los estáticos. Este valor en especial puede ser calculado por medio de la expresión mostrada a continuación.

$$ST = N (SS + SG + SE)$$

Cálculo de superficie estática

Este aspecto en especial se permite hacer referencia a la superficie necesaria para las operaciones dentro de la empresa. Las fórmulas empleadas se enlistan a continuación:

$$SS = L \times A$$

$$SG = N \times SS$$

$$SE = K (SS + SG)$$

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

$$h_{EM} = \frac{\sum_{i=1}^m A_i \times n \times h}{\sum_{i=1}^m A_i \times n}$$

$$h_{EE} = \frac{\sum_{i=1}^s SS_i \times n \times h}{\sum_{i=1}^s SS_i \times n}$$

Los resultados se enlistan a continuación

Tabla 36. Cálculo de superficie estática

| Superficie Estática SS | | | |
|--|-----------|-----------|----------------------|
| Máquinas | Largo (m) | Ancho (m) | SS (m ²) |
| Tanque de agua 1 | 1.7 | 0.6 | 1.02 |
| Tanque de agua 2 | 4 | 0.6 | 2.40 |
| Árbol de clasificación | 1 | 0.35 | 0.35 |
| Mesa de clasificación | 0.55 | 1.12 | 0.62 |
| Enbonchadoras (<i>mesa de trabajo propuesta</i>) | 1.5 | 1.05 | 1.58 |
| Mesa inspección (<i>mesa de trabajo propuesta</i>) | 1.5 | 1.05 | 1.58 |
| Mesa de empaque (<i>mesa de trabajo propuesta</i>) | 1.5 | 1.05 | 1.58 |
| Estante de cajas | 3.67 | 0.45 | 1.65 |
| Estante herramientas | 3.7 | 0.4 | 1.48 |
| Mesa láminas de cartón | 1.4 | 1 | 1.40 |
| Percha pintar flores | 1.9 | 0.7 | 1.33 |
| Compresor | 0.9 | 0.4 | 0.36 |
| Gavetas | 0.6 | 0.4 | 0.24 |
| Bomba fumigación | 0.35 | 0.18 | 0.06 |
| Estantes separadores | 1.1 | 0.5 | 0.55 |
| Estanterías para cuarto frío | 13.7 | 1 | 13.70 |
| Estantería para implementos de trabajo | 1.2 | 0.8 | 0.96 |
| Silla ergonómica | 0.5 | 0.45 | 0.23 |
| Elementos Cilíndricos | | | |
| Tachos | 0.6 | 0.65 | 1.79 |
| Cinta de sujeción | 0.35 | 0.2 | 0.41 |

Nota: Es importante señalar que al cuarto frío no se considera como un cuarto, se le analiza como estantes separados para el almacenaje de las rosas.

Tabla 37. Superficie gravitacional

| Superficie Gravitacional SG | | | |
|--|-----------------|-------|-------|
| Máquinas | Lados Efectivos | Valor | SG |
| Tanque de agua 1 | 2 | 1.02 | 2.04 |
| Tanque de agua 2 | 2 | 2.40 | 4.80 |
| Árbol de clasificación | 1 | 0.35 | 0.35 |
| Mesa de clasificación | 1 | 0.62 | 0.62 |
| Enbonchadoras (<i>mesa de trabajo propuesta</i>) | 2 | 1.58 | 3.15 |
| Mesa inspección (<i>mesa de trabajo propuesta</i>) | 2 | 1.58 | 3.15 |
| Mesa de empaque (<i>mesa de trabajo propuesta</i>) | 2 | 1.58 | 3.15 |
| Estante de cajas | 1 | 1.65 | 1.65 |
| Estante herramientas | 1 | 1.48 | 1.48 |
| Mesa láminas de cartón | 2 | 1.40 | 2.80 |
| Percha pintar flores | 2 | 1.33 | 2.66 |
| Compresor | 1 | 0.36 | 0.36 |
| Gavetas | 1 | 0.24 | 0.24 |
| Bomba fumigación | 1 | 0.06 | 0.06 |
| Estantes separadores | 1 | 0.55 | 0.55 |
| Estanterías para cuarto frío | 1 | 13.70 | 13.70 |
| Estantería para implementos de trabajo | 1 | 0.96 | 0.96 |
| Silla ergonómica | 1 | 0.23 | 0.23 |
| Elementos Cilíndricos | | | |
| Tachos | 1 | 1.79 | 1.79 |
| Cinta de sujeción | 1 | 0.41 | 0.41 |

Es importante resaltar que los cálculos se manifiestan con base en todos los lugares de la empresa. Adicionalmente, los elementos móviles conciernen en su totalidad al personal de trabajo; por lo cual los valores del área, altura y número de elementos serán tomados desde la perspectiva global. En términos simples, el área tendrá un valor de 1,7 metros cuadrados, la altura será el promedio (1,65 metros) y por último el valor de elementos móviles es igual número que los estáticos.

Tabla 38. Superficie evolutiva

| Superficie Evolutiva SE | | | | | | | |
|-------------------------|--------------------|---|------------|----------|----------|------|------|
| Máquinas | Área SSi (m^2) | n | Altura (m) | Superior | Inferior | hEE | hEM |
| Tanque de agua 1 | 1.02 | 1 | 0.6 | 0.61 | 1.02 | 0.60 | 1.65 |
| Tanque de agua 2 | 2.40 | 1 | 0.6 | 1.44 | 2.40 | 0.60 | 1.65 |
| Árbol de clasificación | 0.35 | 8 | 1.9 | 5.32 | 2.80 | 1.90 | 1.65 |
| Mesa de clasificación | 0.62 | 2 | 0.85 | 1.05 | 1.23 | 0.85 | 1.65 |

| Superficie Evolutiva SE | | | | | | | |
|--|----------------------------|----|------------|----------|----------|------|------|
| Máquinas | Área SSi (m ²) | n | Altura (m) | Superior | Inferior | hEE | hEM |
| Enbonchadoras (<i>mesa de trabajo propuesta</i>) | 1.58 | 2 | 0.85 | 2.68 | 3.15 | 0.85 | 1.65 |
| Mesa inspección (<i>mesa de trabajo propuesta</i>) | 1.58 | 2 | 0.85 | 2.68 | 3.15 | 0.85 | 1.65 |
| Mesa de empaque (<i>mesa de trabajo propuesta</i>) | 1.58 | 1 | 0.85 | 1.34 | 1.58 | 0.85 | 1.65 |
| Estante de cajas | 1.65 | 1 | 1.8 | 2.97 | 1.65 | 1.80 | 1.65 |
| Estante herramientas | 1.48 | 1 | 1 | 1.48 | 1.48 | 1.00 | 1.65 |
| Mesa láminas de cartón | 1.40 | 1 | 0.9 | 1.26 | 1.40 | 0.90 | 1.65 |
| Percha pintar flores | 1.33 | 1 | 1.5 | 2.00 | 1.33 | 1.50 | 1.65 |
| Compresor | 0.36 | 1 | 0.8 | 0.29 | 0.36 | 0.80 | 1.65 |
| Gavetas | 0.24 | 50 | 0.4 | 4.80 | 12 | 0.40 | 1.65 |
| Bomba fumigación | 0.06 | 1 | 0.7 | 0.04 | 0.06 | 0.70 | 1.65 |
| Estantes separadores | 0.55 | 1 | 1.1 | 0.61 | 0.55 | 1.10 | 1.65 |
| Estanterías para cuarto frío | 13.70 | 1 | 2.5 | 34.25 | 13.70 | 2.50 | 1.65 |
| Estantería para implementos de trabajo | 0.96 | 1 | 0.8 | 0.77 | 0.96 | 0.80 | 1.65 |
| Silla ergonómica | 0.23 | 3 | 0.45 | 0.31 | 0.69 | 0.45 | 1.65 |
| Elementos Cilíndricos | | | | | | | |
| Tachos | 1.79 | 30 | 0.65 | 34.90 | 53.69 | 0.65 | 1.65 |
| Cinta de sujeción | 0.41 | 1 | 0.2 | 0.08 | 0.41 | 0.20 | 1.65 |

Tabla 39. Coeficiente de evolución, superficie parcial y total de producción

| Coeficiente de Evolución | K | SE | ST (m ²) |
|--|------|------|----------------------|
| Tanque de agua 1 | 1.38 | 4.21 | 7.268 |
| Tanque de agua 2 | 1.38 | 9.90 | 17.100 |
| Árbol de clasificación | 0.43 | 0.30 | 1.004 |
| Mesa de clasificación | 0.97 | 1.20 | 2.428 |
| Enbonchadoras (<i>mesa de trabajo propuesta</i>) | 0.97 | 4.59 | 9.311 |
| Mesa inspección (<i>mesa de trabajo propuesta</i>) | 0.97 | 4.59 | 9.311 |
| Mesa de empaque (<i>mesa de trabajo propuesta</i>) | 0.97 | 4.59 | 9.311 |
| Estante de cajas | 0.46 | 1.51 | 4.817 |
| Estante herramientas | 0.83 | 2.44 | 5.402 |
| Mesa láminas de cartón | 0.92 | 3.85 | 8.050 |
| Percha pintar flores | 0.55 | 2.19 | 6.185 |
| Compresor | 1.03 | 0.74 | 1.463 |
| Gavetas | 2.06 | 0.99 | 1.470 |
| Bomba fumigación | 1.18 | 0.15 | 0.275 |

| Coefficiente de Evolución | K | SE | ST (m²) |
|--|----------|-----------|------------------------------|
| Estantes separadores | 0.75 | 0.83 | 1.925 |
| Estanterías para cuarto frío | 0.33 | 9.04 | 36.442 |
| Tachos | 1.27 | 2.27 | 2.272 |
| Cinta de sujeción | 4.13 | 3.40 | 6.980 |
| Estantería para implementos de trabajo | 1.03 | 1.98 | 2.804 |
| Silla ergonómica | 1.83 | 0.84 | 0.843 |
| | | | 134.659 m² |

Con base en el análisis de los elementos móviles y estáticos se estima que la superficie total necesaria para que el proceso dentro de la empresa se efectúe sin mayor contratiempo es de $134.659 m^2$. Sin embargo, la empresa actualmente posee una superficie de $129 m^2$, por lo cual es necesario un incremento de capacidad para el desarrollo de la empresa. Se recomienda expandir la actual distribución actual en un 10% y desde luego no trasladar la planta; únicamente extender ciertos lugares de trabajo, lo cual es factible debido a que la empresa cuenta con el área suficiente para la modificación mencionada (ver figura 14).

3.7. Redistribución

Con el propósito de establecer una redistribución acorde a los requerimientos del proceso es fundamental identificar apropiadamente cual es la relación entre procesos y desde luego la superficie que estos ocupan dentro de la actual planta, puesto que la idea no es trasladar la empresa hacia otro punto si no expandir ciertas áreas.

3.7.1. Modelo SLP

Método SLP

Este método se utiliza para generar alternativas, tomando como base criterios o razones por las que ciertas áreas deberán mantenerse cercanas, según el grado de importancia. Es importante resaltar que el desarrollo de las actividades dentro de la empresa se efectúa con base una distribución por proceso y en consecuencia la idea general es abordarla desde una distribución orientada al producto. A continuación, en la tabla 39, se muestra las áreas que intervienen en el proceso productivo florícola, estableciendo a cada área un código.

Etapa 1.- Delimitación de áreas

Tabla 40. Designación de áreas

| Código | Área |
|--------|----------------------|
| 1 | Recepción |
| 2 | Clasificación |
| 3 | Pintado |
| 4 | Embonchaje |
| 5 | Bodega y empaquetado |
| 6 | Almacenamiento |

El área 4 correspondiente a pintado no es muy frecuente dentro del proceso, sin embargo, se considera en la distribución de la nueva planta. Por otro lado, en la tabla 41 expuesta a continuación se establecen los indicadores para evaluar la cercanía entre cada una de las operaciones.

Etapa 2.- Diagrama de relaciones

Es por medio de estas instancias que se puede realizar la relación entre cada una de las áreas en donde el valor más favorable es A y el valor no favorable como XX, como se establece en la tabla 41.

Tabla 41. Valores de relación del método SLP

| Código | Proximidad | Color | Nº | 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 |  |

Una vez identificados los motivos con los que se va a calificar las áreas y los valores de relación ya planteados por el Método SLP, se realiza la evaluación de cada departamento con base en el diamante de relaciones. Los códigos de relación se enlistan en la tabla 42.

Tabla 42. Códigos de valoración de relaciones para el Método SLP

| Código | Motivo |
|--------|---|
| 1 | Utilizan la misma información |
| 2 | Comparten el mismo personal |
| 3 | Comparten el mismo espacio |
| 4 | Existe algún grado de contacto personal |
| 5 | Existe escaso contacto |
| 6 | Secuencia de flujo de trabajo |
| 7 | Utilizan el mismo equipo |
| 8 | Puede generar daños en la producción |
| 9 | Un proceso puede obstaculizar a otro |

Una vez establecidos los códigos es importante mostrar la tabla de relación de actividades con base en la secuencia de actividades y su relación. Al ser un proceso reiterativo ciertas áreas comparten personal y desde luego emplean las mismas herramientas. Sin embargo, cada una depende de la otra en cierta instancia. Una vez delimitadas los motivos y/o requerimientos para el desarrollo del proceso es fundamental efectuar un análisis por área de la planta. En la figura 56 se evidencia los datos del diagrama de relaciones de cada proceso.

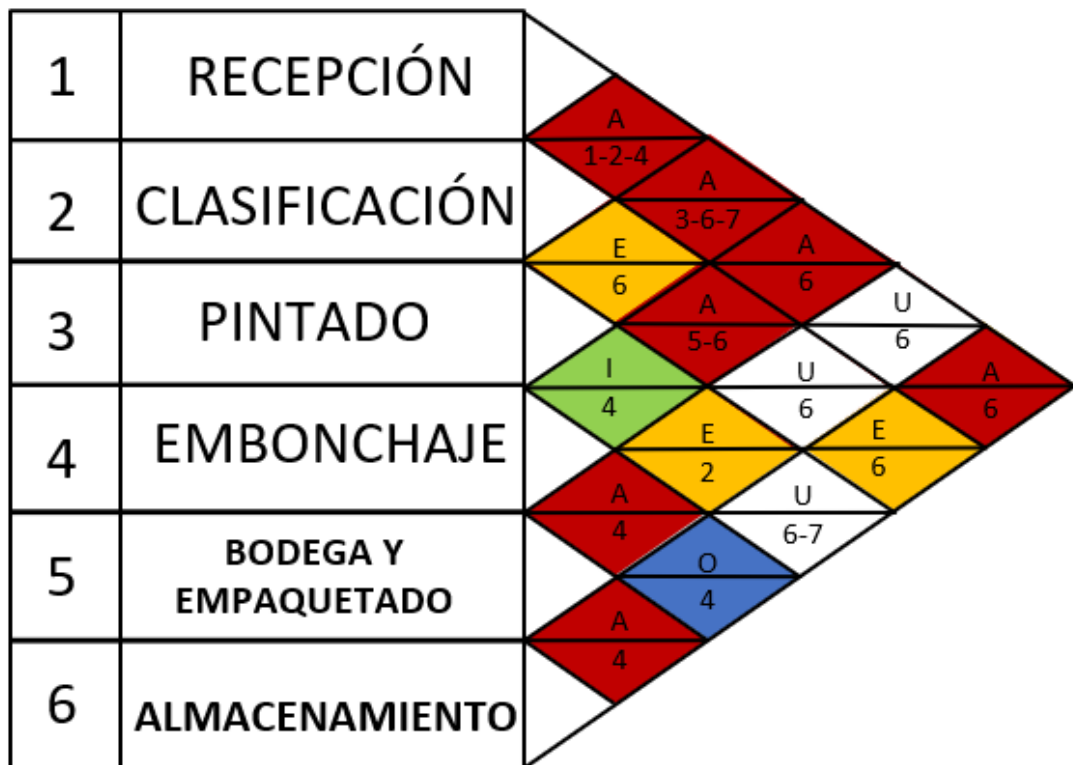


Figura 56. Diamante de relaciones

A continuación, se enlista un resumen de la relación entre cada una de las áreas mostrando la cercanía de las actividades dentro del proceso productivo. Esta representación se efectúa con base en las condiciones definidas en la tabla 42 mostrada con antelación y los pares ordenados acotados en la tabla 43.

Tabla 43. Pares ordenados

| | |
|---|---|
| A | (1,2) (1,3) (1,4) (1,6) (2,4) (4,5) (5,6) |
| E | (2,3) (2,6) (3,5) |
| I | (3,4) |
| O | (4,6) |
| U | (1,5) (2,5) (3,6) |
| X | ----- |

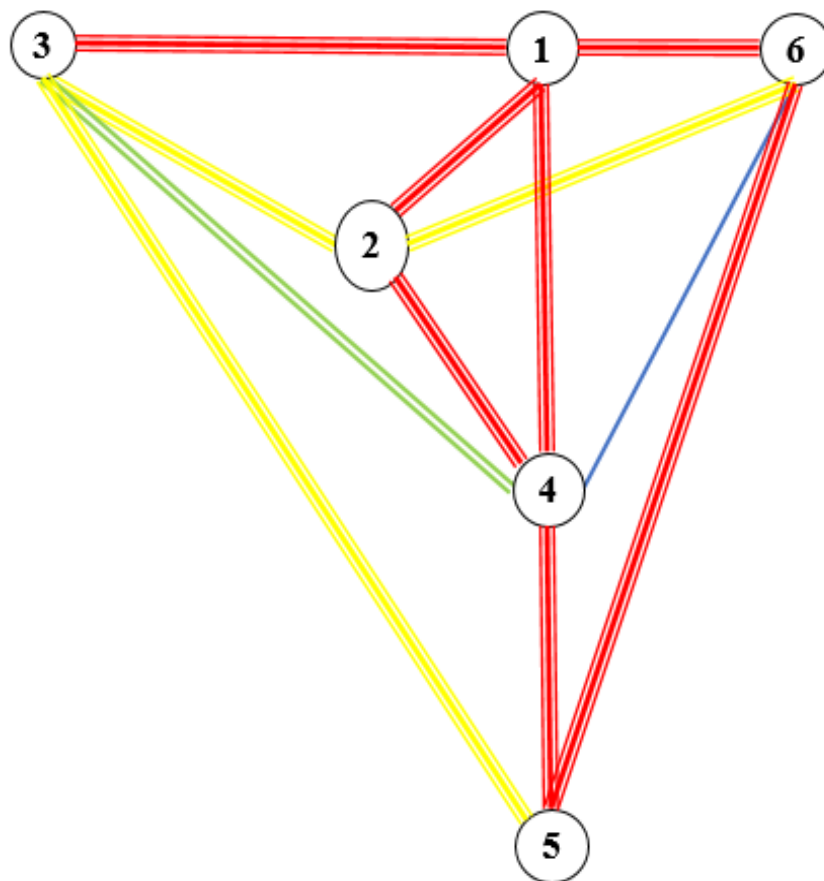


Figura 57. Diagrama de relación entre áreas

Etapa 3.- Requerimiento de espacio

Por otro lado, es necesario establecer el requerimiento de espacio para cada área de trabajo con base en la distribución actual y la requerida por los criterios de Guerchet.

Tabla 44. Espacio de área requerido

| Número | Área | Espacio actual m ² | USE | | Espacio requerido m ² | USE | |
|----------------------------|----------------------|-------------------------------|------|---|----------------------------------|----------|---|
| | | | | | | | |
| 1 | Recepción | 20.8 | 5.2 | 5 | 21.51 | 5.98 | 6 |
| 2 | Clasificación | 9.23 | 2.31 | 2 | 10.761 | 2.653625 | 3 |
| 3 | Pintado | 7.42 | 1.86 | 2 | 8.53 | 2.13325 | 2 |
| 4 | Embonchaje | 10.65 | 2.66 | 3 | 11.24 | 3.061875 | 3 |
| 5 | Bodega y empaquetado | 16 | 4 | 4 | 17.33 | 4.6 | 5 |
| 6 | Almacenamiento | 16 | 4 | 4 | 17.33 | 4.6 | 5 |
| Total | | 80.1 | | | 86,65 | | |
| Varios | | 48.9 | | | 47.958 | | |
| Requerimiento Final | | 129 | | | 134.659 | | |

El espacio requerido actual es de 134.659 metros cuadrados con base en la necesidad actual de la planta y desde luego para los cambios ergonómicos de las mesas de trabajo. En lo que respecta al área de movimiento para almacenaje y que la materia se le considera como varios con el propósito que la materia prima no esté en los pasillos.

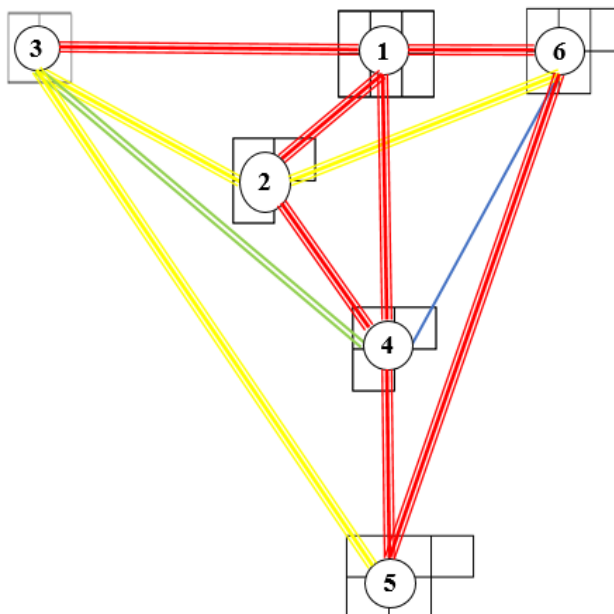


Figura 58. Diagrama de relación entre áreas USE

Etapa 4.- Consideraciones para la disposición del espacio

El dimensionamiento de las áreas actuales para cada proceso se puede modificar, tomándose en cuenta la superficie requerida propuesta.

Etapa 5.- Evaluación de la alternativa

En la figura 61 y 63 se observan las alternativas de mejora para el rediseño de las instalaciones del área de postcosecha de la empresa Flowers GEM, teniendo en cuenta la secuencia y flujo de materiales, al colocar cada puesto de trabajo orientada hacia una distribución por producto, cambiando de cierta manera la configuración de las estaciones de trabajo. Cabe mencionar, el layout completo incluido plano y cajetín se encuentra en apartado de anexos del documento. Ver anexo K y L (Layout Completo).

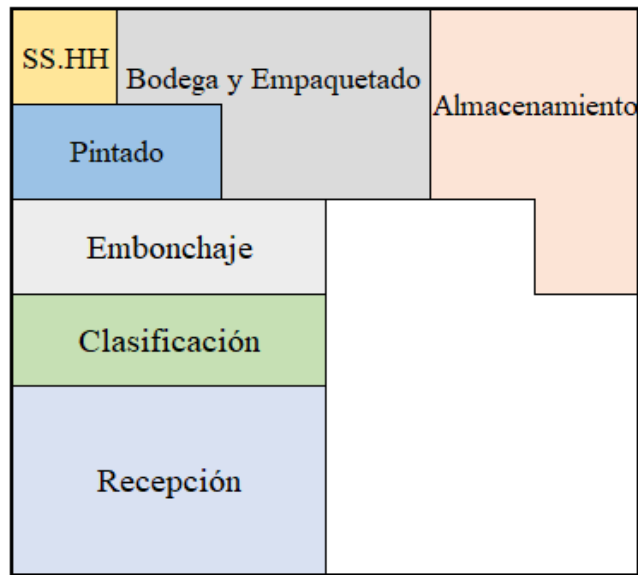


Figura 59. Diagrama de las áreas en el espacio de distribución. Propuesta 1

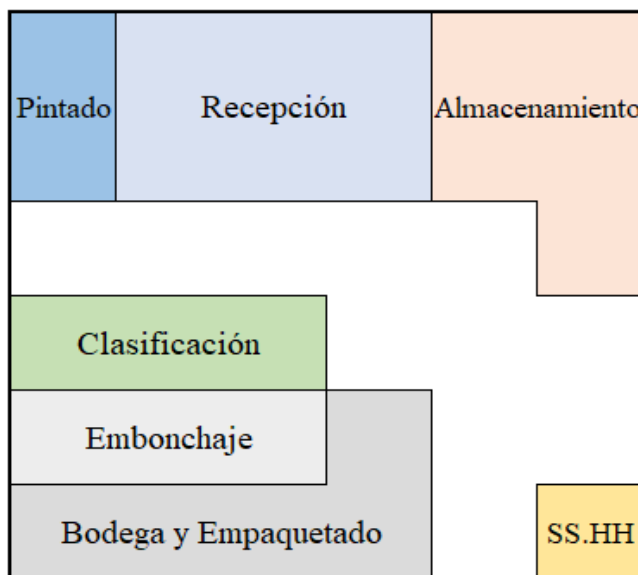


Figura 60. Diagrama de las áreas en el espacio de distribución. Propuesta 2

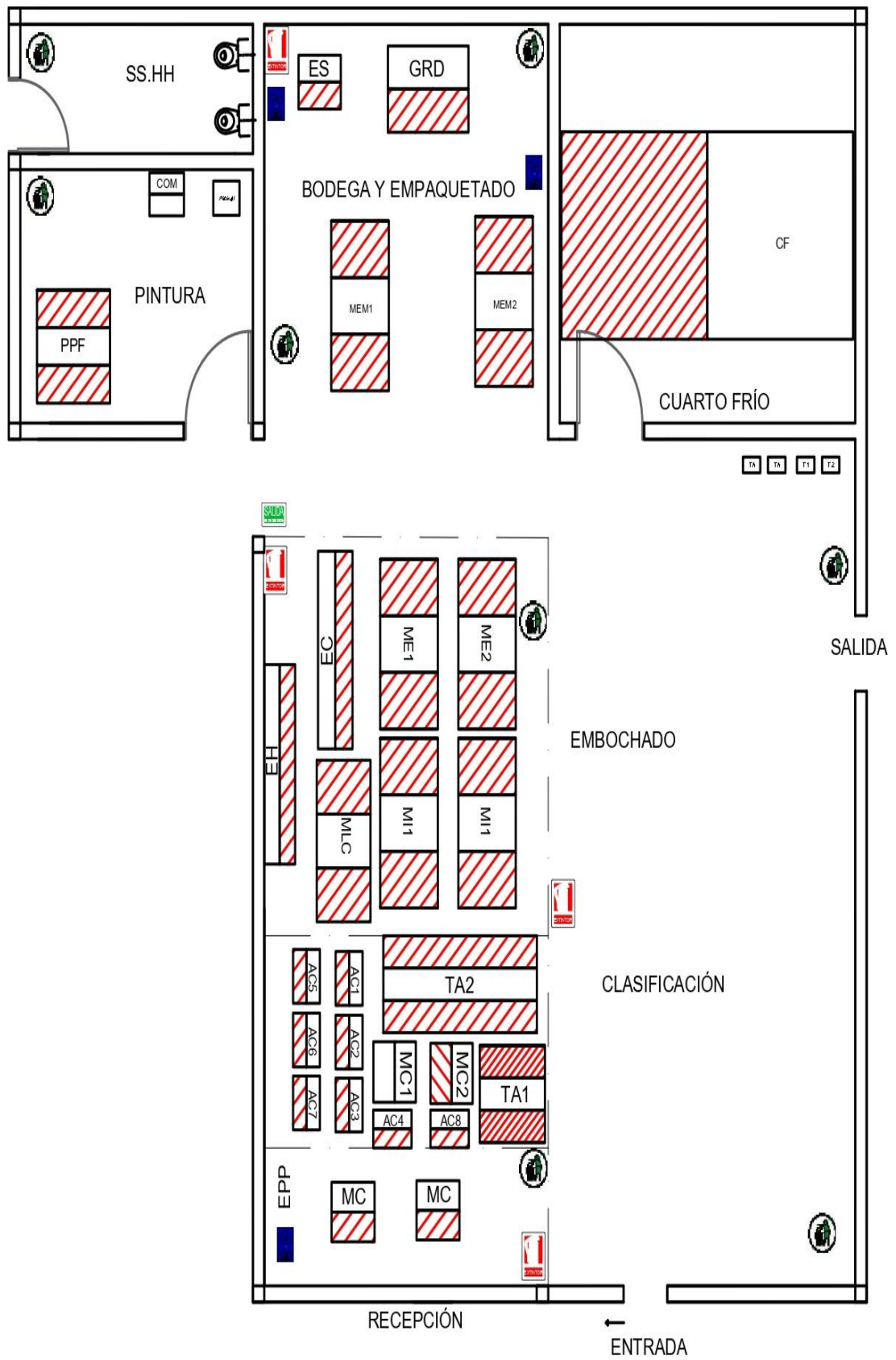


Figura 61. Distribución de instalaciones para la propuesta 1

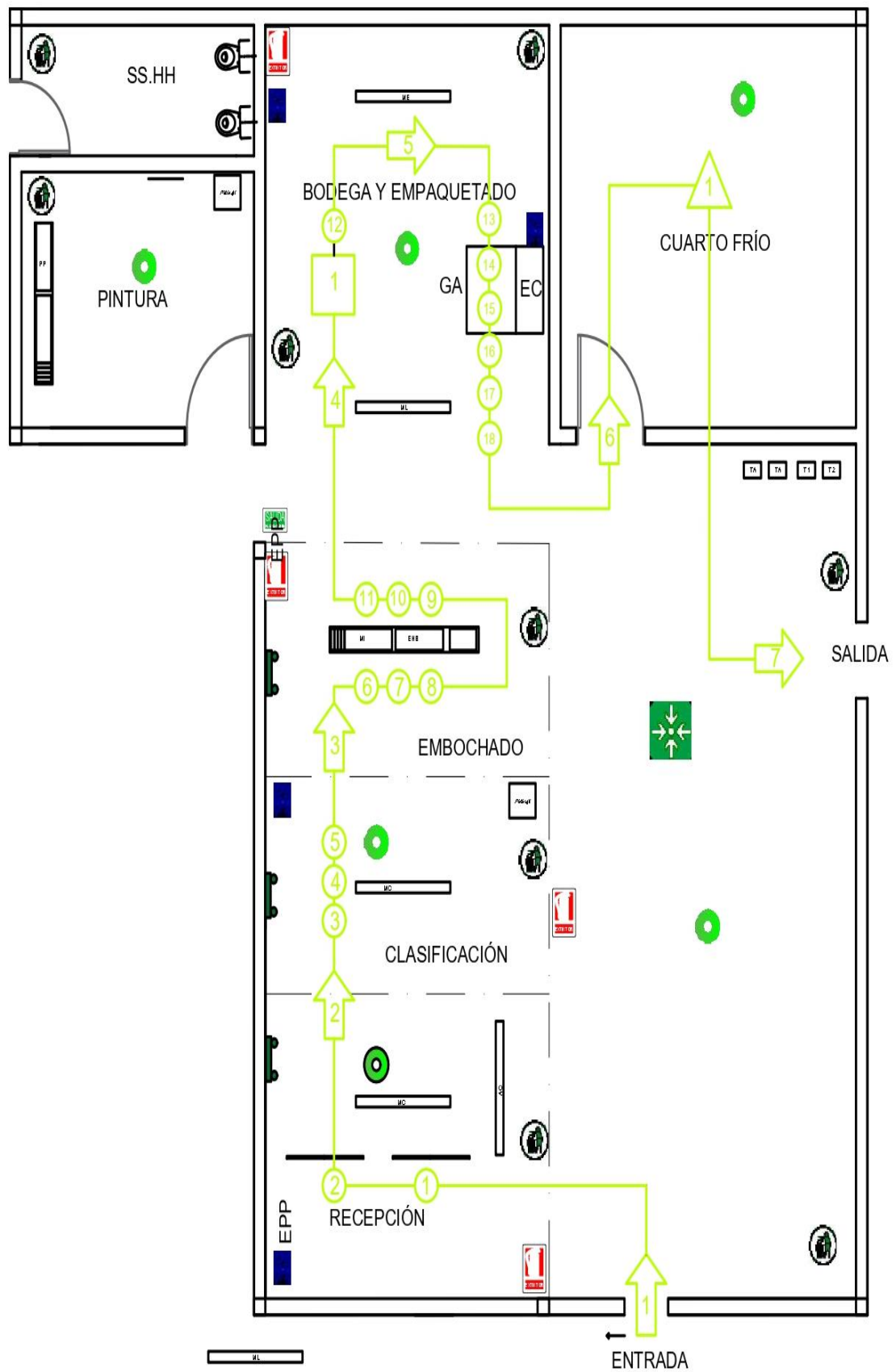


Figura 62. Diagrama de recorrido para la propuesta 1

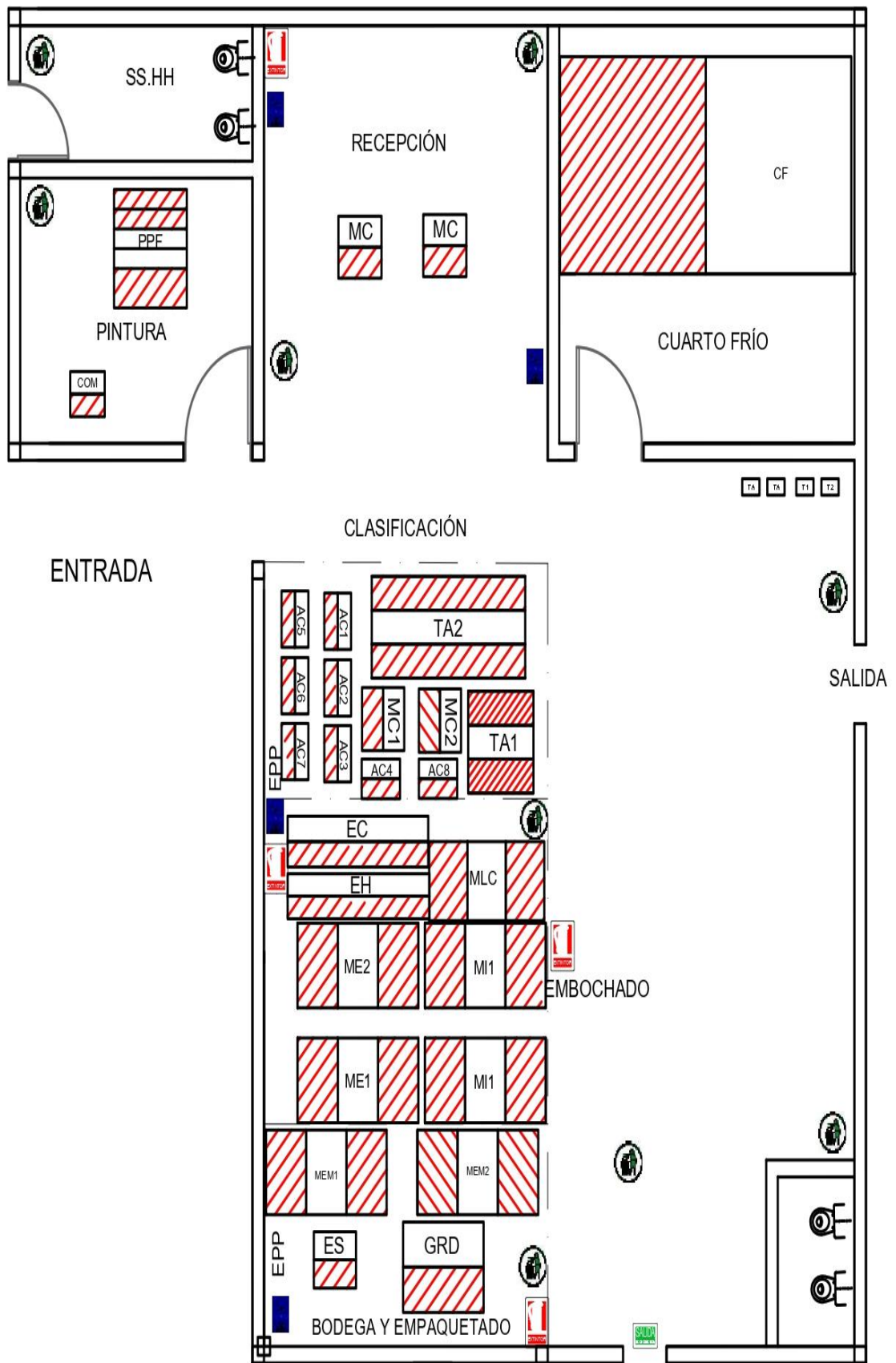


Figura 63. Distribución de instalaciones para la propuesta 2

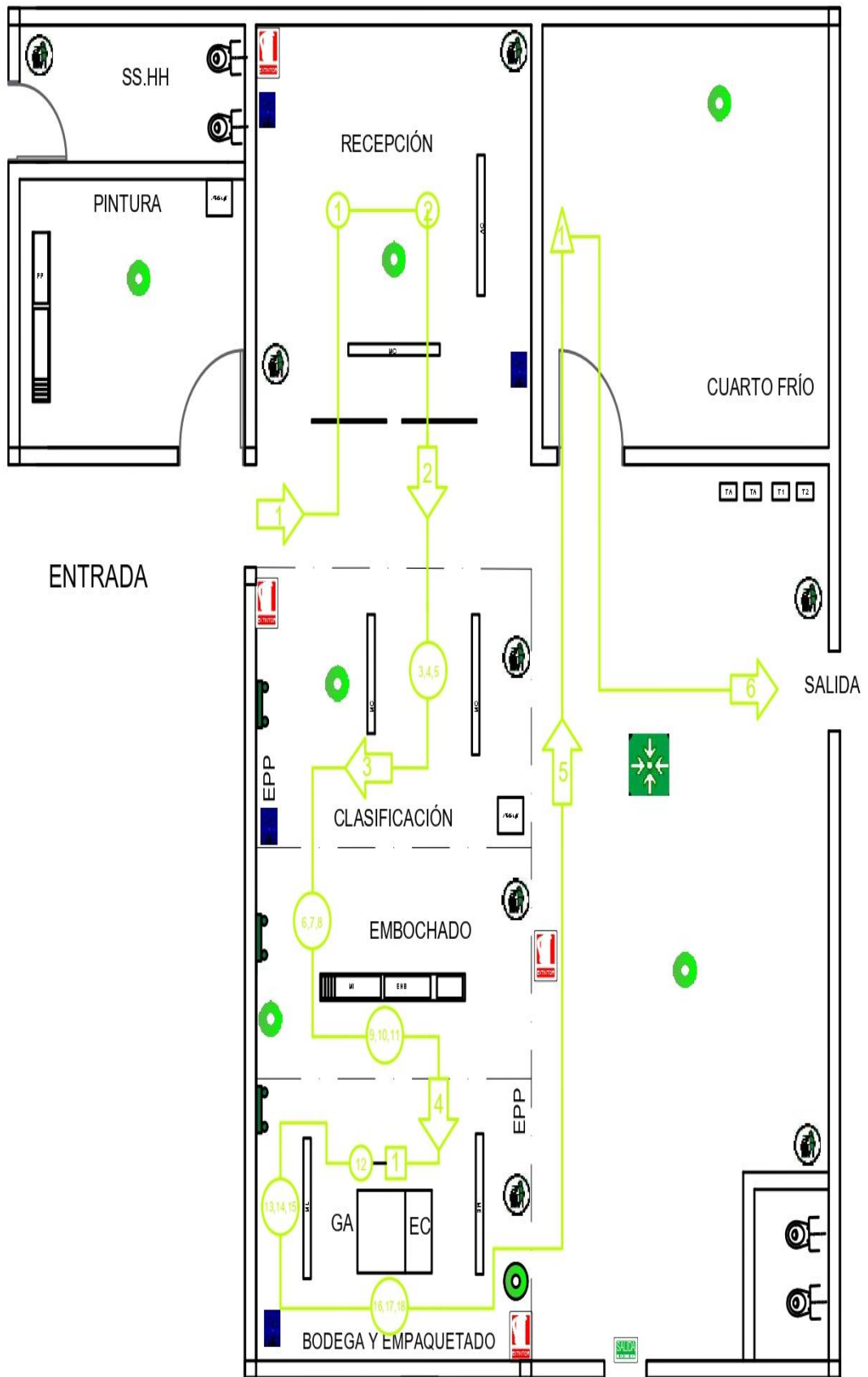


Figura 64. Diagrama de recorrido para la propuesta 2

3.7.2. Análisis carga distancia

Es importante resaltar que para ejecutar el análisis carga-distancia es favorable conocer el transporte que realiza el personal de la empresa. Como se mencionó anteriormente para obtener el producto final, todos y cada uno de los pasos es imprescindible. La primera etapa parte desde el área de recepción, donde la materia prima es analizada y dispuesta a manipular, mientras que la última es el almacenaje en el cuarto frío; es necesario acotar que todo el proceso es lineal y se repite frecuentemente. En la tabla 45 expuesta a continuación se evidencian las distancias recorridas entre cada una de las áreas durante el proceso florícola.

Tabla 45. Distancia entre áreas

| Movimientos | Actual (m) | Propuesta 1 (m) | Propuesta 2 (m) |
|--------------|--------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 4,50 | 4,10 | 4,35 |
| 2 | 6,45 | 3,20 | 4,10 |
| 3 | 2,95 | NA | NA |
| 4 | 2,26 | 2,10 | 2,23 |
| 5 | 3,10 | 3,91 | 2,25 |
| 6 | 2,65 | 3,64 | NA |
| 7 | 7,50 | 8,75 | 12,42 |
| 8 | 10,20 | 8,60 | 8,60 |
| Total | 39,61 | 34.30 | 33,95 |

Nota: Es importante resaltar que al momento de aplicar el análisis los recorridos no se vieron incrementados.

Tabla 46. Distancia recorrida en la secuencia del proceso florícola

| Producto | Descripción del proceso | Secuencia del Proceso | Actual (m) | Propuesta 1 (m) | Propuesta 2 (m) |
|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|--------------|-----------------|-----------------|
| Proceso Florícola | Recepción, clasificación y Bodega | 1-2-3-4 | 16,16 | 9,33 | 10,66 |
| | Empaque y almacenamiento | 5-6-7-8 | 23,45 | 24,91 | 23,28 |
| Distancia Total Recorrida | | | 39,61 | 34,30 | 33,95 |

La propuesta para la distribución de la planta objeto de estudio deberá poseer una distancia de recorrido de alrededor de 34.15 metros lineales. Por lo tanto, esta nueva distribución permite abordar el cuello de botella a la par de reducir la distancia

recorrida. Es importante mencionar que el layout completo incluido plano con marcaje de pisos y cajetín se encuentra en el apartado de anexos del documento. Ver Anexo M.

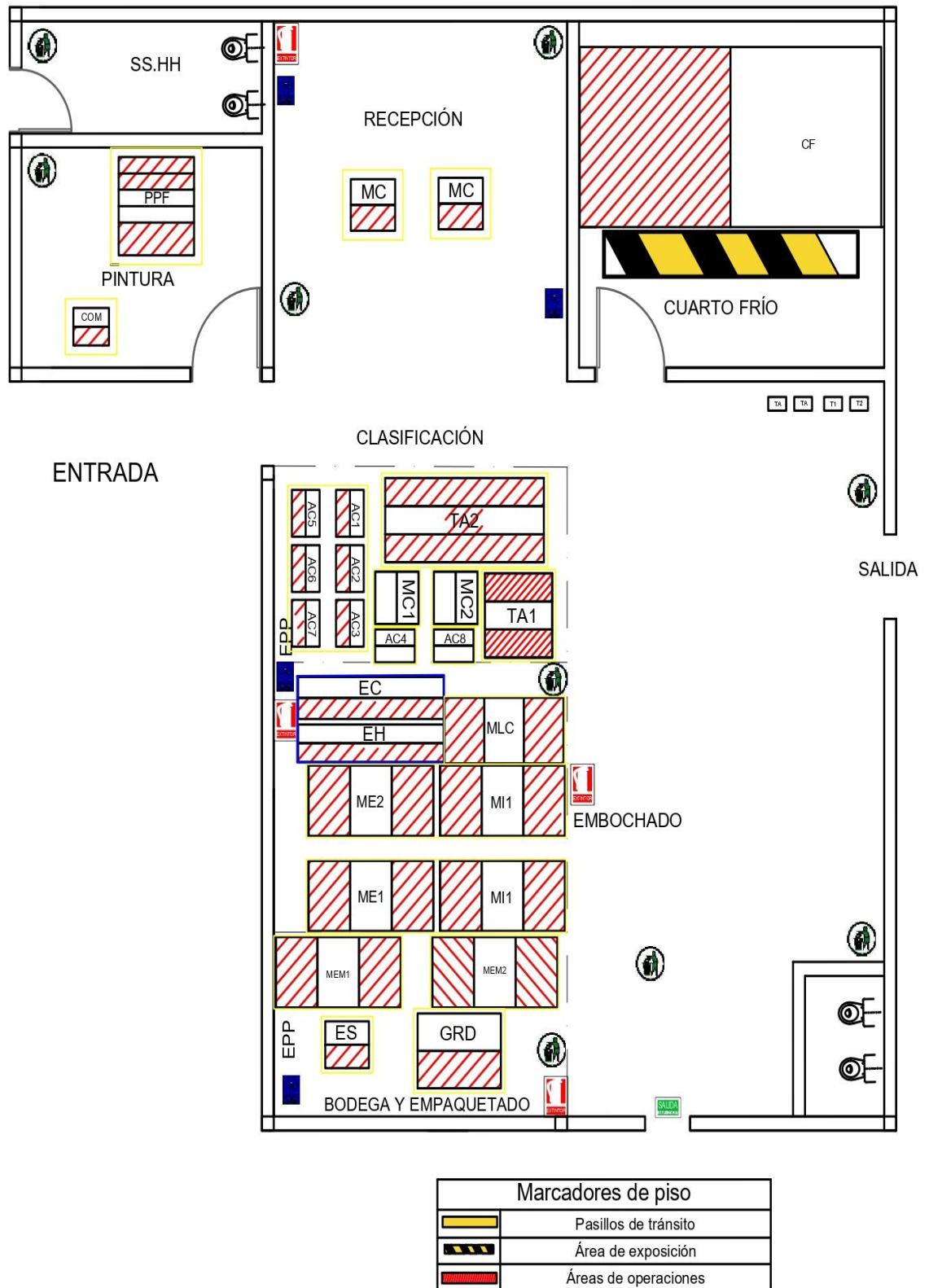


Figura 65. Plano ganador con marcaje de piso

3.8. Simulación

3.8.1. Consideraciones iniciales

La herramienta FlexSim es un software que permite desarrollar complejas simulaciones de procesos y obtener resultados confiables sin la necesidad del empleo de lenguajes de programación [49]. Este programa está desarrollado en base a programación orientada a objetos y aplicado a un entorno en tres dimensiones lo que lo hace además de simple muy intuitivo. Además, ofrece compatibilidad con productos computacionales como AutoCAD, Revit, Google Sketch Up, etc. En cuanto a resultados, el software proporciona distribuciones estadísticas exactas con herramientas gráficas. Como punto de partida se inicia el programa estableciendo las unidades de trabajo dentro la de simulación. Se configuran desde unidades de tiempo, longitud, unidades de medición de fluidos y tiempo de inicio.

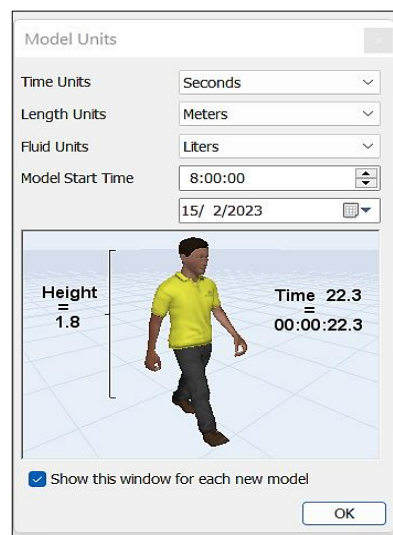


Figura 66. Establecimiento de unidades de trabajo

Dentro del programa se encuentran dos opciones de menú que permiten al usuario un manejo interactivo de la plataforma. En la opción librerías se pueden obtener desde los componentes del proceso como recursos, almacenes, perchas, operadores robots hasta opciones que permiten modificar completamente el entorno con fondos y también croquis importados desde archivos externos con formato DWG.

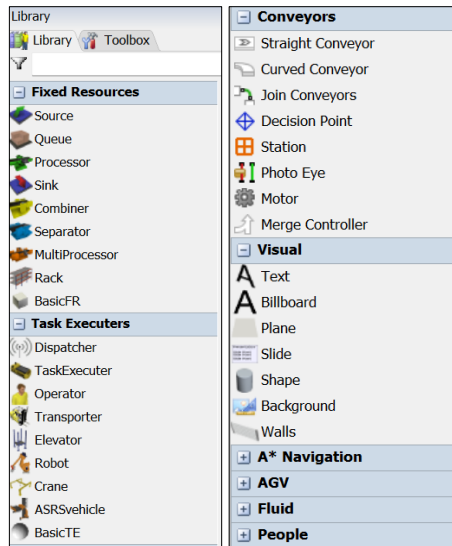


Figura 67. Barra de librería de FlexSim

Para iniciar la simulación del proceso industrial de la empresa FLOWERS GEM, se ingresa como fondo el Layout existente del área de trabajo. Para esto se ingresa al menú Visual, la opción background y se establece la ruta del archivo DWG.

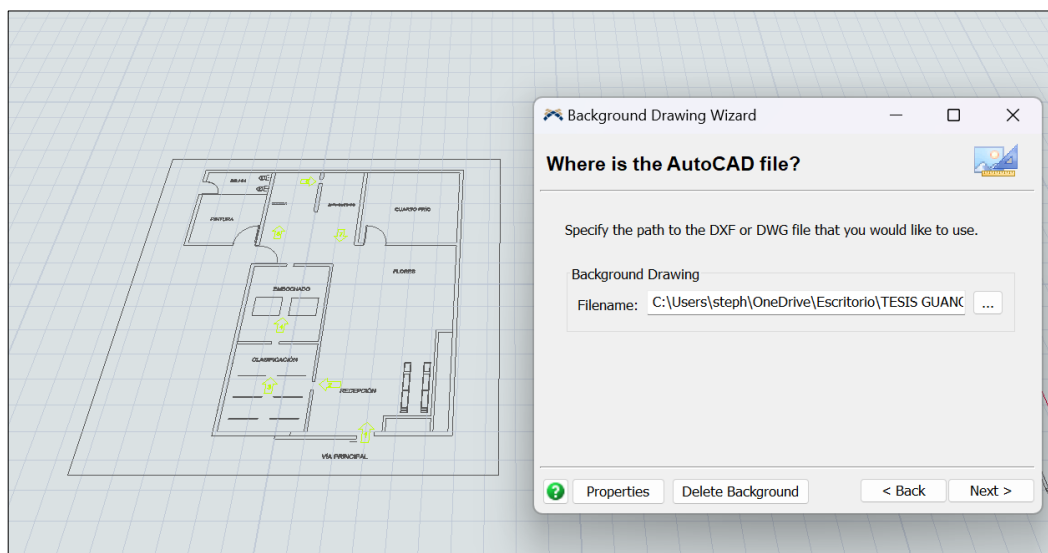


Figura 68. Ingreso del Background al entorno

Como parte de los objetos que se usarán en la simulación se encuentra el Source. Esta herramienta es la que genera la materia prima en distintas formas predefinidas y también tiene la capacidad de producir en formas personalizadas. Tiene opciones para establecer tiempos de arribo, flujo de producción y distintas salidas del producto.

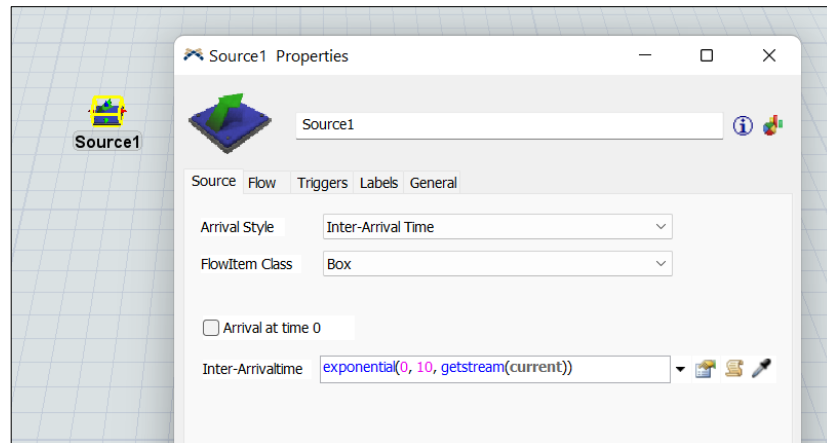


Figura 69. Herramienta Source en FlexSim

La opción Queue permite simular almacenamiento del producto en cualquiera de sus fases de producción. De igual forma cuenta con opciones para establecer tiempos, contenido máximo, entradas y salidas de los lotes.

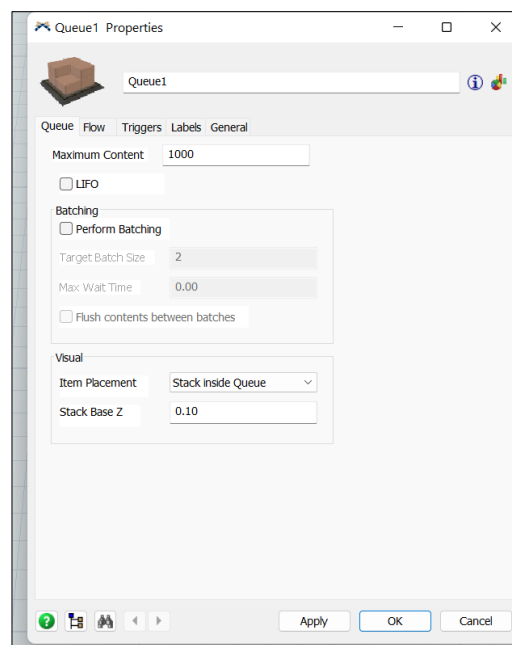


Figura 70. Herramienta Queue

La opción processor es la que simula en este caso cada una de las áreas de trabajo que forman parte del proceso de producción de las flores. Cuenta con múltiples opciones de personalización de tiempos, de entregas, entradas, salidas y puntos de pivote para conectarlos con otros objetos o para conectarlos con operadores.

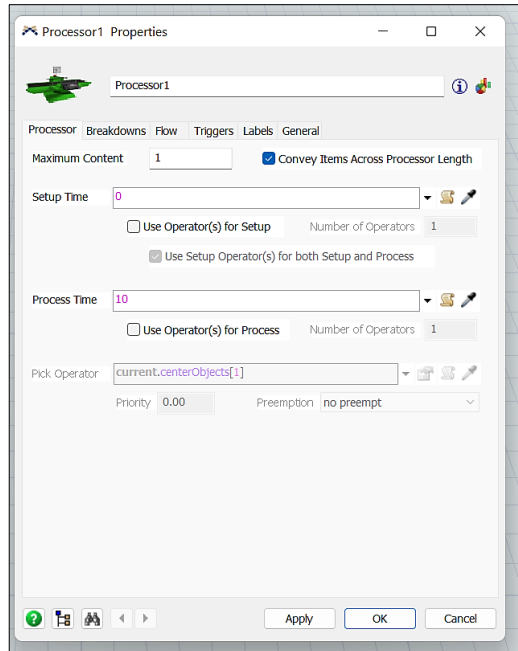


Figura 71. Opción Processor

La herramienta Synk simula el almacenamiento final o despacho de los productos terminados. Cumple la función del conteo estadístico de los productos terminados. Así como las opciones anteriores permite manejar tiempos, flujos, entradas y salidas para los productos.

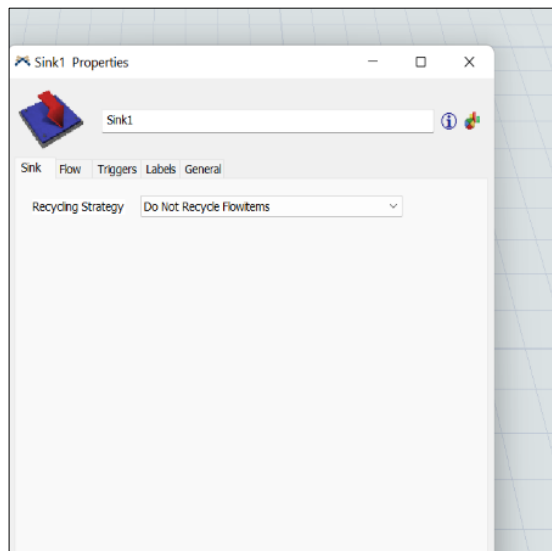


Figura 72. Opción SYnc en FlexSim

3.8.2. Diseño del modelo

Para la etapa de validación de la redistribución se establecen los tiempos de procesamiento en cada una de las 7 áreas de trabajo en el software de modelado discreto FlexSim. Para este propósito se procedió a ingresar 6 opciones de procesos junto con sus tiempos estándar calculados en la Tabla 15.

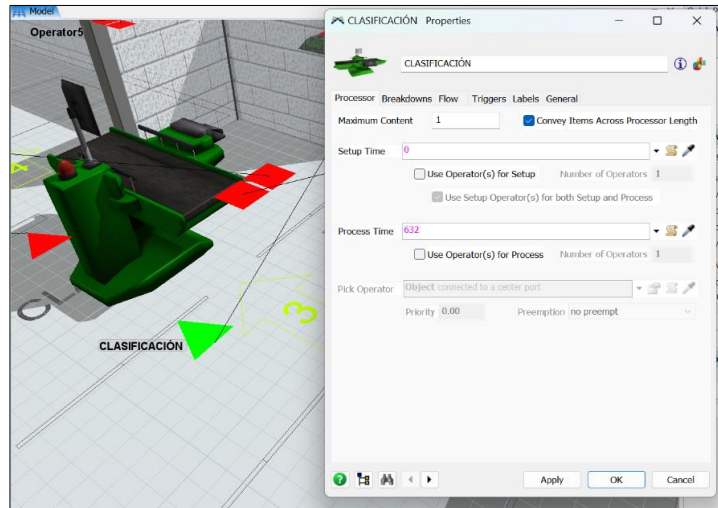


Figura 73. Configuración del proceso de clasificación dentro del Software FlexSim

De la misma forma se procede a configurar los procesos de las áreas restantes y establecer operadores de transporte. Los operadores de transporte tienen también distintas formas de personalización de las tareas como distribuciones matemáticas de transporte.

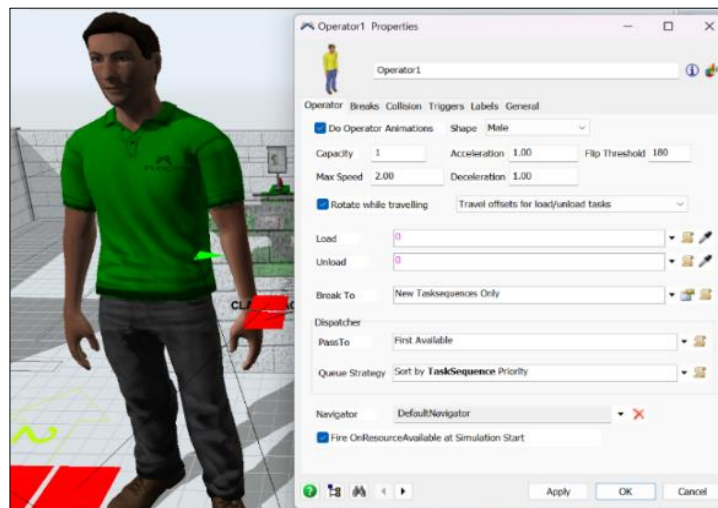


Figura 74. Configuración del operador de transporte dentro del Software FlexSim

Con el fin de realizar una simulación en un tiempo considerable para obtener resultados fiables se procede a establecer el horario de trabajo con la ayuda del ToolBox de FlexSim. Aquí se configura el horario semanal, con hora de partida y hora de salida del trabajo.

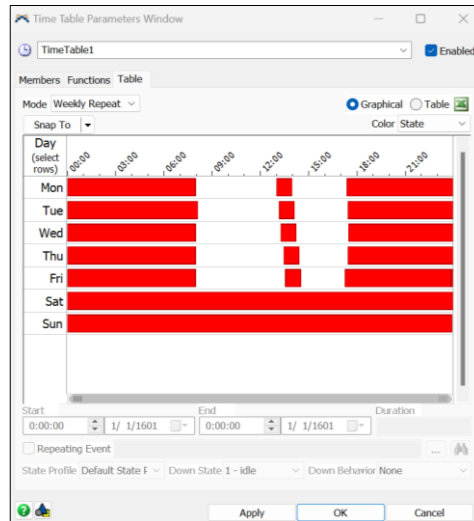


Figura 75. Configuración del proceso de clasificación dentro del Software FlexSim

Para el análisis estadístico de este modelo se ingresa desde el toolbox un Dashboard donde se ingresan distintas gráficas y distribuciones para el post procesamiento de las mismas y el análisis de redistribución de trabajo de la planta.

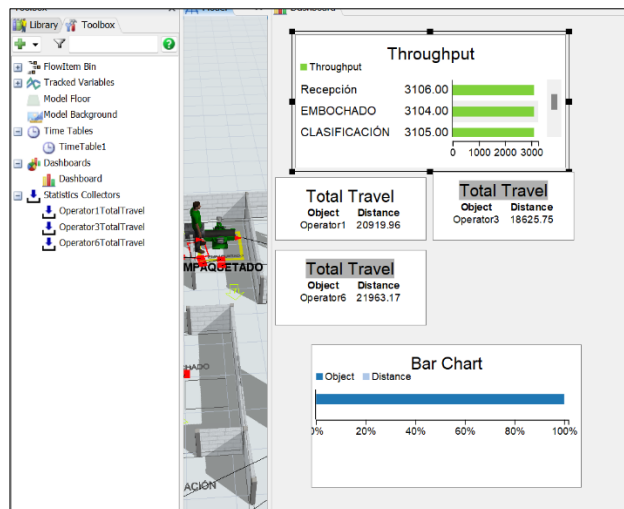


Figura 76. Dashboard para análisis de la simulación

Finalmente se establecen rutas de transporte, conexiones de objetos, recursos, objetos y almacenes para proceder con la simulación para un tiempo establecido de tres meses con lo cual se logrará resultados evidentes para el análisis posterior.

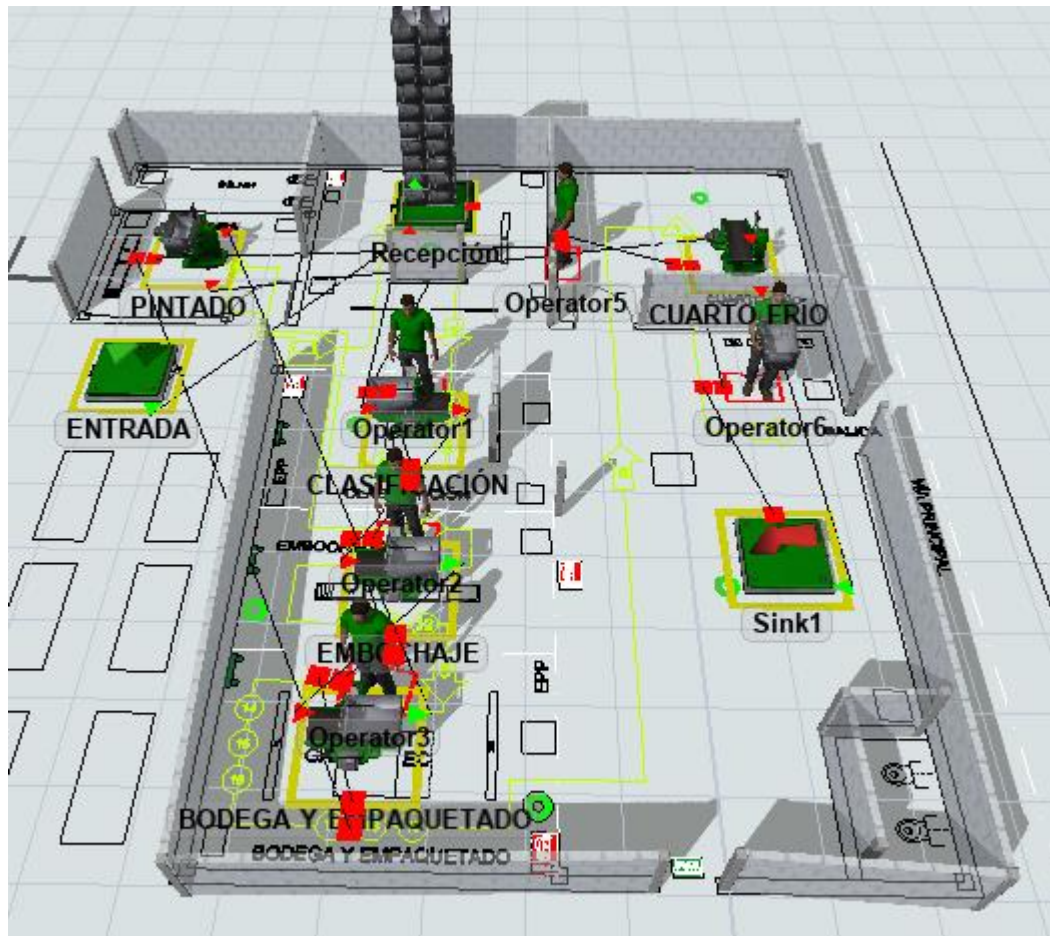


Figura 77. Simulación completa del sistema

3.8.3. Distancia total recorrida

3.8.4. Costo de transporte

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$C_T = \left(\sum_{i=0}^n TRcO_i + \sum_{i=0}^n TRsO_i \right) * CO_i$$

Donde:

C_T : Costo de transporte (m).

$TRcO_i$: Tiempo recorrido con carga (horas).

$TRsO_i$: Tiempo recorrido sin carga (horas).

CO_i : Costo por hora (\$/hora)

Se procede a realizar el cálculo por hora de cada operador en base al salario básico unificado del Ecuador utilizando la siguiente ecuación:

$$CO_i = \frac{\text{Salario básico}}{\text{horas por mes laboradas}}$$

$$CO_i = \frac{\frac{631.43\$}{\text{mes}}}{\frac{8 \text{ horas}}{\text{día}} * \frac{5 \text{ días}}{\text{semana}} * \frac{6 \text{ semanas}}{\text{mes}}}$$

$$CO_i = \frac{\frac{450\$}{\text{mes}}}{\frac{240 \text{ horas}}{\text{mes}}}$$

$$CO_i = 2.63(\$/h)$$

Tabla 47. Gastos de personal

| GASTOS DE PERSONAL | | | | | |
|---------------------------|------------|----------------|-------------|----------------|----------------|
| Cargo | No | Sal. Unificado | Sal. Anual | Fondos Reserva | Décimo Tercero |
| Operativo | 1 | \$ 450.00 | \$ 5.400.00 | \$ 450.00 | \$ 450.00 |
| Décimo Cuarto | Vacaciones | IESS | T. Mes | T. Año | T. Año + 1 |
| \$ 450.00 | \$ 225.00 | \$ 602.10 | \$ 631.43 | \$ 7.577.10 | \$ 15154.2 |

3.8.5. Experimentación

Se procede a calcular la distancia total recorrida por los operadores en un periodo de simulación de 3 meses obteniendo los datos que se muestran en la tabla 48.

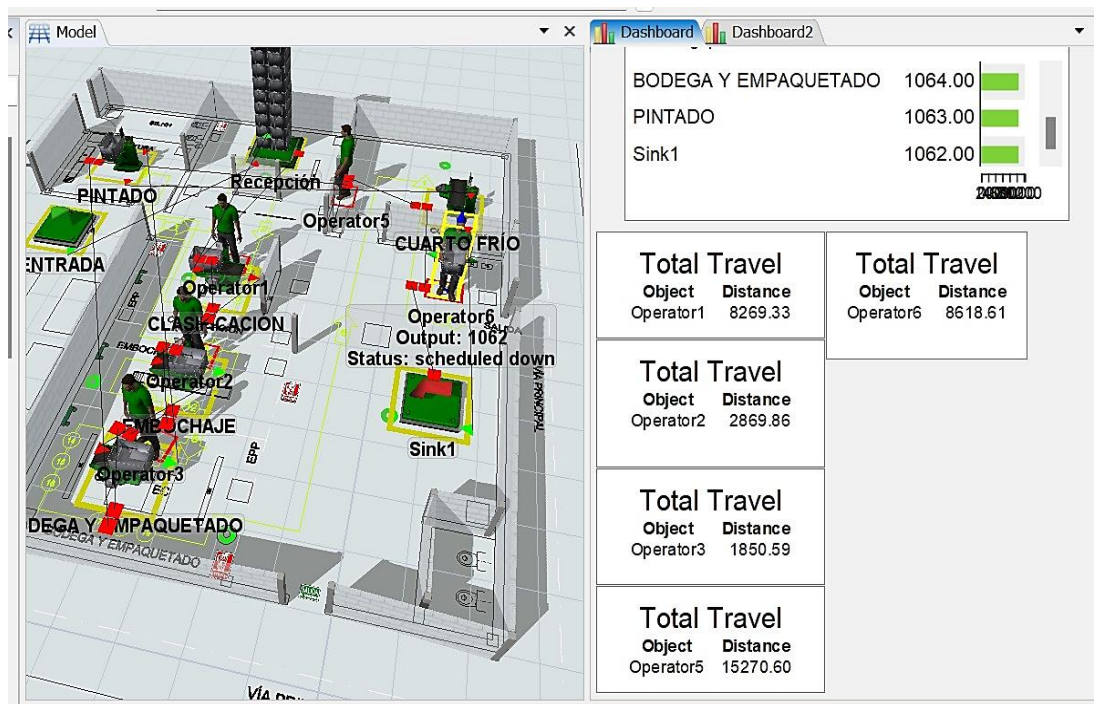


Figura 78. Distancia recorrida en la simulación

Tabla 48. Distancia total recorrida por los operadores en simulación de 3 meses

| Operador | Actual(m) | Propuesta (m) |
|-------------------------|------------|---------------|
| Operador Recepción | 9508.5795 | 8268.33 |
| Operador Clasificación | 3300.339 | 2869.86 |
| Operador Embonchado | 2128.1785 | 1850.59 |
| Operador Bodega | 17561.19 | 15270.6 |
| Operador Empaquetado | 9911.4015 | 8618.61 |
| Operador Almacenamiento | 4039.122 | 3512.28 |
| SUMA | 46448.8105 | 40390.27 |

En concordancia con el planteamiento de optimización de la planta en organización y en cuanto al cuello de botella que se forma en el área de embonchado al cual se le suma un operador de trabajo, se realiza la comparación la distancia actual con la propuesta, observando una disminución de 6058,54 metros en un tiempo de simulación de 3 meses. Esto representa un 15% de disminución de recorrido.

La tabla 49 presenta los tiempos de transporte del modelo de simulación para tres meses de periodo de tiempo.



Figura 79. Tiempo de pérdida por hora por estación

Tabla 49. Tiempo de transporte de productos en horas para 3 meses de simulación

| Operador | Actual(horas) | Propuesta (horas) |
|---|---------------------|-------------------|
| Operador Recepción | 7.50 | 7.14 |
| Operador Clasificación | 8.23 | 7.69 |
| Operador Embonchado | 8.34 | 7.80 |
| Operador Bodega | 6.85 | 6.41 |
| Operador Empaquetado | 7.60 | 7.10 |
| Operador Almacenamiento | 7.59 | 7.23 |
| SUMA | 46.11 | 43.37 |
| El costo de transportación por operador es 2,63\$/h | Costo Trimestral \$ | 121.26 |
| | Costo Mensual \$ | 40.42 |

Tabla 50. Producción trimestral situación actual

| | Distancia en los 3 meses (m/trimestre) | Distancia por caja (m/unidad) | Tiempo en los 3 meses (hr/trimestre) | Tiempo de transporte por caja (hr/unidad) |
|----------------|--|-------------------------------------|--|--|
| Recepción | 9508.57 | 3.79 | 7.50 | 0.0030 |
| Clasificación | 3300.33 | 1.32 | 8.23 | 0.0033 |
| Embonchado | 2128.17 | 0.85 | 8.34 | 0.0013 |
| Bodega | 17561.19 | 7.00 | 6.85 | 0.0027 |
| Empaquetado | 9911.40 | 3.95 | 7.60 | 0.0030 |
| Almacenamiento | 4039.12 | 1.61 | 7.59 | 0.0030 |
| Total | 46448.78 | 18.52 | 46.11 | 0.0184 |

Tabla 51. Costos manejos material actual

| Costo por unidad de carga \$/caja | Costo de manejo de material por unidad y metros recorridos (\$/m) |
|--|--|
| \$ 0.00787 | \$ 0.00208 |
| \$ 0.00863 | \$ 0.00656 |
| \$ 0.00875 | \$ 0.01031 |
| \$ 0.00719 | \$ 0.00103 |
| \$ 0.00797 | \$ 0.00202 |
| \$ 0.00796 | \$ 0.00494 |
| \$ 0.04837 | \$ 0.02693 |

Tabla 52. Producción trimestral propuesta

| | Distancia en los 3 meses (m/trimestre) | Distancia por caja (m/unidad) | Tiempo en los 3 meses (hr/trimestre) | Tiempo de transporte por caja (hr/unidad) |
|-----------------------|---|--------------------------------------|---|--|
| Recepción | 8268.33 | 3.06 | 5.10 | 0.0026 |
| Clasificación | 2869.86 | 1.06 | 6.60 | 0.0028 |
| Embonchado | 1850.59 | 0.69 | 3.80 | 0.0029 |
| Bodega | 15270.60 | 5.66 | 4.80 | 0.0024 |
| Empaquetado | 8618.61 | 3.19 | 5.82 | 0.0026 |
| Almacenamiento | 3512.28 | 1.30 | 7.50 | 0.0027 |
| Total | 40390.28 | 14.96 | 43.37 | 0.01606 |

Tabla 53. Costo manejo de material propuesta

| Costo por unidad de carga \$/caja | Costo de manejo de material por unidad y metros recorridos (\$/m) |
|--|--|
| \$ 0.00696 | \$ 0.00010 |
| \$ 0.00749 | \$ 0.00705 |
| \$ 0.00760 | \$ 0.01109 |
| \$ 0.00625 | \$ 0.00110 |
| \$ 0.00692 | \$ 0.00217 |
| \$ 0.00705 | \$ 0.00542 |
| \$ 0.04226 | \$ 0.02693 |

Tabla 54. Carga distancia

| | Escenario | Flujo de producción | Distancia (metros/caja) | Demanda mensual (Cajas) | Costo (\$/m) | Costo (\$) |
|-----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------|-------------------|
| 1 | Actual | 1-2-3-4-5-6-7-8 | 39.61 | 836 | 0.02693 | \$ 891.75 |
| 2 | Propuesto- demanda actual | 1-2-3-4-5-6-7-8 | 33.95 | 836 | 0.02693 | \$ 764.33 |
| 3 | Propuesto- capacidad mejorada | 1-2-3-4-5-6-7-8 | 33.95 | 900 | 0.02693 | \$ 822.84 |
| 4 | Propuesto- demanda pronosticada | 1-2-3-4-5-6-7-8 | 33.95 | 1068 | 0.02693 | \$976.44 |
| Ahorro mensual (1-3) | | | | | | \$ 68.91 |
| Ahorro anual | | | | | | \$ 826.92 |

La propuesta presenta un decremento de costo de trasportación de materiales y productos. A pesar de la reorganización de la planta se alcanzó una optimización de recursos. En la tabla 55 se presenta la capacidad de producción mediante la experimentación del software en un tiempo de simulación de tres meses tanto para el estado actual de la planta como para la redistribución.

Al comparar los costos por manejo de material entre la distribución actual y la propuesta, se arrojan nuevas estimaciones sobre la eficiencia y la economía en la logística de la empresa. Dentro del escenario actual, la distancia de 39.61 metros para atender una demanda de 836 cajas conlleva un costo de \$891.75. Las propuestas demuestran la viabilidad de reducir tanto la distancia como los costos. El escenario propuesto demanda actual que tiene una distancia de recorrido de 33,95 metros con una demanda de 836 cajas tiene un costo de \$764,33, el cual tiene un gran beneficio y ahorro para la empresa, sin embargo, la empresa puede tener una demanda de 900 cajas mensuales el cual genera mayor ingreso a la empresa y de esa manera poder cumplir con la capacidad que esta posee, obteniendo un incrementando porcentual de 7.65 %.

El escenario que conlleva una demanda de 900 cajas y disminuye la distancia recorrida a 33.95 metros presenta un ahorro mensual de \$68.91, lo que se traduce en un ahorro anual de \$826.92. Este ahorro refleja la capacidad de las nuevas estrategias para optimizar el flujo de materiales y disminuir los costos operativos.

El análisis también sugiere un importante matiz en relación con la capacidad de manejo. Cuando se aumenta la demanda a 1068 cajas en la misma distancia, el costo aumenta a \$976.44, superando incluso el costo de la distribución actual. Esto subraya la necesidad de equilibrar la capacidad de manejo con la demanda real de la empresa, ya que una capacidad excesiva puede resultar en costos no deseados. En consecuencia, el ahorro real depende de encontrar el equilibrio adecuado entre capacidad y demanda para lograr una gestión de material eficiente y rentable.

Figura 80. Capacidad actual, propuesta y demanda (en cajas)

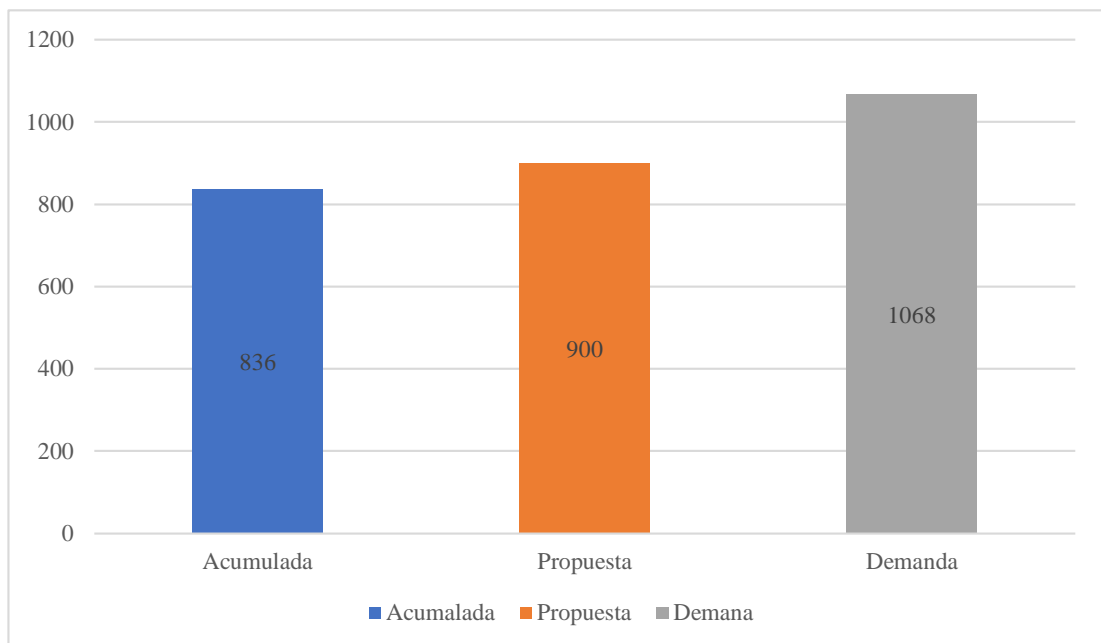


Tabla 55. Capacidad de producción actual y propuesta (en cajas)

| Modelo | Trimestral | Mensual | Semanal | Diario |
|----------------------------|------------|---------|---------|--------|
| Capacidad actual | 2508 | 836 | 209 | 41,8 |
| Rediseño | 2700 | 900 | 225 | 45 |
| Capacidad Teórica | 2400 | 800 | 200 | 40 |
| Error actual | 4,5% | 4,5% | 4,5% | 4,5% |
| Ganancia porcentual | 12,5% | 12,5% | 12,5% | 12,5% |














Dentro de la simulación se puede observar un nivel de precisión de 95,5% con el cual se obtiene un resultado, después de la redistribución de un aumento de producción de un 12,5%. De manera teórica únicamente se pueden abordar alrededor de 40 cajas; situación que puede verse afectada por varios factores (ausencia, retrasos, pedidos, ordenes de trabajo, horas extra, reemplazos entre otros). Por otro lado, con base en los datos mostrados dentro de la planta actualmente se tiene un conteo final de 41,8 cajas por día. En consecuencia, fue necesario un rediseño de la planta con el propósito de disminuir los tiempos de producción e incrementar la producción. En consecuencia, con el rediseño se plantea una capacidad de producción de 45 cajas.

3.9. Propuesta de distribución

3.9.1. Distribución para la planta

En este apartado tabla 56, se enlista el cursograma analítico de la propuesta a ser abordada dentro del proceso florícola.

Tabla 56. Cursograma analítico propuesto

|  | | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL "FLOWERS GEM" | | | | | | | |
|---|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cursograma analítico | | | Operario/Material/Equipo | | | | | | |
| Diagrama | 1 de 1 | Resumen | | | | | | | |
| Proceso | Proceso de postcosecha | Actividad | Actual | | | | | | |
| Método | Actual | | Operación | Cantidad | Tiempo | | | | |
| Producto | Flor | Transporte |  | 7 | 27.07 | | | | |
| Elaborado | Julio Guano | Inspección |  | 1 | 80.34 | | | | |
| Aprobado | Ing. Israel Naranjo | Espera |  | 0 | 0 | | | | |
| Fecha | 28/04/2023 | Combinada |  | 0 | 0 | | | | |
| Observación: | | Almacenamiento |  | 1 | 25.13 | | | | |
| | | Distancia (m) | | 35.95 | | | | | |
| | | Tiempo (seg) | | 1651.41 | | | | | |
| Descripción | Cantidad [par] | Distancia | Tiempo | Simbología | | | | | |
| | | [m] | [seg] |  |  |  |  |  |  |
| Trasladar mallas de vehículo al área de recepción | 1 | 4,35 | 3.39 |  | | | | | |



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
"FLOWERS GEM"

| Cursograma analítico | | | Operario/Material/Equipo | | | | | | | |
|--|----|------|--------------------------|---|--|--|--|--|--|--|
| Anotar pedido recibido | 1 | | 35.14 | ● | | | | | | |
| Fumigación | 1 | | 90.15 | ● | | | | | | |
| Abrir malla | 1 | | 45.54 | ● | | | | | | |
| Trasladar flores al área clasificación | 1 | 4,10 | 5.48 | | | | | | | |
| Desojar el tallo de la flor | 1 | | 210.23 | ● | | | | | | |
| Clasificar por tipo, capuchón y colocar en arboles | 1 | | 320.34 | ● | | | | | | |
| Trasladar la flor al área de embonchado | 25 | 2,23 | 3.50 | | | | | | | |
| Colocar lámina de cartón y papel periódico con separadores | 1 | | 205.56 | ● | | | | | | |
| Armar bonche | 1 | | 80.70 | ● | | | | | | |
| Sellar lámina | 1 | | 35.54 | ● | | | | | | |
| Etiquetar el tipo y fecha de la flor | 1 | | 45.00 | ● | | | | | | |
| Cortar tallo de la flor a la medida necesaria | 1 | | 25.56 | ● | | | | | | |
| Colocar ligas de seguridad en el tallo | 1 | | 34.00 | ● | | | | | | |
| Traslado a la bodega | 1 | 2.25 | 2.12 | | | | | | | |
| Inspeccionar trip's en el bonche | 1 | | 80.34 | | | | | | | |
| Colocar capuchón (funda plástica) con cinta adhesiva | 1 | | 65.21 | ● | | | | | | |
| Tomar cartones y colocar en el área de empacado | 1 | | 20.45 | ● | | | | | | |
| Armar fondo, tapa y colocar grapas | 1 | | 50.15 | ● | | | | | | |
| Ubicar cartones | 1 | | 23.45 | ● | | | | | | |
| Tomar bonches y colocar en el fondo (cartón) | 1 | | 34.28 | ● | | | | | | |
| Asegurar bonches con cinta de sujeción y bincha plástica | 1 | | 65.78 | ● | | | | | | |

| Cursograma analítico | | Operario/Material/Equipo | | | | | | | |
|--|---|--------------------------|----------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | Colocar tapa del cartón | 1 | | 25.34 | ● | | | |
| Sellar completamente el cartón con cinta de sujeción | 1 | | 80.56 | ● | | | | | |
| Colocar etiquetas de dirección de destino en ambos extremos del cartón | 1 | | 25.89 | ● | | | | | |
| Traslado al cuarto frío | 1 | 12,42 | 3.30 | | → | | | | |
| Almacenaje en cuarto frío | 1 | | 25.13 | | | | | | ▲ |
| Traslado al camión de envío | 1 | 8,60 | 9.28 | | → | | | | |
| TOTAL | | 33,95 m | 1651.41 | 20 | 7 | 1 | 0 | 0 | 1 |

3.9.2. Costos asociados al plan de distribución para la planta

En el presente apartado, se revisan costos asociados a la implementación de la propuesta.

Tabla 57. Costos de propuesta

| Detalle de los costos | Cotos parciales | Costo total |
|--------------------------------------|-----------------|-------------------|
| Costos del recurso humano | | |
| Asesoría del rediseño | \$ 500,00 | \$ 1200,00 |
| Movimiento de equipos (3 personas) | \$ 400,00 | |
| Personal de capacitación | \$ 300,00 | |
| Costos de insumos y equipos | | |
| Diseño de planos | \$ 800,00 | \$ 1150,00 |
| Material de señalética | \$ 250,00 | |
| Material didáctico para capacitación | \$ 100,00 | |
| Costo total | | \$ 2350,00 |

Con base en la tabla 54 la propuesta permite un ahorro mensual de \$68.91 dólares; al relacionar este valor con el propósito de recuperar la inversión de \$ 2350.00. Los datos arrojan que la recuperación del valor será en 2.84 años tras la implementación de la nueva distribución de la planta.

3.10. Discusión

La aplicación de Check List OCRA reveló que dentro de los procesos analizados se determinaron niveles no aceptables dentro del proceso de clasificación de tallos, debido a que, los trabajadores no desarrollan sus actividades dentro de lo que se denominaría área segura de trabajo. Esto acorde a Calderón *et al.* [50], que menciona que, es importante contar con una distribución de instalaciones que presente espacios adecuados para cumplir con los requerimientos de las empresas. Así mismo, Naranjo *et al.* [51] indica que en las empresas de producción es importante determinar una planificación de la zona y de los productos para optimizar el uso de los recursos disponibles. Dentro del estudio realizado para la empresa Flowers GEM, se logró una mejor redistribución de instalaciones, así como un ambiente adecuado con la protección necesaria para los trabajadores, acercándonos poco a poco a la demanda total de la empresa, optimizando recursos y cumpliendo los requerimientos.

Como lo dicta la investigación de Grijalva [52], que dentro de una empresa florícola, con la aplicación del método RULA se encontró tareas con posturas forzadas de miembro superior, en un 33% requieren cambio urgente de tarea. En la aplicación de método REBA el 22% de las tareas requieren actuación inmediata, En Ocrá check list se observó 50% de los puestos de trabajo presentan riesgo inaceptable. En el Cuestionario nórdico, el segmento corporal con más molestias fue, mano 14%, dorsal 13%, hombro 12%. Por su parte Yuccha y Naranjo [53], consideran que la distribución de la planta y el uso adecuado de los espacios son factores que afectan a la productividad de las organizaciones, por lo que su adecuado control y revisión es fundamental. Para el estudio se aplicó el método check list OCRA, en el cual se evidencio los excesivos movimientos repetitivos realizados por los trabajadores al realizar sus actividades diarias, eliminando el cuello de botella y dotando a los trabajadores de las herramientas necesarias en cada puesto de trabajo.

Asimismo, Escalante *et al.* [54], las exposiciones ocupacionales a la postura de trabajo estresante, la fuerza y los movimientos repetitivos del hombro y el brazo ejercen una carga excesiva en el sistema musculoesquelético del cuerpo y, a la larga, pueden conducir a trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo. En ese sentido, el trabajo desarrollado busca evitar los daños por torsión en los miembros superiores

derecho e izquierdo implica tomar medidas preventivas y adoptar prácticas saludables en el cuidado del cuerpo. Además de realizar pausas activas por las actividades repetitivas que se ejecutan.

Ante problemas ergonómicos, Saavedra et al. [11], plantea como soluciones, el diseño de planta a las empresas, una solución de redistribución en el que se tuvieron en cuenta tres aspectos: los elementos generales de distribución, principios básicos y la elaboración de la propuesta y finalmente se recomienda usar el método carga–distancia. En este sentido, Shambi y Naranjo [55] afirman que la distribución de planta es localizar de forma idónea la maquinaria, colaboradores y las herramientas disponibles, así como los diferentes recursos, por lo que, Sigüenza *et al.* [56] indican que, las industrias han planteado la necesidad de optimizar las actividades es clave para ser competitivos. Dentro de la investigación, se plantea el rediseño de estaciones de trabajo, obteniendo una mejor redistribución de las áreas de trabajo reduciendo el tiempo de recorrido, colocando estanterías para que el personal adquiera de la herramienta a utilizar de su lugar, además de generar capacitaciones a los trabajadores en técnicas de levantamiento seguro, posturas correctas al sentarse y al estar de pie.

Por otro lado, en la investigación realizada por Rueda et al. [57], se indica que la atención a factores como la satisfacción y seguridad de los empleados, así como la flexibilidad en el diseño de las instalaciones, posee el potencial de mejorar de manera sustancial la productividad en el entorno laboral. Esta mejora en la moral y satisfacción de los trabajadores puede reducir errores y la rotación de personal. Adicionalmente, la implementación de metodologías para evaluar riesgos ergonómicos puede disminuir el riesgo de lesiones y accidentes, lo que, en consecuencia, podría reducir los costos de producción y aumentar la productividad en general. En última instancia, la aplicación de criterios de diseño apropiados en la configuración de las instalaciones puede conducir a un incremento en la eficiencia y productividad, contribuyendo así al aumento de la rentabilidad de la empresa. Por lo que dentro de la investigación se sugiere prever a los trabajadores insumos indispensables, como atención médica, realizar pausas activas, EPP necesarios de talla correcta, para satisfacer al personal y este se sienta seguro al momento de realizar cualquier actividad dentro de la empresa.

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se analizó la distribución actual de la planta, con lo que se identifican los siguientes lugares de trabajo: Recepción, Clasificación, Embonchaje, Bodega, Área de pintado, Área de almacenamiento. Se ha identificado que los lugares de trabajo de la empresa Flowers GEM, tiene una superficie de 129 m² y debe ser expandida hasta 134.66 m² para lograr acercarse a la demanda y desde luego para los cambios ergonómicos de las mesas de trabajo. Es fundamental destacar también que la empresa posee la capacidad de expansión (disponibilidad de terreno) y, por ende, es por este motivo que se desarrolló una redistribución de las instalaciones por medio de dos alternativas, con el propósito de identificar cuál de estas permite solventar las necesidades tanto del proceso como la empresa.
- La aplicación de los principios de distribución (integración de conjunto, mínima distancia recorrida, satisfacción y seguridad y flexibilidad), ha logrado identificar que las herramientas utilizadas no cuentan con un espacio adecuado para su almacenamiento, además de una inadecuada distribución del área de postcosecha, misma que genera tiempos largos de recepción y almacenamiento, también dentro del área de trabajo no se mantiene una limpieza y orden generando una insatisfacción laboral. Con la propuesta se mejora la manera en la cual se distribuye el producto logran reducción en los tiempos, seguridad ergonómica de los empleados y desde luego bajo ningún concepto disminuyendo la calidad del producto final.
- Analizando la distribución actual de la planta, se estimaron los tiempos estándar del área de postcosecha de la empresa Flowers GEM; mediante un estudio detallado de tiempos y movimientos. El método OCRA fue empleado como herramienta de análisis del enfoque ergonómico en los procesos, esta información pudo ser obtenida por medio de una evaluación de la duración neta del ciclo de trabajo, movimiento repetitivo y duración del ciclo; identificando que los trabajadores no desarrollan sus actividades en lo que se denominaría área segura de trabajo; siendo el área de clasificación la más afectada, en donde

se identificaron movimientos repetitivos durante toda la jornada de trabajo (8 horas) para colocar la flor clasificada en los percheros. Otra de las particularidades evidenciadas radica en la mesa de clasificación, esta no es acorde a la altura de cada trabajador y los mantiene de pie durante toda la jornada. De igual manera es necesario destacar el hecho que la clasificación es efectuada por medio de guantes de una talla inadecuada. Por ende, fue necesario detallar y/o diseñar el puesto de trabajo con base en una mesa de altura regulable (dimensiones mínimas 1500 mm x 850 mm x 800 mm) a la par de una dotación de EPP (guantes y protectores) para sus labores diarias.

- Se aborda el desarrollo de una propuesta de redistribución con enfoque en las instalaciones que incluye el diseño de estaciones de trabajo y la adecuación de los movimientos y posturas, haciendo de estos más adecuados. Con esto, se establece una redistribución acorde a los requerimientos del proceso con el propósito que la planta desarrolle sus actividades eliminando el cuello de botella a la par de poseer un menor recorrido, dimensionando las áreas con el análisis de Guerchet y empleando el SLP y análisis carga distancia como herramientas de distribución. Dicha propuesta fue analizada por medio de FlexSim: 3D Simulation Modeling and Analysis Software; los resultados del modelo con un nivel de precisión del 95,5%, permiten incrementar la capacidad de 836 a 900 cajas al mes, siendo este un incremento porcentual de 7,65 % y disminuir la distancia de 39,61 metros a 33,95 metros. Esto presenta un ahorro mensual de \$68,91 dólares, lo que se traduce en un ahorro anual de \$826.92 dólares pues se producen y transportan más unidades. El costo de este rediseño implicó emplear alrededor de \$2350.00 sin embargo, el costo podrá ser recuperado en 2,84 años tras la implementación de la nueva distribución de la planta.

4.2. Recomendaciones

- En primera instancia se recomienda llevar a cabo una evaluación permanente de la disposición actual de la planta y realizar un análisis detallado y frecuente de las posturas ergonómicas de los trabajadores en el área de postcosecha. Esto implica no solo inspecciones del lugar para identificar posibles mejoras en la distribución y la observación de las posturas de los trabajadores, también implica la consulta constante con el personal para obtener sus sugerencias; pues la planificación, ejecución y seguimiento continuo de cambios son vitales para mejorar la eficiencia, reducir riesgos ergonómicos y promover un entorno de trabajo más seguro y saludable en el área de postcosecha.
- Se sugiere expandir el estudio y los planes a otras empresas florícolas, para generar un buen ambiente extendido de manera multinstitucional. Asimismo, para entender nuevas problemáticas y otros grupos de soluciones a los problemas de distribución en planta y a los ergonómicos. Además, se debe considerar la implementación de equipos y tecnologías ergonómicas que ayuden a los trabajadores a realizar sus tareas de manera más eficiente y cómoda. Esto desde luego, implica un aumento considerable en el presupuesto del proyecto; sin embargo, una vez que los trabajadores tengan un espacio adecuado de trabajo, su productividad aumentará lo que desde luego significa un periodo reducido de recuperación del monto empleado.
- Por último, para desarrollar una acertada propuesta de redistribución de instalaciones y mejorar los puestos de trabajo, se sugiere involucrar a los empleados en el proceso; recopilando sus aportes sobre las condiciones de trabajo actuales. A la par es necesario realizar evaluaciones ergonómicas con el propósito de identificar áreas de mejora, y la optimización de la disposición de las instalaciones, junto con la implementación de tecnología y herramientas ergonómicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] C. Herrera y P. Peñaherrera, «La exportación de flores ecuatorianas y su impacto por pandemia sanitaria de Covid-19,» Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador, 2022.
- [2] MetroFlor-agro, «Evolución del mercado global de flores, su desarrollo por región y las oportunidades de Colombia en los principales países y regiones importadoras,» 7 julio 2022. [En línea]. Available: <https://www.metroflorcolombia.com/evolucion-del-mercado-global-de-flores-su-desarrollo-por-region-y-las-oportunidades-de-colombia-en-los-principales-paises-y-regiones-importadoras/>. [Último acceso: 10 noviembre 2022].
- [3] A. Burciaga , «ANÁLISIS DE RIESGO A LA SALUD: CASO DE LA MANIPULACIÓN DE CARGA,» Instituto Politécnico Nacional, México, 2009.
- [4] L. Toaquiza , «RIESGOS ERGONÓMICOS POR POSTURAS FORZADAS Y MOVIMIENTOS REPETITIVOS PARA UN SECTOR DE LA INDUSTRIA DE FABRICACIÓN DE BLOQUES EN EL PROCESO DE PRENSADO,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2022.
- [5] I. Naranjo y W. Calderón, «Distribución de instalaciones para la mejora del sistema de almacenamiento en la bodega de materias primas de la empresa de calzado Gamo´s,» Universidad Técnica de Ambato, Amnbato-Ecuador, 2022.
- [6] P. Hernández , «Principales brechas de la Ergonomía en América Latina,» *Ulaergo*, pp. 1-6, 2015.

- [7] C. A. Correa, «Efectos del entrenamiento en posturas y técnicas correctas de manejo manual de cargas en trabajadoras,» *Ergon Invest Desar*, vol. 2, n° 1, pp. 20-38, mayo 2020.
- [8] J. Intriago , «PROPUESTA DE MEJORA Y REDISTRIBUCIÓN DE LOS PUESTOS DE TRABAJO BAJO ESQUEMA ERGONÓMICO DEL ÁREA DE LABORATORIO DE MEDIDORES EN LA CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD UNIDAD DE NEGOCIOS GUAYAQUIL,» UNiversidad de Guayaquil, Guayaquil, 2021.
- [9] M. Balarezo , «DISEÑO DE LAYOUT PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA LUBRICADORA SALCEDO,» Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2022.
- [10] K. Saltos , «Análisis ergonómico biomecánico de levantamiento manual de cargas y su impacto en la salud del personal que labora en el área de estibadores de la empresa cuya actividad principal es la distribución de productos farmacéuticos en la ciudad de Guayaquil,» Escuela politécnica Litoral, 2021.
- [11] L. Saavedra, V. Marín y C. Palacios, «Diseño de un plan de acción para reducir la carga física biomecánica en empresas del sector del calzado del Valle del Cauca,» *UIS Ingenierías*, vol. 17, n° 2, pp. 1-18, 2018.
- [12] J. Pacheco, C. Díaz y S. Mejías, «Mejoras ergonómico-organizacionales del proceso de limpieza de habitaciones en instalaciones turísticas cubanas,» *Sucursal Islazul Villa Clara*, vol. 9, n° 1, pp. 41-55, 2022.

- [13] C. Guerra, «Propuesta de rediseño en el proceso de manufactura para la fabricación de cofres mortuorios en la empresa Maseb,» Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2022.
- [14] N. Pantoja y S. García, «Análisis del riesgo ergonómico por medio de un estudio de puesto de trabajo para los auxiliares de bodega de la compañía visión comercial moderna durante el periodo 2020 – 2021,» Universidad ECCI, Colombia, 2021.
- [15] J. Feijoo y Y. Loa , «Rediseño ergonómico para disminuir los TME en procesos manuales de una planta del sector de GLP para incrementar la eficiencia,» Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2021.
- [16] W. Erazo , «Plan de distribución del espacio físico del area administrativa para potenciar la productividad de los colaboradores de la compañía WILERCONSTIA LTDA, de la ciudad de santo domingo, 2018,» Universidad Autónoma Regional de los Andes, Ambato, 2018.
- [17] J. Vilchez y A. Lucero, «Redistribución de planta para incrementar la productividad en el área de producción de la empresa Alpes Chiclayo S.A.C.,» 2020.
- [18] Decreto ejecutivo 2393, «Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores,» Quito, 2003.
- [19] X. Yin, Z. Yang, J. Yan, D. Shi y Y. Lu, «Study on the automatic optimization design of the cross-sectional layout of an umbilical with layers based on the GA-GLM,» *Marine Structures*, vol. 88, 2023.

- [20] Z. Yang y W. Lu, «Facility layout design for modular construction manufacturing: A comparison based on simulation and optimization,» vol. 147, 2023.
- [21] A. Saedi, M. Salari, S. Palizi y N. Farhoudi, «Size and layout optimum design of frames with steel plate shear walls by metaheuristic optimization algorithms,» *Structures*, vol. 48, 2023.
- [22] J. Clarion, J. François, I. Grebennik y R. Dupas, «A simulated annealing approach for optimizing layout design of reconfigurable manufacturing system based on the workstation properties,» vol. 55, 2022.
- [23] P. Burggräf, T. Adlon, V. Hahn y T. Schulz, «Fields of action towards automated facility layout design and optimization in factory planning – A systematic literature review,» *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, vol. 35, 2021.
- [24] M. Sadar, «Digital manufacturing approach for process simulation and layout optimization,» *Materials Today: Proceedings*, vol. 74, pp. 642-649, 2023.
- [25] J. Mas, R. Poveda y D. Garzon, «Using RGB-D sensors and evolutionary algorithms for the optimization of workstation layouts,» *Applied Ergonomics*, vol. 65, pp. 530-540, 2017.
- [26] J. Gavidia y L. Gutierrez , «Estudio de tiempos y movimientos para la mejora de la productividad en la empresa Compubordado,» UNiversidad Técnica de Ambato, 2022.

- [27] O. Conteña y R. Huallpa, «Diseño de redistribución de planta para incrementar la productividad operacional en la empresa Humboldt Perú S.A. Callao,» Universidad Antonio Ruiz de Montoya, 2019.
- [28] J. Más, «Principios básicos de la distribución de instalaciones Principios básicos de la distribución de instalaciones,» Universidad Politécnica de Valencia, 2018.
- [29] V. Balza y . D. Cardona, «La relación entre logística, cadena de suministro y competitividad: una revisión de literatura,» *Revista Espacios*, vol. 41, nº 19, 2020.
- [30] C. Ortiz y A. Cárdenas, «Redistribución de instalaciones en la planta de producción de la empresa Ambasodas,» Universidad Técnica de Ambato, 2022.
- [31] J. López y . P. Castillo , «Estudio de tiempos y movimientos de los procesos de producción en el tratamiento de pieles en Curtiduría Pico,» Universidad Técnica de Ambato, 2023.
- [32] Coverport, 24 Abril 2019. [En línea]. Available: <https://coverport.home.blog/etapa-de-diseno-de-proceso/>. [Último acceso: 18 Abril 2023].
- [33] C. Guevara , «TECNOLOGIA DE GRUPOS,» 2018. [En línea]. Available: <https://camiloguevara96.wixsite.com/procesos-manufactura/single-post/2015/11/17/tecnologia-de-grupos>.
- [34] O. Suica Pariona, «Método de Guerchet,» [En línea]. Available: <https://1library.co/article/m%C3%A9todo-de-guerchet-distribuci%C3%B3n-de-planta.zlgojkgy>.

- [35] A. Suñé Torrents, F. Gil Vilda y I. Arcusa Postils, MANUAL PRÁCTICO DE DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVOS, Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S. A., 2004.
- [36] A. Suñé, F. Gil y I. Arcusa, «Diseño de sistemas productivos,» Díaz de Santos, Madrid, 2004.
- [37] IESS, «Decreto ejecutivo 2393 reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo,» IESS, Quito, 2006.
- [38] M. Bestratén , «Seguridad en el trabajo,» INSHT, Madrid, 2011.
- [39] E. Barba, M. Fernández , N. Morales y A. Rofriguez, «Construir futuro con trabajo decente equipo de trabajo,» Ministerio de educación, Buenos Aires , 2022.
- [40] J. A. Mas, Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra, Valencia: Ergonautas, 2015.
- [41] J. C. Sierra, «¿Cómo analizar y diseñar los puestos de trabajo?,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.ceupe.com/blog/como-analizar-y-disenar-los-puestos-de-trabajo.html>.
- [42] V. M. Albert , «Movimientos Repetidos en el ámbito laboral,» julio 2018. [En línea]. Available: <https://www.quironprevencion.com/blogs/es/prevenidos/movimientos-repetidos-ambito-laboral>.

- [43] F. O. Gutiérrez Sandres, J. L. Palma Escoto, I. López Bonilla y L. López Narváez, «Enfermedades musculoesqueléticas en cuello, mano/muñeca y factores asociados en estudiantes de medicina usuarios de teléfonos celulares,» *Ergon. Investig. Desarro*, vol. 3, n° 3, 2021.
- [44] J. G. Jácome Analuisa, «Evaluación del manejo manual de cargas en la empresa de distribución de telas Intertexas,» 2018. [En línea]. Available: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/28814>.
- [45] B. Telmo, «Producción y comercialización de rosas (Rosa SP.) de los pequeños productores del cantón Cayambe-provincia Pichincha, año 2017,» Universiada Técnica del Norte, 2019.
- [46] J. Yépez, S. Figueroa, G. d. R. Cajas, K. Merello y J. González, «Análisis y beneficios de la tendencia creciente de las exportaciones de flores ecuatorianas,» 2019.
- [47] M. Henry, «Salud laboral en el escenario productivo actual: la creciente incidencia de los riesgos psicosociales,» *Revista de Ciencias Sociales*, vol. 32, n° 44, 2019.
- [48] J. Salas, «Tipos básicos de Distribución de Planta,» Facultad de Ingeniería Industrial, 2018.
- [49] F. Calapiña, D. Ortiz, A. Pazmiño y I. Naranjo, «Facility Layout Proposal for a Tannery, Evaluated by the Simulation Software-Flexsim,» 2023. [En línea]. Available: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-30592-4_35.

- [50] W. O. D. P. A. N. I. Calderón, «Distribution of Facilities to Improve the Raw Material Storage System,» 2023. [En línea]. Available: https://doi.org/10.1007/978-3-031-30592-4_37.
- [51] I. Naranjo, M. Porras, D. Ortiz, F. Tigre, C. Sánchez, E. Tubón, S. Carrillo, C. Mariño, J. López, F. Lema y C. Rosero, «Mathematical models for the formation and evaluation of manufacturing cells in a textile company: A case study,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.jiem.org/index.php/jiem/article/view/4143>.
- [52] M. Grijalva, «Determinación del riesgo ergonómico en los trabajadores del área de poscosecha de una empresa florícola y planteamiento de medidas correctivas,» Universidad Internacional SEK, Quito, 2017.
- [53] E. A. Yuccha y I. E. Naranjo, «Distribución de instalaciones para la nueva planta de producción de la empresa de Calzado CASS,» 2020. [En línea]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30713>.
- [54] M. Escalante, M. Núñez y H. Izquierdo, «Evaluación ergonómica en la producción. Caso de estudio: Sector Aluminio, Estado Bolívar. Venezuela,» *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, vol. VI, n° 21, pp. 73-90, 2018.
- [55] J. P. Shambi y I. E. Naranjo, «Propuesta de distribución de instalaciones con perspectiva Lean en el taller industrial Shambi e hijos,» 2022. [En línea]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/36334>.
- [56] L. C. Siguenza, J. A. Vazquez, J. I. Naranjo, J. C. Llivisaca y D. M. Ortiz, «Technologies applied to solve facility layout problems with resilience – a

systematic review,» 2022. [En línea]. Available:
<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/4607962>.

- [57] S. Rueda, Jefferson Pluas, Aldo Parrales y Marianela Morante, «Análisis de planta productora de queso desde prácticas de ingeniería de distribución de planta: Factores en el diseño de planta,» *INNOVATION & DEVELOPMENT IN ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES*, vol. 4, n° 2, pp. 14-14, 2022.

Anexos

Anexo A. Matriz de revisión bibliográfica

En la tabla 58 del Anexo A se muestra la matriz de revisión bibliográfica.

Tabla 58. Revisión bibliográfica

| Código | Autores | Título | Base de datos | Año | Resumen | Link |
|--------|---|--|---------------|------|---|---|
| P1 | Xu Yin a, Zhixun Yang b, Jun Yan a, Dongyan Shi b, Donghui Cao b, Yucheng Lu | Study on the automatic optimization design of the cross-sectional layout of an umbilical with layers based on the GA-GLM | ScienceDirect | 2023 | At present, the research on the cross-sectional layout of an umbilical is not sufficient, and there is no standardized design method in the design specification. Considering the mechanical and geometrical properties as the quantitative design objectives, the mathematical optimization model of the cross-sectional layout of an umbilical is proposed. Meanwhile, the layering strategy is introduced because of the processing and manufacturing factors. | https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095183392200199X |
| P2 | Zhongze Yang, Weisheng Lu | Facility layout design for modular construction manufacturing: A comparison based on simulation and optimization | ScienceDirect | 2023 | With modular construction reviving around the world, a significant portion of on-site works is now mass-produced as modules in factories, shifting Modular Construction Manufacturing (MCM) from a traditional oxymoron to an upfront challenge for project or production managers. Nevertheless, little is known about such MCM in a | https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580522005830 |

| Código | Autores | Título | Base de datos | Año | Resumen | Link |
|--------|--|--|---------------|------|---|---|
| | | | | | factory, e.g., the production line layout. This paper identifies the optimal Facility Layout Design (FLD) for MCM in a factory by simulating and optimizing a real-life case. Firstly, the workflows and schedules of MCM are collected and re-engineered into nine categories. | |
| P3 | Amir Saedi Daryan ^a , Mohadeseh Salari, Soheil Palizi, Neda Farhoudi | Size and layout optimum design of frames with steel plate shear walls by metaheuristic optimization algorithms | ScienceDirect | 2023 | Optimization of a structure refers to a design procedure that results in the most economical structure in terms of materials and sizing of sections. In structures with steel plate shear walls, finding the best layout of the walls in a frame is also of priority in designing a structure with the minimum weight. Finding the least weight of a structure while all design provisions according to codes and standards are satisfied is a challenging task that is hard to perform with the existing design methods. | https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352012422011572 |
| P4 | JB. Clarion, J. François, I. Grebennik, R. Dupas | A simulated annealing approach for optimizing layout design of reconfigurable manufacturing system based on the workstation properties | ScienceDirect | 2022 | The problem studied focuses on facility layout problems (FLP) that arise in reconfigurable manufacturing systems. The goal is to reduce the distance traveled by an automatic guided vehicle (AGV) to move products between several workstations. The proposed solving approach takes into account the empty and loaded travels made by this vehicle as well as the machine's | https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896322019528 |

| Código | Autores | Título | Base de datos | Año | Resumen | Link |
|---------------|---|---|----------------------|------------|---|---|
| | | | | | properties (i.e. layout, orientations, shapes of workstations). | |
| P5 | Peter Burggräf , Tobias Adlon, Viviane Hahn, Timm Schulz- Isenbeck. | Fields of action towards automated facility layout design and optimization in factory planning – A systematic literature review | ScienceDirect | 2021 | In order to develop and establish a functional, integrated system for automated layout design that can be applied in practice, certain fields of action still need to be identified and solved. For this purpose, a systematic literature review is used to identify fields of action on the way to automated factory layout design and to derive recommendations for action. | https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1755581721001656 |
| P6 | Milind P. Sadar, K.G. Rajmore , M.K. Rodge , Khoman Kumar. | Digital manufacturing approach for process simulation and layout optimization | ScienceDirect | 2023 | This study is based on a real case study, The objectives of this paper are to discuss how digital manufacturing supports to make decisions for formation of workplaces and to adjust and improve existing layout, contribution of digital manufacturing in product lifecycle, how simulation and analysis will help to choose efficient process layout. | https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785322064926 |
| P7 | Jose Antonio Diego-Mas , Rocio Poveda- Bautista , Diana Garzon-Leal | Using RGB-D sensors and evolutionary algorithms for the optimization of workstation layouts | ScienceDirect | 2018 | RGB-D sensors can collect postural data in an automatized way. However, the application of these devices in real work environments requires overcoming problems such as lack of accuracy or body parts' occlusion. This work presents the use of RGB-D sensors and genetic | https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003687017300200 |

| Código | Autores | Título | Base de datos | Año | Resumen | Link |
|---------------|---|--|----------------------|------------|--|---|
| | | | | | algorithms for the optimization of workstation layouts. | |
| P8 | Gavidia García, José Luis Gutierrez Veliz, Luis Roberto | Estudio de tiempos y movimientos para la mejora de la productividad en la empresa Compubordado | Repositorio UTA | 2022 | The main objective of this research work is to improve productivity in the COMPUBODADO company, which is focused on reducing unproductive times through the use of time and movement study techniques. The applied methodology was of a qualitative-quantitative type due to the fact that data was collected through direct observation and interview, in addition to the processing time for each task, cycle time of the production process, number of operators, process flow and conditions. current production. | https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/36558 |
| P9 | Ortiz Sailema, Christian Ismael Cárdenas Jácome, Andrés Sebastián | Redistribución de instalaciones en la planta de producción de la empresa Ambasodas | Repositorio UTA | 2022 | El presente estudio tiene como propósito desarrollar una propuesta de redistribución de planta en las instalaciones de producción de la empresa Ambasodas, de manera que se incremente el aprovechamiento y eficiencia de los recursos a disposición. El desarrollo del proyecto se divide en tres etapas, el reconocimiento de la situación actual de la empresa, el desarrollo de la propuesta de redistribución y el análisis de resultados. Para el reconocimiento de la situación actual inicialmente se elabora un análisis ABC para determinar el | https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/36627 |

| Código | Autores | Título | Base de datos | Año | Resumen | Link |
|---------------|--|--|----------------------|------------|--|---|
| | | | | | artículo que genera mayor rentabilidad y entorno a este producto se analizan los pasos y procedimientos involucrados en su fabricación por medio de cursogramas sinópticos, analíticos y la aplicación de estudios de tiempos. | |
| P10 | López Arboleda, Jessica Paola Castillo Gavilanes, Pablo Sebastián | Estudio de tiempos y movimientos de los procesos de producción en el tratamiento de pieles en Curtiduría Pico | Repositorio UTA | 2023 | This research project is to carry out a study of times and movements in the production process of the Pico Tannery for the treatment of Wet Blue leather, with the objective of improving the organization's production process. The diagnosis of the current situation of the production process and of the various operational activities shows that there are processing times that can be optimized through the standardization of operations and the reduction of distances traveled by workers and material. | https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/38494 |
| P11 | Naranjo Chiriboga, Israel Ernesto Játiva Amores, José Paúl | Redistribución de instalaciones para la mejora de la productividad en la planta de producción de la empresa Calzado Gusmar | Repositorio UTA | 2023 | The purpose of this research is to present a proposal for the physical redistribution of the facilities within the footwear company GUSMAR, this proposal allows to improve the productivity of the plant, removing useless distances and optimizing the available space. For the development of the project, three fundamental stages were considered: in the first stage, information was gathered on the | https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/38335 |

| Código | Autores | Título | Base de datos | Año | Resumen | Link |
|---------------|---|--|----------------------|------------|--|---|
| | | | | | current conditions of the production process; in the second stage, tools and methodologies for the distribution of facilities were used; and finally, the model of the current distribution and the proposed distribution were simulated using FlexSim software. | |
| P12 | H Paz Orozco D Cañar Truque H Angulo Sinisterra | Propuesta para un diseño de distribución en planta en el área de separado para la empresa de alimentos cárnicos S.A.S, evaluada mediante una herramienta de simulación - Flexsim | Repositorio UNAD | 2018 | La presente investigación presenta un nuevo diseño de distribución en planta (Layout) para el proceso de separado en la empresa de Alimentos Cárnicos S.A.S. La que consistió en un análisis e identificación de oportunidades de mejora en la distribución en planta y en la propuesta de una alternativa de mejoramiento de distribución en planta aplicando la metodología de relación de actividades, con el objetivo de mejorar la efectividad de las operaciones, reduciendo tiempos y costos para la empresa. La metodología fue evaluada en simulación mediante el software Flexsim. | https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/publicaciones-e-investigacion/article/view/2961 |
| P13 | Auris Goicochea, José Miguel de Santa María Solano Castro, Mayra Stephany | Propuesta de distribución de Planta basado en el simulador FlexSim para reducir los tiempos de Espera en la empresa Eléctrica Optimización S.A., SJL, 2019 | Repositorio UCV | 2019 | La tesis propuesta de Distribución de Planta basado en el simulador FlexSim para reducir los Tiempos de Espera, cuyo objetivo fue Determinar en qué medida se propone la distribución de Planta basado en el simulador FlexSim para reducir los Tiempos de Espera El | https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51699 |

| Código | Autores | Título | Base de datos | Año | Resumen | Link |
|---------------|--|---|----------------------|------------|--|---|
| | | | | | estudio fue de tipo básica, de nivel descriptivo explicativo, con un enfoque cuantitativa, de acuerdo con el tipo de diseño de la investigación fue no experimental, ya que se realizó propuestas para una redistribución de planta, se escogió y evaluó la mejor alternativa, de tipo descriptivo, por su alcance temporal fue transversal, lo cual se recolecto datos actuales de su momento. | |
| P14 | Escobar Carvajal, Luis Fernando Avila Salazar, Eduardo Francisco | Optimización del proceso de toma de decisiones en el manejo de sustancias químicas en planta de distribución mediante modelación en programa Flexsim. | Repositorio UCE | 2022 | Se ha realizado el estudio con el objetivo de optimizar la toma de decisiones en una planta de producción y distribución de compuestos químicos, apoyándose con la herramienta de modelación llamado Flexsim. Se realizó la siguiente metodología: por medio de la metodología denominada DMAIC se propuso un procedimiento en el que se establece para cada fase las herramientas de modelación y toma de decisiones afín al proceso de producción de la empresa, se diseñó el proceso de producción estableciendo los puntos críticos y cuellos de botella que se originaron en el estudio. Posteriormente, se aplicaron cambios a los parámetros del procedimiento de producción y se reorganizó la maquetación de las instalaciones de producción de un compuesto definido, consiguiendo | http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/26681 |

| Código | Autores | Título | Base de datos | Año | Resumen | Link |
|---------------|---|---|-----------------------|------------|---|---|
| | | | | | así la mejora del proceso de producción. | |
| P15 | Zapata Castaño, Sindy Tatiana | Promoción y prevención para la disminución del riesgo ergonómico a causa de las posturas forzadas y movimientos repetitivos en los empleados de la línea de hierro, del área de producción de una empresa del sector metalmeccánico | Repositorio UNIMINUTO | 2019 | El presente Proyecto de investigación tuvo como objetivo identificar los factores de riesgo ergonómicos en los empleados de la línea de hierro de la planta de producción para el año 2019 de una empresa del sector metalmeccánico. Material y método: tipo de estudio es cualitativo, con diseño descriptivo, con una población total conformada por 30 operarios que trabajan en la planta de producción más exactamente en la línea de hierro. | https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/11959 |
| P16 | Hacay-Chang León, Alywin Idelfonso. Barzallo Gálvez, José Javier. Abarca Chocho, Marco Antonio. | Estudio de posturas forzadas en soldadores industriales de arco eléctrico y su relación con trastornos músculo esqueléticos en una planta papelera. | Repositorio UEES | 2019 | The objective of this descriptive and cross-sectional study was to determine the relationship between forced postures in industrial arc welders and musculo-skeletal disorders in a paper mill. In relation to the instruments, the REBA method (Rapid Evaluation of the whole body) was used in order to determine the ergonomic risk work factor for postures, and the standardized Nordic questionnaire to determine the musculoskeletal symptomatology in the welders. The data was analyzed in the SPSS software, version 23.- | http://201.159.223.2/handle/123456789/3151 |

| Código | Autores | Título | Base de datos | Año | Resumen | Link |
|---------------|--|--|----------------------|------------|--|---|
| P17 | Merino Salazar, Pamela Alexandra Rivas Quevedo, Héctor Andrés | Presencia de sintomatología musculoesquelética por posturas forzadas en los trabajadores de una planta de reproceso de plástico. | Scielo | 2019 | La morbilidad osteoarticular es uno de los padecimientos más frecuentes a nivel mundial tanto en países industrializados como en vías de desarrollo. El objetivo de este estudio fue evaluar la asociación de las exigencias del proceso de trabajo de manufactura de neumáticos con la presencia de lumbalgia y trastornos musculoesqueléticos. También, se evaluó el riesgo de lesión dorsolumbar en un puesto de trabajo por manejo manual de cargas. | https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/3582 |
| P18 | Guerrero Lana, Sylvia Liliana Pozo Yépez, Raúl Marcelo | Posturas forzadas asociado a sintomatología músculo esquelética en los operarios de Industrias Ozz S.A. de la Ciudad de Quito | Repositorio UCE | 2019 | La Ergonomía no se ocupa de los trabajadores, sino de los puestos de trabajo enfermos, se pretende reducir la frecuencia de accidentes, problemas músculo esqueléticos, fatiga, molestias y estrés ambiental. En la actualidad con introducción de nuevas tecnologías y formas de organización del trabajo, la relación de exigencia entre los trabajos físicos y una mayor carga mental se ha invertido, dando lugar a ciertas patologías. En México la patología músculo esquelética es primera causa de morbilidad, según estadísticas del IMSS en 2011. El Sistema del Seguro General de Riesgos del Trabajo del Instituto Ecuatoriano de Seguro Social, afirma aproximadamente 15.000 | http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/18449 |

| Código | Autores | Título | Base de datos | Año | Resumen | Link |
|---------------|--|---|----------------------|------------|--|---|
| | | | | | lesiones osteomusculares producidas en actividades laborales registradas en el 2016, en edades de 30 y 45 años. | |
| P19 | Bonastre Ripoll, Francisco Javier | Redistribución en planta de una nave industrial dedicada a la serigrafía de textiles con instalación de nueva maquinaria y mejora de los espacios para almacenaje | Repositorio UJI | 2020 | El porqué de la realización de este proyecto de redistribución, es la necesidad de implantar nueva maquinaria (impresoras de serigrafías) en una nave que ya dispone de maquinaria (máquinas de coser, cortadora, pistola de pintado, compresores...). También se busca solución a la falta de espacio de almacenaje y trabajo, ya que el espacio que se dispone está mal aprovechado, no se usa la mayoría del espacio vertical del que dispone la nave, por eso, se plantea la construcción de un altillo de acero. | https://repositorio.uji.es/xmlui/handle/10234/191591 |
| P20 | Carrera Álvarez, Esteban Rodrigo Navarrete Ortiz, Karla Elizabeth | Evaluación del riesgo ergonómico por movimientos repetitivos y posturas forzadas a operadores de la ensacadora de agregados para una planta de concreto en Pifo | Repositorio UISEK | 2021 | Los trastornos musculo-esqueléticos son problemas de salud a nivel mundial, en la industria farmacéutica en áreas de empaque movimientos repetitivos y posturas forzadas son comunes, el objetivo de este estudio es evaluar estos riesgos ergonómicos en personal del área de empaque de una industria farmacéutica de la ciudad de Quito y confirmar la correlación con el dolor en el trabajo. Materiales y métodos. Estudio cuali-cuantitativo, se evalúan 53 puestos de trabajo con métodos RULA, OWAS y síntomas | https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/4286 |

| Código | Autores | Título | Base de datos | Año | Resumen | Link |
|---------------|--|---|----------------------|------------|---|---|
| | | | | | de dolor con un Cuestionario de Síntomas de dolor, los resultados se recolectaron en una base de datos, se estableció correlación a través de tablas de contingencia su estadístico Chi Cuadrado con confiabilidad del 95 % y el programa estadístico SPSS. | |
| P21 | Tapia Escalante, Michael Robert Arce Quispe, Christian Martin Martinez Gonzalo, Fred | Análisis y diseño de la distribución de planta para una empresa textil | Repositorio UARM | 2019 | El presente proyecto tesis ha sido desarrollado para poder optar el grado de bachiller y a continuación poder obtener el título de Ingeniero Industrial, este proyecto busca optimizar la producción de una empresa textil, para lo cual aplicaremos los conocimientos y prácticas obtenidos en la facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Antonio Ruiz de Montoya. Para lograr esta mejora vamos aplicar una técnica de Análisis y Diseño de la Distribución de planta. | https://repositorio.uarm.edu.pe/handle/20.500.12833/2007 |
| P22 | Díaz Loor, Ximena Edith | Propuesta de evaluación del riesgo ergonómico en trabajadores del área de bodega de la Empresa Sutin. | Repositorio UG | 2019 | Efectuar una Identificación y Evaluación de los Factores de Riesgos Ergonómicos de los Trabajadores en el área de bodega en la Compañía SUTIN, enfocada en los esfuerzos realizados por el personal al transportar estos pesos. Esta investigación está estructurada en 3 capítulos. En el primer capítulo está estructurado para que el lector entienda los fundamentos legales y | http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/42250 |

| Código | Autores | Título | Base de datos | Año | Resumen | Link |
|---------------|--------------------------------|--|----------------------|------------|--|---|
| | | | | | referenciales de este tipo de estudio, fue necesario plantear los objetivos, el aspecto referencial, conceptual, marco legal, los métodos aplicados, los tipos de investigación. | |
| P23 | Lorena Izabel Ortega Gutiérrez | Diseño de una planta industrial para una fábrica de confección de ropa deportiva | Repositorio USAC | 2019 | Diseñar una planta industrial para un taller de ropa deportiva, optimizando los espacios de los elementos que integran el departamento de producción, así determinar la demanda actual de los productos para analizar el crecimiento constante del taller. | http://www.repositorio.usac.edu.gt/11707/ |

Anexo B. Estudio de tiempos

En el Anexo B se muestra el estudio de tiempos de cada una de las operaciones que existe en el área de postcosecha.

Recepción de flor

Tabla 59. Actividades de operación de recepción de flor


|  | Descripción de las actividades |
|--|---|
| Operación | Recepción de flor |
| Herramienta | Mallas de flor |
| Material | Flores |
| Producto obtenido | Mallas en tanques de agua |
| Nomenclatura | Descripción |
| A | Trasladar mallas de vehículo al área de recepción |
| B | Anotar pedido recibido |
| C | Fumigación |
| Para un tiempo de ciclo de 2,00– 5,00 el número de observaciones es de 15 según la Tabla de General. Electric. | |

Tabla 60. Estudio de tiempos del proceso de recepción de flor

| Proceso | Actividad | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | T11 | T12 | T13 | T14 | T15 | Σ | TM | V | TN |
|--|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|
| Recepción de flor | Trasladar malla de vehículo al área de recepción | 42,05 | 47,6 | 39,52 | 53,73 | 36,68 | 37,65 | 40,45 | 42,98 | 45,67 | 50,38 | 44,23 | 41,87 | 48,61 | 51,25 | 46,70 | 669,37 | 44,62 | 100% | 44,62 |
| | Anotar pedido recibido | 59,45 | 67,45 | 62,56 | 65,26 | 68,73 | 60,54 | 63,67 | 62,05 | 68,73 | 66,98 | 65,14 | 63,56 | 67,86 | 61,45 | 68,26 | 971,69 | 64,78 | 100% | 64,78 |
| | Fumigación | 45,56 | 55,78 | 58,74 | 52,34 | 53,78 | 47,78 | 56,78 | 56,78 | 55,14 | 57,98 | 46,28 | 48,25 | 50,92 | 51,63 | 49,29 | 786,77 | 52,45 | 100% | 52,45 |
| Tiempo manual (TM) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 161,86 | |
| Tiempo básico (TB) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 161,86 | |
| Nota: TM: tiempo promedio, V valoración, TN tiempo básico por actividad.(TN=TM*V). | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |


Tabla 61. Suplementos y tiempo estándar proceso recepción de flor

| Suplemento | | | | | |
|------------------------|--------|------------|-------------------|----------------------------|---|
| Género del operario | Hombre | Operación: | Recepción de flor | | |
| Valoración | | | | | |
| | | | Descripción | | |
| Suplementos constantes | | | A | Por necesidades personales | 5 |
| | | | B | Por fatiga | 4 |
| Valoración | | | | | |
| Suplementos Variables | | | A | Trabajo de pie | 2 |
| | | | B | Postura anormal | 0 |
| | | | C | Energía muscular | 0 |
| | | | D | Iluminación | 0 |
| | | | E | Concentración intensa | 0 |
| | | | F | Ruido | 0 |
| | | | G | Tensión mental | 0 |
| | | | H | Monotonía | 0 |
| | | | I | Tedio | - |

| Suplemento | | | |
|--|-----------------|-------------------|-------------------|
| Género del operario | Hombre | Operación: | Recepción de flor |
| Porcentaje final por operación de suplementos | | | 11% |
| Tiempos en segundos | Manual | | 161,86 |
| | Máquina | | 0,00 |
| | Básico | | 161,86 |
| | Estándar | | 179,67 |

Embonchado

Tabla 62. Actividades de operación de embonchado

|  | | Descripción de las actividades |
|---|--|---|
| Operación | | Embonchado |
| Herramienta | | Lamina, separadores y ligas de seguridad |
| Material | | Flores |
| Producto obtenido | | Bonche de 25 flores |
| Nomenclatura | | Descripción |
| A | | Trasladar la flor al área de embonchado |
| B | | Colocar lámina de cartón |
| C | | Armar bonche con 25 flores |
| D | | Sellar lámina de 25 flores con grapas |
| E | | Etiquetar el tipo y fecha de la flor |
| F | | Cortar tallo de la flor a la medida necesaria |

| | |
|---|--|
| G | Colocar ligas de seguridad en el tallo |
| Para un tiempo de ciclo de 5,00– 10,00 el número de observaciones es de 10 según la Tabla de General. Electric. | |

Tabla 63. Estudio de tiempos del proceso de embonchado

| Proceso | Actividad | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | Σ | TM | V | TN |
|--|--|------------|-----------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|-----------|--------------|------------|----------|------------|
| Embonchado | Trasladar la flor al área de embonchado | 85,6 0 | 95, 14 | 96,1 5 | 92,8 4 | 87,60 | 87,3 4 | 89,6 8 | 95,1 4 | 96,1 5 | 88, 34 | 913,96 25 | 91,4 0 | 100 % | 91,4 0 |
| | Colocar lámina de cartón y papel periódico con separadores | 65,6 5 | 62, 85 | 72,9 5 | 71,1 5 | 67,81 | 68,2 8 | 69,9 5 | 71,4 5 | 67,8 1 | 70, 28 | 688,18 | 68,8 2 | 100 % | 68,8 2 |
| | Armar bonche con 25 flores | 290, 87 | 333 ,6 | 340, 05 | 331, 55 | 306,0 01 | 298, 76 | 337, 87 | 311, 05 | 296, 97 | 319 ,9 | 3166,6 2 | 316, 66 | 100 % | 316, 66 |
| | Sellar lámina de 25 flores con grapas | 48,8 1 | 53, 10 | 54,5 5 | 49,0 5 | 48,70 | 55,5 5 | 50,8 1 | 49,9 1 | 47,8 1 | 51, 71 | 510,01 | 51,0 0 | 100 % | 51,0 0 |
| | Etiquetar el tipo y fecha de la flor | 14,0 8 | 15, 04 | 14,3 6 | 16,1 2 | 17,19 | 15,6 5 | 15,0 4 | 14,6 5 | 16,1 9 | 17, 05 | 155,37 | 15,5 4 | 100 % | 15,5 4 |
| | Cortar tallo de la flor a la medida necesaria | 41,2 8 | 48, 92 | 46,1 6 | 42,2 9 | 43,84 | 46,6 3 | 43,7 5 | 48,9 2 | 44,8 6 | 41, 42 | 448,07 | 44,8 1 | 100 % | 44,8 1 |
| | Colocar ligas de seguridad en el tallo | 27,7 2 | 24, 48 | 33,2 4 | 25,7 6 | 26,92 | 32,4 6 | 26,6 5 | 28,8 4 | 26,9 2 | 31, 76 | 284,75 | 28,4 8 | 100 % | 28,4 8 |
| Tiempo manual (TM) | | | | | | | | | | | | | | | 616, 70 |
| Tiempo básico (TB) | | | | | | | | | | | | | | | 616, 70 |
| Nota: TM: tiempo promedio, V valoración, TN tiempo básico por actividad.(TN=TM*V). | | | | | | | | | | | | | | | |


Tabla 64. Suplementos y tiempo estándar proceso embonchado

| Suplemento | | | |
|----------------------------|-------|-------------------|------------|
| Género del operario | Mujer | Operación: | Embonchado |

| Valoración | | | |
|--|-----------------|----------------------------|-------|
| Suplementos constantes | Descripción | | Valor |
| | A | Por necesidades personales | 7 |
| B | Por fatiga | 4 | |
| Valoración | | | |
| Suplementos Variables | A | Trabajo de pie | 4 |
| | B | Postura anormal | 1 |
| | C | Energía muscular | 0 |
| | D | Iluminación | 0 |
| | E | Concentración intensa | 0 |
| | F | Ruido | 0 |
| | G | Tensión mental | 0 |
| | H | Monotonía | 1 |
| | I | Tedio | - |
| Porcentaje final por operación de suplementos | | 17% | |
| Tiempos en segundos | Manual | 616,70 | |
| | Máquina | 0,00 | |
| | Básico | 616,70 | |
| | Estándar | 721,54 | |

Bodega

Tabla 65. Actividades de operación de bodega

|  | Descripción de las actividades |
|--|--------------------------------------|
| Operación | Envió a bodega |
| Herramienta | Capuchón |
| Material | Flores |
| Producto obtenido | Bonches con capuchón para protección |

| Nomenclatura | Descripción |
|--|-------------------------------------|
| A | Traslado a la bodega |
| B | Inspeccionar trip´s en el bonche |
| C | Colocar capuchón |
| D | Traslado a gavetas para empaquetado |
| Para un tiempo de ciclo de 2,00– 5,00 el número de observaciones es de 15 según la Tabla de General. Electric. | |

Tabla 66. Estudio de tiempos del proceso de bodega

| Proceso | Actividad | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | T11 | T12 | T13 | T14 | T15 | Σ | TM | V | TN |
|---|--|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------|----------|------------|
| Bodega | Traslado a la bodega | 25,4 5 | 20, 05 | 23, 35 | 25, 70 | 23, 90 | 24, 65 | 22, 84 | 25, 45 | 24, 93 | 22, 28 | 22,8 9 | 23,9 0 | 25, 03 | 24, 19 | 22, 90 | 357,4 9 | 23, 83 | 10 0% | 23,8 3 |
| | Inspeccionar trip´s en el bonche | 20,7 5 | 24, 95 | 23, 25 | 23, 30 | 23, 50 | 21, 23 | 22, 28 | 21, 85 | 23, 50 | 24, 54 | 22,7 9 | 21,7 4 | 22, 76 | 20, 75 | 24, 28 | 341,4 5 | 22, 76 | 10 0% | 22,7 6 |
| | Colocar capuchón (funda plástica) con cinta adhesiva | 100, 65 | 94, 40 | 92, 79 | 95, 05 | 96, 05 | 98, 09 | 94, 40 | 92, 48 | 97, 66 | 98, 85 | 101, 83 | 103, 55 | 99, 06 | 96, 51 | 99, 28 | 1460, 6375 | 97, 38 | 10 0% | 97,3 8 |
| | Traslado a gavetas para empaquetado | 19,2 0 | 21, 75 | 18, 65 | 20, 50 | 17, 75 | 18, 73 | 21, 04 | 19, 01 | 20, 16 | 21, 75 | 21,0 9 | 21,2 8 | 19, 78 | 17, 75 | 21, 55 | 299,9 75 | 20, 00 | 10 0% | 20,0 0 |
| Tiempo manual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 163, 97 |
| Tiempo básico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 163, 97 |
| Nota: TM: tiempo promedio, V valoración, TN tiempo básico por actividad. (TN=TM*V). | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 67. Suplementos y tiempo estándar proceso de bodega

| Suplemento | | | |
|--|-----------------|----------------------------|---------------|
| Género del operario | Hombre | Operación: | Bodega |
| Valoración | | | |
| Suplementos constantes | Descripción | | Valor |
| | A | Por necesidades personales | 5 |
| | B | Por fatiga | 4 |
| Valoración | | | |
| Suplementos Variables | A | Trabajo de pie | 2 |
| | B | Postura anormal | 0 |
| | C | Energía muscular | 0 |
| | D | Iluminación | 0 |
| | E | Concentración intensa | 0 |
| | F | Ruido | 0 |
| | G | Tensión mental | 0 |
| | H | Monotonía | 0 |
| | I | Tedio | - |
| Porcentaje final por operación de suplementos | | | 11 % |
| Tiempos en segundos | Manual | | 163,97 |
| | Máquina | | 0,00 |
| | Básico | | 163,97 |
| | Estándar | | 182,06 |

Empaquetado

Tabla 68. Actividades de operación de empaquetado


|  | Descripción de las actividades |
|---|--|
| Operación | Empaquetado |
| Herramienta | Cartón y cinta de sujeción |
| Material | Flores |
| Producto obtenido | Cajas de bonches de acuerdo al cliente |
| Nomenclatura | Descripción |
| A | Tomar cartones y colocar en el área de empaquetado |
| B | Armar fondo, tapa y colocar grapas |
| C | Ubicar cartones |
| D | Tomar bonches y colocar en el fondo (cartón) |
| E | Asegurar bonches con cinta de sujeción y bincha plástica |
| F | Colocar tapa del cartón |
| G | Sellar completamente el cartón con cinta de sujeción |
| H | Colocar etiquetas de dirección de destino en ambos extremos del cartón |
| Para un tiempo de ciclo de 5,00– 10,00 el número de observaciones es de 10 según la Tabla de General. Electric. | |

Tabla 69. Estudio de tiempos del proceso de empaquetado

| Proceso | Actividad | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | Σ | TM | V | TN |
|--|--|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|------------|-----------|----------|------------|
| Empaquetado | Tomar cartones y colocar en el área de empaçado | 5,1 2 | 5,16 | 4,8 9 | 4,7 4 | 5,0 4 | 4,9 8 | 5,0 4 | 4,74 | 5,54 | 4,9 9 | 50,2 4 | 5,0 2 | 100 % | 5,02 |
| | Armar fondo, tapa y colocar grapas | 92, 74 | 105, 63 | 92, 17 | 99, 72 | 93, 45 | 95, 12 | 98, 36 | 102, 73 | 103, 26 | 99, 42 | 982, 6 | 98, 26 | 100 % | 98,2 6 |
| | Ubicar cartones | 11, 01 | 9,39 | 10, 64 | 9,7 1 | 10, 45 | 11, 76 | 11, 84 | 11,2 5 | 10,9 2 | 10, 53 | 107, 5 | 10, 75 | 100 % | 10,7 5 |
| | Tomar bonches y colocar en el fondo (cartón) | 33, 42 | 30,6 2 | 29, 68 | 32, 74 | 33, 57 | 30, 12 | 31, 52 | 33,8 2 | 31,3 7 | 30, 24 | 317, 1 | 31, 71 | 100 % | 31,7 1 |
| | Asegurar bonches con cinta de sujeción y bincha plástica | 57, 21 | 56,9 7 | 54, 65 | 67, 62 | 54, 86 | 60, 37 | 63, 13 | 66,9 1 | 59,5 3 | 57, 24 | 598, 49 | 59, 85 | 100 % | 59,8 5 |
| | Colocar tapa del cartón | 19, 75 | 16,6 5 | 22, 71 | 15, 6 | 15, 9 | 20, 48 | 21, 84 | 18,4 7 | 17,6 4 | 21, 43 | 190, 47 | 19, 05 | 100 % | 19,0 5 |
| | Sellar completamente el cartón con cinta de sujeción | 66, 15 | 58,5 | 69, 57 | 62, 04 | 57, 12 | 62, 68 | 65, 91 | 60,2 6 | 59,7 2 | 61, 52 | 623, 47 | 62, 35 | 100 % | 62,3 5 |
| | Colocar etiquetas de dirección de destino en ambos extremos del cartón | 19, 45 | 14,6 5 | 22, 88 | 18, 11 | 17, 56 | 20, 81 | 17, 19 | 19,8 1 | 21,7 1 | 20, 58 | 192, 75 | 19, 28 | 100 % | 19,2 8 |
| Tiempo manual (TM) | | | | | | | | | | | | | | | 306, 26 |
| Tiempo básico (TB) | | | | | | | | | | | | | | | 306, 26 |
| Nota: TM: tiempo promedio, V valoración, TN tiempo básico por actividad.(TN=TM*V). | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 70. Suplementos y tiempo estándar proceso de empaquetado

| Suplemento | | | |
|--|-----------------|----------------------------|---------------|
| Género del operario | Hombre | Operación: | Empaquetado |
| Valoración | | | |
| Suplementos constantes | Descripción | | Valor |
| | A | Por necesidades personales | 5 |
| | B | Por fatiga | 4 |
| Valoración | | | |
| Suplementos Variables | A | Trabajo de pie | 2 |
| | B | Postura anormal | 0 |
| | C | Energía muscular | 0 |
| | D | Iluminación | 0 |
| | E | Concentración intensa | 0 |
| | F | Ruido | 0 |
| | G | Tensión mental | 0 |
| | H | Monotonía | 0 |
| | I | Tedio | 0 |
| Porcentaje final por operación de suplementos | | | 11% |
| Tiempos en segundos | Manual | | 306,26 |
| | Máquina | | 0,00 |
| | Básico | | 306,26 |
| | Estándar | | 339,95 |

Almacenamiento

Tabla 71. Actividades de operación de almacenamiento


|  | Descripción de las actividades |
|---|---|
| Operación | Almacenamiento |
| Herramienta | Cuarto frío |
| Material | Flores |
| Producto obtenido | Guardar cajas terminadas en cuarto frío |
| Nomenclatura | Descripción |
| A | Traslado al cuarto frío |
| Para un tiempo de ciclo de 5,00– 10,00 el número de observaciones es de 10 según la Tabla de General. Electric. | |

Tabla 72. Estudio de tiempos del proceso de almacenamiento

| Proceso | Actividad | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | Σ | TM | V | TN |
|---|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| Almacenamiento | Traslado al cuarto frío | 22,25 | 19,87 | 23,45 | 20,78 | 21,76 | 108,1 | 21,62 | 100% | 21,62 |
| Tiempo básico de ciclo | | | | | | | | | | 21,62 |
| T.M.A | | | | | | | | | | 21,62 |
| Nota: TM: tiempo promedio, V valoración, TN tiempo básico por actividad. (TN=TM*V), T.M.A tiempo manual | | | | | | | | | | |

Tabla 73. Suplementos y tiempo estándar proceso recepción de flor

| Suplemento | | | |
|--|--------|----------------------------|----------------|
| Género del operario | Hombre | Operación: | Almacenamiento |
| Valoración | | | |
| | | Descripción | Valor |
| Suplementos constantes | A | Por necesidades personales | 5 |
| | B | Por fatiga | 4 |
| Valoración | | | |
| Suplementos Variables | A | Trabajo de pie | 2 |
| | B | Postura anormal | 0 |
| | C | Energía muscular | 1 |
| | D | Iluminación | 0 |
| | E | Concentración intensa | 0 |
| | F | Ruido | 0 |
| | G | Tensión mental | 0 |
| | H | Monotonía | 0 |
| | I | Tedio | - |
| Porcentaje final por operación de suplementos | | | 12% |
| Tiempos en segundos | | Manual | 21,62 |
| | | Máquina | 0,00 |
| | | Básico | 21,62 |
| | | Estándar | 24,21 |

Envío

Tabla 74. Actividades de operación de almacenamiento


| | |
|---|---|
|  | Descripción de las actividades |
| Operación | Envío |
| Herramienta | Camión |
| Material | Flores |
| Producto obtenido | Envío de cajas al camión para su distribución |
| Nomenclatura | Descripción |
| A | Traslado al camión de envío |
| Para un tiempo de ciclo de 5,00– 10,00 el número de observaciones es de 10 según la Tabla de General. Electric. | |

Tabla 75. Estudio de tiempos del proceso de almacenamiento

| Proceso | Actividad | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | Σ | TM | V | TN |
|--|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| Envío | Traslado al camión de envío | 26,26 | 27,47 | 31,73 | 28,49 | 30,45 | 144,4 | 28,88 | 100% | 28,88 |
| Tiempo básico de ciclo | | | | | | | | | | 28,88 |
| T.M.A | | | | | | | | | | 28,88 |
| Nota: TM: tiempo promedio, V valoración, TN tiempo básico por actividad.(TN=TM*V), T.M.A tiempo manual | | | | | | | | | | |

Tabla 76. Suplementos y tiempo estándar proceso recepción de flor

| Suplemento | | | |
|--|-------------|----------------------------|----------------|
| Género del operario | Hombre | Operación: | Almacenamiento |
| Valoración | | | |
| Suplementos constantes | Descripción | | Valor |
| | A | Por necesidades personales | 5 |
| | B | Por fatiga | 4 |
| Valoración | | | |
| Suplementos Variables | A | Trabajo de pie | 2 |
| | B | Postura anormal | 0 |
| | C | Energía muscular | 1 |
| | D | Iluminación | 0 |
| | E | Concentración intensa | 0 |
| | F | Ruido | 0 |
| | G | Tensión mental | 0 |
| | H | Monotonía | 0 |
| | I | Tedio | - |
| Porcentaje final por operación de suplementos | | | 12% |
| Tiempos en segundos | | Manual | 28,88 |
| | | Máquina | 0,00 |
| | | Básico | 28,88 |
| | | Estándar | 32,35 |

Anexo C. Sistema de suplementos por descanso porcentajes de los Tiempos Básicos.

En la tabla C1 del Anexo C se muestra el sistema de suplementos por descanso.

Tabla C1. Suplementos constantes y variables

| 1. SUPLEMENTOS CONSTANTES | | Hombres | Mujeres | | | | |
|---|--|---------|---------|---|---------|--|--|
| A. Suplemento por necesidades personales | | 5 | 7 | | | | |
| B. Suplemento base por fatiga | | 4 | 4 | | | | |
| 2. SUPLEMENTOS VARIABLES | | Hombres | Mujeres | Hombres | Mujeres | | |
| A. Suplemento por trabajar de pie | | 2 | 4 | 4 | 45 | | |
| B. Suplemento por postura anormal | | | | 2 | 100 | | |
| Ligeramente incómoda | | 0 | 1 | F. Concentración intensa | | | |
| incómoda (inclinado) | | 2 | 3 | Trabajos de cierta precisión | | | |
| Muy incómoda (echado, estirado) | | 7 | 7 | Trabajos precisos o fatigosos | | | |
| C. Uso de fuerza/energía muscular | | | | Trabajos de gran precisión o muy fatigosos | | | |
| (Levantar, tirar, empujar) | | | | G. Ruido | | | |
| Peso levantado [kg] | | | | Continuo | | | |
| 2,5 | | 0 | 1 | Intermitente y fuerte | | | |
| 5 | | 1 | 2 | Intermitente y muy fuerte | | | |
| 10 | | 3 | 4 | Estridente y fuerte | | | |
| 25 | | 9 | 20 | H. Tensión mental | | | |
| 35,5 | | 22 | máx | Proceso bastante complejo | | | |
| D. Mala iluminación | | | | Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos | | | |
| Ligeramente por debajo de la potencia calculada | | 0 | 0 | Muy complejo | | | |
| Bastante por debajo | | 2 | 2 | I. Monotonía | | | |
| Absolutamente insuficiente | | 5 | 5 | Trabajo algo monótono | | | |
| E. Condiciones atmosféricas | | | | Trabajo bastante monótono | | | |
| Índice de enfriamiento Kata | | | | Trabajo muy monótono | | | |
| 16 | | 0 | | J. Tedio | | | |
| 8 | | 10 | | Trabajo algo aburrido | | | |
| | | | | Trabajo bastante aburrido | | | |
| | | | | Trabajo muy aburrido | | | |

Anexo D. Valoración del ritmo de trabajo

En la tabla D1 del Anexo D se muestra la tabla de valoración del ritmo de trabajo.

Tabla D1. Valoración del ritmo de trabajo

| Escalas | | | | Descripción del Desempeño | Velocidad de Marcha Comparable* (Km/h) |
|---------|----------|-----------|----------------------------|---|--|
| 60 - 80 | 75 - 100 | 100 - 133 | 0 - 100 Norma Británica | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | Actividad Nula | |
| 40 | 50 | 67 | 50 | Muy lento, movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo | 3.2 |
| 60 | 75 | 100 | 75 | Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado, parece lento, pero no pierde tiempo a drede mientras lo observan | 4.5 |
| 80 | 100 | 133 | 100 Ritmo tipo | Activo, capaz, como de obrero calificado medio pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado | 6.4 |
| 100 | 125 | 167 | 125 | Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos muy por encima del obrero calificado medio | 8 |
| 120 | 150 | 200 | 150 | Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos periodos; actuación de "virtuoso", sólo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes | 9.6 |

Anexo E. Consentimiento informado

En el Anexo E se muestra el consentimiento informado realizado a los trabajadores de la empresa.

ACTA DE CONSENTIMIENTO

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN: REDISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES BAJO UN ENFOQUE ERGONÓMICO DE LOS PUESTOS DE TRABAJO EN EL ÁREA DE POSTCOSECHA DE LA EMPRESA FLOWERS GEM.

NOMBRE DEL INVESTIGADOR: Julio Andrés Guano Gutiérrez

El presente proyecto de investigación tiene como finalidad evaluar el riesgo ergonómico por posturas forzadas y movimientos repetitivos en el personal del área de post cosecha, de tal forma que nos permita establecer medidas preventivas que eliminen o al menos minimicen los efectos de este riesgo sobre la salud de los trabajadores.

La participación en esta investigación es voluntaria, cabe recalcar que toda la información que se recoja es confidencial y no se utilizara para ningún otro propósito fuera de los de la investigación. Durante el desarrollo del proyecto usted puede realizar preguntas en el momento que lo requiera para aclarar sus dudas.

Por medio de la presente. Yo..... con cédula de identidad N°.....otorgo la presente carta de consentimiento aceptando mi participación voluntaria y permitiendo el uso de mis datos personales para la presente investigación, para la cual he sido informado previamente. Además, para el uso de las fotografías, videos y otro tipo de material escrito que se encuentran realizando con fines investigativos.

.....

FIRMA DEL TRABAJADOR

Anexo F. Encuesta aplicada

| | | |
|---|--|---|
| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | |
|  | “REDISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES BAJO UN ENFOQUE ERGONÓMICO DE LOS PUESTOS DE TRABAJO EN EL ÁREA DE POSTCOSECHA DE LA EMPRESA FLOWERS GEM” |  |

| | | | |
|--|--------------------|---------------|---------------------|
| Autor: | Julio Andrés Guano | Tutor: | Ing. Israel Naranjo |
| ENCUESTA | | | |
| <p>Información: La presente encuesta está enfocada en el personal del área de postcosecha, con la finalidad de conocer las condiciones laborales y las molestias o dolencias percibidas por los trabajadores como consecuencia de la realización de sus actividades laborales. La información obtenida es de único uso para la investigación y cuenta con las garantías de privacidad y confidencialidad.</p> <p>Lea detenidamente cada pregunta y marque con una “X” la opción que considere que más se ajuste a su situación actual.</p> <p>Información personal:</p> <p>1. ¿Cuál es su sexo?</p> <p>a) Masculino <input type="checkbox"/></p> <p>b) Femenino <input type="checkbox"/></p> <p>2. ¿Qué edad tiene usted?</p> <p>a) Entre 18 y 30 <input type="checkbox"/></p> <p>b) Entre 31 y 45 <input type="checkbox"/></p> <p>c) Más de 46 <input type="checkbox"/></p> <p>3. ¿Cuál es su tiempo de trabajo en la Empresa?</p> | | | |

a) 1 mes -2 años

b) Entre 3 y 6 años

c) Más de 6 años

4. ¿Qué actividad realiza en la Post-cosecha?

a) Recepción

b) Clasificación

c) Embonchado

d) Empaquetado

5. Para realizar su actividad de trabajo aplica, mucho esfuerzo, mediano esfuerzo o un esfuerzo normal, considerando que mucho esfuerzo se encuentra en el rango de (8-10), mediano esfuerzo (4-7) y esfuerzo normal (1-3).

a) Mucho esfuerzo

b) Mediano esfuerzo

c) Esfuerzo normal

6. ¿Ha tenido alguna dolencia de tipo muscular por causa de su actividad laboral?

a) Si

b) No

7. ¿Las molestias que ha presenciado le han impedido realizar correctamente su trabajo?

a) Si

b) No

8. ¿Cuántas veces al año se ha ausentado de sus labores por problemas de salud?

a) Ninguna

b) Entre 1 y 2

c) 3 o más

9. ¿Le han realizado exámenes preventivos de tipo muscular por alguna molestia o dolores que ha tenido en los últimos 12 meses?

a) Si

b) No

10. Dentro de la jornada diaria. ¿Se ha establecido un tiempo para la realización de descansos o pausas?

a) Si

b) No

Nota: Su colaboración nos permitirá implantar medidas preventivas que garanticen su bienestar mediante una mejora de las condiciones de trabajo.

Gracias por su colaboración

Anexo G.- Método Ocra

En el Anexo G se muestra el procedimiento utilizado del método Checklist OCRA.

Procedimiento para Evaluación aplicando el método Checklist OCRA

- 1. Datos Organizativos:** Evaluar la duración neta ciclo de trabajo y del movimiento repetitivo y la duración neta del ciclo de trabajo.

Tabla 77. Evaluación de la tarea neta repetitiva y del ciclo

| DESCRIPCIÓN | | MINUTOS |
|-------------------------------------|-------------|---------|
| Duración del movimiento | Oficial | |
| | Real | |
| Pausas oficiales | Contractual | |
| otras Pausas | | |
| Almuerzo | Oficial | |
| | Real | |
| Tareas no repetitivas | oficial | |
| | Real | |
| Duración neta de tareas repetitivas | | |
| número de unidades o ciclos | previstos | |
| | Reales | |
| Duración neta del ciclo | | |
| duración del ciclo observado | | |

Nota: Tomado de Solbes, E. M. Identificación y valuación de riesgos ergonómicos relativos a la carga física en una explotación vacuna.

Duración neta de la tarea repetitivas

$$= \text{Duración del movimiento} - \text{pausas oficiales} \\ - \text{otras pausas} - \text{almuerzo} - \text{tareas no repetitivas}$$

De esta manera se obtiene el factor de duración de la tarea:

$$\text{Duración ciclo}(s) = \frac{\text{Duración neta de la tarea repetitivas (min)} * 60}{N \text{ de ciclos}}$$

- 2. Factor de recuperación:** Se determinan la frecuencia de los momentos de recuperación, su duración y distribución dentro de la tarea repetitiva, de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 78. Puntuación del factor de recuperación

| Factor de recuperación | Puntos |
|---|---------------|
| Existe una interrupción de al menos 8/10 minutos cada hora (incluyendo pausa para comer); o bien, el tiempo de recuperación está dentro del ciclo. | 0 |
| Existen dos interrupciones en la mañana y dos por la tarde (más una pausa para comer) de una duración mínima de 8 – 10 minutos en el turno de 7 – 8 horas, o como mínimo 4 interrupciones además de la pausa para comer, ó 4 interrupciones de 8 – 10 minutos en el turno de 6 horas. | 2 |
| Existen 2 pausas de una duración mínima de 8 – 10 minutos cada una en el turno de 6 horas (sin pausa para comer); o bien, 3 pausas más una pausa para comer en el turno de 7 – 8 horas. | 3 |
| Existen 2 interrupciones (más una pausa para comer) de una duración mínima de 8 – 10 minutos en el turno de 7 – 8 horas (o 3 pausas, pero ninguna para comer); o bien, en el turno de 6 horas, una pausa de al menos 8-10 minutos. | 4 |
| En el turno de 7 horas, sin pausa para comer, existe sólo una pausa de al menos 10 minutos; o bien, en el turno de 8 horas existe una única pausa para comer, la cual no cuenta como horas de trabajo. | 6 |
| No existen pausas reales, excepto algunos minutos (menos de 5) en el turno de 7 – 8 horas | 10 |

Nota: Tomado de Solbes, E. M. Identificación y evaluación de riesgos ergonómicos relativos a la carga física en una explotación vacuna.

3. Factor de Frecuencia. Determinan el factor de frecuencia para establecer las acciones ya sean dinámicas o estáticas.

Tabla 79. Puntuación del factor de frecuencia por acciones dinámicas

| Acciones técnicas dinámicas | Puntos |
|--|---------------|
| Los movimientos de los brazos son lentos con posibilidad de frecuentes interrupciones (20 acciones/minuto). | 0 |
| Los movimientos de los brazos no son demasiado rápidos (30 acciones/minuto o una acción cada 2 segundos), con posibilidad de breves interrupciones | 1 |
| Los movimientos de los brazos son bastante rápidos (cerca de 40 acciones/min.) pero con posibilidad de breves interrupciones | 3 |

| | |
|---|----|
| Los movimientos de los brazos son bastante rápidos (cerca de 40 acciones/min.) la posibilidad de interrupciones es más escasa e irregular | 4 |
| Los movimientos de los brazos son rápidos y constantes (cerca de 50 acciones/min.) | 6 |
| Los movimientos de los brazos son muy rápidos y constantes (60 acciones/min.) | 8 |
| Frecuencia muy alta (70 acciones/min. o más) | 10 |

Nota: Tomado de Solbes, E. M. Identificación y evaluación de riesgos ergonómicos relativos a la carga física en una explotación vacuna.

Tabla 80. Puntuación del factor de frecuencia por acciones estáticas

| Acciones técnicas estáticas | Puntos |
|--|--------|
| Un objeto es mantenido en presa estática por una duración de al menos 5 s. consecutivos y esta acción dura 2/3 del tiempo ciclo o del período de observación | 2,5 |
| Un objeto es mantenido en presa estática por una duración de al menos 5 s. consecutivos y esta acción dura TODO el tiempo ciclo o el período de observación | 4,5 |

Nota: Tomado de Solbes, E. M. Identificación y evaluación de riesgos ergonómicos relativos a la carga física en una explotación vacuna.

- 4. Factor de Fuerza.** El método considera significativa la fuerza realizada con los brazos y/o manos al menos una vez además la aplicación esta fuerza debe estar presente durante todo el movimiento repetitivo.

Acciones con requerimiento de fuerza:

Tabla 81. Acciones

| Acciones |
|--|
| Es necesario empujar o tirar de palancas |
| Es necesario pulsar botones |
| Es necesario cerrar o abrir |
| Es necesario manejar o apretar componentes |
| Es necesario utilizar herramientas |
| Es necesario elevar o sujetar objetos |

Nota: Tomado de Solbes, E. M. Identificación y evaluación de riesgos ergonómicos relativos a la carga física en una explotación vacuna.

En función de la intensidad del esfuerzo obtener la puntuación de las siguientes tablas:

Tabla 82. Escala de Borg

| Intensidad del esfuerzo | Escala |
|--------------------------------|---------------|
| Ligero | <=2 |
| Un poco duro | 3 |
| Duro | 4-5 |
| Muy duro | 6-7 |
| Cercano al máximo | 7 |

Nota: Tomado de Solbes, E. M. Identificación y evaluación de riesgos ergonómicos relativos a la carga física en una explotación vacuna.

Par fuerza moderada:

Tabla 83. Fuerza moderada (3-4 escala de Borg)

| Duración | Puntos |
|---------------------------------|---------------|
| 1/3 de tiempo | 2 |
| Más o menos la mitad del tiempo | 4 |
| Más de la mitad del tiempo | 6 |
| Casi todo el tiempo | 8 |

Nota: Tomado de Solbes, E. M. Identificación y evaluación de riesgos ergonómicos relativos a la carga física en una explotación vacuna.

Para fuerza intensa:

Tabla 84. Fuerza intensa (5-6-7 escala de Borg)

| Duración | Puntos |
|----------------------------|---------------|
| 2 segundos cada 10 minutos | 4 |
| 1% del tiempo | 8 |
| 5% del tiempo | 16 |
| Más del 10% del tiempo | 24 |

Nota: Tomado de Solbes, E. M. Identificación y evaluación de riesgosergonómicos relativos a la carga física en una explotación vacuna.

Para fuerza máxima:

Tabla 85. Fuerza intensa (8 y más escala de Borg)

| Duración | Puntos |
|----------------------------|--------|
| 2 segundos cada 10 minutos | 6 |
| 1% del tiempo | 12 |
| 5% del tiempo | 24 |
| Más del 10% del tiempo | 32 |

Nota: Tomado de Solbes, E. M. Identificación y evaluación de riesgosergonómicos relativos a la carga física en una explotación vacuna.

5. Factor de Postura. Esta valoración se obtiene a partir de la evaluación de la ~~p~~ puntuación del hombro, del codo, de la muñeca y de las manos.

$$F. \text{postura} = \text{MAXIMO}(\text{puntuación de hombro, codo, muñeca, manos} + \text{movimientos esteretipados})$$

Puntuaciones de cada grupo corporal:

Tabla 86. Puntuación factor de postura de hombro

| Hombro | Puntos |
|---|--------|
| El/los brazos no descansan sobre la superficie de trabajo, sino que están ligeramente elevados durante algo más de la mitad del tiempo. | 1 |
| Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por casi un 10% del tiempo | 2 |
| Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por casi 1/3 del tiempo | 6 |
| Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por más de la mitad del tiempo | 12 |
| Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por casi todo el tiempo | 24 |

Nota: Tomado de Solbes, E. M. Identificación y evaluación de riesgosergonómicos relativos a la carga física en una explotación vacuna.

Tabla 87. Puntuación factor de postura del codo

| Codo | Puntos |
|---|--------|
| El codo debe realizar amplios movimientos de flexo-extensión o pronosupinación, movimientos bruscos cerca de 1/3 del tiempo | 2 |
| El codo debe realizar amplios movimientos de flexo-extensión o pronosupinación, movimientos repentinos por más de la mitad del tiempo | 4 |
| Codo | Puntos |
| El codo debe realizar amplios movimientos de flexo-extensión o pronosupinación, movimientos repentinos por casi todo el tiempo | 8 |

Nota: Tomado de Solbes, E. M. Identificación y evaluación de riesgosergonómicos relativos a la carga física en una explotación vacuna.

Tabla 88. Puntuación factor de postura de la muñeca

| Muñeca | Puntos |
|--|--------|
| La muñeca debe doblarse en una posición extrema o adoptar posturas molestas (amplias flexiones, extensiones o desviaciones laterales) por lo menos 1/3 del tiempo. | 2 |
| La muñeca debe doblarse en una posición extrema o adoptar posturas molestas por más de la mitad del tiempo | 4 |
| La muñeca debe doblarse en una posición extrema por casi todo el tiempo | 8 |

Nota: Tomado de Solbes, E. M. Identificación y evaluación de riesgosergonómicos relativos a la carga física en una explotación vacuna.

6. Agarres de objetos:

Tabla 89. Agarres

| Acciones |
|---------------------------------------|
| Los dedos están apretados |
| La mano está casi abierta |
| los dedos están en forma de gancho |
| Es necesario elevar o sujetar objetos |
| Otros tipos de agarre similares |

Nota: Tomado de Solbes, E. M. Identificación y evaluación de riesgos ergonómicos relativos a la carga física en una explotación vacuna.

7. Postura de agarres de objetos:

Tabla 90. factor de postura agarre

| Duración | Puntos |
|----------------------------|--------|
| Alrededor de 1/3 de tiempo | 2 |
| Más de la mitad del tiempo | 4 |
| Casi todo el tiempo | 8 |

Nota: Tomado de: Solbes, E. M. Identificación y valuación de riesgos ergonómicos relativos a la carga física en una explotación vacuna.

8. Movimientos estereotipados

Tabla 91. Puntuación de movimientos estereotipados

| Movimientos estereotipados | Puntos |
|---|--------|
| Presencia del movimiento del hombro y/o codo y/o muñeca y/o manos idénticos, repetidos por más de la mitad del tiempo (o tiempo de ciclo entre 8 y 15 segundos en que prevalecen las acciones técnicas, incluso distintas entre ellas, de los miembros superiores). | 1,5 |
| Presencia del movimiento del hombro y/o codo y/o muñeca y/o manos idénticos, repetidos casi todo el tiempo (o tiempo de ciclo inferior a 8 segundos en que prevalecen las acciones técnicas, incluso distintas entre ellas, de los miembros superiores). | 3 |

Nota: Tomado de: Solbes, E. M. Identificación y evaluación de riesgos ergonómicos relativos a la carga física en una explotación vacuna.

9. Factores Adicionales: En este punto se toman en cuenta factores que pueden contribuir al riesgo como la utilización de EPP, uso de herramientas que se adicionan al riesgo, ritmo del trabajo que puede ser impuesto por la máquina, movimientos repentinos, impactos o vibraciones de máquinas, etc.

Tabla 92. Puntuación factores adicionales

| Adicionales | Puntos |
|--|--------|
| Se emplean por más de la mitad del tiempo guantes inadecuados para la tarea, (incómodos, demasiado gruesos, tallaincorrecta). | 2 |
| Presencia de movimientos repentinos, bruscos con frecuencia de 2 o más por minuto. | 2 |
| Presencia de impactos repetidos (uso de las manos para dargolpes) con frecuencia de al menos 10 veces por hora. | 2 |
| Contacto con superficies frías (inferior a 0 grados) o desarrollo de labores en cámaras frigoríficas por más de la mitad del tiempo. | 2 |
| Se emplean herramientas vibradoras por al menos un tercio del tiempo. Atribuir un valor de 4 en caso de uso de instrumentos con elevado contenido de vibración (ej. Martillo neumático). | 2 |
| Se emplean herramientas que provocan compresión sobre las estructuras musculosas y tendinosas (verificar la presencia de enrojecimiento, callos, heridas, etc. Sobre la piel). | 2 |
| Se realizan tareas de precisión durante más de la mitad del tiempo (tareas en áreas menores a 2 o 3mm) que requieren distancia visual de acercamiento. | 2 |
| Existen más factores adicionales al mismo tiempo que ocupan más de la mitad del tiempo. | 2 |
| Existen uno o más factores complementarios que ocupan casitodo el tiempo. | 3 |

Nota: Tomado de: Solbes, E. M. Identificación y evaluación de riesgos ergonómicos relativos a la carga física en una explotación vacuna.

Ritmo de trabajo:

Tabla 93. Ritmo de trabajo

| Ritmo de trabajo | Puntos |
|---|--------|
| El ritmo de trabajo está determinado por la máquina, pero existen espacios de recuperación, por lo que el ritmo de trabajo puede acelerarse o desacelerarse | 1 |
| El ritmo de trabajo está completamente determinado por la máquina | 2 |

Nota: Tomado de: Solbes, E. M. Identificación y evaluación de riesgos ergonómicos relativos a la carga física en una explotación vacuna.

Finalmente, al sumar todas las puntuaciones se obtendrá un valor numérico de entre 5 y 22,5 que se denomina índice CheckList OCRA, además este método propone un código de colores para identificar visualmente los diferentes niveles de riesgo.

Tabla 94. Clasificación del índice Check List OCRA

| Índice Check List OCRA | Riesgo | Acción sugerida |
|---------------------------|------------|--|
| Menor o igual a 5 | Óptimo | No se requiere |
| Entre 5,1 y 7,5 | Aceptable | Nos se requiere |
| Entre 7,6-11 | Muy ligero | Se recomienda un nuevo análisis de mejora de puesto. |
| Entre 11,1 y 14 | Ligero | |
| Entre 14,1y 22,5 | Medio | Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento. |
| Más de 22,5 | Alto | Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento. |

Nota: Tomado de: Solbes, E. M. Identificación y evaluación de riesgos ergonómicos relativos a la carga física en una explotación vacuna.

Anexo H. Cuestionario Nórdico

UNIVERSIDAD TÉCNICA
DE AMBATO



“REDISTRIBUCIÓN DE
INSTALACIONES BAJO UN
ENFOQUE ERGONÓMICO DE LOS
PUESTOS DE TRABAJO EN EL ÁREA
DE POSTCOSECHA DE LA EMPRESA
FLOWERS GEM”



CUESTIONARIO NÓRDICO

Cuestionario dirigido a los trabajadores de las áreas de post- cosecha de la empresa Flowers GEM de la Parroquia Joseguango Bajo del Cantón Latacunga.

Este cuestionario sirve para recopilar información sobre dolor, fatiga o disconfort en distintas zonas corporales, es anónimo y nada en él puede informar qué persona en específico a respondió cuál formulario.

Objetivo: Determinar la influencia de las tareas repetitivas en los trastornos musculoesqueléticos de los trabajadores de la Parroquia Joseguango Bajo.

Instrucciones: Marcar con una X las respuestas según su realidad con su trabajo.

1. ¿Ha tenido molestias en...?

Cuello

Si

No

Hombro

Si

No

Dorsal o lumbar

Si

No

Codo derecho

Si

No

Codo izquierdo

Si

No

Muñeca derecha

Si

No

Muñeca izquierda

Si

No

2. ¿Ha necesitado cambiar de puesto de trabajo?

Si

No

3. ¿Ha tenido molestias en los últimos 12 meses?

Cuello

Si

No

Hombro

Si

No

Dorsal o lumbar

Si

No

Codo derecho

Si

No

Codo izquierdo

Si

No

Muñeca derecha

Si

No

Muñeca izquierda

Si

No

4. ¿Cuánto tiempo ha tenido molestias en los últimos 12 meses?

Cuello

1 a 7 días

8-30 días

> 30 días

Siempre

Hombro

1 a 7 días

8-30 días

> 30 días

Siempre

Dorsal o lumbar

1 a 7 días

8-30 días

> 30 días

Siempre

Codo o antebrazo

1 a 7 días

8-30 días

> 30 días

Siempre

Muñeca o mano

1 a 7 días

8-30 días

> 30 días

Siempre

5. ¿Cuánto dura cada episodio?

Cuello

< 1 hora 1-24 horas 1 a 7 días 1 a 4 semanas

Hombro

< 1 hora 1-24 horas 1 a 7 días 1 a 4 semanas

Dorsal o lumbar

< 1 hora 1-24 horas 1 a 7 días 1 a 4 semanas

Codo o antebrazo

< 1 hora 1-24 horas 1 a 7 días 1 a 4 semanas

Muñeca o mano

< 1 hora 1-24 horas 1 a 7 días 1 a 4 semanas

6. ¿Cuánto tiempo estas molestias le han impedido hacer su trabajo?

Cuello

0 días 1 a 7 días 1 a 4 semanas > 1 mes

Hombro

0 días 1 a 7 días 1 a 4 semanas > 1 mes

Dorsal o lumbar

0 días 1 a 7 días 1 a 4 semanas > 1 mes

Codo o antebrazo

0 días 1 a 7 días 1 a 4 semanas > 1 mes

Muñeca o mano

0 días 1 a 7 días 1 a 4 semanas > 1 mes

7. ¿Ha recibido tratamiento por estas molestias en los últimos 12 meses?

Cuello

Si No

Hombro

Si No

Dorsal o lumbar

Si No

Codo o antebrazo

Si No

Muñeca o mano

8. Póngales nota a sus molestias entre 0 (sin molestias) y 5 (molestias muy fuertes)

Cuello

1

2

3

4

5

Hombro

1

2

3

4

5

Dorsal o lumbar

1

2

3

4

5

Codo o antebrazo

1

2

3

4

5

Muñeca o mano

1

2

3

4

5

Anexo I. Layout Actual de la empresa

En la figura II del Anexo I se muestra el layout actual de la empresa.

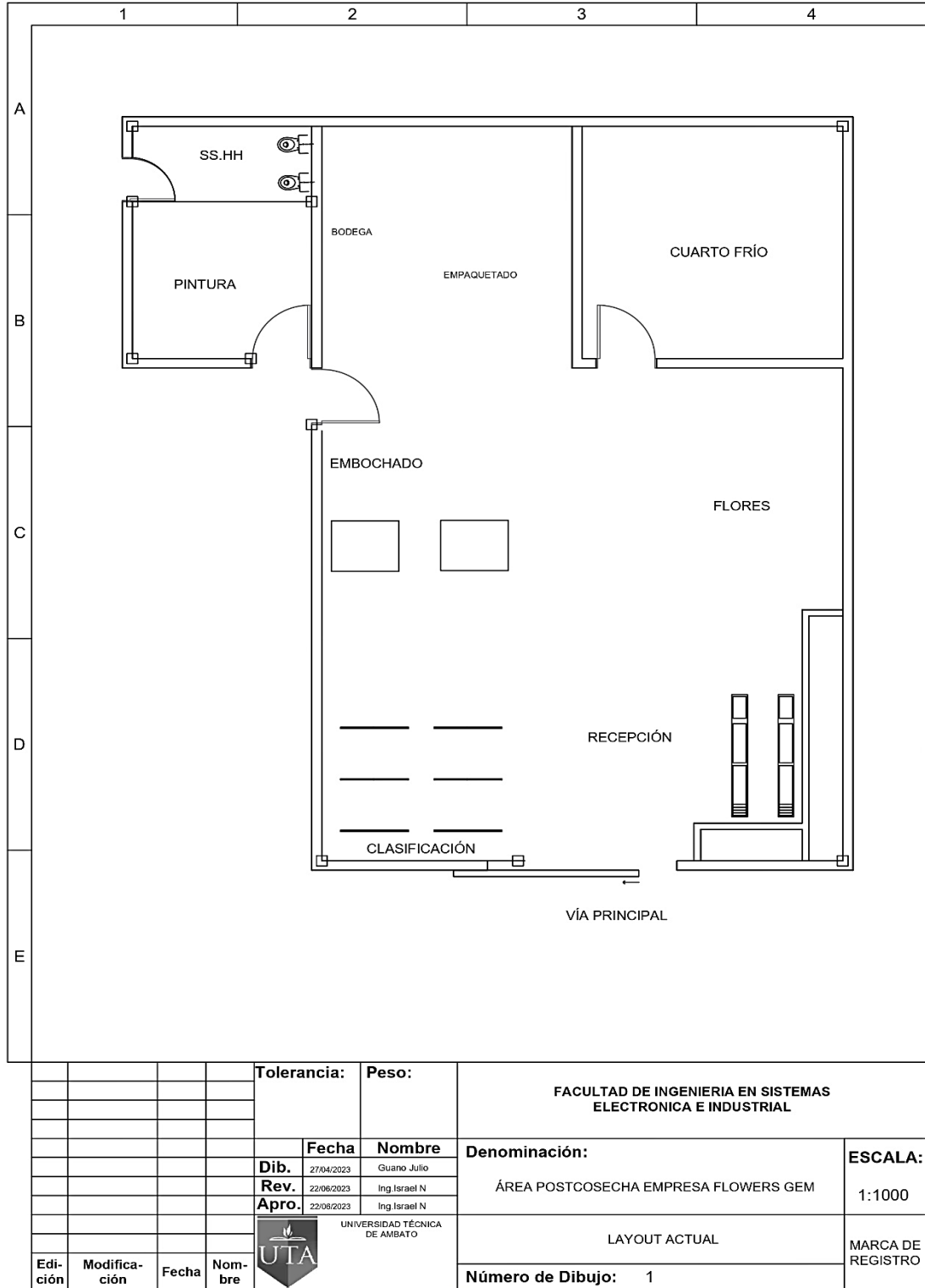


Figura II. Layout actual empresa.

Anexo J. Diagrama de recorrido de la empresa.

En la figura J1 del Anexo J se muestra el diagrama de recorrido de la empresa.

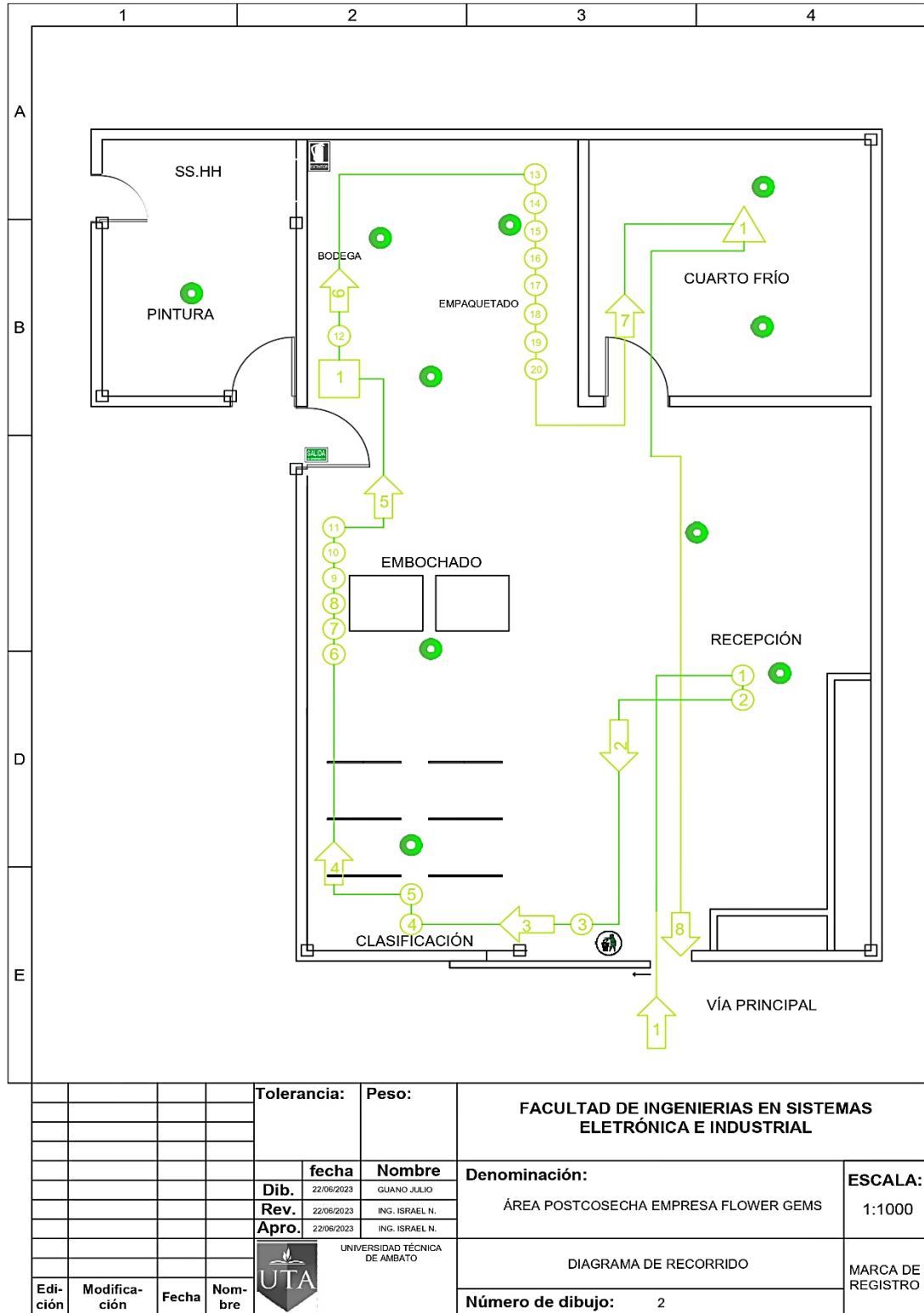


Figura J1. Diagrama de recorrido empresa

Anexo K. Layout Propuesta Uno

En la figura K1 del Anexo K se muestra el layout de la alternativa uno.

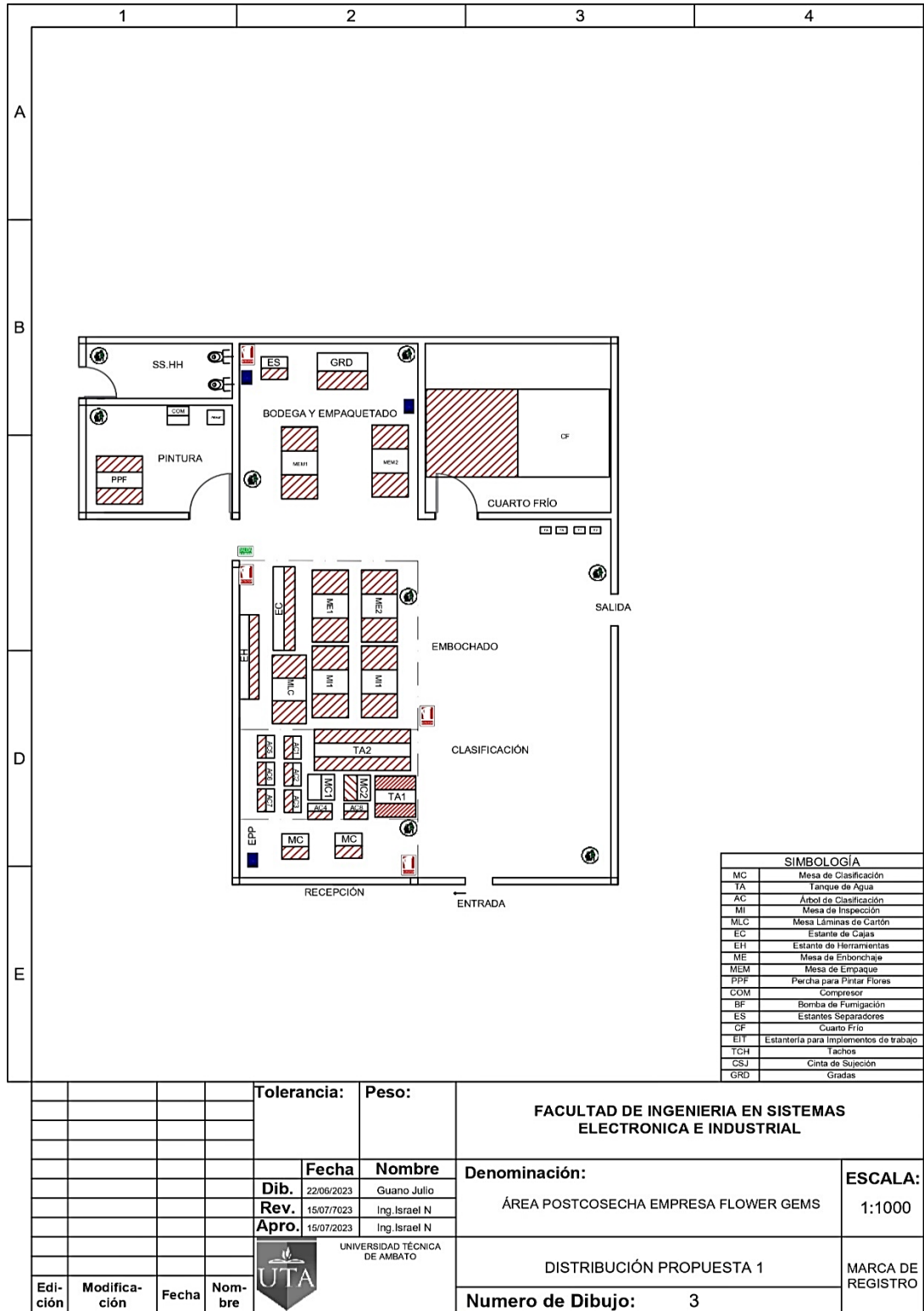


Figura K1. Layout alternativa uno

En la figura K2 del Anexo K se muestra el diagrama de recorrido de la alternativa uno.

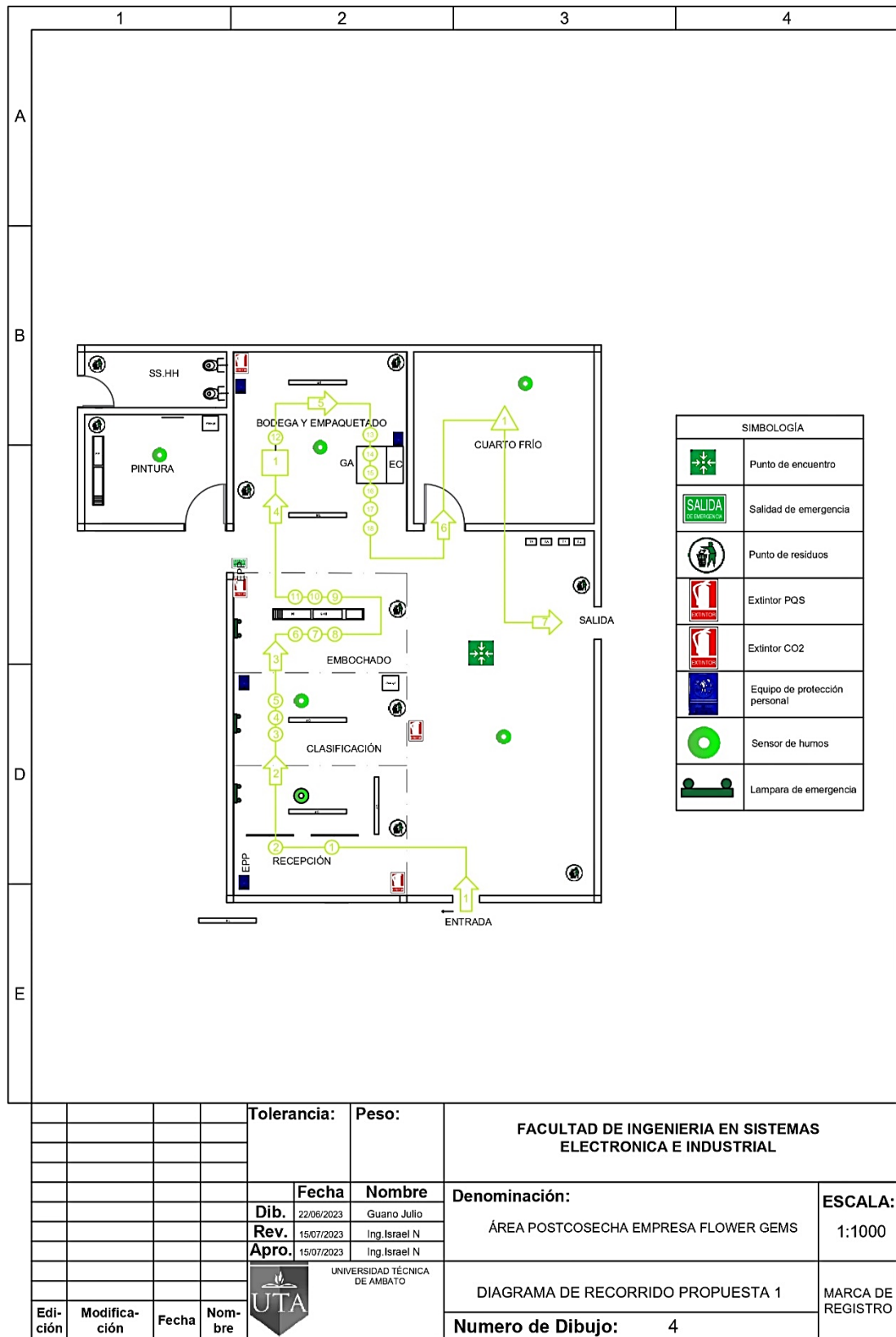


Figura K2. Diagrama de recorrido alternativa uno

Anexo L. Layout propuesta dos

En la figura L1 del Anexo L se muestra el layout de la alternativa dos.

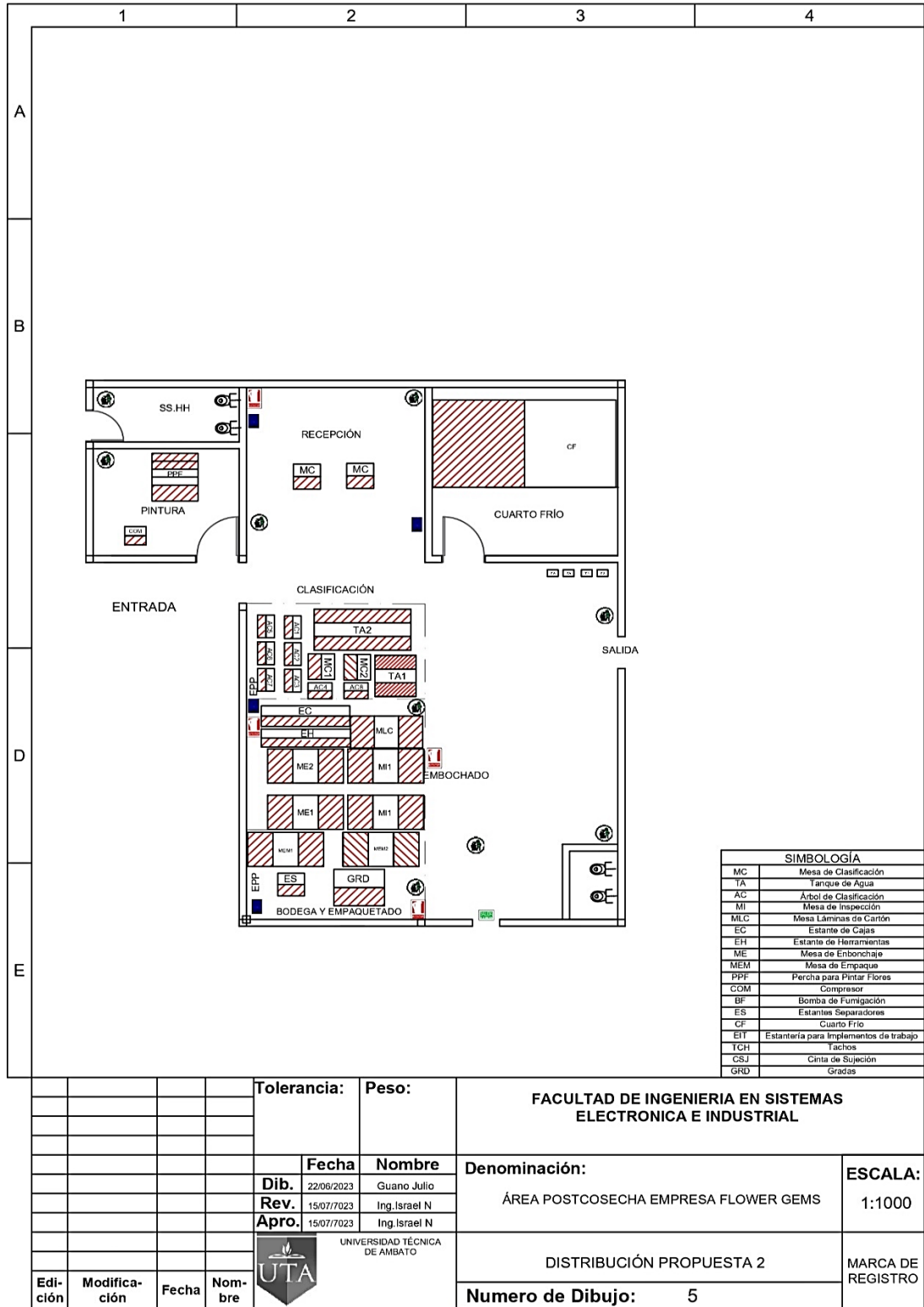


Figura L1. Layout alternativa dos

En la figura L2 del Anexo L se muestra el diagrama de recorrido de la alternativa dos.

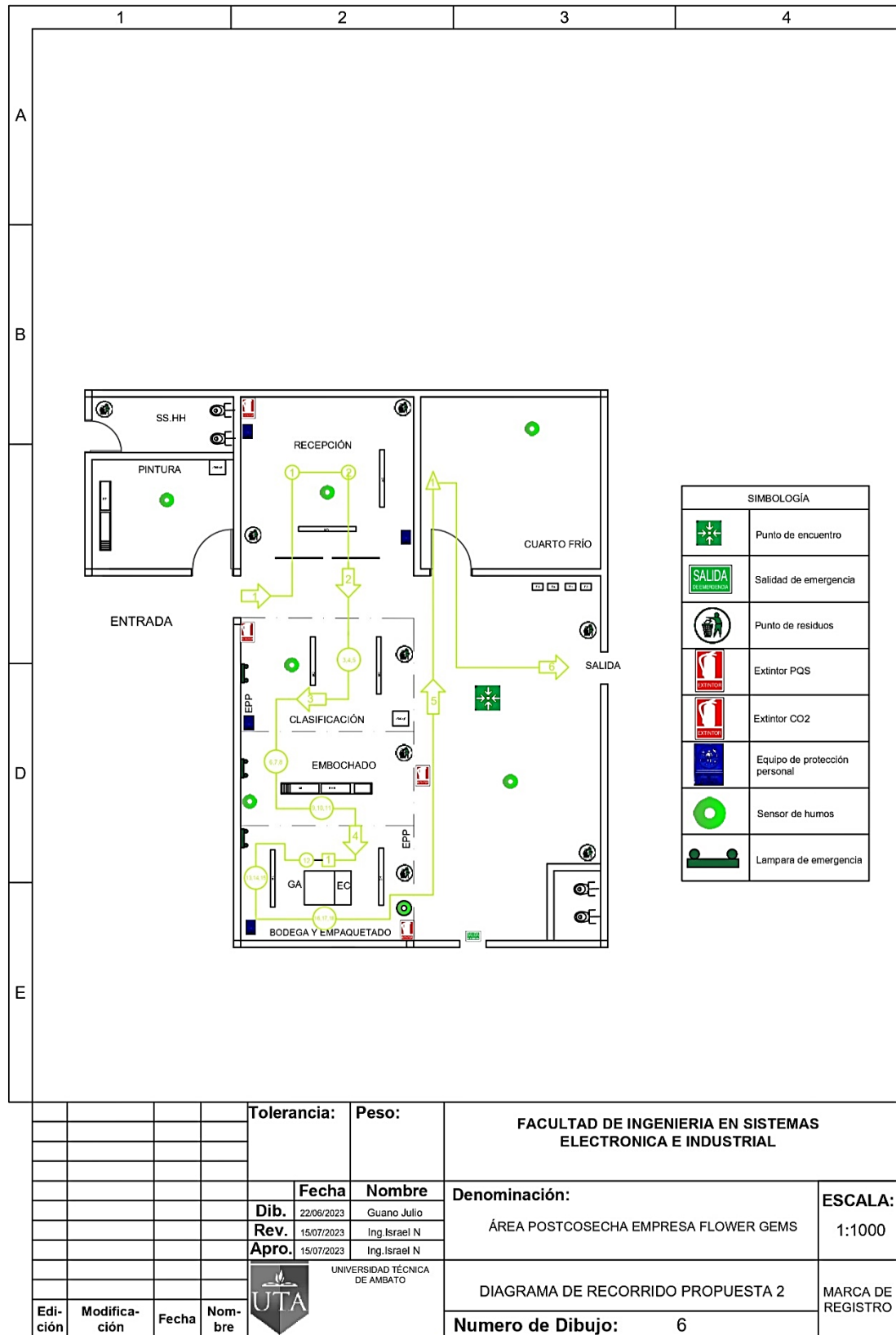


Figura L2. Diagrama de recorrido alternativa dos

Anexo M. Layout propuesta ganadora con marcaje de pisos

En la figura M1 del Anexo M se muestra el layout de la propuesta ganadora con su respectivo marcaje de pisos.

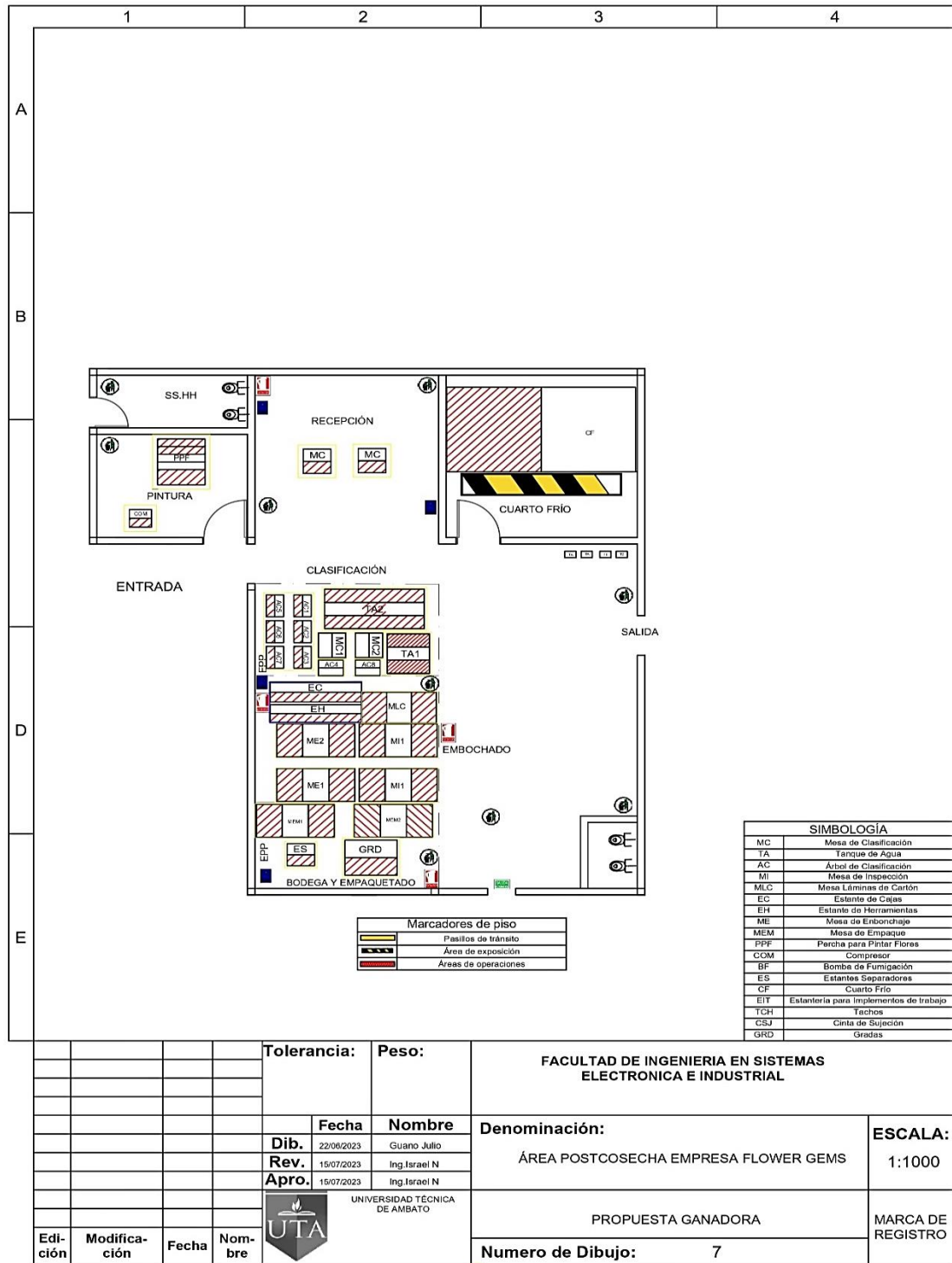


Figura M1. Layout propuesta ganadora