



SEDE CENTRAL

LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN SALUD OCUPACIONAL Y AMBIENTE

Proyecto de graduación para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Salud Ocupacional y Ambiente.

NOMBRE DEL PROYECTO

IMPLEMENTACION DE ELEMENTOS INGENIERILES EN SALUD OCUPACIONAL EN EL DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA EL DEPARTAMENTO DE MOLDEO EN UNA INDUSTRIA MÉDICA.

Elaborado por:

Marilyn Miranda Ávalos

Marilyn Molina Villalobos

María Lourdes Valverde Núñez

Agosto 2018

ACTA

En la ciudad de Alajuela, a los 30 días del mes de agosto del año 2018, estando presentes en la Sede Central de la Universidad Técnica Nacional, las siguientes personas: Carlos Mora Sánchez, Miguel Mata Solano, Virginia Chavarría Rodríguez, Miguel González Saborío y Gino Suazo Vargas, en su condición de miembros del Tribunal Evaluador, para evaluar el Trabajo Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Salud Ocupacional y Ambiente, de las estudiantes: María Lourdes Valverde Núñez, cédula 107220420, Marilyn Miranda Ávalos, cédula 206080464 y Marilyn Molina Villalobos, cédula 207280661.

Reunido el Tribunal Evaluador y las aspirantes, estas procedieron a defender su Trabajo Final de Graduación "Implementación de elementos ingenieriles en salud ocupacional en el diseño de distribución de planta para el departamento de Moldeo en una industria médica".

Concluida la defensa del Trabajo Final de Graduación, el Tribunal Evaluador determinó que de conformidad con la normativa vigente el resultado final es de Aprobado, con una calificación de 9.9 (nueve punto nueve), cumpliendo con las exigencias requeridas para la aprobación del Trabajo Final de Graduación y le es conferido el grado de Licenciatura en Ingeniería en Salud Ocupacional y Ambiente con mención honorífica.



María Lourdes Valverde
Núñez
Estudiante



Marilyn Miranda Ávalos
Estudiante



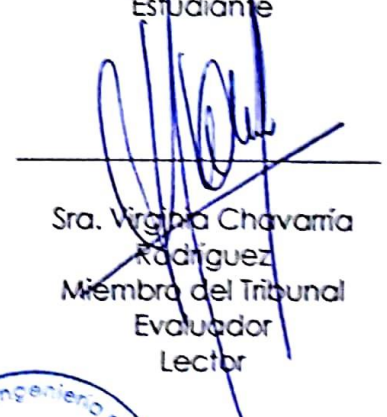
Marilyn Molina Villalobos
Estudiante



Sr. Miguel Mata Solano
Miembro del Tribunal
Evaluador
Tutor



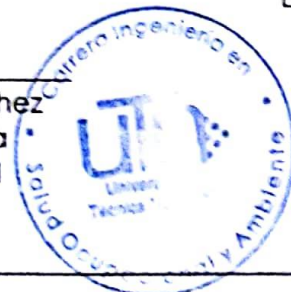
Sr. Gino Suazo Vargas
Miembro del Tribunal
Evaluador
Lector



Sra. Virginia Chavarría
Rodríguez
Miembro del Tribunal
Evaluador
Lector



Carlos Mora Sánchez
Director de Carrera
Presidente Tribunal
Evaluador



**CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA USO Y MANEJO DE LOS TRABAJOS
FINALES DE GRADUACIÓN UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL
(Trabajo colectivo)**

Alajuela

10 de setiembre, 2018

Señores

Vicerrectoría de Investigación

Sistema Integrado de Bibliotecas y Recursos Digitales

Estimados señores:

Las estudiantes: Marilyn Miranda Ávalos, cédula 206080464, Marilyn Molina Villalobos 207280661 y María Lourdes Valverde Núñez, cédula 107220420, en calidad de autoras del trabajo de graduación titulado:

“Implementación de elementos ingenieriles de salud ocupacional en el diseño de distribución de planta para el departamento de moldeo de una industria médica.”

El cual se presenta bajo la modalidad de:

_____ Seminario de Graduación

 X Proyecto de Graduación

_____ Tesis de Graduación

Presentado a los 30 días del mes de agosto del año 2018, autorizamos a la Universidad Técnica Nacional, sede Central, para que nuestro trabajo pueda ser manejado de la siguiente manera:

| Autorizamos | SI | No |
|--|-----------|-----------|
| Conservación de ejemplares para préstamo y consulta física en biblioteca | x | |
| Inclusión en el catálogo digital del SIBIREDI (Cita catalográfica) | x | |
| Comunicación y divulgación a través del Repositorio Institucional | x | |
| Resumen (Describe en forma breve el contenido del documento) | x | |
| Consulta electrónica con texto protegido | x | |
| Descarga electrónica del documento en texto completo protegido | x | |
| Inclusión en bases de datos y sitios web que se encuentren en convenio con la Universidad Técnica Nacional contando con las mismas condiciones y limitaciones aquí establecidas. | x | |




Por otra parte, declaramos que el trabajo que aquí presentamos es de plena autoría, es un esfuerzo realizado de forma conjunta, académica e intelectual con plenos elementos de originalidad y creatividad.

Garantizamos que no contiene citas, ni transcripciones de forma indebida que puedan devenir en plagio, pues se ha utilizado la normativa vigente de la American Psychological Association (APA).

Además, las citas y transcripciones utilizadas se realizan en el marco de respeto a las obras de terceros. La responsabilidad directa en el diseño y presentación son de competencia exclusiva, por tanto, eximo de toda responsabilidad a la Universidad Técnica Nacional.

Conscientes de que las autorizaciones no reprimen nuestros derechos patrimoniales como autores del trabajo. Confiamos en que la Universidad Técnica Nacional respete y haga respetar nuestros derechos de propiedad intelectual.

Sin otro particular, nos suscribimos, atentamente:

| Nombre del estudiante | Cédula | Firma |
|------------------------------|-----------|---|
| Marilyn Miranda Ávalos | 206080464 |  |
| Marilyn Molina Villalobos | 207280661 |  |
| María Lourdes Valverde Núñez | 107220420 |  |

Día: 10 de setiembre de 2018.

DEDICATORIA

A Dios, por ser nuestra luz y guía; eres la fuerza que nos motiva a seguir adelante, y que nos permitió llevar a buen término este proyecto.....Todas.

A mi esposo y familia, por su cariño y apoyo incondicional, por enseñarme a ser perseverante, responsable y profesional; por su paciencia y comprensión en los momentos que más he necesitado, por compartir mi vida, mis tristezas y alegrías. Su gran amor me ha servido para enfrentar las pruebas que la vida me ha presentado a lo largo de este camino..... Marilyn Molina.

A mis padres, pilares fundamentales en mi vida; quienes depositan su entera confianza en cada proyecto o reto que se me presenta. Con su apoyo incondicional, su amor y palabras de aliento me dieron la fuerza para no desfallecer y culminar este proyecto. A mi novio, quien con su amor paciente estuvo conmigo a pesar de que el estudio y trabajo consumían todo mi tiempo..... Marilyn Miranda.

A mi esposo, que tuvo que soportar mi ausencia durante mucho tiempo por estar enfocada en los estudios, gracias por apoyarme atendiendo las tareas del hogar mientras yo trabajaba en el proyecto; perdón por no entender tu preocupación al llegar tarde a casa y por acostarme a altas horas de la madrugada. A mi hijo, por animarme y decirme siempre: “ya falta poco, no afloje, todo es una etapa en la vida”, gracias a ambos por estar a mi lado, los amo.....María Lourdes Valverde.

AGRADECIMIENTOS

Infinitas gracias a ti, Dios, por ser el soporte indispensable para culminar este proyecto, iluminando nuestras mentes con capacidad de análisis y discernimiento. Gracias por ayudarnos a ser perseverantes, tolerantes y en muchos casos, pacientes ante las dificultades personales y laborales que se presentaron durante la ejecución del trabajo.

Queremos agradecer a los directivos de la empresa que con mucho gusto siempre nos tendieron la mano, atendieron nuestras consultas, estuvieron anuentes y abiertos a entender los requerimientos de seguridad; a buscar ese equilibrio entre lo bonito y lo reglamentario. Gracias al “Equipo Diseñador”, quienes muchas veces fueron ese apoyo para llevar el mensaje a la vicepresidencia y poder lograr las rutas de accesos a los edificios.

Gracias al Ing. León Cortés, por su colaboración con el plano en *Autocad*, que nos permite presentarlo físicamente ante la vicepresidencia para su análisis y aprobación. Por último, agradecer muy especialmente al Sr. *Christopher Araya* que, con muchas paciencia y disponibilidad, estuvo ahí anuente ante los cambios que se le solicitaba: “pase para acá, no, para allá; a qué distancia quedó, a qué altura”, etc. Él fue una pieza importante para usar el programa *Sketchup* y aprender a manejarlo.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO 1. INTRODUCCION..... | 1 |
| CAPÍTULO 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 3 |
| 2.1 ÁREA DE ESTUDIO..... | 3 |
| 2.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA..... | 3 |
| 2.3 JUSTIFICACIÓN | 7 |
| | |
| CAPÍTULO 3. ESTADO DE LA CUESTIÓN | 9 |
| CAPÍTULO 4. OBJETIVOS..... | 15 |
| 4.1 OBJETIVO GENERAL | 15 |
| 4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 15 |
| | |
| CAPÍTULO 5. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL..... | 16 |
| 5.1. INDUSTRIA MÉDICA..... | 16 |
| 5.1.1. Áreas controladas..... | 16 |
| 5.1.2. Cuarto limpio..... | 17 |
| 5.2. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA..... | 18 |
| 5.2.1. Principios básicos:..... | 18 |
| 5.2.2. Diagrama de flujo..... | 20 |
| 5.2.3. Diagrama de relaciones entre actividades | 22 |
| 5.3. ELEMENTOS INGENIERILES DE SALUD OCUPACIONAL | 23 |
| 5.3.1. Puestos de trabajo..... | 24 |
| 5.3.2. Medios Auxiliares. | 25 |
| <i>5.3.2.1 Espacios de comedor.....</i> | <i>26</i> |
| <i>5.3.2.2 Servicios sanitarios.....</i> | <i>26</i> |

| | |
|---|-----------|
| 5.3.2.3 Duchas (baños) | 27 |
| 5.3.2.4 Vestidores y casilleros..... | 27 |
| 5.3.2.5 Sala de lactancia..... | 28 |
| 5.3.7. Medios de egreso..... | 29 |
| 5.3.7.1. Componentes de los medios de egreso..... | 30 |
| 5.3.7.2 Escaleras..... | 30 |
| 5.3.7.3 Pasamanos y barandas..... | 31 |
| 5.3.7.4 Puertas..... | 32 |
| 5.3.8. Equipos de Primera Respuesta..... | 33 |
| 5.3.8.1 Extintores..... | 33 |
| 5.3.8.2 Iluminación de emergencia..... | 35 |
| 5.3.8.3 Botiquín..... | 35 |
| 5.3.8.4 Duchas de emergencia..... | 36 |
| 5.3.10 Transformadores y tableros principales..... | 37 |
| 5.3.11 Equipo para manejo de materiales..... | 38 |
| 5.3.11.1 Grúa puente..... | 38 |
| 5.3.11.2 Carretillas manuales..... | 39 |
| 5.3.11.3 Montacargas..... | 40 |
| CAPÍTULO 6. MARCO METODOLÓGICO..... | 41 |
| 6.1 ENFOQUE..... | 41 |
| 6.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN..... | 41 |
| 6.3 HIPÓTESIS..... | 41 |
| 6.4 POBLACIÓN..... | 42 |
| 6.5 DEFINICIÓN DE VARIABLES..... | 42 |
| 6.6. METODOLOGIA SLP..... | 47 |

| | |
|---|-----------|
| 6.7 CONSIDERACIONES ÉTICAS | 49 |
| 6.7.1. Beneficencia. | 49 |
| 6.7.2. No maleficencia. | 49 |
| 6.7.3. Justicia. | 50 |
| 6.7.4 Autonomía. | 50 |
| | |
| CAPÍTULO 7. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS | 51 |
| 7.1 CARACTERIZACIÓN SOCIODEMOGRÁFICA DE LA POBLACIÓN ACTUAL | 51 |
| 7.1.1 Análisis de datos y resultados. | 51 |
| 7.1.2 Generalidades del encuestado..... | 52 |
| 7.1.3 Provincias participantes. | 52 |
| 7.1.4 Datos laborales..... | 52 |
| 7.1.5 Percepción. | 53 |
| 7.1.6 Expectativas..... | 55 |
| | |
| 7.2 CONDICIONES LABORALES DEL ESPACIO ACTUAL | 57 |
| 7.2.1. Medios de egresos..... | 57 |
| 7.2.2. Equipos de Atención Primaria..... | 66 |
| | |
| 7.3 DEFINICIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL DEPARTAMENTO DE MOLDEO | 72 |
| 7.3.1. Productos de Moldeo: el ¿qué? | 72 |
| | |
| 7.4 IDENTIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS TÉCNICOS LEGALES BÁSICOS DE SALUD OCUPACIONAL | 83 |
| 7.5 APORTAR LOS ELEMENTOS INGENIERILES DE SALUD OCUPACIONAL AL DISEÑO DE PLANTA..... | 92 |
| | |
| CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES | 128 |
| | |
| CAPÍTULO 9. RECOMENDACIONES..... | 131 |

| | |
|---|-----|
| CAPÍTULO 10. REFERENCIAS | 134 |
| ANEXOS | 145 |
| Anexo 1 Formulario Cursograma Analítico | 145 |
| Anexo 2. Figuras representativas tomadas del manual de disposiciones técnicas de Bomberos 2013 | 146 |
| APÉNDICES | 150 |
| Apéndice A Encuesta | 150 |
| Apéndice B Lista de Verificación de Condiciones Laborales. | 158 |

TABLA TABLAS

| | |
|--|-----|
| TABLA 1. SIMBOLOGÍA DE LA NORMA ISO 9000 PARA ELABORAR DIAGRAMAS DE FLUJO | 22 |
| TABLA 2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES | 42 |
| TABLA 3. POBLACIÓN | 51 |
| TABLA 4. ESPACIO DE TRABAJO CON 2 M ² POR PERSONA, SEGÚN ZONA. | 64 |
| TABLA 5. MATRIZ LEGAL..... | 83 |
| TABLA 6. LISTA DE EQUIPO PARA EL ÁREA DE EROSIONADO, TOOL ROOM Y SUS REQUERIMIENTOS..... | 99 |
| TABLA 7. RESUMEN DE CERCANÍA DE ÁREAS | 105 |
| TABLA 8. SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN LAYOUT | 125 |
| | |
| GRÁFICO 1. LIMITACIONES DEL ÁREA DE TRABAJO. | 53 |
| GRÁFICO 2. PERCEPCIÓN DE LOS RIESGOS DE LAS CONDICIONES LABORALES | 54 |
| GRÁFICO 3. EXPECTATIVAS DEL PERSONAL ENCUESTADO, | 55 |

Tabla de Figuras

| | |
|---|-----|
| FIGURA 1 SALIDA DE EMERGENCIA. | 58 |
| FIGURA 2 RECTIFICADORA CONTIGUO A PASILLO | 58 |
| FIGURA 3. PASILLO PRINCIPAL. | 59 |
| FIGURA 4. TECLE PARA CAMBIO DE MOLDES. | 60 |
| FIGURA 5. ENTRADA AL TALLER..... | 60 |
| FIGURA 6. UBICACIÓN DE MATERIA PRIMA Y PRODUCTO TERMINADO. | 61 |
| FIGURA 7. ESPACIO LIMITADO ENTRE MAQUINARIA..... | 62 |
| FIGURA 8. ESCALERA PRINCIPAL, PASAMANOS | 63 |
| FIGURA 9. EJEMPLOS DE ESPACIOS REDUCIDOS (HACINAMIENTO). | 65 |
| FIGURA 10. PUESTOS DE TRABAJO CON PASILLOS SECUNDARIOS REDUCIDOS. | 66 |
| FIGURA 11. ESPACIO LIMITADO PARA EQUIPO DE EMERGENCIA. | 67 |
| FIGURA 12. CONGESTIÓN EN CASILLEROS | 68 |
| FIGURA 13. SERVICIOS SANITARIOS CONTIGUO A PROCESOS PRODUCTIVOS. | 69 |
| FIGURA 14. COMEDOR. | 70 |
| FIGURA 15. PANELES ELÉCTRICOS PRINCIPALES SIN RESTRICCIÓN DE ACCESO. | 71 |
| FIGURA 16. PANELES ELÉCTRICOS BLOQUEADOS | 71 |
| FIGURA 17. MAQUINARIA Y EQUIPO PARA EL PROCESO DE MOLDEO | 73 |
| FIGURA 18. BOSQUEJO DEL ÁREA DE MOLDEO | 78 |
| FIGURA 19. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE "TRIPLE M" | 92 |
| FIGURAS 20. FOTOGRAFÍA DE DESNIVEL DE LOS TERRENOS. | 93 |
| FIGURA 21. FOTOGRAFÍA DE PARTE TRASERA C2 Y C3. | 94 |
| FIGURA 22. DIAGRAMA DE RELACIONES ENTRE ÁREAS | 104 |
| FIGURA 23. IDENTIFICACIÓN DE SEÑALIZACIÓN..... | 107 |
| FIGURA 24. FACHADA DE EDIFICIOS C2 Y C3 "TRIPLE M"..... | 108 |
| FIGURA 25. EDIFICIO C2 Y C2 CON PUNTOS DE REUNIÓN Y RAMPA PARA PERSONAS CON MOVILIDAD REDUCIDA..... | 109 |
| FIGURA 26. CASILLEROS..... | 110 |

| | |
|--|-----|
| FIGURA 27. COMEDOR EN C3, | 111 |
| FIGURA 28. SERVICIOS SANITARIOS. | 112 |
| FIGURA 29. ESCALERA PRINCIPAL HACIA A PLANTA, EN C3 | 113 |
| FIGURA 30. EJEMPLOS DE UBICACIÓN DE EQUIPOS DE PRIMERA RESPUESTA. | 114 |
| FIGURA 31 ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA..... | 115 |
| FIGURA 32 ÁREA DE SECADO DE MATERIA PRIMA..... | 116 |
| FÍGURA 33 GOWNING ROOM EN C3- | 117 |
| FIGURA 34 CUARTO LIMPIO DE MOLDEO..... | 118 |
| FIGURA 35 ÁREA DE CALIDAD, | 119 |
| FIGURA 36 ÁREA DE EMPAQUE | 120 |
| FIGURA 37 ÁREAS DE TRABAJO COMUNES. EROSIONADO Y TOOL ROOM | 121 |
| FIGURA 38 MANTENIMIENTO DE MOLDES..... | 122 |
| FIGURA 39 ÁREA DE RECTIFICADO..... | 123 |
| FIGURA 40 COMPRESORES Y TRANSFORMADORES..... | 124 |
| FIGURA 41 LAYOUT C2 Y C3 PLANTA ALTA, MEZANINE | 126 |
| FIGURA 42 LAYOUT C2 Y C3, PLANTA BAJA..... | 127 |
| FIGURA 43 DIAGRAMA DE DECISIÓN PARA LA DEFINICIÓN DEL SISTEMA FIJO A UTILIZAR EN UNA EDIFICACIÓN. | 146 |
| FIGURA 44 SEPARACIÓN ENTRE SALIDAS..... | 147 |
| FIGURA 45 EJEMPLOS DE PASILLOS SIN SALIDAS Y RECORRIDO COMÚN..... | 147 |
| FIGURA 46 BARANDAS Y PASAMANOS. | 148 |
| FIGURA 47 DISEÑO DE PASAMANOS..... | 149 |
| FIGURA 48 FORMA DE MEDIR EL ANCHO DE PUERTA. | 149 |

RESUMEN

Palabras claves: salud ocupacional, diseño, distribución, mejora, ambiente laboral.

El presente trabajo consiste en la implementación de elementos ingenieriles en salud ocupacional en el diseño de distribución de planta para el departamento de moldeo en una industria médica, realizado por las estudiantes Marilyn Miranda Ávalos, Marilyn Molina Villalobos y María Lourdes Valverde Núñez, en Alajuela, presentado en agosto de 2018.

Se requiere trasladar el proceso de moldeo, que actualmente presenta serios problemas de espacio por la carencia de diseños anteriores.

El proyecto parte de una matriz técnico-legal que abarca los aspectos de accesos, medios de egreso, equipos de primera respuesta, medios auxiliares y puestos de trabajo, entre otros; estos criterios son facilitados al “Equipo Diseñador” para trabajar en forma coordinada la propuesta de diseño.

Además, se tomó en cuenta el conocimiento y experiencia de personas claves para los diagramas de procesos y se incorporan las recomendaciones de los trabajadores encuestados.

La propuesta utilizó como guía el método SLP (*Systematic Layout Planning*); se diseñó con el programa *Sketchup 3D* y termina con el plano en *Autocad*. Y la distribución la conforma en la cantidad de espacio la forman todos aquellos elementos que integran el área de trabajo y que se relacionan entre sí.

Por lo tanto, para lograr un ambiente seguro y productivo, es necesario considerar en primera instancia la configuración de la distribución de planta; al

revisar esta variable en sitio se demostró que el problema no radica en la limitación de área ni del volumen, sino en la inadecuada distribución de este.

También, se concluye que el contexto legal a veces no es claro y tiene vacíos de información que dificulta defender los requerimientos ante los directivos, creando resistencia por el alto costo que implica su implementación.

GLOSARIO

- 1. Acceso al espacio físico:** las construcciones nuevas, ampliaciones o remodelaciones de edificios, parques, aceras, jardines, plazas, vías, servicios sanitarios y otros espacios de propiedad pública, deberán efectuarse conforme a las especificaciones técnicas reglamentarias de los organismos públicos y privados encargados de la materia. Los centros de trabajo deben brindar a las personas con capacidades especiales el acceso al mismo y permitir su libre tránsito (Ley de igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad N 7600, 2010).
- 2. Carretillas hidráulicas:** es una carretilla de pequeño recorrido de elevación, trasladable a brazo, equipada con una horquilla formada por dos brazos paralelos horizontales unidos sólidamente a un cabezal vertical provisto de ruedas en tres puntos de apoyo sobre el suelo y que puede elevarse mediante una pequeña bomba hidráulica accionada manualmente (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1999).
- 3. Elementos Ingenieriles:** término asignado en este proyecto, a todo criterio, aspecto, mejora, o requisito técnico legal en materia de salud ocupacional, necesario para el espacio de trabajo.
- 4. “Equipo Diseñador”:** nombre ficticio para efecto de este proyecto brindado a un grupo de personas multidisciplinarias de la empresa, que trabajan unidas para el desarrollo de remodelación, construcción y diseño de las naves. Está

integrado por las gerencias de producción, moldeo, mantenimiento; ingeniero civil, ingeniero industrial programador de Sketchup y el diseñador de moldeo.

5. **Iluminación o lámparas de emergencia:** un sistema de alumbrado autónomo, que se debe activar de forma automática en caso de interrupción de la fuente de energía normal o de respaldo. La iluminación debe realizarse por medio de lámparas autónomas de emergencia con batería y focos direccionales o con luminarias ordinarias del edificio, cuando cuenten con balastro de emergencia. (Unidad de Ingeniería de Bomberos, 2013, apdo. 3.3.1, p.54.)
6. **INSHT:** Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, de España.
7. **Lesión o deterioro de la salud:** efecto adverso en la condición física, mental o cognitiva de una persona (ISO 45001, 2018, apdo. 3.18).
8. **Lugar de trabajo:** lugar bajo el control de la organización donde una persona necesita estar o donde necesita ir por razones de trabajo (ISO 45001, 2018, apdo. 3.6.).
9. **Medio de egreso:** según lo dispuesto por la Unidad de Ingeniería de Bomberos (2013): un medio de egreso es el recorrido común sin obstrucciones desde cualquier punto en un edificio o estructura hasta una vía pública, consistente en tres partes separadas y distintas.
 - 9.1. **Acceso a salida:** aquella porción de un medio de egreso que conduce a una salida.
 - 9.2. **Salida:** aquella porción de un medio de egreso separada de todos los demás espacios de un edificio o estructura mediante construcción o

equipamiento según lo requerido para proveer un recorrido seguro hacia la descarga de salida.

9.3. Descarga de salida: aquella porción de un medio de egreso entre la terminación de una salida y la vía pública. (p.14).

10. Mezanine: “piso situado entre la primera planta y la planta baja de un edificio” (Real Academia Española, 2018).

11. Moldeo: “proceso por el que se obtienen piezas echando materiales fundidos en un molde” (Real Academia Española, 2018)

12. Montacargas: se denominan carretillas automotoras de manutención o elevadoras; todas las máquinas que se desplazan por el suelo, de tracción motorizada, destinadas fundamentalmente a transportar, empujar, tirar o levantar cargas (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1988).

13. Norma: un documento cuyo texto principal contiene únicamente las provisiones obligatorias utilizando la palabra “debe” para indicar requerimientos; generalmente está en forma adecuada para referencia obligatoria de otras normas o códigos o para ser adoptados como ley. Las provisiones no obligatorias deben estar en un apéndice o anexo, pie de página o notas en letra pequeña; no son consideradas parte de los requisitos de la norma (National Fire Protection Association 1600, 2007, apdo. 3.2.5.).

14. NFPA: Asociación Nacional de Protección contra incendios (por sus siglas en inglés) (Instituto Nacional de Seguros, 2013, apdo. 3.3.1.).

15. NTP: Normas Técnicas de Prevención. Establecidas por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España.

- 16. Peligro:** fuente con un potencial para causar lesión y/o deterioro en la salud (ISO 45001, 2018, apdo. 3.19.).
- 17. Puente grúa:** son máquinas utilizadas para la elevación y transporte de materiales (generalmente en procesos de almacenamiento o en curso de fabricación) en el ámbito de su campo de acción (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1985).
- 18. Polipasto:** aparejo de dos grupos de poleas, uno fijo y otro móvil. (Real Academia Española, 2018)
- 19. Puerta de batido y fuerza para abrir:** según lo dispuesto por National Fire Protection Association (2015) consta en que cualquier conjunto de montaje de puerta en un medio de egreso debe ser con bisagras laterales o batiente con pivote; y debe instalarse de modo que sea capaz de batir desde cualquier posición hasta el ancho total requerido de la abertura en la que está instalado.
- 20. Puerta de egreso de acceso controlado:** debe permitirse que los conjuntos de montaje de puertas en los medios de egreso estén equipados con herrajes cerrados mediante traba eléctrica, según indica National Fire Protection Association (2015).
- 21. Puerta de dispositivos auto cerrantes:** las puertas principales son elementos estéticos de gran importancia que generan contacto con el exterior del edificio. No obstante, en la industria se requiere que dispongan de dispositivos automáticos que faciliten su uso y función. Según fundamenta National Fire Protection Association (2015), una hoja de puerta que normalmente se requiere que esté cerrada no debe asegurarse en posición abierta en ningún momento y debe ser auto cerrante o poseer cierre automático.

22. Puerta corrediza horizontal: las puertas corredizas tienen la función de desplazarse sobre un espacio determinado. Este tipo de puerta debe permitir conjuntos de montaje de puertas de fuelle o plegables, de deslizamiento horizontal para propósitos especiales en los medios de egreso, siempre que se cumplan los siguientes criterios definidos por National Fire Protection Association (2015):

- La hoja de la puerta es fácilmente operable desde cualquiera de los lados, sin necesidad de conocimientos o esfuerzos especiales.
- La fuerza requerida que hace operar la hoja de la puerta al ser aplicada sobre el dispositivo de funcionamiento va en la dirección de egreso.
- La fuerza requerida para operar la hoja de la puerta se encuentra en la dirección del recorrido para poner la hoja de la puerta en movimiento.
- La hoja de la puerta es operable utilizando una fuerza que se aplica perpendicularmente a la hoja adyacente al dispositivo de funcionamiento.
- El conjunto de montaje de la puerta cumple con la certificación de protección contra el fuego.

23. Riesgo para la seguridad y salud en el trabajo: combinación de la probabilidad de que ocurra un evento o exposición peligrosa relacionada con el trabajo y la severidad de la lesión y/o deterioro de la salud que puede causar el evento o exposición (ISO 45001, 2018, apdo. 3.21.).

- 24. Sala de Lactancia:** es un área exclusiva en una determinada institución o en cualquier lugar de trabajo para que las madres puedan dar de mamar, extraer su leche y dejarla almacenada (Comisión Nacional de Lactancia Materna, 2012).
- 25. Salida de Emergencia:** toda salida de recinto de planta o edificio que tiene función permitir la evacuación en caso de emergencia (Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. INTE-21-03-02-96, 1996, apdo. 2.23.).
- 26. Salud Ocupacional:** disciplina que tiene como finalidad promover y mantener el más alto nivel de bienestar físico, mental y social del trabajador en general; prevenir todo daño causado a la salud de este por las condiciones del trabajo, protegerlo en su empleo contra los riesgos resultantes de la existencia de agentes nocivos a la salud, colocar y mantener al trabajador en un empleo con sus aptitudes fisiológicas y psicológicas y, en síntesis, adaptar el trabajo al hombre y cada hombre a su tarea (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1982, art 273).
- 27. Trabajador:** persona que realiza trabajo o actividades relacionadas con el trabajo que están bajo el control de la organización (ISO 45001, 2018, apdo. 3.3.).
- 28. “Triple M”:** nombre ficticio que se le da a la empresa médica, a solicitud de esta para proteger su identidad.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCION

Actualmente, los diseños de plantas de producción se enfocan desde los estilos tradicionales hasta los enfoques más modernos, tales como el *lean manufacturing*, el cual se basa en un sistema de producción altamente eficiente. El diseño y la implantación de procesos de producción son de suma importancia estratégica para la empresa, dado que, bien efectuados, permiten reducir mucho los costos, el nivel de *stock*, el tiempo de entrega, entre otros. (Cuatrecasas, 2009). Sin embargo, es común encontrar edificaciones con diseños que dejan de lado los aspectos de seguridad laboral y estos son abordados en forma reactiva/correctiva, realizando ajustes o redistribuciones de procesos productivos recién implementados.

Desde décadas atrás, se tiene claro que el momento adecuado para tener en cuenta la minimización o el control de los riesgos potenciales es aquel en que se preparan los diseños para una nueva planta o para mejorar la ya existente. Es únicamente en este período cuando se pueden efectuar las correcciones sin un costo agregado de importancia (Grimaldi y Simonds, 1991).

El diseño y distribución es según Rodellar (1988): “la técnica para analizar los peligros de la interferencia de los elementos de trabajo con las condiciones del área donde este se va a realizar, para aplicar las medidas preventivas tendientes a eliminarlos o reducirlos”. (p 58)

La distribución de planta busca dos intereses según señala Fernández y Fuente (2005): uno se puede denominar económico, con el que busca aumentar la producción, reducir costos; y el segundo sería un interés social con el que busca darle seguridad al trabajador y satisfacción por el trabajo que realiza. Además, hay una serie de ventajas que generan una eficiente distribución de planta, permitiendo obtener una organización segura y satisfactoria para los empleados. Se extraen algunas indicadas por los autores.

- a)** Se reducen lesiones en el personal al eliminarse peligros por materiales en los pasillos.
- b)** Se aumenta la satisfacción del trabajador, evitando áreas incómodas que hacen tediosa la tarea o el área de trabajo.
- c)** Se obtiene un ahorro de espacio, al disminuirse las distancias de recorrido y eliminarse pasillos inapropiados y materiales en espera.

Por esta razón, surge el interés por implementar elementos ingenieriles de salud ocupacional a la propuesta de diseño de distribución de planta para las nuevas edificaciones de "Triple M" con el afán de propiciar un ambiente seguro y confortable.

CAPÍTULO 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 ÁREA DE ESTUDIO

El proyecto se llevará a cabo en las nuevas edificaciones de una industria dedicada a la fabricación de dispositivos médicos y ensambles electromecánicos denominada para efectos de esta investigación como “Triple M”. Está ubicada en la zona Franca Saret, en Alajuela, en donde se trasladará el departamento de moldeo, el cual abarca el taller de precisión y cuarto de electro-erosionado.

El personal es de aproximadamente 21 trabajadores, entre operativos y de apoyo. Se estima una proyección de crecimiento en personal entre 30 a 50 máximo, incorporando administrativos, auditores de calidad, técnicos en mantenimiento, misceláneas y más personal operativo.

Por otra parte, de las edificaciones existentes llamadas C2 y C3 con un área total de 2.200 m² de construcción, solamente la C3 y el anexo fueron diseñadas. Estas corresponden a 1.360 m² de área, incluyendo el mezanine que une ambos edificios.

2.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El problema de proyecto corresponde a una investigación de tipo acción, que responde a dos situaciones: la primera situación: ¿por qué se hace necesario contar con un adecuado diseño y distribución de planta? Para ello se debe tomar en consideración todos los detalles acerca del qué, cómo, con qué y dónde producir;

así como mantener los estándares de calidad del producto y los elementos ingenieriles de salud ocupacional para conseguir un ambiente seguro de trabajo.

Y la segunda situación: ¿de qué depende el éxito del proyecto? Este dependerá del interés que tenga por parte de la alta dirección de la empresa en apoyar la conveniencia de adecuar los espacios de trabajo, de tal forma que corrijan las deficiencias actuales y se mejoren las condiciones laborales en beneficio de los trabajadores, aumentando la productividad y cumpliendo con la normativa legal vigente.

El problema quedaría reducido en: ¿cuáles son los elementos ingenieriles de salud ocupacional basados en requisitos técnicos-legales que se deben implementar para el diseño de distribución de las recientes instalaciones de “Triple M”, para trasladar al Departamento de Moldeo, ¿a fin de crear un ambiente seguro y confortable para los trabajadores?

El alcance del proyecto contempla elementos básicos de distribución de planta en lo concerniente a pasillos peatonales, accesos, estaciones de trabajo, rutas de evacuación, salidas de emergencia, ubicación de equipos de emergencia, distribución de iluminación general y medios auxiliares. Se considera, asimismo, la aplicación de la Ley 7600 igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad (capacidades diferentes), tomando en cuenta los requerimientos de la industria médica, en lo que respecta a cuartos limpios y áreas controladas.

Dentro de los factores que limitaron y modificaron la ejecución del trabajo, se mencionan las siguientes:

- Las naves fueron prácticamente reconstruidas, debido a que la edificación pertenecía con anterioridad a una industria maderera, cambiando y reforzando el techo, demoliendo paredes internas, escaleras, accesos, quitando las instalaciones eléctricas, fabricando nuevamente el mezanine, entre otros. El “Equipo Diseñador” tuvo que hacer varios cambios de distribución de áreas a causa de factores estructurales existentes, por ejemplo: la localización de la grúa puente inicialmente se planteaba al costado este de la nave, pero al hacer el estudio del suelo se encontró que coincidiría con la distribución del drenaje, obligando a proponerlo al costado oeste.
- Cuando se elabora la lista de verificación para la inspección del área de moldeo en el edificio D3, fue difícil entender la redacción de algunos puntos legales, por ejemplo: a) el cabezal de la ducha se encuentra a una altura desde la superficie hasta donde se encuentra el usuario entre 2,083 m y no más de 2.43 m, b) en los casos en los que la carga de ocupantes total de todos los pisos servidos por la escalera sea menor a 50, el ancho mínimo libre de toda obstrucción a cada lado de la escalera debe ser de 0,915 m (Unidad de Ingeniería de Bomberos, 2013).
- No fue posible encontrar legislación acerca de las distancias y espacios mínimos a considerar para los casilleros, vestidores, estaciones de primeros auxilios y lámparas de emergencia. Esta última indica el requisito de 1 lux en piso al final del medio de egreso, pero no señala la distancia entre lámparas, solo aboca utilizar como referencia la ficha técnica del fabricante.

- Por otra parte, la empresa no considera necesario un espacio para el cambio de las prendas de las personas trabajadoras, en virtud de que el proceso productivo va a pasar de un área controlada a un cuarto limpio donde implica el uso de gabachas que no salen de la zona.
- Durante la ejecución del proyecto se toma en consideración que el personal para la nueva planta actualmente no supera las 30 mujeres, ni aún con el crecimiento proyectado, por lo cual no toma en cuenta ese espacio en el plano.
- El programa *Sketchup* cuenta con restricciones para la aplicación correcta de la simbología de acuerdo con lo establecido por la normativa nacional, por lo cual se usaron los símbolos más representativos.
- A la hora de hacer el cierre de la encuesta, los investigadores se percatan de que personas claves como los supervisores y gerencias de las áreas donde está moldeo no habían participado; fue necesaria la constante persuasión para que llenaran el formulario, argumentaron falta de tiempo.
- Además, al haber más personal compartiendo espacio en las instalaciones actuales de moldeo, fue necesario incluir dentro de la encuesta a mayor cantidad de personas; no solo la población de moldeo, sino a todo aquel que puede ser afectado por las condiciones actuales. Resulta de mayor interés a los directivos de la empresa conocer sus necesidades y percepciones con respecto al traslado hacia las nuevas naves, obligando a ajustar el primer objetivo y el alcance de la encuesta.

- Finalmente, la mayor limitación fue el constante cambio del vicepresidente con respecto al propósito que van a tener los edificios, situación que generó ajustes frecuentes respecto a la distribución de planta.

2.3 JUSTIFICACIÓN

La empresa “Triple M” empieza operaciones en Costa Rica en 1991 con una nave para dos líneas de producción y cincuenta personas trabajadoras. Con el pasar de los años fue incrementando sus procesos productivos y por ende su personal, generando la necesidad de espacio para desarrollar la manufactura, adquiriendo naves aledañas.

Estas infraestructuras se fueron construyendo paulatinamente sin contar con un estudio basado en el diseño de distribución de planta, donde no se consideraron los aspectos de salud ocupacional y las necesidades del proceso que se iba a desarrollar; sin diagramas de flujo productivo, sin determinar la cantidad de personas requeridas. Tampoco se tomaron en cuenta actividades complementarias como mantenimiento de las instalaciones, así como las buenas prácticas de manufactura, salud ocupacional, protección de incendios, entre otros.

Actualmente, “Triple M” falta de un buen diseño de planta y cuenta con serias limitaciones de espacio, generando varias condiciones de riesgo. Para mencionar algunas se encuentran: a) hacinamiento, en donde los trabajadores chocan unos con otros, b) recorridos innecesarios, por ejemplo, los servicios sanitarios contiguos al área de trabajo, pero sus casilleros están cerca del comedor, teniendo que desplazarse aproximadamente 60 m para ir a lavarse los dientes en el baño y

después devolverse a dejar el cepillo de dientes al casillero y nuevamente regresar al área de proceso; todo por no haber baños generales cerca del comedor o baterías de lavamanos para la higiene bucal, c) reducción de pasillos en algunos casos y ausencia en otros, d) ubicación inadecuada de salida de emergencia cerca de máquinas peligrosas, e) extintores obstruidos por puestos de trabajo, f) tableros eléctricos bloqueados con material en proceso y g) duchas de emergencia con espacios reducidos para ingresar.

Por consiguiente, las áreas productivas han sufrido remodelaciones para incrementar su espacio físico, pero sin un estudio integral planificado que considere los aspectos de salud ocupacional necesarios para promover un ambiente seguro de trabajo. A finales del 2016 la empresa adquirió dos edificaciones más en la misma zona franca, las cuales están en fase de remodelación con el fin de trasladar el departamento de moldeo para darle un desarrollo estratégico productivo.

Por ello, se plantea un diseño de planta de forma integral entre el “Equipo Diseñador” y la gestión de salud ocupacional, donde se implementen los elementos básicos de mejora para el proceso productivo y las condiciones laborales, en pro del bienestar de los trabajadores.

CAPÍTULO 3. ESTADO DE LA CUESTIÓN

Se realizó una investigación documental de trabajos de graduación en relación con diseños de planta, para analizar si se tomaron en cuenta los aspectos de salud ocupacional dentro de sus propuestas. Se encontraron una gran gama de estudios, eligiendo aquellos cuyos resúmenes u objetivos en forma preliminar estuvieron dirigidos en establecer distribuciones de planta por problemas de espacio.

Por consiguiente, se escogieron diez de ellos provenientes de Perú, España, Colombia, México, Argentina y el más reciente, del Instituto Tecnológico de Costa Rica en el 2017. Además, fueron desarrollados en diversos sectores como textil, alimenticio, maderero, industrial y aduanero. Solo en la industria de farmacéutica o médica no se logró encontrar proyectos.

Los elementos en común de estos trabajos están en relación con su propósito de brindar una distribución ordenada, maximizando los tiempos y movimientos; enfocados en optimizar espacios y reducir transportes o para hacer los procesos más eficientes y mejorar la capacidad de producción. A continuación, se presenta un extracto de los proyectos, los cuales nos pueden servir de guía en lo referente a la parte de ingeniería de procesos para la construcción de espacios.

Para iniciar, el trabajo elaborado por González (2007) en una fábrica de equipo e infraestructura eléctrica llamado Taller de Tablas Eléctricas de Instalaciones *Inabensa* S.A., en donde propone una distribución de planta capaz de minimizar las distancias recorridas por materiales y operarios, así como mejorar la utilización del espacio disponible para una expansión de 10.000 m². Lo interesante de este

proyecto está en la forma que aplicaron el método *SLP* planteando dos opciones de distribución de las diversas áreas, argumentando los pros y los contras de cada una según las características de las maquinarias, flujo productivo, necesidades de equipo o materiales, dimensiones, recursos y espacio. Además, este estudio plantea la localización de dos puentes grúa en las naves de 25 toneladas, lo cual nos sirve de guía ya que la empresa “Triple M”, planea instalar un equipo similar.

Seguidamente, el estudio realizado por Fernández y *Rhenals* (2011) en Estibas y Carpintería El Guedo Ltda., dedicada a la fabricación y comercialización de tarimas de madera. Su objetivo intenta brindar una mejor planificación distributiva de las instalaciones de la planta de producción y el almacén para un total de $1.624 m^2$, con un recurso humano de 21 personas. El proyecto inició con el análisis de las operaciones que intervienen en el proceso de producción, donde carecen de espacio adecuado para permitir un correcto almacenamiento, manipulación y transporte de las tarimas. Esto generó una disminución de los retrasos de producción al reducir las distancias que recorre la materia prima requerida para elaborar las tarimas y un ahorro del área ocupada al aprovechar eficientemente el espacio disponible, utilizando montacargas para apilar la carga y obtener mayor altura.

Este proyecto señala como resultado la reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores; sin embargo, con este punto las tres alternativas de distribución de los departamentos no muestran la ubicación de maquinarias, espacios, personas, servicios auxiliares, no se concreta en un *layout*. Además, en lo referente a reducir los diferentes factores de riesgos, se aborda a

manera de recomendaciones el mejorar la demarcación de las zonas de trabajo, de tránsito, pasillos externos e internos, rutas de evacuación y advertencias de seguridad, pero no se da una propuesta en las distribuciones.

Por otra parte, en el proyecto realizado en la empresa Alfa del sector lácteo por los estudiantes Quiceno y Zuluaga (2012), trata de una propuesta para contribuir al mejoramiento de las operaciones a través de la distribución de la planta de 3.669 m². Inicia por un diagnóstico e interpretación de la situación actual para posteriormente desarrollar una estrategia metodológica de trabajo que permita dar una solución viable a la congestión de las áreas, excesivas distancias a recorrer entre algunos departamentos, flujo de materiales cruzados y reducir los cuellos de botella; sin requerir mayores inversiones en equipo de manejo de materiales o en expansión de las instalaciones. Ellos cierran el trabajo con una simulación en ProModel, herramienta que compara los tiempos de las operaciones en cada una de las propuestas y elegir la que represente mayor eficiencia para el proceso. Este trabajo ilustra y resalta muy bien la importancia de los diagramas de flujo, sirviendo de guía.

Otra propuesta fue en la Industria Textil Pymes Nexos Studio para un área de 1.624,53 m², por los ingenieros Barón y Zapata (2012). Plantean contribuir al mejoramiento del desempeño operativo a través de la realización de un diagnóstico de la distribución de planta actual, el flujo de material a lo largo del proceso, el aprovechamiento de espacio y funcionamiento actual de las áreas críticas y alternativas de mejora para la distribución actual. Este trabajo señala que una de las ventajas que busca obtener es brindar mayor seguridad para los trabajadores,

pero no se indica de qué manera se va a lograr y su enfoque está dirigido solo en los aspectos productivos, tales como la fluidez del flujo de trabajo, materiales y almacenamiento.

Igualmente, Muñoz (2004) diseña una distribución en planta para un área de 468 m² que le permita optimizar la disposición de los elementos del ciclo productivo, de manera que el valor creado por sistema de producción eleve al máximo los niveles de productividad de la empresa. Este trabajo en modalidad de tesis menciona aspectos de seguridad como los principios básicos de la distribución en planta, del cual deriva el “Principio de la Satisfacción y Seguridad”, además atribuye que una de las ventajas de realizar una distribución de planta es que favorece la salud de los empleados. Sin embargo, no se considera el tema de seguridad en el desarrollo del proyecto, solo se cita a manera teórica las condiciones básicas para mantener un ambiente seguro, lo cual nos sirve para valorar en el marco referencial.

Desde otra perspectiva, los ingenieros *Kolodziej, Enriquez y Kowalski* (2013) trabajaron en un diseño del nuevo edificio de 700 m², para incorporar una línea adicional de producción de una industria Bebidas Hídricas, con el objetivo de mejorar el proceso productivo y al mismo tiempo adecuar las instalaciones para minimización del transporte. Esto se dio dividiendo en forma física el sector de llenado de envases del resto de las áreas, además de separar los sanitarios del proceso productivo y redimensionamiento de estos. Se reubica el taller de reparaciones debido a que se encontraba en un terreno ajeno a la empresa y la conveniencia de establecer un expendio de combustibles y depósito de gas

(propano y carbónico) bajo normas, con el espacio requerido para la maniobra de los vehículos, delimitando los espacios de circulación.

De otro modo, Flores (2010), realiza un diseño e implementa una planta piloto para fabricación de pruebas de café soluble que permita tener una mejora continua en el proceso del café soluble actual y producir café *gourmet*. El enfoque va dirigido hacia el mejoramiento del proceso productivo y la factibilidad del proyecto de inversión de adquirir una planta 1.034 m² para obtener espacios amplios, mejorar el proceso productivo, distribuir adecuadamente maquinaria y equipos; aprovechando incorporar la distribución de los extintores. Bajo la misma línea lo realiza López (2005) con el proyecto de diseñar una planta productora de galletas para un área 454 m². Ambos estudios determinaron que los planes pilotos son rentables, es posible de lograr la producción y que con las propuestas se puede lograr un mejoramiento continuo en el proceso actual.

Desde el ámbito humano, se detecta que 8 de las 10 propuestas de proyectos de planta no contemplaron la seguridad de los trabajadores; es decir, la mayoría de los proyectos no tomaron este aspecto de relevancia, solo se abordan en función a la cantidad de personas, dejando de lado la caracterización de la población. Se abordó a los trabajadores como complemento de un proceso, dejando de lado sus necesidades y expectativas de las condiciones de trabajo básicas requeridas para mantener un ambiente seguro para los antes mencionados.

El proyecto afín con el presente es el realizado por Obando (2017), estudiante de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental del Instituto Tecnológico de Costa Rica, que trata de una redistribución de un laboratorio aduanero con el fin

de mejorar el sistema de almacenamiento e iluminación. Este trabajo fue el único que tomó en consideración aspectos intrínsecamente relacionados con la seguridad básica de los trabajadores tales como: accesos peatonales, rutas y salidas de evacuación, ubicación de equipos de emergencia, espacios de trabajo, consideraciones para personas con capacidades diferentes, compatibilidad de sustancias químicas, por mencionar algunas.

Cabe señalar que si bien, 6 de 10 de estos estudios utilizaron el Método *SLP* (*Systematic Layout Planning*), mismo que valora las condiciones de seguridad, estas fueron abordadas en algunos casos como referencia teórica, sin ser plasmada en el diseño propuesto y en otros casos, fueron omitidas. Tal situación evidencia aún más la importancia de realizar este proyecto, que permita corregir las deficiencias actuales del departamento de moldeo a través de la incorporación de elementos de salud ocupacional en el diseño de planta, a fin de mejorar las condiciones laborales de la empresa "Triple M" en las nuevas instalaciones.

CAPÍTULO 4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar elementos ingenieriles de salud ocupacional en el diseño de distribución de planta, basados en los requisitos técnicos legales básicos para el departamento de moldeo, para generar condiciones de trabajo seguras para los trabajadores.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Caracterizar socio-demográficamente la población trabajadora actual que se verá beneficiada con el traslado del departamento de moldeo a las nuevas edificaciones.
2. Identificar las condiciones laborales del espacio actual de trabajo del departamento de moldeo, para definir un plan de mejora plasmado en el nuevo diseño de planta.
3. Definir el proceso productivo del departamento de moldeo en función de los detalles que respondan al qué, cómo, con qué y dónde producir.
4. Determinar los requisitos técnicos legales básicos de salud ocupacional de los ambientes laborales, tomando en cuenta los requisitos para establecimientos de industria médica.
5. Aportar al diseño de planta los elementos ingenieriles de salud ocupacional previamente identificados, junto con las mejoras definidas y el trabajo coordinado con el “Equipo Diseñador”.

CAPÍTULO 5. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

En primer lugar, es conveniente tener claro una serie de elementos básicos que se van a utilizar para el desarrollo del trabajo, por lo tanto, se plantea trabajar este marco teórico en tres bloques: i) aspectos generales de áreas controladas y cuartos limpios, ya que son muy propios de la industria médica “Triple M” y guardan requerimientos especiales, ii) nociones básicas de diseño de planta, ya que son requeridas para entender cómo se plantea ordenamiento lógico del proceso en las futuras edificaciones, y por último, iii) elementos de salud ocupacional requeridas.

5.1. INDUSTRIA MÉDICA

La empresa “Triple M” corresponde a una industria médica que se dedica a ensamblar dispositivos médicos, cuyas líneas productivas se desarrollan en algunas áreas controladas, otras en cuartos limpios y otras en áreas comunes. Por lo tanto, es importante clarificar qué características reúnen estas zonas, debido a que las nuevas edificaciones se están reconstruyendo bajo estas condiciones.

5.1.1. Áreas controladas.

Las áreas controladas son zonas que cuentan con ciertas condiciones específicas de control de partículas, temperatura y humedad, pero los parámetros no son tan rigurosos, en donde el personal no requiere vestirse con indumentaria especial. (Cataño y Orozco, (2008).

5.1.2. Cuarto limpio.

Basados en la norma ISO 14644-1 que rige actualmente para los cuartos limpios (el cual trata de una zona donde la concentración de partículas en el aire es controlada), “la misma es elaborada y utilizada de manera que se minimice la introducción, generación y retención de partículas en el interior del cuarto. En este, también, otras partículas y parámetros relevantes como temperatura, humedad y presión son controlados como sea necesario” (Cataño & Orozco, 2008).

Para ingresar a un cuarto limpio se requiere hacerlo a través de un *Gowning Room*, que es área de paso entre un área controlada a un cuarto limpio. Se usa para realizar el traslado de personas, materiales o equipos bajo un protocolo de ingreso de desinfección de manos, colocación de gabachas antiestáticas, cobertores de cabellos, guantes y cubre zapatos.

Es fundamental para la empresa “Triple M” contar para sus futuras instalaciones con un cuarto limpio, ya que el mismo brinda control de partículas dentro del proceso, dando seguridad del producto y calidad.

Por esta razón los cuartos limpios deben de ser rigurosamente controlados en términos de presión y flujo de aire, conteo de partículas, conteo microbiológico, temperatura, humedad y 28 renovaciones de aire por hora. Los resultados de las mediciones de las partículas deben mantenerse en ciertos parámetros para poder mantener la certificación del cuarto.

5.2. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.

A continuación, se presentan los aspectos básicos en materia de distribución de planta que se van a requerir dominar para poder aplicarlos en la propuesta. Primeramente, es importante clarificar lo que significa la distribución de planta, la cual implica la ordenación física y racional de los elementos productivos, garantizando su flujo óptimo al más bajo costo. Esta ordenación, ya practicada o en el proyecto, incluye tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento máquinas, equipos de trabajo, trabajadores y todas las otras actividades o servicios (Fernández y Fuente, 2005).

5.2.1. Principios básicos:

Según CEEICV (2008), existen seis principios básicos para lograr una distribución de planta con éxito, los cuales se describen seguidamente:

I. Principio de la Integración.

La mejor distribución es la que integra a los hombres, materiales, maquinaria, actividades auxiliares y todos los demás factores que influyen en el proceso productivo. Todos deben quedar integrados en una distribución de modo que resulte el mejor compromiso entre todas estas partes.

II. Principio de la mínima distancia recorrida.

Se debe procurar la optimización reduciendo al mínimo los movimientos realizados, ya que la mejor distribución es la que permite que la distancia a recorrer por los materiales sea la menor posible.

III. Principio de flujo o circulación de materiales.

Es mejor aquella distribución en que la organización física de los procesos se genere según el orden y secuencia en el que se deben realizar, esto complementa el principio anterior, con el fin de eliminar los retrocesos o movimientos transversales.

IV. Principio del espacio cúbico o volumen ocupado.

Debido a que el metro de instalación tiene un costo, su economía se obtiene utilizando de manera efectiva todo el espacio disponible, tanto el horizontal como particularmente el vertical que la técnica permita.

V. Principio de Recursos humanos o de la satisfacción y seguridad.

La salud y seguridad del personal debe estimarse siempre antes del resto de las consideraciones; este principio también facilita la optimización del costo total de instalación y explotación, ya que, si se reduce el esfuerzo necesario para realizar una tarea, es posible lograr una mayor producción por jornada y hace el trabajo más satisfactorio para los trabajadores.

VI. Principio de la flexibilidad.

Será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes, debido a que rara vez las necesidades de una organización serán constantes en el tiempo y se producirá una evolución continua para adaptarse a los mercados, la evolución de la tecnología, los nuevos clientes y productos, entre otros.

5.2.2. Diagrama de flujo.

El diagrama de flujo es como el corazón de la distribución de la planta y trata de un análisis del proceso que comienza con el plan de manejo de materiales, debido a que es fundamental para poder realizar la mejor distribución. El flujo es la trayectoria que siguen los materiales, personas o procesos mientras se mueven a través de la planta. Se trata de minimizar aspectos como: a) la distancia a la que viaja, b) los retrocesos, c) el tráfico cruzado, y d) el costo de la producción. Este diagrama ayudará al diseñador de la nueva edificación en la escogencia del acomodo más eficaz de las máquinas, instalaciones, estaciones de manufacturas, así como los departamentos. Se dice que si se mejora el flujo del producto automáticamente aumentará su rentabilidad (Meyers & Stephens, 2006).




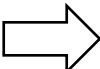




Con base a los puntos guías que indica Rodellar (1988) se rescatan aquellos aspectos generales que son importante tomar en cuenta en la distribución de planta:

- Analizar los peligros derivados del tipo de transporte para manipular los materiales.

- Tener separaciones entre el acceso peatonal de los accesos para montacargas.
- Contar con clara señalización de pasillos y accesos.
- Mantener las vías despejadas y bien iluminadas.
- Evitar cruces de los vehículos que entran con los que salen.
- Colocar barreras y protecciones en zonas peligrosas.
- Instalar topes para proteger equipos, o infraestructura de golpes por vehículos.
- Situar las puertas sobre las vías menos transitadas.
- Dotar de espacio suficiente a cada puesto de trabajo.
- No debe invadirse los puestos y zonas de trabajo para acceder al propio.
- Dar espacio necesario para las operaciones de mantenimiento.
- Anticiparse las condiciones ambientales como ruido, polvo, iluminación, temperatura y ventilación.
- Prever los consumos de energía, agua y aire comprimido que requiere cada servicio o línea.
- Separación entre los diferentes tipos de energías y aislamiento.
- Y ante cualquier instalación nueva prever futuras ampliaciones.

Por otra parte, todo diagrama de flujo se utiliza una serie de simbología estándar. Esta misma se va a emplear en el desarrollo del trabajo, tanto para entender los flujogramas de las líneas de proceso actual como para la propuesta del diagrama de proceso para el departamento de moldeo en la nueva planta.

Tabla 1. Simbología de la norma ISO 9000 para elaborar diagramas de flujo

| <u>Simbología</u> | <u>Descripción</u> |
|---|---|
|  | Operaciones. Fases del proceso, método o procedimiento. |
|  | Inspección y medición. Representa el hecho de verificar la naturaleza, calidad y cantidad de los insumos y producto. |
|  | Operación e inspección. Indica la verificación o supervisión durante las fases del proceso, método o procedimiento de sus componentes |
|  | Transportación. Indica el movimiento de personas, material o equipo. |
|  | Demora. Indica retraso en el desarrollo del proceso, método o procedimiento. |
|  | Decisión. Representa el hecho de efectuar una selección o decidir una alternativa específica de acción. |
|  | Entrada de bienes. Productos o material que ingresan al proceso. |
|  | Almacenamiento. Depósito y/o resguardo de información o productos |

Fuente: (Benjamín & Fincowsky, 2009)

5.2.3. Diagrama de relaciones entre actividades

Basados en Pérez, Dieguez y Gómez (2008) “una vez conocido el recorrido de los productos, debe plantearse el tipo y la intensidad de las interacciones existentes entre las diferentes actividades productivas, los medios auxiliares, los sistemas de manipulación y los diferentes servicios de la planta” (p.10).

Para poder representar estas relaciones en una manera lógica se utiliza una tabla de relacional de actividades, que consiste en relacionar la importancia de

proximidad entre las áreas utilizando una serie de comando tales como; A = absolutamente necesaria, y E= especialmente importante; I = importante, O= importancia ordinaria, U = no importante; y la X como indeseable.

También es importante definir las razones por las cuales se escoge ese comando, para efectos del proyecto se estableció las siguientes:

| Razones | |
|----------------------------|--------------------------|
| 1 Seguridad | 6 Secuencia del flujo |
| 2 Compartir espacio | 7 Conveniencia |
| 3 Necesidades fisiológicas | 8 Poco Frecuente |
| 4 Ambiente contaminado | 9 No hay dependencia |
| 5. Situaciones indeseables | 10 Pruebas de inspección |

5.3. ELEMENTOS INGENIERILES DE SALUD OCUPACIONAL

Se debe conseguir un nivel aceptable de seguridad que garantice al personal el no exponerse a riesgos debido a: espacios reducidos, inadecuada distribución de máquinas, equipo y atropellos por montacargas, por mencionar algunos. Es necesario establecer los requisitos técnicos legales de salud ocupacional en la distribución de los espacios de trabajo, vigilando el cumplimiento de lo normalizado; por lo tanto, se presentan seguidamente aquellos elementos ingenieriles que se consideran vitales en la implementación del diseño de distribución.

5.3.1. Puestos de trabajo.

Los puestos de trabajo según *Aissa, Ruggero & Junca (2000)* son el espacio disponible para cada trabajador, la distribución y el acondicionamiento del espacio para este trabajo, entre otros. Los problemas psicosociales relacionados con el espacio de trabajo pueden describir diversos aspectos tales como: la insatisfacción, el desarrollo de sintomatologías de estrés y hasta la aparición de manifestaciones psicopatológicas graves. Igualmente indican que los puestos de trabajo resultan familiares algunas frases como “me falta espacio” o “no tengo un lugar que sea mío”, frases que obedecen a las necesidades que tiene todo individuo de poseer un espacio o territorio propio donde pueda relajarse, recoger o tener sus objetos. La empresa ha de tener en consideración el diseño de los espacios de trabajo, relacionados en conjunto con su función en la empresa (p 271).

En concordancia, *Muther (1968)* argumenta que “a los obreros les gusta tener un poco de espacio a su alrededor, no estar amontonados unos encima de otros. Es probable que muestren resistencia a estar colocados demasiados juntos o excesivamente próximos al equipo o las paredes” (p.85)

Por otra parte, *Ray-Asfahl y Rieske (2010)*, afirman que, si se controlan las condiciones del lugar de trabajo, pueden evitarse los accidentes laborales. Enfatizan en el rediseño de los procesos, que incluyen contar con las dimensiones de los equipos y del área de producción, donde los recorridos realizados por materiales y personas de operación a operación entre departamentos se optimicen y de esta manera se minimicen movimientos, equipos y espacio requerido (p 576).

Con base en el artículo 14 del Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (1977), se debe considerar el espacio total de dos metros cuadrados libres para cada trabajador. Según el acuerdo N°2291 dado por el Consejo de Salud Ocupacional (2015), se indica cómo calcular este espacio, que consiste en descontar los espacios ocupados por las instalaciones, equipos de trabajo y materiales. Con este cálculo se obtiene una estimación del espacio libre con respecto a los trabajadores, el cual se divide entre 2 m^2 y se obtiene el número de trabajadores permitidos en ese local.

5.3.2. Medios Auxiliares.

Según CEEI CV (2008) “los medios auxiliares son todos aquellos medios de producción que estando fuera de la línea del proceso principal, son necesarios para que se lleven a cabo” (p. 29), y se encuentran integrados por servicios generales; unidades auxiliares y servicios sociales. (Casp Vanaclocha, 2012)

Para efecto de este proyecto los medios auxiliares son:

- a) Servicios generales de fabricación que incluyen las oficinas, laboratorios, almacén de materia prima y taller de mantenimiento.
- b) Unidades auxiliares tales como generadores, transformadores de energía, tableros eléctricos principales, compresores de aire, lavandería, entre otros.
- c) Servicios sociales que abarcan el comedor, vestidores, casilleros, duchas, los aspectos de seguridad e higiene y los servicios sanitarios.

5.3.2.1 Espacios de comedor.

Todo centro trabajo deberá facilitar un lugar adecuado para que los trabajadores ingieran los alimentos, en donde se debe acondicionar el área para guardar los alimentos, calentarlos, lavar los utensilios, mantener las condiciones de limpieza, dotar de iluminación, ventilación y cubicación necesarias y estar amueblados adecuadamente para su función (Ministerio de Salud, 1988).

5.3.2.2 Servicios sanitarios.

Toda edificación, dependiendo de la cantidad de trabajadores, debe definir el número de servicios sanitarios que se requieren, basado en el Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo (1977).

Además, se debe considerar lo señalado en el Reglamento a la Ley de Igualdad de Oportunidades para Personas con Discapacidad 7600 (1998), debido a que es más restrictiva para tomar en consideración las dimensiones necesarias para una persona que requiera utilizar una silla de ruedas; las dimensiones deben ser aptas para lo mismo.

Las consideraciones de los servicios sanitarios están en función de variables como sexo, cantidad de personas y los pisos de la edificación. Estos contemplan los inodoros, duchas, accesorios (toalleros, papeleras, pañeras y agarraderas), así como los espejos.

La Ley 7600 (1998) indica que todo local para inodoros o letrinas y mingitorios o urinarios en su caso, deberán llenar los siguientes requisitos:

- a. Deben estar protegidos por tabiques que separan las cabinas, dejando espacio libre con el objeto de permitir el lavado de los pisos.
- b. Los pisos y paredes deben ser continuos, lisos e impermeables, en buenas condiciones y de materiales que permitan el lavado y desinfección requisito indispensable en la industria médica.
- c. Los drenajes deben contar con fosas sépticas u otra clase de tratamiento adecuado.

Y, por último, en el artículo 40 del Reglamento sobre Higiene Industrial (1988) establece que “los servicios sanitarios deben contar con ventanas a la calle o a los patios de los edificios”.

5.3.2.3 Duchas (baños).

Bajo la eventualidad de que el personal requiera contar con duchas para bañarse posterior a proceso de mantenimiento de pisos, paredes, soldadura, rectificación de piezas, pintura, entre otros, se debe considerar recintos destinados al aseo personal. Se toma en consideración la cantidad de trabajadores que vayan a hacer uso de estos; deben estar separados por sexo (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1977).

5.3.2.4 Vestidores y casilleros.

Además, todos los centros laborales que así lo justifiquen por la naturaleza de sus funciones, dispondrán de instalaciones suficientes y apropiadas para que los

trabajadores se cambien la ropa y la guarden. Estos deben situarse próximos a los lugares de trabajo, pero totalmente independientes, amueblados adecuadamente en un número proporcional a los trabajadores, con condiciones óptimas de iluminación, ventilación y cubicación, así como separados según el sexo del personal (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1977).

5.3.2.5 Sala de lactancia.

Recientemente el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (2018) señala que en todo centro de trabajo en donde su establecimiento ocupe más de treinta mujeres, quedará obligado a acondicionar un local apropiado con el propósito de que las madres puedan extraer y almacenar en forma segura la leche materna, durante la época de lactancia. Este espacio físico deberá contar con una serie de medidas e implementos necesarios para lograr un ambiente propicio y agradable, entre ellos están:

- Refrigeradora de al menos 38 litros de capacidad para conservar exclusivamente leche materna.
- Una mesa pequeña.
- Al menos dos sillas con forro suave, respaldar y descansabrazos.
- Un lavamanos con dispensador de jabón líquido.
- Un dispensador con toallas de papel para secado de manos.
- Basurero con tapa y con sus respectivas bolsas plásticas para basura.

- Biombos, cortinas o alguna división, a efecto que garantice privacidad entre personas trabajadoras y la correcta circulación de aire.
- Renovación del aire por medio de ventilación natural o artificial, mediante abanico o aire acondicionado.
- Iluminación natural o artificial que garantice una luminosidad.
- Cumplir con las disposiciones de accesibilidad de la Ley N° 7600.
- Croquis que prevea a las personas trabajadoras las indicaciones de las vías de evacuación inmediatas en caso de emergencia.

5.3.7. Medios de egreso.

Dentro del proceso de organización racional es fundamental el análisis y distribución de los medios de egreso, término considerado según Unidad de Ingeniería de Bomberos (2013) como: “recorrido continuo y sin obstrucciones desde cualquier punto, en un edificio o estructura hasta una vía pública, consiste en tres partes separadas y distintas: (1) el acceso a salida, (2) la salida y (3) la descarga de salida”(p.14).

Los medios de egreso deben estar libres de obstáculos y cumplir con los requerimientos mínimos establecidos, permitiendo que el recorrido sea seguro para los ocupantes. Por consiguiente, ellos establecen: “los medios de egreso deben proveerse mínimo dos medios de egreso desde todos los pisos o secciones, y debe alcanzarse mínimo una salida sin tener que atravesar otro piso” (p.109).

5.3.7.1. Componentes de los medios de egreso.

La capacidad del egreso está requerida por cantidad de ocupantes inmersos en la organización, considerando los siguientes componentes de egreso: puertas, ancho de la capacidad de egreso, ancho mínimo, medición, ancho mínimo de las puertas, apertura y fuerza para abrir, cerraduras, pestillos, dispositivos de alarma, cerraduras de egreso temporizado, puertas de egreso de acceso controlado, herrajes anti-pánico, herrajes para salida de incendio, puertas accionadas mecánica, eléctrica o neumáticamente (Unidad de Ingeniería de Bomberos, 2013).

Los corredores utilizados con acceso a salida que sirva para una carga de ocupantes mayor a treinta deberán estar separados de las otras partes del edificio por muros que tengan una clasificación de resistencia al fuego no menor a una hora (National Fire Protection Association, 2015). Por otro lado, apoyando lo que indican Grimaldi & Simonds (1989): “los pasillos deben preverse lo adecuado para disminuir los riesgos por el manejo de los materiales y permitir el tránsito de un buen número de personas en rápido movimiento. Los pasillos obstruidos o congestionados son en general el resultado de una defectuosa planeación original” (p.52).

5.3.7.2 Escaleras.

Las nuevas naves contemplan escaleras tanto externas como internas, por lo cual es importante tomar en consideración los criterios para los medios de circulación que permiten al personal desplazarse dentro de un espacio físico determinado. No obstante, debe efectuarse un análisis previo, tomando en cuenta

una serie de variables que permitan un correcto diseño de las escaleras, entre ellas se pueden mencionar: el ancho mínimo, el tipo de escalera, descansos, contrahuellas, uniformidad, barandas, pasamanos, entre otros.

Las escaleras deben cumplir con los siguientes criterios (Unidad de Ingeniería de Bomberos, 2013):

1. El ancho mínimo debe ser acorde al cálculo de capacidad de egreso.
2. Respetar las dimensiones mínimas y máximas de la contrahuella, la profundidad mínima de la huella, ancho libre mínima de las escaleras y la configuración de los descansos.
3. Si los descansos no son verticales, debe permitirse que las contrahuellas tengan una pendiente bajo la huella.
4. Para mantener una uniformidad dimensional debe existir la tolerancia entre la altura de la contrahuella más grande y la más pequeña, o entre la profundidad del escalón más grande y la más pequeña.
5. En el caso en que la contrahuella del escalón inferior se una a un sendero público, a un camino o una vía para automotores, que tenga pendiente, que posean un nivel establecido y que sirva como un descanso; se debe permitir una variación en la altura de la contrahuella.

5.3.7.3 Pasamanos y barandas.

Las escaleras y las rampas deben tener pasamanos en ambos lados y en estos debe aplicarse lo regulado por la Unidad de Ingeniería de Bomberos (2013), en lo siguiente:

1. El ancho del egreso requerido del pasamano debe estar provisto a lo largo del camino natural de recorrido y deben poder agarrarse a lo largo de toda su extensión. Las barandas deben respetar la altura establecida, deben tener barras intermedias o diseños ornamentales, de manera tal que no queden espacios abiertos.
2. Las barandas y los pasamanos requeridos deben ser continuos en la longitud total de cada tramo de escaleras, incluyendo los descansos. En caso de no ser continuos entre tramos de escaleras, deben extenderse horizontalmente a la altura requerida, más allá de la contrahuella superior y continuar en declive hasta una huella después de la contrahuella inferior
3. Los pasamanos deben proveer un espacio libre entre el pasamano y la pared a la que estén sujetos; los extremos de los pasamanos deben voltearse hacia la pared o hacia el piso o deben terminar en postes.

5.3.7.4 Puertas.

Cuando se habla de puerta se refiere a una abertura que permite pasar de un ambiente a otro, o bien, acceder a un lugar determinado. En la empresa “Triple M”, se cuenta con puertas de batidos (barra de empuje) para salidas de emergencia, puertas de acceso controlado, puertas auto-cerrantes y puertas corredizas horizontales, este último tipo consiste la puerta principal de moldeo actual y la estimada en el nuevo edificio, en entrada principal.

Tomando como referencia a Unidad de Ingeniería de Bomberos (2013), cada puerta y cada entrada principal que se use como una salida, debe diseñarse y

construirse de modo tal que el recorrido de salida sea obvio y directo. Las ventanas que puedan ser confundidas como puertas deben hacerse inaccesibles para las personas por medio de barreras.

Todas las puertas de tipo bisagra lateral o pivote deben abrir en la dirección del recorrido de egreso con una carga de ocupantes de cincuenta o más. Durante la apertura de cualquier puerta en un medio de egreso se debe dejar sin obstrucción por lo menos la mitad del ancho requerido a un pasillo cuando esté totalmente abierta (Unidad de Ingeniería de Bomberos, 2013).

5.3.8. Equipos de Primera Respuesta.

Toda empresa debe contar con equipos como los extintores, las lámparas de emergencia, el botiquín, duchas de emergencia y un kit de derrames que facilite la pronta respuesta para dar seguridad de vida de los trabajadores de forma anticipada. Para este tipo de actuaciones es indispensable validar las necesidades, capacidades y naturaleza de las actividades de la organización, con la finalidad de tener equipos de respuesta, en la cantidad y ubicación apropiada para su pronto accionar. Se presenta seguidamente cada uno de ellos.

5.3.8.1 Extintores.

Los extintores son equipo portátil de combate de incendios que sirven para extinguir fuegos incipientes de forma breve. Apoyado por Bomberos (2013), el factor de mayor importancia al elegir extintores es la naturaleza de la zona que hay que

proteger según el tipo de combustible. La protección contra incendios en edificaciones se basará únicamente en extintores portátiles cuando un edificio o estructura cuente con al menos una de las siguientes condiciones:

- Cuando su área constructiva sea menor a 2.500 m² y tenga menos de 6 m de altura, medidos desde el nivel de acera hasta el último entresuelo habitable.
- Cuando su área constructiva sea menor a 2.500 m² y la ubicación de la plataforma de rescate del Cuerpo de Bomberos, pueda darse a 15 m de por lo menos una de las fachadas del edificio.

Como se indicó anteriormente, existen varias alternativas en la escogencia del tipo y la capacidad de los extintores, el Cuerpo de Bomberos solicita la protección de las edificaciones eligiendo una de las siguientes alternativas. (Unidad de Ingeniería de Bomberos, 2013):

1. Extintor ABC ubicados de manera tal que no se deba recorrer más de cada 15 m² para alcanzar el extintor, siempre y cuando no exista presencia de equipo electrónico o bien áreas destinadas a restaurantes y cocinas.
2. Una batería de extintores compuesta por uno de dióxido de carbono y uno de agua a presión, ubicados de manera tal que no se deba recorrer más de 23 m para alcanzar el extintor.

Sin embargo, para efectos del presente proyecto se utilizará extintor de dióxido de carbono de 10 Lbs de presión, tomando como referencia lo indicado por *National Fire Protection Association* (2015). Este tipo de equipo se recomienda en aquellas áreas donde se busque proteger equipo eléctrico, electrónico y en áreas limpias

controlados. En los planos se debe indicar la ubicación de todos los extintores a instalar y se debe incluir una tabla de simbología indicando el tipo y la capacidad de los extintores elegidos.

5.3.8.2 Iluminación de emergencia.

La iluminación de emergencia es el previsto para ser utilizado cuando la iluminación general deja de funcionar. Esta permite realizar la evacuación rápida y segura de las personas ante una situación de emergencia. Además “la iluminación debe realizarse por medio de lámparas autónomas de emergencia con batería y focos direccionales o con luminarias ordinarias del edificio cuando cuenten con balastro de emergencia” (Unidad de Ingeniería de Bomberos, 2013, p.54).

Además, la iluminación de emergencia debe indicar en los planos de diseño. colocarse a lo largo de la ruta de evacuación, en toda intercepción o cambio de dirección, pasillos, accesos a salidas de emergencia, escaleras, descarga de escaleras y otros medios de egreso (Unidad de Ingeniería de Bomberos (2013), apdo. 3.3.1.). Asimismo, debe colocarse en cerca de equipos de atención de emergencia, extintores y alarmas de incendios y otros medios de egreso (Comisión Electrotecnia Internacional, 2007).

5.3.8.3 Botiquín.

Según la reforma al artículo 24 del decreto 13466 TSS, define como botiquín de primeros auxilios como el recurso básico para la prestación y atención en

primeros auxilios, el cual contiene los elementos indispensables para el trabajo de las personas que prestan un primer auxilio y que darán una atención inicial a las personas que sufren alguna lesión o evento. El contenido se limita a los principales elementos de atención que no ofrecen complejidad en su manejo (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 2016).

Todo centro de trabajo debe contar al menos con un botiquín de primeros auxilios debidamente identificado y rotulado con una cruz verde, el cual puede ser fijo o portátil. A partir de este mínimo, la cantidad y sus características serán directamente proporcionales al número de trabajadores del lugar de trabajo y a la variedad y gravedad de los riesgos a que estén expuestos. (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 2016)

El botiquín portátil debe:

- Ser una caja plástica o un bolso impermeable correctamente rotulado que pueda llevarse donde se presente la emergencia.
- Ser ubicado en un lugar accesible, conocido por todos en el lugar de trabajo.

Esto con la finalidad de que se encuentre cerca de los puestos de trabajo donde haya concentración de personas o factores de riesgo que puedan comprometer la salud y seguridad.

5.3.8.4 Duchas de emergencia.

Es posible que las nuevas edificaciones (por los procesos que se vayan a realizar) el personal utilice sustancias químicas corrosivas que requieran la instalación de duchas de emergencia deberán ser capaces de suministrar agua en

flujo de 20 GPM a 30 PSI en un periodo mínimo de 15 minutos. Además, deben instalarse en un área bien iluminada e identificarse con un letrero de seguridad de alta visibilidad. Se debe tener cuidado de no instalar cerca de paneles eléctricos cercanos, montacargas o cargadores de baterías por la distancia de salpicadura. (American National Standards Institute, 2014)

5.3.10 Transformadores y tableros principales.

Estos equipos son dispositivos eléctricos que permiten el flujo de corriente eléctrica para la generación de trabajo. Se debe proporcionar y mantener espacio de acceso y de trabajo alrededor de todo el equipo eléctrico para permitir el funcionamiento y mantenimiento fácil y seguro de dicho equipo. Asimismo, deben estar marcados con señales de precaución adecuados y protegidos de daños físicos (NFPA 70 Código Eléctrico Nacional, 2014).

Siempre que se trabaja con circuitos eléctricos existe un riesgo eléctrico y más aún en el sector industrial por el volumen de herramientas y materiales eléctricas presentes. Por consiguiente, este riesgo aumenta cuando los transformadores y paneles eléctricos principales se encuentran dentro de las edificaciones y no de forma aislada.

Todo panel eléctrico puede presentar fallos de gran magnitud y poner riesgo a las personas cercanas, por tal motivo es de gran importancia que estos equipos se encuentren aislados tanto del personal no autorizado, como de cualquier sustancia química inflamable, con la finalidad de reducir el riesgo de incendio.

5.3.11 Equipo para manejo de materiales.

Por los procesos que se van a desarrollar en las nuevas edificaciones se requiere del uso de equipo especializado para el manejo de materiales pesados, tales como montacargas, carretillas y tecles. Se describen a continuación:

5.3.11.1 Grúa puente.

Debido a la necesidad de cambiar moldes en las máquinas, la gerencia tiene estimada la instalación de una grúa puente para levantamiento y desplazamiento de piezas pesadas, con la facilidad de poder moverlos en diferentes sentidos. Por lo tanto, tal como señala la NTP 738, grúas tipo puente III del INSHT (2002) para determinar la colocación más conveniente de una grúa se deberá considerar lo siguiente:

- El medio en que la grúa debe realizar su función, en este caso va a ser en el interior del edificio C3.
- Las condiciones del lugar de trabajo: tales como altura libre sobre otros equipos y materiales, la distancia con respecto a las cerchas de la nave, la existencia de pasos paralelos o concurrentes a su recorrido, presencia frecuente y obligada de personal en las zonas de actividad de la grúa, etc.

De igual forma, se deberán seguir estrictamente las indicaciones que establezca el fabricante de la grúa, indicadas en las normas UNE 76201:1988 y UNE 58128:1987.

5.3.11.2 Carretillas manuales

Las carretillas manuales constituyen el equipo básico que facilita la manipulación de cargas, ya que facilita al trabajador el manejo y manipulación de materiales y si se realiza en forma correcta, reduce lesiones en los trabajadores.

Basado en la NPT 319 de carretillas manuales de INSHT (1999), se indican una serie de reglas de operación, relacionadas a espacios a considerar, antes de manejar la carga:

- a) Verificar que la longitud de la tarima o plataforma sea más grande que la longitud de las horquillas, ya que los extremos de estas no deben sobresalir porque podrían dañar otra carga o tarima misma;
- b) No debe dejarse dos tarimas de frente, ya que los rodillos no quedarían libres por la parte inferior de la tarima, provocando despegue del travesaño inferior al querer levantarla.
- c) El manejo de la carretilla es tirando de ella, utilizando un solo brazo, generando una línea recta durante la tracción, lo que obliga tener suficiente espacio despejado durante el transporte.
- d) Los pasillos de circulación deberán permanecer bien delimitados y libres de objetos, diseñados de forma racional y de una anchura suficiente.
- e) En los lugares donde existe entrecruzamiento deberán estar señalizados adecuadamente y de ser posible, instalar espejos que faciliten la visión.

5.3.11.3 Montacargas

Los montacargas se utilizan para la elevación y transporte de materiales de gran peso y tamaño, perfectos para la utilización en espacios angostos, ya que trabajan con gran precisión, sin embargo, pueden resultar muy peligrosos si no se cuentan con el espacio suficiente para su movilidad y la correcta aplicación de normas de seguridad en su conducción. Según la NTP 214 carretillas elevadoras del INSHT (1988), se debe utilizar una carretilla compatible con el local donde se debe operar (...) los suelos deben ser resistentes al paso de las carretillas en el caso de máxima carga y antiderrapantes de acuerdo con el tipo de rueda o llanta utilizada. Deberá eliminarse cualquier tipo de agujero, salientes o cualquier otro obstáculo en zonas de circulación de carretillas, y proveer un lugar para guardar las carretillas, así como para efectuar labores de mantenimiento (p.5).

Por lo anterior, las naves fueron reforzadas en el piso y se estima utilizar el equipo tanto interna como externamente, por lo cual, se trabaja con montacargas eléctricos, para que no contaminen los locales y en especial que estamos hablando de una industria médica.

Además, los montacargas deberán contar con un pasillo para su circulación manteniendo una distancia prudencial con respecto a personas, máquinas, equipos u otros vehículos, evitar adelantamientos y no exceder los 20 km/h en espacios externos y 10 Km/h en espacios interiores. En curvas es importante que el giro sea abierto para evitar colisiones con racks (estantes) o esquinas de las edificaciones, a la vez que reduce el riesgo de vuelco. (NTP 214: Carretillas elevadoras, 1988).

CAPÍTULO 6. MARCO METODOLÓGICO

6.1 ENFOQUE

En este proyecto se combina tanto el enfoque cualitativo como el cuantitativo, obteniendo entonces un enfoque semi cualitativo. Se trabaja con una gran cantidad de variables cualitativas en función de las características sociodemográficas del personal, los requisitos legales y las necesidades por mejorar de los trabajadores en cuanto al área para el puesto de trabajo. También, se utilizan muchas variables cuantitativas como lo son las dimensiones en metros lineales y cuadrados que se requieren determinar en el plano de la planta por diseñar.

6.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación por realizar es tanto descriptiva como exploratoria, ya que se requiere inicialmente hacer una descripción de las personas, productos y procesos productivos que se desea trasladar a las nuevas naves. A nivel exploratorio, se requiere hacer una revisión técnico legal que le aplicaría a la industria médica, para su distribución en la planta.

6.3 HIPÓTESIS

La propuesta del diseño de distribución de planta del departamento de moldeo en la empresa "Triple M" cuenta con los elementos ingenieriles de salud y seguridad ocupacional para hacer espacios de trabajos seguros.

6.4 POBLACIÓN

La población de estudio está compuesta por 21 trabajadores, entre personal operativo, administrativos y servicios.

6.5 DEFINICIÓN DE VARIABLES

Tabla 2. Operacionalización de Variables

| Objetivos Específicos | Técnicas de Recolección | Variables | Análisis de la Información. |
|--|---|--|---|
| <p>1. Caracterizar socio-demográficamente la población trabajadora actual que se verá beneficiada con el traslado del departamento de moldeo a las nuevas edificaciones.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Se aplicó una encuesta exploratoria usando <i>google forms</i>, con 16 preguntas semicerradas; inicia el 17 de mayo y finaliza el 6 de junio de 2018. Ver apéndice A. • Se contempló a todas las personas involucradas en el proceso de moldeo, así como los trabajadores que comparten el espacio físico del área. • Para el personal operativo se realizó la encuesta de forma asistencial y para el resto se envió por correo electrónico. | <ul style="list-style-type: none"> • Edad • Sexo • Puesto • Nivel académico • Línea productiva • Antigüedad • Percepción de riesgos • Expectativas | <ul style="list-style-type: none"> • Se analiza la respuesta de los 37 trabajadores en función a porcentaje y Tabla representativo, utilizando la herramienta <i>SPSS</i> para las respuestas de selección múltiple. |

| Objetivos Específicos | Técnicas de Recolección | Variables | Análisis de la Información. |
|---|---|---|--|
| <p>2. Identificar las condiciones laborales del espacio actual de trabajo del departamento de moldeo, para así definir un plan de mejora plasmado en el nuevo diseño de planta.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • En junio se realizó una inspección con varias visitas en el sitio de trabajo, para determinar las condiciones de espacio, el movimiento de personas, maquinarias, materiales. • Se utiliza un formato de inspección tomado como referencia los requisitos legales, ver lista de verificación en el apéndice B. <ul style="list-style-type: none"> • Para medir, se empleó una cinta métrica de 8 m y la cámara del celular para las fotografías. • Para determinar el espacio libre de trabajo por trabajador, de aplicó la siguiente fórmula: Área del recinto- Área ocupada por mobiliario, máquinas u equipos y se divide entre 2 m². • Se ejecutó un levantamiento fotográfico de las condiciones laborales físicas actuales. | <ul style="list-style-type: none"> • Medios de egreso (anchos de pasillos, dimensiones de puertas, escaleras, pasamanos, salidas de emergencia). • Espacios de trabajo. • Espacio para equipo de emergencia. • Espacio para mantenimiento de maquinarias y equipos. • Medios Auxiliares de producción. | <ul style="list-style-type: none"> • Por medio de medición en sitio de las diferentes variables se cortejó contra los requerimientos legales. • Se determinó aquellos criterios de seguridad que están impactando a los trabajadores y se presenta en un análisis de resultados apoyados con fotografías que evidencian las condiciones de trabajo actuales. |

| Objetivos Específicos | Técnicas de Recolección | Variables | Análisis de la Información. |
|---|---|---|---|
| <p>3. Definir el proceso productivo del departamento de moldeo en función de los detalles que respondan al qué, cómo, con qué y dónde producir.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Se realizó entrevistas con los líderes y técnicos de precisión acerca del paso a paso de sus operaciones y se valida la información con el supervisor del departamento. • Se usa la simbología de norma ISO 9000 para elaborar el diagrama de flujo. • Se utiliza el formulario de cursograma para conocer a detalle las operaciones (ver anexo 1) y poder montar el diagrama de proceso actual de moldeo. Lo anterior corresponde a la fase 2 de la metodología de <i>SLP</i>. | <ul style="list-style-type: none"> • Personal • Productos • Procesos • Materias primas • Máquinas, equipos y accesorios • Puestos de trabajo • Flujo productivo • Movimientos y esperas | <ul style="list-style-type: none"> • Se coloca la información en términos de contestar las preguntas: ¿qué, ¿cómo, con qué y dónde producir? <p>La información se establece a través de un diagrama de proceso actual y el que debería ser en la nueva planta.</p> |

| Objetivos Específicos | Técnicas de Recolección | Variables | Análisis de la Información. |
|--|---|---|---|
| <p>4. Determinar los requisitos técnicos legales básicos de salud ocupacional de los ambientes laborales tomando en cuenta los requisitos para establecimientos de industria médica.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Se realizó la revisión documental de la normativa vigente en Costa Rica, utilizando la plataforma virtual del Sistema Jurídico de Costa Rica y normativa técnica. • Se elaboró un formato para la lista de chequeo de las regulaciones concernientes a condiciones laborales básicas, tomando el criterio más restrictivo en aquellos casos en los que más de una normativa hace mención. Ver anexo 11.2 • Se utilizan la plataforma on-line del Sistema Costarricense de información Jurídica. http://www.pgrweb.go.cr/scij/ | <ul style="list-style-type: none"> • Reglamento General de Seguridad en Construcciones. • Ley N° 7600, Igualdad de Oportunidades para las Personas con Discapacidad. • Reglamento de Seguridad e Higiene de Trabajo. • Manual de disposiciones técnicas generales sobre seguridad humana y protección contra incendios. • Norma INTE 8995-1-2016 Iluminación de los lugares de trabajo. • Normas técnicas incluyendo NTP y NFPA | <p>Las dimensiones y lineamientos legales de las variables se documentan a través de una matriz</p> |

| Objetivos Específicos | Técnicas de Recolección | Variables | Análisis de la Información. |
|---|---|---|---|
| <p>5. Aportar al diseño de planta los elementos ingenieriles de salud ocupacional previamente identificados, junto con las mejoras definidas y el trabajo coordinado con el “Equipo Diseñador”.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Se utiliza el programa gráfico Sketch up Pro-2018, que permite dibujar planos en 3D con gran nivel de detalle. • Se trabaja el programa <i>Autocad</i> para planos de 2D (requerido para trámites legales) en caso de aprobación. • Se aplica la metodología <i>SLP (Systematic Layout Planning)</i>, en sus fases uno, tres y cuatro. • Se coordina con el “Equipo Diseñador” a través de visitas en las naves, para la integración de los requisitos de seguridad en el <i>Layout</i> y posterior aprobación del vicepresidente. | <ul style="list-style-type: none"> • Tamaño y forma de los edificios. • Accesos. • Pasillos peatonales. • Recorridos. • Puestos de trabajo. • Rutas de evacuación. • Salidas de emergencia. • Distribución de extintores. • Equipos de emergencia. • Iluminación general y de emergencia. • Medios auxiliares. | <ul style="list-style-type: none"> • Se trabaja en conjunto con los dibujantes el diseño para la distribución de planta en un plano en 3D y 2D. • Se hacen tomas de imágenes de cada área para evidenciar los criterios establecidos en el plano. • Se imprime el plano final de diseño de distribución de planta en 2D. |

6.6. METODOLOGIA SLP

Se utilizó para este proyecto el método SLP (*Systematic Layout Planning*), que significa la planeación sistemática de la distribución, ya que este integra lo mejor de otros métodos. Se convierte en una herramienta de simple desarrollo para el arreglo de distribución de plantas en una forma organizada, con el fin de identificar, evaluar y visualizar los elementos y áreas involucradas de la planeación; considerando las condiciones laborales y pensando en el factor humano.

En forma resumida el método *SLP* consiste en cuatro fases según Pérez, Dieguez y Gómez (2008), que son:

Fase I: Localización.

Consiste en decidir la ubicación de la planta que se va a distribuir. Indicándose a nivel geográfico, se contempla aspectos del terreno, el movimiento del material, si está o no a nivel de calle, si está cercano a las otras operaciones, cómo ingresarán las personas, dónde se ubicarán las operaciones operativas administrativas, entre otros.

Fase II: Distribución General del Conjunto.

En esta fase se establece el patrón de flujo para el área que va a ser distribuida; se indica también el tamaño, la relación y la configuración de cada actividad principal, departamento o área, sin preocuparse todavía de la distribución en detalle. Para realizar esta fase fue necesario el trabajo en campo y constante

consulta con los líderes y técnicos de precisión para montar los diagramas de flujo de cada proceso.

Fase III: Plan de Distribución Detallada.

Partiendo de la investigación de la etapa documental, se prepara el plan de distribución donde van a ser colocados los puestos de trabajo, así como la maquinaria o los equipos. Además, considerar los puntos estipulados por Muther (1968): las exigencias constructivas, ambientales, de seguridad e higiene, los sistemas de manipulación necesarios, el abastecimiento de energía y la evacuación de residuos, la organización de la mano de obra, los sistemas de control del proceso y los sistemas de información, etc. El resultado de esta fase es un *layout a escala* de la futura planta, en coordinación con el equipo de diseñador.

Fase IV: Distribución de Planta en Layout.

Esta última fase implica los movimientos físicos de todos los involucrados del proceso: personas, equipos, materiales y la perfecta combinación entre ellos. En este estudio se constituye el desarrollo del proyecto, porque trata de plasmar la propuesta en un plano.

6.7 CONSIDERACIONES ÉTICAS

A continuación, se describe la forma en que este proyecto garantiza el cumplimiento de los cuatro principios éticos básicos:

6.7.1. Beneficencia.

El fin principal de este proyecto, al implementar elementos ingenieriles de salud ocupacional en el diseño de planta para obtener condiciones laborales de forma segura para todo el personal que desempeñe sus funciones en las nuevas edificaciones, con accesos, escaleras, pasillos, rutas de evacuación, salidas de emergencias, espacios de trabajo, entre otros, según la regulación local vigente. La esencia del trabajo es dejar un legado a la empresa “Triple M” para que todo trabajador disponga de espacio adecuado de trabajo; y se logrará si la vicepresidencia de operaciones implementa la propuesta.

6.7.2. No maleficencia.

Este trabajo no afecta la dignidad y seguridad de las personas, ya que no se van a desarrollar estudios de intervención ni se realizan acciones donde pueda afectar la integridad de los trabajadores. Al contrario, se plantea mejorar sus condiciones de trabajo a nivel espacial y reducir los riesgos que se generan por la falta de espacio.

6.7.3. Justicia.

El proyecto está enfocado principalmente en trabajar con el personal de moldeo, técnico de taller de precisión y técnico del taller de electro-erosionado. Sin embargo, por cuestiones de justicia y de darle igual importancia de beneficios a los otros trabajadores (tales como personal administrativo, ingeniería, auditores de calidad, técnicos de mantenimiento y misceláneas), es que este estudio valora las condiciones de la nueva planta como un todo y no solamente como la parte operativa.

6.7.4 Autonomía.

Este proyecto requiere investigar directamente a los operarios, líderes, supervisores y la forma en que realizan su trabajo, además de sus necesidades básicas para realizarlo de una manera segura y productiva. Durante las entrevistas con el personal, se guardará el debido respeto a las personas y antes de aplicar alguna encuesta, se les informa que son de carácter confidencial y académico.

Se les solicitará el consentimiento para hacerlas e informar que tiene el derecho de negarse a realizarlas e incluso de omitir las respuestas. Los formularios se plantean con preguntas genéricas, no atentan contra la dignidad humana, sin nombres y sin comprometer su relación laboral.

CAPÍTULO 7. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

7.1 CARACTERIZACIÓN SOCIODEMOGRÁFICA DE LA POBLACIÓN ACTUAL

7.1.1 Análisis de datos y resultados.

La encuesta fue aplicada a todo el personal de moldeo, en conjunto con todos aquellos trabajadores de líneas que comparten el espacio físico en donde se encuentra moldeo, siendo todo el personal expuesto a las condiciones actuales del trabajo. El departamento de moldeo está compuesto por un total de 21 trabajadores, los mismos que se detallan en el siguiente Tabla:

Tabla 3. Población

| Puesto | Cantidad de trabajadores |
|-------------------------------|---------------------------------|
| Operario de moldeo | 6 |
| Técnico de precisión | 3 |
| Técnico en electro erosionado | 2 |
| Inspector de calidad | 2 |
| Líder | 2 |
| Supervisor | 1 |
| Gerente de moldeo | 1 |
| Gerente de producción | 1 |
| Personal administrativo | 1 |
| Ingeniería | 2 |
| Total de Trabajadores | 21 |

En virtud que el personal del departamento de moldeo comparte el espacio físico con otras líneas de producción, se aplica la encuesta a todas aquellas personas que resultan afectadas por las condiciones actuales de trabajo y así conocer las percepciones de riesgo y expectativas de mejora de los trabajadores; ya sea que se queden en las instalaciones actuales o se trasladen a las nuevas edificaciones. A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la encuesta

aplicada al personal en estudio de la empresa “Triple M”, así como un análisis cualitativo en el cual se exploran las interpretaciones de los trabajadores

7.1.2 Generalidades del encuestado.

En el plano de las características de la muestra encuestada, la cual estuvo conformada por 37 individuos, de los cuales 66% son hombres y un 44% mujeres. Se obtuvo que el 38% se encuentran en edades entre los 38 a 48 años y solo un 5% se encuentran en una edad superior a los 58 años. Además, el 32,4% de la población cuenta con secundaria incompleta mientras que en menor proporción corresponde a secundaria completa con un 2,7% en nivel de escolaridad.

7.1.3 Provincias participantes.

La mayoría de las personas encuestadas indicaron vivir en Alajuela y Heredia, un 59% y 27% respectivamente, en contraste con una menor participación de solo un 14% en San José.

7.1.4 Datos laborales

Se determinó que el 27% de los encuestados tienen una antigüedad laboral con un rango mayor a tres años y menor a seis años; en contraste con el 13,5 % de la población trabajadora que cuentan con una antigüedad de permanencia en la empresa mayor a seis años y menor a nueve años.

De los trabajadores del departamento de moldeo 5 de los 10 trabajadores tienen un tiempo superior a 3 años de antigüedad laboral.

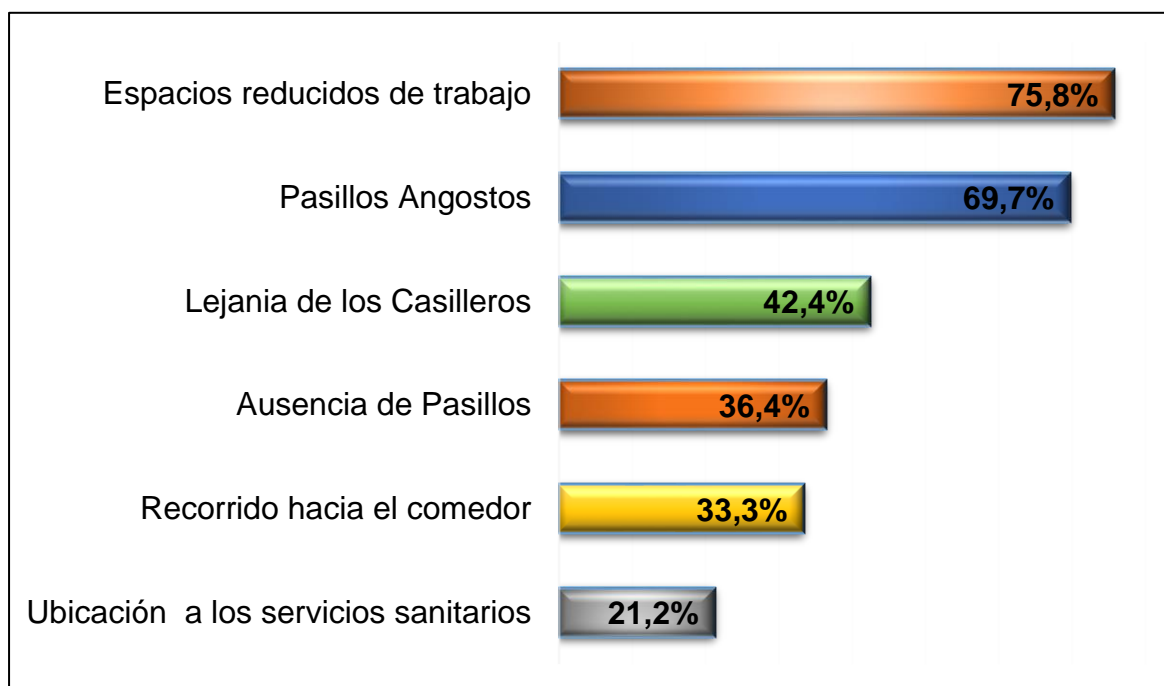
De la población encuestada un 40% no es parte de moldeo y un 60% sí es parte. Llama la atención que hay personal de *Med Tech* que considera ser parte de moldeo, principalmente los trabajadores con menor tiempo de laborar para “Triple M”, ya que, si bien usan moldeadoras giratorias, estas pertenecen a otra área.

Se consultó sobre la antigüedad en el puesto de trabajo a lo que 78% de las 37 personas encuestadas respondieron que se encuentran en el mismo puesto a partir de la fecha de ingreso a la empresa. Se da contraste con un 3% que tienen una antigüedad mayor a 6 años, pero menor a 9 años.

7.1.5 Percepción.

Primeramente, en la gráfica se exponen las limitaciones señaladas por el personal relacionado con el espacio de trabajo.

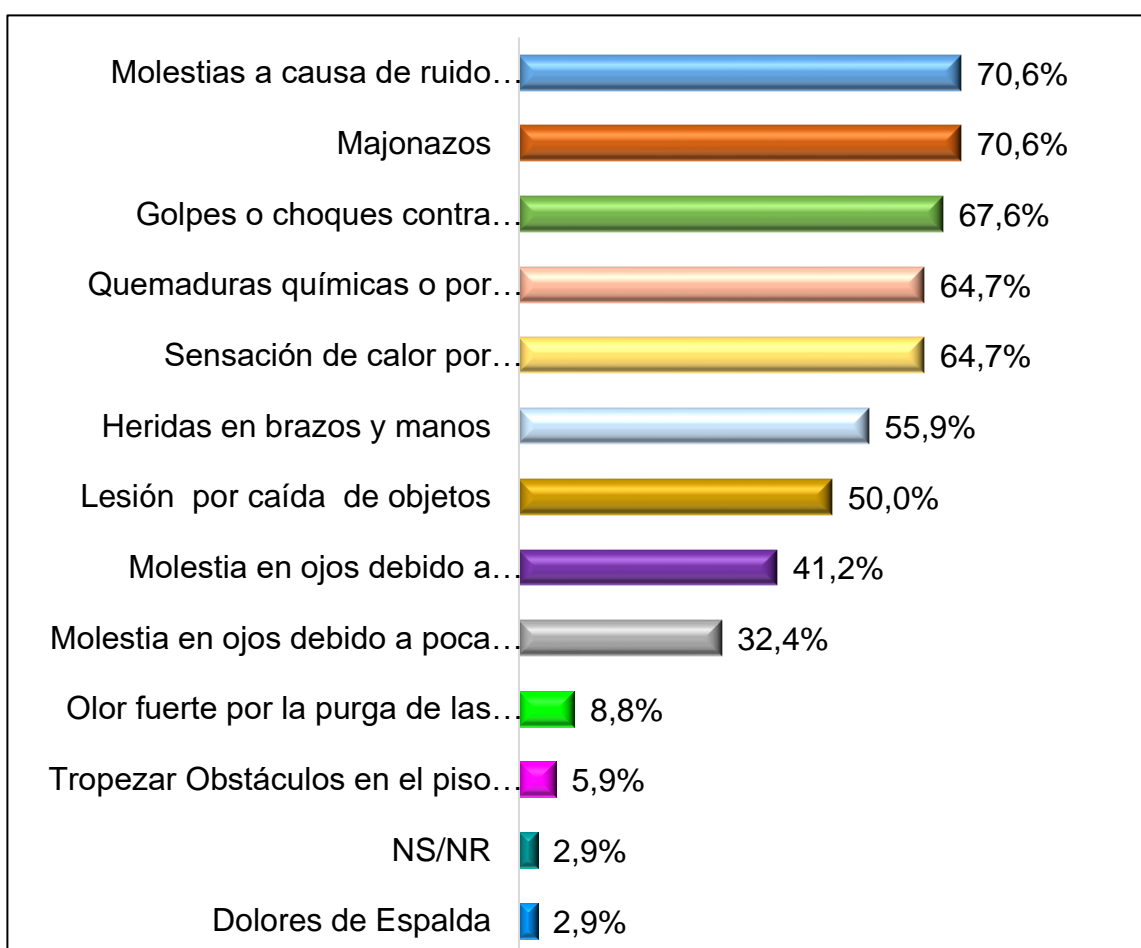
Gráfico.1 Principales Limitaciones del Área de Trabajo.



El 75.8% de los encuestados indicaron que la mayor limitación con la que cuentan en el área de trabajo corresponde a espacios reducidos de trabajo, seguido de 69.7% de pasillos angostos. En contraste de un 21,2% que señala que la ubicación de los servicios sanitarios es una limitante; además 18.9% manifiestan que los equipos de emergencia les incomodan.

Por otro lado, en la gráfica 2 se presenta la percepción de los trabajadores en cuanto a las posibles afectaciones de salud que genera el trabajo actual.

Gráfico 2. Percepción de los Riesgos de las Condiciones Laborales en el Área de Moldeo, junio 2018.

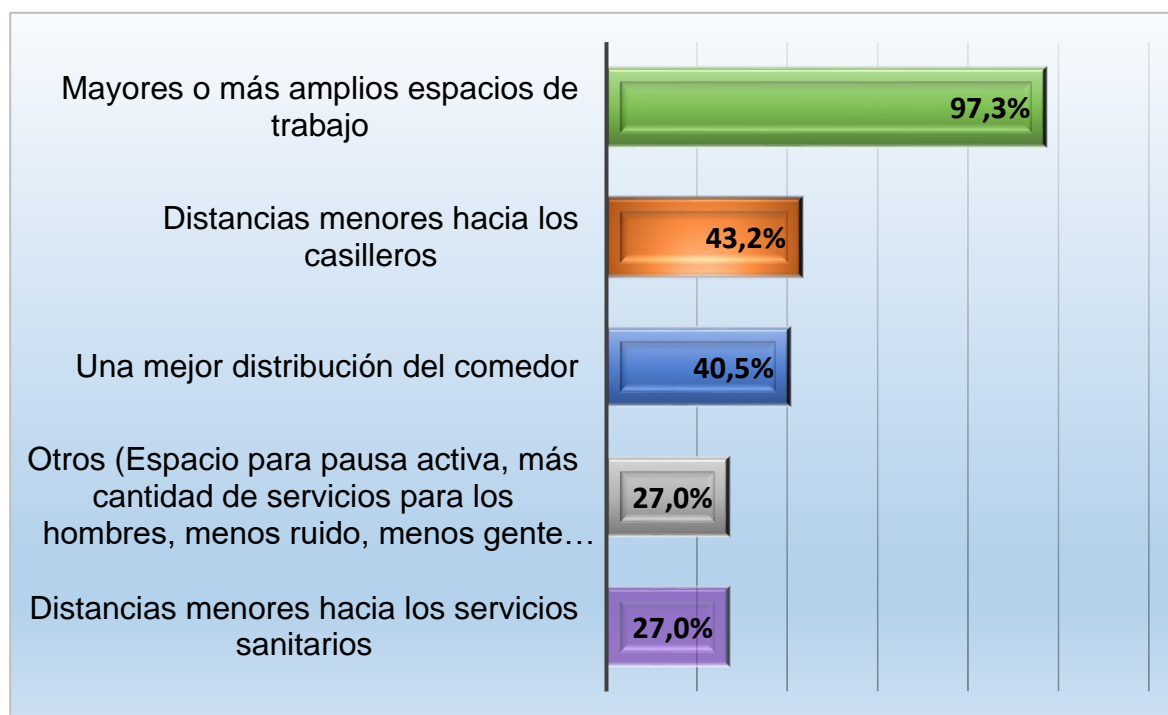


Entre los riesgos mencionados los encuestados respondieron que entre las situaciones que pueden generar efectos adversos a la salud en su lugar de trabajo, las principales molestias se dan a causa del ruido, majonazos y golpes contra objetos, superando el 70%. Por el contrario, en menor proporción, un 2,9% considera que son los dolores de espalda.

7.1.6 Expectativas.

Igualmente, con el propósito de identificar las expectativas de los encuestados para la nueva nave, se realizó una pregunta abierta en la que ellos brindaron propuestas para mejorar la seguridad. Los resultados se muestran en la gráfica 3.

Gráfico 3. Expectativas del personal encuestado, para el nuevo edificio, junio 2018



Entre las expectativas que tienen los trabajadores encuestados para el nuevo edificio, el 97,3% coinciden que debe haber mayores o más amplios espacios de trabajo. El 27% restante considera que debe haber distancias de recorrido más reducidas hacia los servicios sanitarios.

Por último, en relación con la distribución de planta, las mejoras sugeridas por el personal en su mayoría son:

- a)** Espacios de trabajo mejor distribuidos con mayor espacio,
- b)** Mejorar condiciones de confort térmico,
- c)** Accesos controlados en áreas específicas,
- d)** Mayor espacio para el área de los casilleros,
- e)** Reducir el ruido por la cercanía de las máquinas de las otras líneas.
- f)** Más servicios sanitarios para los hombres y que estos no se encuentren inmersos en el área productiva, entre otros.

7.2 CONDICIONES LABORALES DEL ESPACIO ACTUAL

En respuesta al objetivo dos del proyecto, en junio se realizó una inspección en las áreas donde se ubica moldeo, el *tool room* y el cuarto de erosionado con el fin de determinar aquellos factores que afectan el espacio laboral por condiciones estructurales, medios auxiliares de la organización y equipos de atención primaria, entre otros. El formulario de inspección utilizado se hizo tomando como referencia los requisitos legales actuales y se exponen los hallazgos en el apéndice B, del cual se extraen los puntos más relevantes encontrados y apoyados mediante fotografías en algunos casos.

7.2.1. Medios de egresos

Inicialmente, cabe recordar que el área de moldeo está compartida con otras líneas de producción tales como *Med Tech* y *Pad Printing*, y que no guardan relación entre sí. Los pasillos principales se encuentran debidamente delimitados con una línea azul; estos oscilan entre 0.56 m el más pequeño que corresponde al taller y 1,20 m el más grande de moldeo.

En caso contrario, están los pasillos secundarios, en los que se evidencia que de los 29 pasillos algunos son inexistentes debido al espacio que ocupan equipos y mobiliario. Estos oscilan desde 0,05 m en el comedor el más estrecho y hasta 1,40 m frente a los servicios sanitarios.

Se muestra que tanto en pasillos primarios como secundarios generan un impacto, debido a que no cumplen con la distancia mínima requerida para pasillos primarios (la cual debe ser 1,20 m) y secundarios (que deben de ser 0,90 m de ancho). En esta área transitan más de 21 personas constantemente; además, debido a la situación de espacios muy reducidos, se genera hacinamiento que aunado a los equipos y mobiliario obstaculizan la ruta de evacuación ante una eventual emergencia, situación que se evidencia con la figura 1.



Figura 1 Salida de Emergencia.

Por otra parte, en la entrada del área de moldeo se encuentra una rectificadora (que es una máquina peligrosa que genera chispa) junto al pasillo principal de moldeo. Si bien cuenta con protectores a su alrededor, no es la mejor ubicación, tal como lo muestra la figura 2.

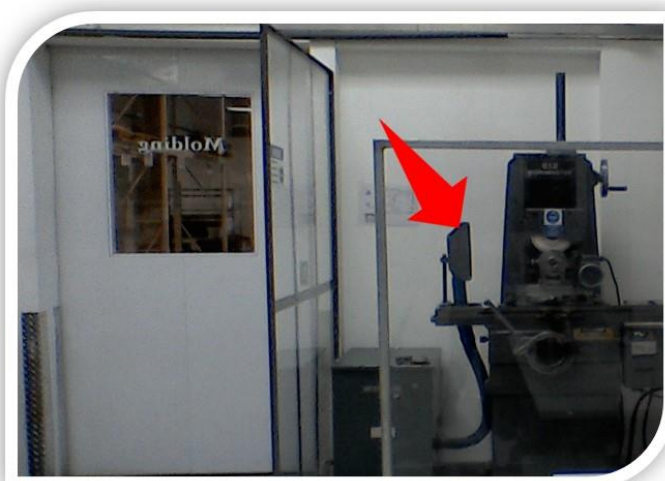


Figura 2 Rectificadora contiguo a pasillo

Es importante resaltar que las zonas de paso se bloquean con los puestos de trabajo y con equipos como carretillas, tecles y *apiladores*, los cuales son equipos que se utilizan para movilizar carga. Deben trasladarse por los pasillos principales durante la jornada laboral para el continuo funcionamiento de las operaciones del área productiva, tal como se aprecian en las figuras 3 y 4.



Figura 3. Pasillo principal.

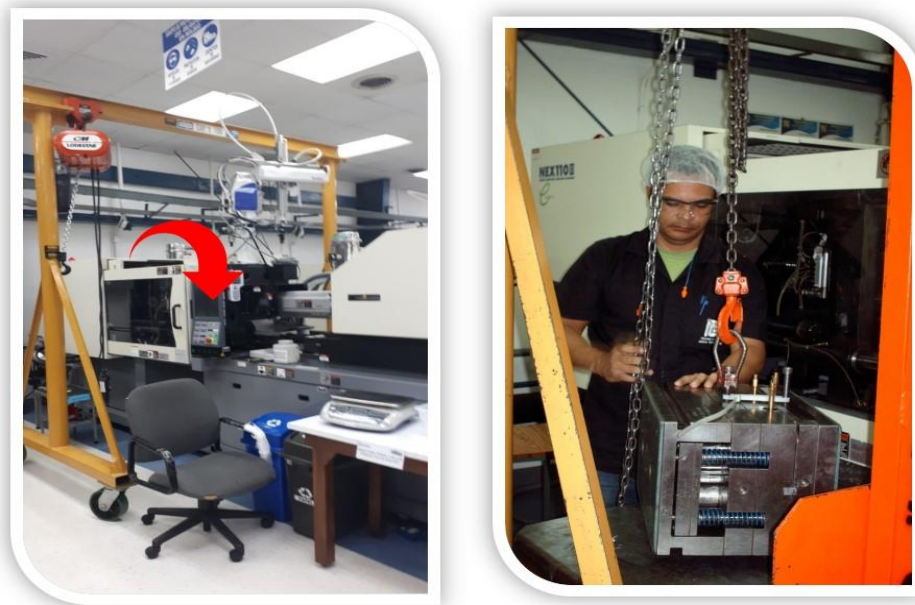


Figura 4. Tecele para cambio de moldes.

El pasillo principal de moldeo llega hasta la entrada del taller, existiendo una diferencia de niveles en el piso de -20 cm (grada). Tal situación dificulta hacer los traslados de los moldes de una zona a otra, obligando a cerrar el paso en ambos sentidos, tal como lo muestra la figura 5.



Figura 5. Entrada al taller

En lo que respecta al pasillo del montacargas, este es compartido con el pasillo de tránsito de todo el personal del Edificio de D3 de "Triple M", por lo tanto, cuando se realizan operaciones con este vehículo, el personal no puede transitar. En caso de una emergencia, la persona trabajadora no podría evacuar por el área de ingreso de empleados; lo deberá realizar únicamente por las salidas de emergencias.

También se determina que debido a la reducción que existe en el pasillo para el giro del montacargas, no se tiene un fácil desplazamiento, por lo cual el espacio entre el estante de resinas y el área de cuarto de erosionado reduce significativamente el espacio para poder girar el montacargas; convirtiéndose así en un elemento de obstrucción. El problema aumenta al tener material terminado en las cercanías, ya que no hay espacio dentro de moldeo y se dejan afuera para la revisión por parte de calidad, esto se puede observar en la figura 6.



Figura 6. Ubicación de materia prima y producto terminado.

Además, hay serios problemas para hacer limpieza o mantenimiento, debido a la ausencia de pasillos internos entre pared y maquinaria, se muestra un ejemplo en la figura 7.



Figura 7. Espacio limitado entre maquinaria.

En cuanto a las escaleras, se encuentran dos en el área de moldeo, una en la entrada principal y otra en la entrada alterna. Ambas miden un metro, lo cual está acorde a lo establecido en el manual de disposiciones técnicas de bomberos, pero no así lo que solicita el reglamento de construcción, pues este solicita 1,20 m.

Por estas escaleras transita todo el personal de la empresa “Triple M” si se dirige a Recursos Humanos o salen por la entrada principal de edificio D3, si se dirigen a la Bodega C7. Por lo cual, la carga de ocupantes es mayor a 70 personas y se dificulta el tránsito si tuvieran que transitar dos personas a la vez.

En la escalera secundaria el espacio entre la baranda y el nivel del piso es de 0,40 m, lo que genera que algún objeto pueda pasar por esa abertura y lesionar al personal que transite por la escalera. Según la revisión de la huella y contrahuella

de escaleras fijas, estas se encuentran dentro de los parámetros establecidos y ofrecen seguridad a los trabajadores. El largo de la escalera no requiere tener descansos por lo tanto no se ve afectado.

El problema más representativo con las escaleras, se dan con el pasamanos ya que está al haz de la pared y no queda espacio para las manos, afectando el uso, tal como lo muestra la figura 8.

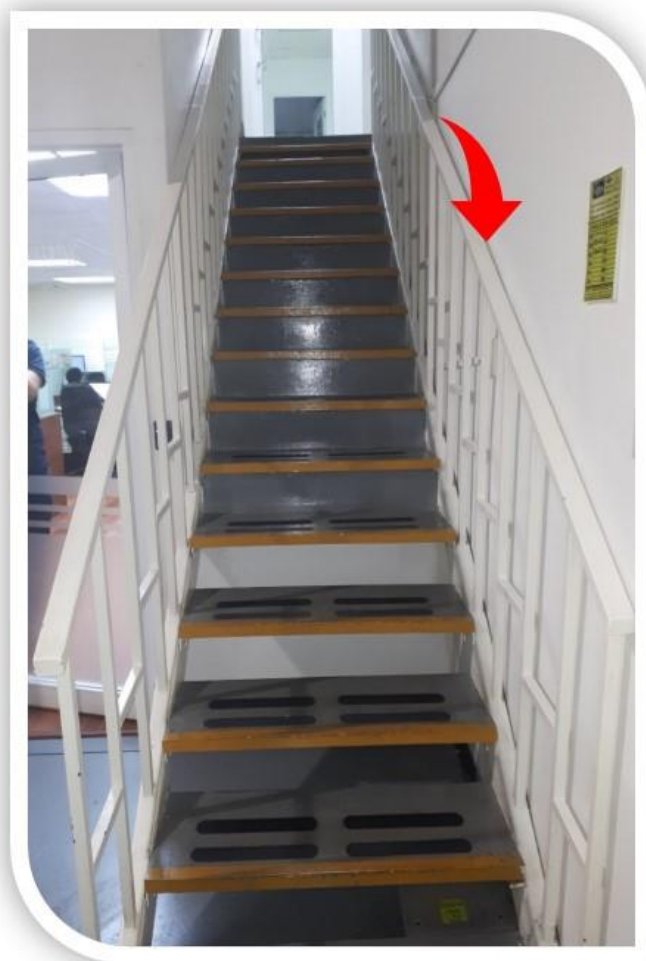


Figura 8. Escalera principal, pasamanos

Además, el pasamano en ambas escaleras es parte de la baranda. El diámetro del pasamano es de 0,05 m, por lo que el ancho del tope superior de la baranda está dentro de rango permitido. Sin embargo, por altura de la baranda de 90 cm, no se puede considerar como pasamanos; dato curioso aprendido.

En el caso de las puertas, se identifican que nueve de las 12 puertas se encuentran con el ancho mínimo establecido. La más pequeña corresponde a la puerta secundaria de moldeo con 0,74 m; esto impacta debido a que esta zona es de alto tránsito.

Por otro lado, el personal de moldeo y líneas aledañas tiene cuatro formas de salir hacia una zona pública: una por el ingreso principal de empleados, costado sur; otra por el costado norte, entrada administrativa; otras por las salidas de emergencia de moldeo y del taller. En lo que concierne a los espacios de trabajo, se requiere el espacio libre de 2 m² por persona. Se expone el siguiente Tabla 4:

Tabla 4. Espacio de Trabajo con 2 m² por persona, según zona.

| Lugar | Área del recinto en m ² | Área ocupada en m ² | Capacidad de personas con 2 m ² | Cantidad de trabajadores actuales |
|---|------------------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------------|
| Moldeo | 266 | 170 | 48 | 21 |
| Tool Room | 40 | 23.65 | 8 | 5 |
| Erosionado | 32 | 19.8 | 6 | 2 |
| Cuarto Lavado | 7 | 3.8 | 1.6 | 2 |
| Prensas | 25 | 9 | 8 | 1 |
| Fuente: Elaboración propia, inspección junio 2018, en "Triple M". | | | | |

Conforme a la tabla anterior, se concluye que tanto moldeo como *tool room* y el cuarto de erosionado cuentan con la capacidad adecuada para la cantidad de trabajadores que laboran en el sitio. Sin embargo, por la distribución actual, el personal aqueja hacinamiento. Solo el cuarto de lavado tiene capacidad para una persona y en ocasiones trabajan dos empleados en el área. Se brinda algunos ejemplos del hacinamiento en las figuras 9 y 10.

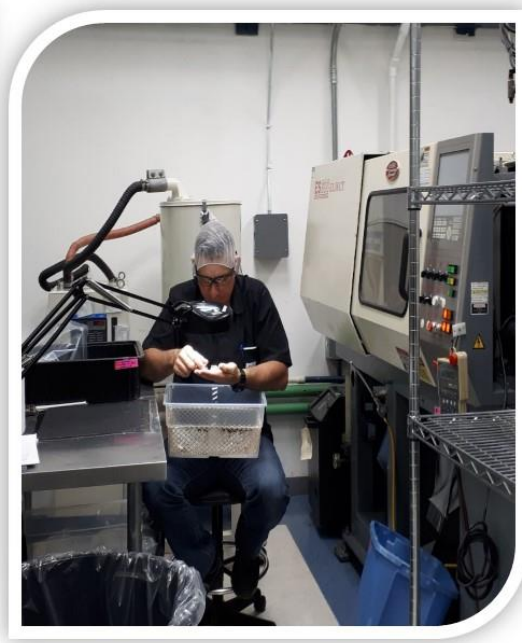


Figura 9. Ejemplos de espacios reducidos (hacinamiento).



Figura 10. Puestos de trabajo con pasillos secundarios reducidos.

7.2.2. Equipos de Atención Primaria

Respecto a los botiquines, hay dos disponibles: uno encima de un estante alcanzando una altura de 2,10 m (haciéndolo poco visible) y el otro está también a 2,10 m. La estación de primeros auxilios con camilla, silla de ruedas y férulas para inmovilizar se ubica a 15 m del área.

La empresa carece de sistema de supresión de incendios, se protege con extintores de CO₂, por estar en área controlada. La distancia máxima de recorrido entre un extintor y el otro es de 12,60 m; mientras que la distancia menor es de 6,30 m.

Todos los extintores se encuentran instalados a una altura que no supera el 1,25 m y los que se colocan en canasta están a una altura de 30 cm. Sin embargo, cinco de los siete extintores ubicados en el área se encuentran poco visibles, incluso obstaculizados por los puestos de trabajo.

Por otra parte, se dispone de duchas de emergencia en el área donde se manejan sustancias corrosivas, sin embargo, el espacio es muy limitado. De lo anterior, se evidencia en la figura 11.



Figura 11. Espacio limitado para equipo de emergencia.

7.2.3. Medios Auxiliares

En lo que concierne a los datos de servicios auxiliares, la edificación no cuenta con servicios sanitarios para personas con movilidad reducida. La empresa sí dispone en el otro edificio C7 de tres servicios sanitarios según la ley 7600, en donde se puede trasladar de ser requerido; sin embargo, la lejanía y la falta de disponibilidad en D3 hace urgente considerar cumplir con este aspecto.

En cuanto a los casilleros, el personal cuenta con uno asignado para guardar sus pertenencias personales; el problema radica en la saturación del personal en horas de ingreso y salida de turno, porque chocan unos contra otros por la falta de espacio y la distribución que tiene.

Además, cuando el personal guarda su gabacha de trabajo, dura más en el pasillo, acentuando la congestión en el sitio. Se presenta un ejemplo en la figura 12.



Figura 12. Congestión en casilleros

En relación con las duchas sanitarias, esto impacta, ya que el personal no dispone de duchas en la empresa. Si bien moldeo es un proceso limpio, ellos usan gabacha, la cual se quitan al final del turno.

Por otro lado, el personal de taller, dependiendo de las tareas que vaya a ejecutar, puede contaminar su ropa con virutas del proceso de torno o rectificación. De igual manera sucede con las misceláneas, ya que por sus funciones pueden utilizar productos de limpieza que se pueden impregnar en su vestimenta y no pueden ducharse para retirar los productos o materiales contaminantes.

Adicionalmente, la empresa carece de sala de lactancia a pesar de contar con aproximadamente 141 mujeres que representa el 54% de la población trabajadora.

Con respecto a los servicios sanitarios del área de moldeo, se encuentran compartidos con otras líneas de producción, no solo las mencionadas anteriormente, sino también van personal de Claret, *Tool Room*, Mantenimiento, Calidad e incluso personal administrativos. Por lo tanto, se genera un impacto; en especial a los caballeros, ya que hay un servicio sanitario y un urinario para los hombres, siendo utilizado por 30 varones, mientras que la ley establece que debe haber uno por cada 20 hombres.

Por lo anterior, el personal masculino tiene una problemática debido a la poca cantidad de servicios, lo que los obliga a realizar filas para poder realizar sus necesidades fisiológicas. Además de esta situación, los servicios se encuentran inmersos en el área de producción cercana a puestos de trabajo y no en un área independiente, tal como lo muestra la figura 13.

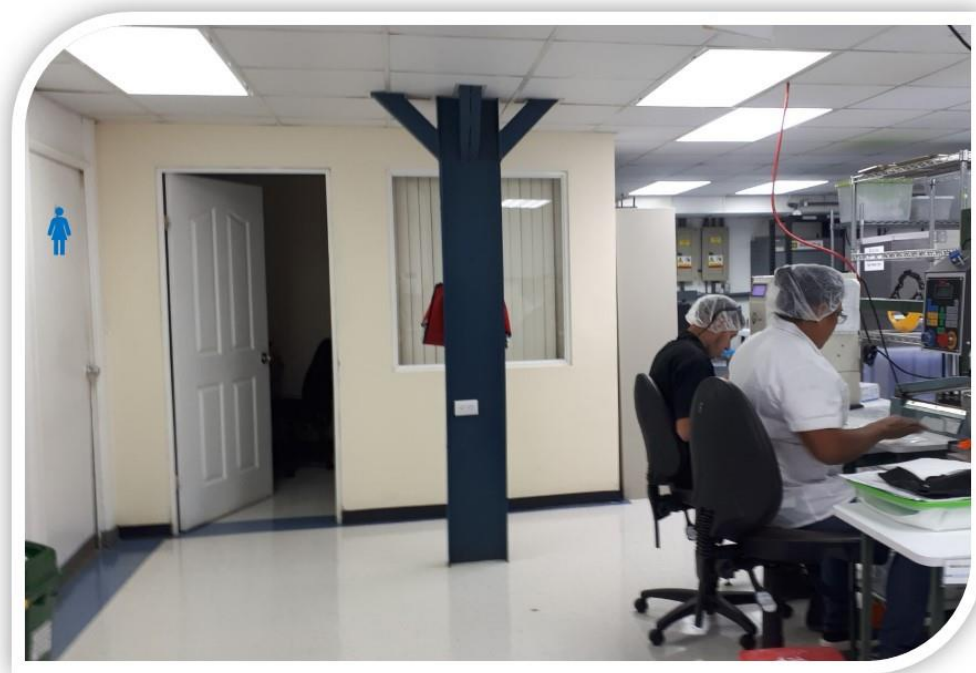


Figura 13. Servicios sanitarios contiguo a procesos productivos.

Caso contrario ocurre con los servicios sanitarios para las damas, ya que hay cinco inodoros, los cuales satisfacen a las 26 mujeres del área.

Por otro lado, el comedor de la organización cuenta con pasillos principales muy angostos de 0,90 m, lo que genera hacinamiento, sobre todo al momento de lavar sus utensilios. Los pasillos secundarios presentan la misma problemática, ya que entre mesas el pasillo es de 0,80 m y entre las sillas son inexistentes; lo que ocasiona que, si un trabajador desea salir de la parte interna de las mesas del comedor, debe pedirle a su compañero que se levante para darle espacio de salida, esto se observa en la figura 14.



Figura 14. Comedor.

Por último, los tableros eléctricos principales están contiguos al cuarto donde se lavan con sustancias inflamables, incrementando el riesgo de incendio. No cuentan con elementos de restricción, están con acceso directo para cualquier persona, inmersos en el área de producción junto a puestos de trabajo y basureros que los obstruyen. Esto provoca un riesgo eléctrico latente en esta área, situación que se expresa en las figuras 15 y 16.



Figura 15. Paneles eléctricos principales sin restricción de acceso.



Figura 16. Paneles eléctricos bloqueados

7.3 DEFINICIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL DEPARTAMENTO DE MOLDEO

En conversación personal con señorita Johanna Romero,¹ líder del moldeo, se obtiene la siguiente información del proceso productivo:

7.3.1. Productos de Moldeo: el ¿qué?

En el Departamento de Moldeo se fabrican una gran variedad de piezas que son parte de subensambles requeridos en otras líneas productivas para convertirse al final en un dispositivo médico. Los componentes comúnmente producidos son: *Botton, Top, Cover, Filtros, Clip azul, Clip verde, Conectores, Overmolded y Sidekick.*

7.3.2. Proceso de Moldeo: el ¿cómo?

En “Triple M”, se trabaja con moldeo por inyección, cuyo proceso consiste en formar piezas de diversos polímeros a través de máquinas moldeadoras que funden la resina con calor en una cámara. Son forzadas a adaptarse en una cavidad cerrada contenida en el molde, que después es enfriada con agua para que se solidifique, adquiriendo así la forma de la pieza que se desea obtener (Guerrero, 2008).

¹ Líder de Moldeo, con más de 10 años de experiencia en la empresa, con 2 años de ejercer el liderazgo en el proceso de moldeo, capacitada recientemente por el Instituto Nacional de Aprendizaje, en procesos de inyección de plásticos, entrevistada el día 29 de mayo/ 2018.

7.3.3. Maquinaria, Materia Prima de Moldeo: el ¿con qué?

El departamento de moldeo trabaja con tres moldeadores horizontales, un moldeador vertical y una moldeadora giratoria llamada SMP. Estas máquinas son muy pesadas, alrededor de cuatro toneladas, de ahí la alta resistencia que tiene que tener el piso de trabajo. A manera de ejemplo, se pueden observar en las fotografías que integran la figura 17.



Moldeadora Horizontal 1



Moldeadora Vertical 3



Moldeadora Rotativa SMP



Ejemplo de Moldes

Figura 17. Maquinaria y Equipo para el proceso de moldeo

También se cuentan con secadores de 180°F para las resinas y equipos de TCU, que son los encargados de suministrar agua para los moldes. Además, se requiere de un horno para el secado de ciertas piezas, impresoras, estantes y cajas grandes para empacar.

Existe un molde definido para cada pieza, por lo tanto, dependiendo de la planeación de producción, se requiere hacer cambios de moldes. No todas las moldeadoras están en capacidad o validadas para producir las mismas piezas; se utilizan *apiladores* (elevadores hidráulicos) para trasladar los moldes de los *racks* hacia las moldeadoras, ya que son pesadas, oscilando entre los 300 kg a 500 kg. Se emplea un teclé de una tonelada para sacar o meter los moldes en las máquinas.

En cuanto a las materias primas, son diferentes polímeros. Principalmente está la resina acrílica en presentaciones de 500 kg, que viene en cajas gigantes; el policarbonato, polietileno de alta densidad, *nylon* azul y *nylon* verde viene en sacos de 25 kg. Todos estos materiales son almacenados en *racks* (estanterías) en la zona denominada “Bahía” en D3 y “Bodega” de C6.

Se requiere el uso del montacargas eléctrico de dos toneladas de capacidad y carretillas hidráulicas con báscula para el acarreo y control del consumo de las materias primas.

Puesto de trabajo del operario:

1. Para el moldeo del *bottom*, se necesita una persona fija por turno; se miden cada dos horas las piezas, se revisan el 100% y se empacan en bandejas plásticas con 1000 piezas.

2. Para el moldeo del *Top* la máquina trabaja en automático y cada dos horas el operario tiene que medir cinco piezas de cada cavidad y hacer una revisión visual. La máquina está programada para detenerse a 500 piezas, para recoger el material y empacarlo en bandejas plásticas; cada bandeja lleva 1000 piezas, luego el material es revisado 100% por máximo dos personas.
3. En el proceso de los conectores de *ENT* se necesita una persona fija por cada turno recibiendo las piezas y separando las piezas del *Ronner*, haciendo paquetes de 500 piezas; al finalizar, debe pasar al proceso de *Annealing* (horno) por dos horas, eso con el fin de desestresar el material; una vez el material por haber pasado ese proceso, ingresa al proceso de impresión. Se pasa una por una, dejando secar por 24 horas, para luego ser inspeccionadas al 100%, revisando segmentos faltantes y que la impresión sea legible; una vez terminado ese proceso, pasan a empacar 500 piezas por bolsa.
4. En el proceso de Clip Verde y Azul, la máquina trabaja en automático y está programada a detenerse en 1000 piezas. La maquinaria tira la alarma de lote completo, el operario debe revisar las piezas durante el proceso de moldeo cuando se completan las 2000 piezas, estas son empacadas en una bandeja plástica.
5. Para el proceso del *Sidekick* se requiere de una persona fija, ya que es un proceso manual: estampado de la varilla, lavado de la varilla, moldeo del conector morado, moldeo del *Handle* y separación de piezas para formar paquetes de 500 de estas. Luego pasa al pre-doble, para pasarlo al proceso

del primer y segundo dobléz, donde se utiliza una máquina para ese proceso. Posteriormente, se revisan las medidas del 100% de las piezas con una plantilla y un *fixture* de medida; finaliza con el empaque del lote.

6. Para el proceso de *Overmolded* se requiere de dos personas fijas, ya que es un proceso manual donde se colocan dos tubos de *nylon*, los cuales son moldeados formando la pieza completa, formando paquetes de 500 piezas para pasarlas al proceso de impresión. Una vez impresas las piezas, pasan al horno de secado y luego son colocadas en unas bases para terminar el secado de 24 horas, revisar el 100%, y empacar.
7. Para el moldeo del *Top*, *Cover* y Filtros, la máquina trabaja en automático y cada dos horas el operario tiene que medir cinco piezas de cada cavidad y hacer una revisión visual, la máquina es programada parar en 500 piezas para recoger el material y empacarlo en bandejas plásticas; cada bandeja lleva 1000 piezas. Seguidamente, el material es revisado 100% por máximo dos personas para el caso del *Top*. Para el *Cover* se programa la máquina con 1000 piezas y se limpia el material quitándole el *ronner* y soplando el material, después se empaca en bolsas de 1000 piezas; se finaliza empacando en cajas plásticas. En Filtros la máquina es programada parar en 1000 piezas, se recoge el material cada vez que la máquina complete dicha cantidad y se sopla el material con aire comprimido.
8. Para la entrega de materiales, el líder es el encargado de generar una requisición de materiales a bodega, cuando esta ya es generada, el personal de bodega procede a entregar el material (materia prima).

9. Finalizando todos los empaques, las bandejas son colocadas en el *estante* para auditoría final. Una vez realizada la inspección, el personal de calidad entrega el material a bodega para su almacenamiento.

7.3.4. Descripción del área de trabajo (El dónde)

El departamento de moldeo comparte espacio físico con otros subdepartamentos que son *Pad Printing*, *Molding* y *Med Tech*; entre ellos no guardan relación entre sí, tienen líderes y supervisores diferentes. Se ubican en el sitio denominado "*Molding*" (que significa "moldura"), área controlada de 266 m². Estas líneas productivas están juntas porque todas necesitan del cuarto de lavado de alcohol isopropílico para sus procesos, el cual se turnan por día para utilizarlo. Además, tienen en común el uso de los servicios sanitarios, accesos, pasillos, equipo de emergencia, rutas de evacuación, salidas de emergencia y punto de reunión.

El departamento moldeo tiene una forma de "L", donde no se distribuye muy ordenadamente las tres subáreas: están ubicadas por todo el lugar, no hay un inicio, ni final de líneas, están dispersas por todo el sitio. El proceso de *Molding* cuenta con cuatro máquinas sumamente grandes que abarcan un total de 85 m², casi un tercio de todo el espacio disponible.

El proceso como tal de *Pad Printing* no toma tanto espacio (unos 32,5 m²) y en el momento del estudio, esta área se encuentra fuera de uso por baja demanda. Lleva alrededor de seis meses en dicha condición, sin embargo, la impresora aún se encuentra en el sitio. En tiempo de producción pico, este proceso requiere que

el producto se seque por 12 días; esto hace que haya estantes de bandejas por muchos lados, al igual que la materia prima esperando para ser usada, reduciendo el espacio en el lugar.

Por último, el área de *Med Tech* es la más desordenada de todas, esto ya que debería ser un proceso lineal y las máquinas están ubicadas por todo el departamento. Parte del material que utilizan para este proceso o el producto que aún no está terminado se mantiene en cajas que abarcan mucho espacio, por lo menos 2 m².

A continuación, se muestra un bosquejo del área actual de Moldeo, para clarificar lo anteriormente mencionado:

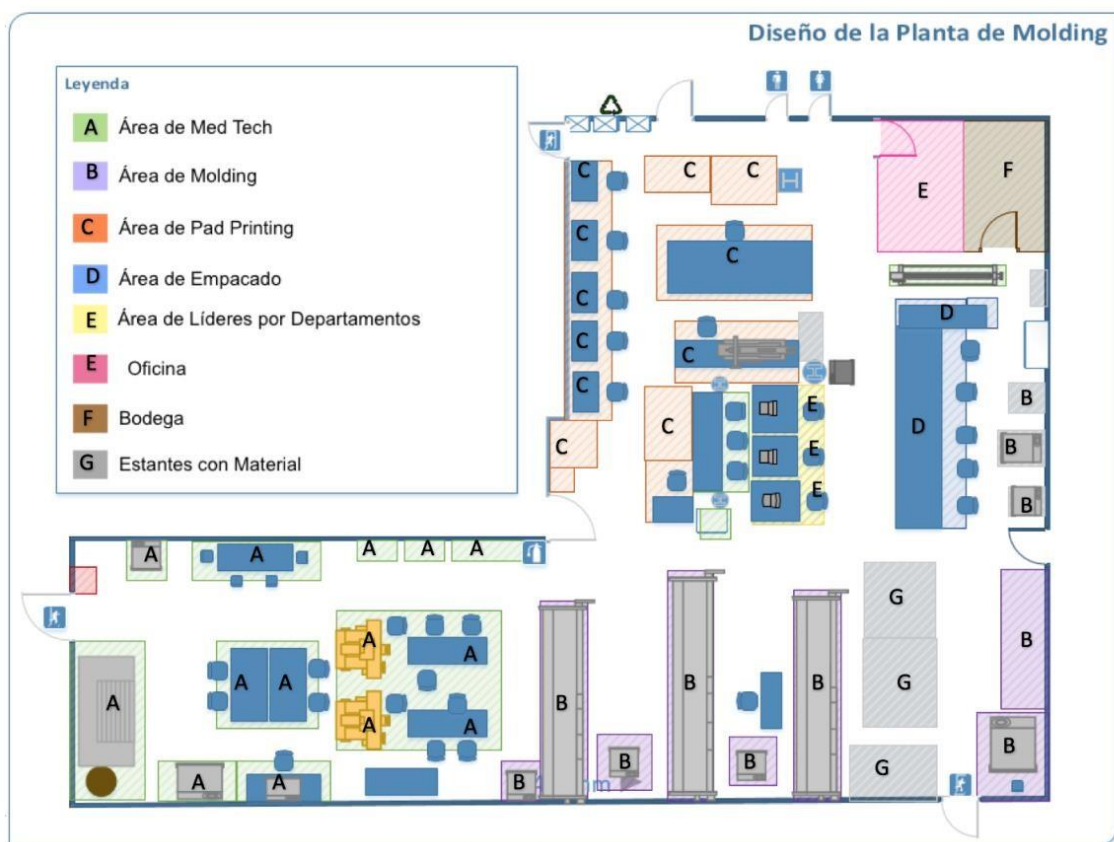


Figura 18. Bosquejo del área de Moldeo

El espacio de producción dentro del área de *Molding* se considera amplio, lastimosamente está mal distribuido. Genera problemas en algunas áreas al momento de trasladarse de un área a otra, chocando con compañeros.

Aunque el área es amplia, dentro de este espacio se encuentran diferentes tipos de maquinarias que toman mucho espacio y hace que el área se sienta pequeña. Los empleados desempeñan labores diferentes, en su área de trabajo ellos deben de contar con todas las herramientas para poder efectuar su labor; en algunos de estos casos se requiere el traslado de materiales de un lado a otro.

7.3.4. Riesgos de Moldeo:

Es conveniente tener claro a nivel general, los principales riesgos asociados al proceso productivo entre los que están:

- Exposición a calor por la radiación de las máquinas.
- Exposición a ruido en el soplado con aire comprimido las piezas generando 85 dB (A) y alarmas de las máquinas avisando que ya salieron la cantidad de piezas sesteadas. También está la prensa (que es una troqueladora de metal) y la cortadora de cable, que generan ruido de impacto, afectando al personal cercano al proceso.
- Exposición a emanaciones de vapores molestos y calientes en el proceso de purga.
- Exposición a salpicadura de resina caliente, en el proceso de purga de la máquina SMP (moldeadora rotativa).

7.3.5. Cuarto de Electro Erosionado

En conversación personal con el Sr. Andrés Guerrero,² encargado del proceso erosionado, nos explica que el área se llama electro-erosionado porque se trabaja con una máquina que corta cualquier pieza de metal a través de una descarga eléctrica, mediante un hilo conductor como el bronce en un medio controlado. La particularidad de la electroerosión es que el arranque de viruta se hace sin tener contacto físico con la pieza de trabajo, el electrodo se encarga de extraer el material.

De una forma más técnica se puede decir, que el material se extrae por el calor generado por el arco eléctrico que genera la chispa del flujo eléctrico entre el electrodo y la pieza de trabajo. Se provoca así una fundición del material, extrayendo partículas metálicas conforme a la programación de la máquina llamada NC, en donde se establece las coordenadas del plano. Da como resultado la pieza, la cual puede ser una gran variedad de formas, tamaños, detalles; incluso de hasta de 2 mm.

En general en el cuarto se trabaja por el momento con tres máquinas: la *Wire EDM* (erosionadora), la *Drill EDM* (taladro eléctrico con hilo) y el comparador óptico. Dependiendo de la pieza se utiliza las rectificadora o fresadora que hay en el *tool room*.

² Técnico de precisión, con amplia experiencia en el proceso de erosionado, entrevistado el día 17 de julio/2018.

El joven Guerrero comenta que el proceso de erosionado lo realizan dos técnicos de precisión y dan soporte a toda la planta, ya que pueden necesitar reparar piezas que se usan en las líneas, repuestos de máquinas o fabricar *fixtures*, las cuales son piezas de acero inoxidable que sirven para sujetar o dar forma a los componentes médicos. El técnico indica que sus principales riesgos son cortaduras, majonazos, manipulación de piezas pesadas, exposición a sustancias químicas irritantes como ácido cítrico *Xylomate*, agua con residuos metálicos y el más peligroso la descarga eléctrica.

7.3.6. Tool Room

Para entender que se realiza en *tool room* o comúnmente llamado taller de precisión, se realizó una conversación personal con el Sr. Randall Arias³, encargado del área. Nos explica que ellos brindan el servicio, desde pulir y dar mantenimiento a los moldes, hasta de terminar de rectificar las piezas que vienen del cuarto de erosionado. Para elaborar las piezas, se utilizan una serie de máquinas tales como fresadoras, tornos, rectificadoras, taladros y esmeriles de banco, con el fin de dar forma y ajuste a las piezas de acero inoxidable. El personal que trabaja en el sitio son tres técnicos de precisión y comparten el taller con dos trabajadores de mantenimiento.

³ Técnico en precisión, jefe del Departamento de Precisión, con más de 10 años de experiencia, entrevista realizada el 26 de julio de 2018.

No se trabaja propiamente con un flujo de proceso, ya que es muy variado. Ellos normalmente trabajan con un plano de la pieza (diseño) y dependiendo de la complejidad de esta, así deberán utilizar el equipo disponible.

Las máquinas son muy voluminosas, por lo que abarcan mucho espacio y por el tipo de funcionamiento, tienen carros que se desplazan de izquierda a derecha, requiriendo aún más contar con el espacio suficiente para permitir el movimiento natural del equipo. Además, generan mucha viruta de metal, exponiendo al personal aledaño a salpicaduras de metales y al ruido que genera la máquina.

Por las chispas del proceso de fricción puede haber el riesgo de incendios si está cerca basureros con mechas o toallas impregnadas con solventes, grasa o pinturas, residuos propios de los compañeros de mantenimiento; de ahí la importancia de mantenerlos tapados y lejos de dichas operaciones. Las labores de trabajos en caliente como soldadura eléctrica, esmerilar, cortar metal y soldadura con oxiacetileno, se realizan fuera del taller, contiguo al mismo, porque no hay espacio adentro. Además, la generación de humos metálicos y chispas con largo alcance perjudicarían a los compañeros aledaños. Por ello, se espera que con el traslado del *tool room* se coloque una lona ignífuga para realizar los trabajos en caliente.

7.4 IDENTIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS TÉCNICOS LEGALES BÁSICOS DE SALUD OCUPACIONAL

Seguidamente se presenta la matriz de aspectos legales en materia de Salud Ocupacional, tomando en consideración factores como las condiciones estructurales, equipos de atención primaria y medios auxiliares. Esta se utilizó como criterio para realizar la propuesta en el plano.

Tabla 5. Matriz Legal

| MATRIZ LEGAL DISPOSICIONES DE SALUD OCUPACIONAL | | | | |
|---|---|--------------------------------------|-----------------------|---|
| CONDICIONES DE MEDIOS DE EGRESO | | | | |
| Variables | Características | Criterio | Apartado/ Artículo | Legislación |
| Pasillos | Pasillo Principal | Ancho mínimo de 1,20 m. | Artículo 141 | (Reglamento a la Ley de Igualdad de Oportunidades para Personas con Discapacidad., 1998) |
| | Pasillo secundario | Ancho mínimo de 0,90 m | Artículo 141 | |
| Gradas | La altura del primer escalón con respecto al pavimento | Será de un máximo de 40 cm | Artículo 165 | |
| Pasos peatonales | Contará con | Rampas y escaleras | Artículo 123 | |
| Rampas | En las aceras, en todas las esquinas deberá haber una rampa | Con gradiente máxima de 10% | Artículo 126 | |
| | Ancho mínimo | De 1,20 m | Artículo 126 | |
| Escaleras normales | Ancho mínimo | Según cálculo de capacidad de egreso | 3.1. 6.a | (Manual de Disposiciones Técnicas generales sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios, 2013) |
| | Altura máxima de contrahuella | 18 cm | | |
| | Altura mínima de contrahuella | 10 cm | | |
| | Profundidad mínima de la huella | 28 cm | | |
| | Altura libre mínima | 2,03 m | | |
| | Altura máxima entre los descansos | 3,66 m | | |

| Variables | Características | Criterio | Apartado/ Artículo | Legislación |
|-----------------------------|---|--|-----------------------|---|
| Ancho mínimo para escaleras | Carga de ocupantes total de todos los pisos servidos por la escalera menor a 50 el ancho mínimo libre de toda obstrucción | ⁴ A cada lado de la escalera, debe ser 91,5 cm. | 3.1. 6.a | (Manual de Disposiciones Técnicas generales sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios, 2013) |
| Descansos | En las aberturas de las puertas. | Las escaleras deben tener descansos. | 3.1.6. b | |
| | En su ancho a lo largo de la dirección del recorrido de salida. | Las escaleras y los descansos intermedios deben continuar sin reducciones. | | |
| | Cada descanso debe tener una dimensión, medida en la dirección del recorrido | Que no sea menor al ancho de la escalera. | | |
| | Siempre que la escalera tenga un recorrido recto. No debe requerirse que los descansos excedan en la dirección del recorrido. | Los 122 cm | | |

⁴ Este aspecto fue mencionado en las limitaciones.

| Variables | Características | Criterio | Apartado/ Artículo | Legislación |
|---|--|--|-----------------------|---|
| Uniformidad dimensional | En la profundidad de los escalones adyacentes o en la altura de las contrahuellas adyacentes | No debe existir una variación mayor a 4.8 cm (prohibido). | 3.1.6.b | (Manual de Disposiciones Técnicas generales sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios, 2013) |
| | La tolerancia entre la altura de la contrahuella más grande y la más pequeña, no debe exceder en ningún tramo de la escalera a | Los 0,95 cm | | |
| | La tolerancia entre la profundidad del escalón más grande y la más pequeña, no debe exceder en ningún tramo de la escalera a | Los 0,95 cm | | |
| Barandas y Pasamanos | Debe suministrarse baranda en medios de egreso superior a | 76 cm por encima del piso. | 3.1.4 | |
| | Espacio entre balústres | No superior a 10 cm | 3.1.4 | |
| | Altura de pasamanos | Entre 86,5 cm y 96,5 cm. | 3.1.4 | |
| | Los pasamanos que forman parte de una baranda no deben estar. | A más de 90 cm | 3.1.6.c | |
| | El pasamanos en el caso de escaleras debe ser adosado a la baranda a una altura | De 90 cm, el tope o parte alta de la baranda no debe ser usada como pasamanos. | 3.1.4 | |
| | Espacio entre baranda y nivel de piso | No superior a 15 cm | | |
| | Altura de baranda | 1,07 m | | |
| | Diámetro de pasamanos | Entre 3,2 cm y 5,2 cm | | |
| | Separación (entre pared y pasamanos) | 5,7 cm | | |
| | En las escaleras que excedan 109,5 cm de ancho, los pasamanos deben estar provistos de todas las partes del ancho de salida requerido. | Dentro de los 76 cm | 3.1.6.c | |
| Las escaleras y las rampas deben tener: | pasamanos en ambos lados y todo lo largo del recorrido. | | | |
| | | | | |

| Variables | Características | Criterio | Apartado/ Artículo | Legislación |
|---------------------------------|--|--|-----------------------|---|
| Puertas | Ancho libre | Ancho mínimo de 90 cm | Artículo 140 | (Reglamento a la Ley de Igualdad de Oportunidades para Personas con Discapacidad., 1998) |
| | Altura | De 2,10 m como mínimo | Artículo 101 | (Reglamento General de Seguridad en Construcciones, 2017) |
| | Para cargas de ocupantes de 50 o más en puertas de bisagra o batientes | Deberán batir en la dirección al recorrido de egreso | Artículo 7.2.1.4.2 | (NFPA 101 Código de Seguridad Humana, 2015) |
| | Para cargas de ocupantes igual o menor a 50 en puertas corredizas accionadas mecánicamente | Deberán batir en la dirección al recorrido de egreso | Artículo 7.2.1.9.1.4 | |
| Medio de Egreso para evacuación | Ancho mínimo | No menor a 91,5 cm. | 3.1.14.f | (Manual de Disposiciones Técnicas generales sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios, 2013) |
| | Cantidad de medios de Egreso | Mínimo 2 | 3.1.15a | |
| | Hasta 500 personas | No menos de 2 medios de egreso | 7. Tabla 6 | |
| | Carga de Ocupantes en áreas mayores a 930 m ² | No debe exceder a una persona por cada 0,65 m ² | 4.1.3.c | |
| | Distancia máxima de recorrido sin sistema de rociadores automáticos hacia área libre | 61 m | 4.9.3.d | |
| | Límite de recorrido común y de extremos sin salida y sin rociadores | 15 m | Anexo A Tabla 7.6 | (NFPA 101 Código de Seguridad Humana, 2015) |

| Variables | Características | Criterio | Apartado/ Artículo | Legislación |
|---------------------|--|--|-----------------------|--|
| Iluminación general | Área de baños | 200 lux | Página 18 | (Iluminación de los lugares de trabajo Inte/ISO 8995-1, 2016) |
| | Localización de moldeadoras, taller de precisión, oficinas | 500 lux | | |
| | Empaque y área de despacho | 300 lux | | |
| | Escaleras y rampas | 150 lux | | |
| | Baños, comedor, cuarto eléctrico | 200 lux | | |
| | Sala de lactancia | 200 lux | | |
| | Sala de conferencias | 500 lux | | |
| | Área de lavado, pasillos, vestíbulo de entrada, almacén | 100 lux | | |
| Espacio de trabajo | Superficie mínima | 2 m ² libres por cada trabajador. | Artículo 14 | (Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo., 1977) |

| EQUIPOS DE ATENCIÓN PRIMARIA | | | | |
|------------------------------|---|----------------------------------|-----------------------|---|
| Variables | Características | Criterio | Apartado/ Artículo | Legislación |
| Extintores | Uso de extintores portátiles | Área menor a 2500 m ² | 3.6.2 | (Manual de Disposiciones Técnicas generales sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios, 2013) |
| | Distancia máxima de recorrido con extintor tipo ABC | 15 m | | |
| | Distancia máxima de recorrido con extintor tipo CO2 | 15 m | | |
| | Altura máxima de instalación | 1,25 m | | |
| | El espacio libre entre el fondo del extintor y el piso. | Debe ser mayor a 10 cm. | | |

| Variables | Características | Criterio | Apartado/ Artículo | |
|---------------------------|--|--|--------------------------------|---|
| Iluminación de emergencia | Distancia de colocación entre lámpara y lámpara | De 5 m a 10 m | ⁵ Ver pie de página | |
| | Desempeño | 10 lux promedio en el inicio y 1 lux a lo largo de las vías medidas a nivel del suelo. | 3.3.1 | (Manual de Disposiciones Técnicas generales sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios, 2013) |
| | Desempeño al final de la carga de la batería | Promedio no menor a 6 lux y 0,6 lux al final de la duración de la iluminación. | 3.3.1 | |
| Duchas de emergencia | El cabezal de la ducha debe estar a una altura desde la superficie hasta donde se encuentra el usuario | Al menos a 2,083 m (82 in.) y no más de 2,438 m (96 in.) | 4.1.3 | (ANSI Z358.1 Equipo de lavado de ojos y ducha de emergencia, 2014) |
| | La cascada deberá tener un diámetro mínimo de altura | De 50,8 cm (20in.) a 152,4 cm. (60in.) | 4.1.4 | |
| | La cascada debe tener un diámetro libre de obstrucción | De 40,6 cm. (16 in.) | 4.1.4 | |
| | La palanca de accionamiento debe estar de altura | A no más de 175,3 cm. (69 in.) | 4.2 | |
| | La ducha debe estar libre de obstrucción en un área mínima de diámetro. | De 86,4 cm. (34 in.) | 4.3 | |
| Botiquín | Características | Caja plástica o bolso impermeable, correctamente rotulado | Artículo 24 Inciso E | (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 2016) |
| | Ubicación | Accesible a 1,20 m de la parte baja del botiquín | | |

⁵ (Chowanczak, 2004), ante la carencia de especificación legal de esta variable, se hace uso de esta referencia bibliográfica.

| MEDIOS AUXILIARES | | | | |
|---------------------------------|---|--|--|---|
| Variables | Características | Criterio | Apartado/ Artículo | Legislación |
| Servicios Sanitarios Comunes | Separado por sexos cuando el total de trabajadores sea menos de 100 | Uno por cada 20 hombres y uno por cada 15 mujeres | Artículo 86 | (Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo., 1977) |
| | Separado por sexos cuando el total de trabajadores sea mayor de 100 | Uno adicional por cada 28 trabajadores más y un urinario por cada 20 trabajadores | Artículo 87 | |
| | Urinarios | Uno por cada 30 hombres. | Artículo 6 | (Reglamento General de Seguridad en Construcciones, 2017) |
| | Ancho | 1 m | Artículo 130 | |
| | Largo | 1,20 m | | |
| | Altura | 2,30 m | | |
| | El tabique de separación de las cabinas debe dejar por lo menos un espacio libre de altura | De 30 cm | Artículo 87 | (Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo., 1977) |
| | En el caso de los urinarios el ancho | No será menor a los 60 cm | Artículo 88 | |
| | En trabajadores expuestos a calor excesivo o contaminación de piel por polvos, sustancias irritantes, infecciosas, así como aquellos especialmente sucios. El mínimo de duchas será | Uno por cada 10 trabajadores que cesen su trabajo simultáneamente y en cabinas unipersonales | Artículo 90 | |
| | Lavatorios comunes debe haber | Uno por cada 15 trabajadores | Artículo 89 | |
| Lavatorio altura máxima | 0,80m | Artículo 119 | (Reglamento a la Ley de Igualdad de Oportunidades para Personas con Discapacidad., 1998) | |
| Sala de Lactancia | Área | Mínimo 6 m ² | Artículo 3 | (Reglamento de condiciones para las salas de lactancia materna en los centros de trabajo, 2018) |
| | Altura | 2,40 m | Artículo 4 | |
| | Mesa pequeña | Al menos 50cm de ancho por 80cm de largo | | |
| | Biombo o cortinas | No mayores a 1,20m de alto por 90cm de ancho | | |
| | Croquis de evacuación | Dimensiones mínimas de 40cm por 40cm | | |

| Variables | Características | Criterio | Apartado/ Artículo | Legislación |
|---|---|--|--------------------------------|--|
| Comedor | Altura de Fregadero | No mayor a 0,85m | Artículo 111 | (Reglamento a la Ley de Igualdad de Oportunidades para Personas con Discapacidad., 1998) |
| | Pasillo Principal | Ancho mínimo de 1,20 m. | Artículo 141 | |
| | Pasillo secundario | Ancho mínimo de 90 cm | | |
| Servicios sanitarios para personas con movilidad reducida | Puerta | De 90 cm que abra hacia afuera | Artículo 143 | |
| | Agarraderas corridas | A 90 cm de alto en sus costados libres | Artículo 143 | |
| | Al menos un cubículo de cada clase | (inodoro, orinal, ducha) | Artículo 143 | |
| | Inodoros recargados a un lado de la pared de fondo | Profundidad mínima: 2,25 m | Artículo 143 | |
| | | Ancho mínimo: 1,55 m | Artículo 143 | |
| | Inodoros centrados en la pared de fondo. | Profundidad mínima 2,25 m | Artículo 144 | |
| | | Ancho mínimo 2,25 m | | |
| | Los cubículos para ducha tendrán: | Profundidad mínima: 1,75 m | Artículo 144 | |
| | | Ancho mínimo: 1,50 m | | |
| | El tamaño mínimo de la ducha. | Es de 1,20 x 1,20 m | Artículo 120 | |
| Apertura mínima para el acceso. | De 1 m | Artículo 120 | | |
| Lavatorios Altura máxima | De 0,85 m | Artículo 119 | | |
| Paneles Eléctricos | Frontera de aproximación restringida 220V | Evitar contacto | Artículo 130. Tabla 130.4 D | (NFPA 70 Código Eléctrico Nacional, 2014) |
| | Frontera de aproximación limitada 220V. Parte de circuito fijo expuesto | 1 m | | |
| | Frontera de aproximación restringida 480V | 3,6 m | | |
| | Frontera de aproximación limitada 480V. Parte de circuito fijo expuesto | 5,8 m | | |
| | Ancho del espacio de trabajo | En el frente del equipo eléctrico debe ser igual al ancho del equipo o 76,2 cm | Artículo 110.26 (2) | (NFPA 70 Código Eléctrico Nacional, 2014) |
| | Altura del espacio de trabajo | Debe estar libre y extenderse desde el nivel del suelo hasta una altura de 2 m | Artículo 110.26 (3) | |
| | Apertura de puertas del equipo eléctrico | debe permitir abrir por lo menos a 90° las puertas o paneles abisagrados del equipo. | Artículo 110.26 (2) | |

| EQUIPO PARA MANEJO DE MATERIALES | | | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|--|--------------------|---|
| Variables | Características | Criterio | Apartado/ Artículo | Legislación |
| Montacargas | Pasillo de circulación | La anchura de los pasillos no debe ser inferior en sentido único a la anchura del vehículo o a la de la carga incrementada en 1 m. | Pág. 9 | (Manejo Seguro de Montacargas, 2012) |
| Grúa puente | Distancias mínimas | Todas las partes móviles de la grúa deben estar separadas como mínimo 0,05 m de las partes fijas del edificio; 0,1 m de las barandillas; 0,5 m de las zonas de acceso. | Pág. 1 | (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2002) |
| Carretillas Manuales | Almacenamiento temporal con tarimas | Entre las paletas almacenadas se debe de dejar un espacio de 20 cm como mínimo | Pág. 5 | (NTP 319 Carretillas Manuales: Traspaletas Manuales, 1999) |
| | Reglas de Operación | Para paletas de 1200 mm se deben utilizar horquillas de 1150 mm | Pág. 5 | |
| | | Para paletas de 1000 mm deben utilizarse horquillas de 910 mm | | |

7.5 APORTAR LOS ELEMENTOS INGENIERILES DE SALUD OCUPACIONAL AL DISEÑO DE PLANTA.

7.5.1 Fase I: Localización

Las edificaciones C2 y C3, se encuentran ubicadas en la provincia de Alajuela, cantón Alajuela, distrito Río Segundo. Está 1.5 km al oeste del aeropuerto Juan Santa María, en la zona franca Saret y a 80 m oeste de las otras edificaciones de “Triple M”, en la figura 19 se puede apreciar la ubicación geográfica.



Figura 19. Ubicación Geográfica de “Triple M”

Fuente: Google Maps.

Las naves C2 y C3 poseen anexos cada una y comparten internamente un mezanine que viene a constituir una segunda planta, sin embargo, por la diferencia

que tienen los terrenos, de -3,60 m, estos quedan prácticamente a nivel de calle, con una ligera diferencia de -1,25 m, por la primera avenida del parque industrial. Con respecto a la planta baja, representa el mayor volumen de las edificaciones, quedando a nivel de calle por la segunda avenida. En resumen, las propiedades colindan en ambos lados (norte y sur) con calle lo cual permite tener acceso cualquier unidad de bomberos, en caso de emergencia. Además cuenta con hidrante en cada avenida a unos 50 metros aproximadamente.

Esto hace que las entradas principales de oficinas, empleados, comedor, e ingeniería, están en la parte superior (mezanine) requiriendo pocos escalones para ingresar, desde el exterior. Las áreas operativas son ubicadas en la parte inferior, pero igualmente a nivel de calle. A manera de clarificar lo anterior, se expone las figuras 20 y 21.

C2 y C3 por el frente, parte administrativa en planta alta (mezanine)
Se aprecia el desnivel y profundidad del terreno.



Figuras 20. Fotografía de desnivel de los terrenos.



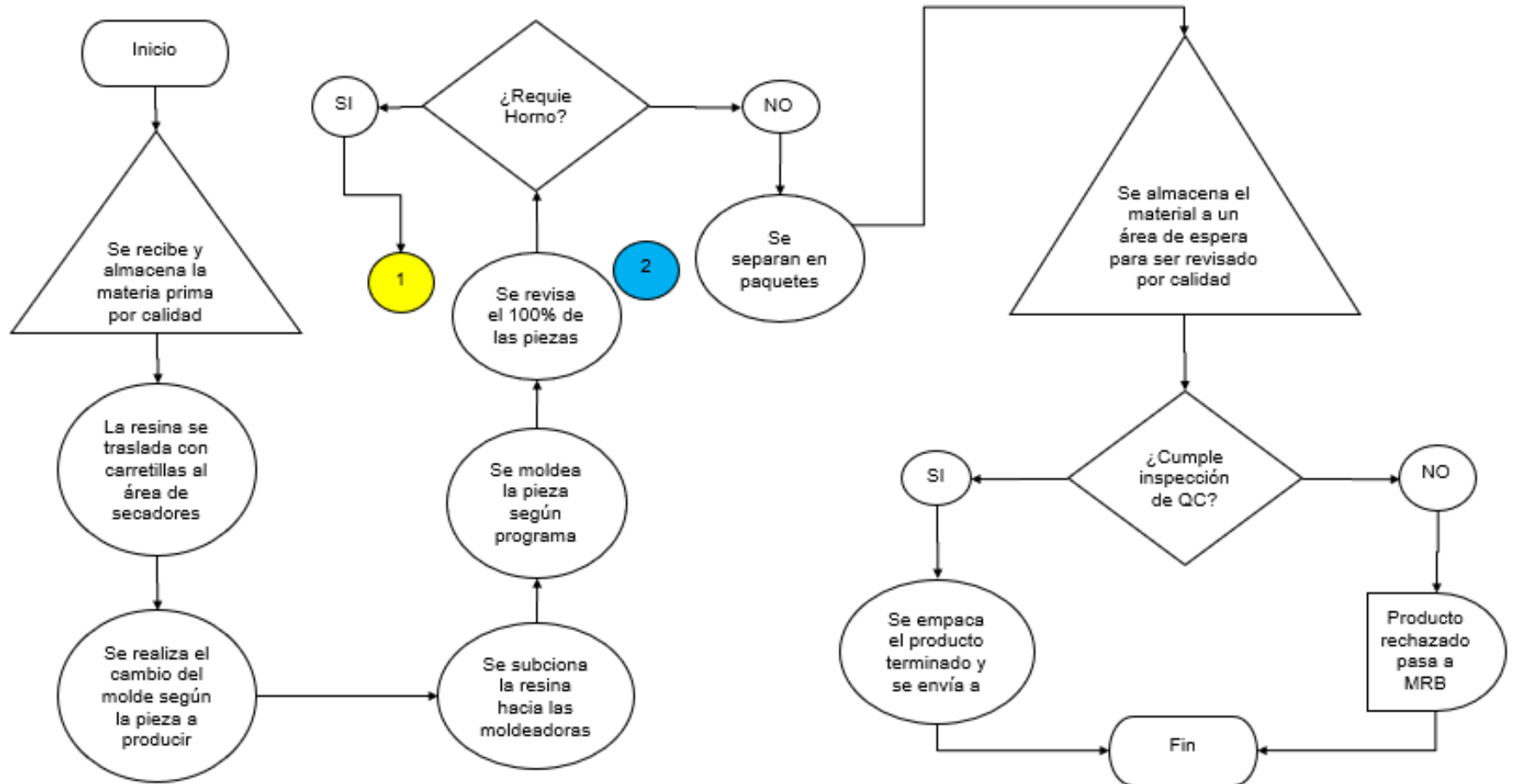
Figura 21. Fotografía de Parte trasera C2 y C3.

7.5.2. Fase II: Distribución General del Conjunto

En esta fase se estableció el patrón de flujo para los procesos de moldeo y *tool room* basados en la información obtenida en los cursogramas a través de las entrevistas de los líderes y personal que realizan las operaciones. En el anexo 1 se expone el formulario utilizado. Seguidamente se presentan los diagramas de flujos de los procesos actuales, los cuales fueron validados por los líderes y supervisor del área.

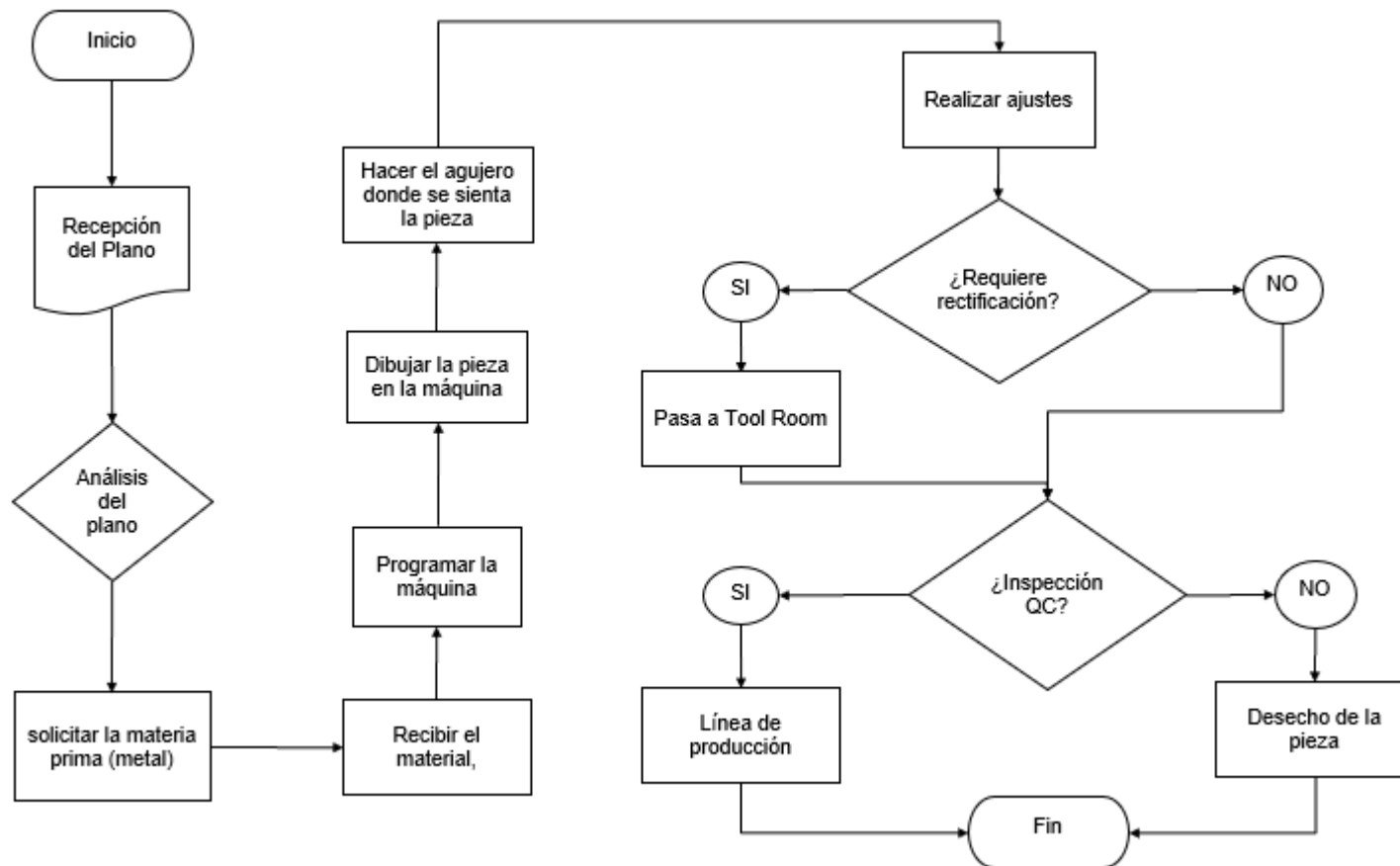
Además, se muestra el diagrama de proceso visualizando cómo quedaría en la futura nave; el mismo fue validado por la gerencia de producción y gerencia de moldeo. Se adjunta la lista de maquinaria que se va a instalar en *tool room* y cuarto de erosionado y por último el diagrama de relaciones de actividades.

7.5.2.1. Diagrama de Flujo de Moldeo Actual

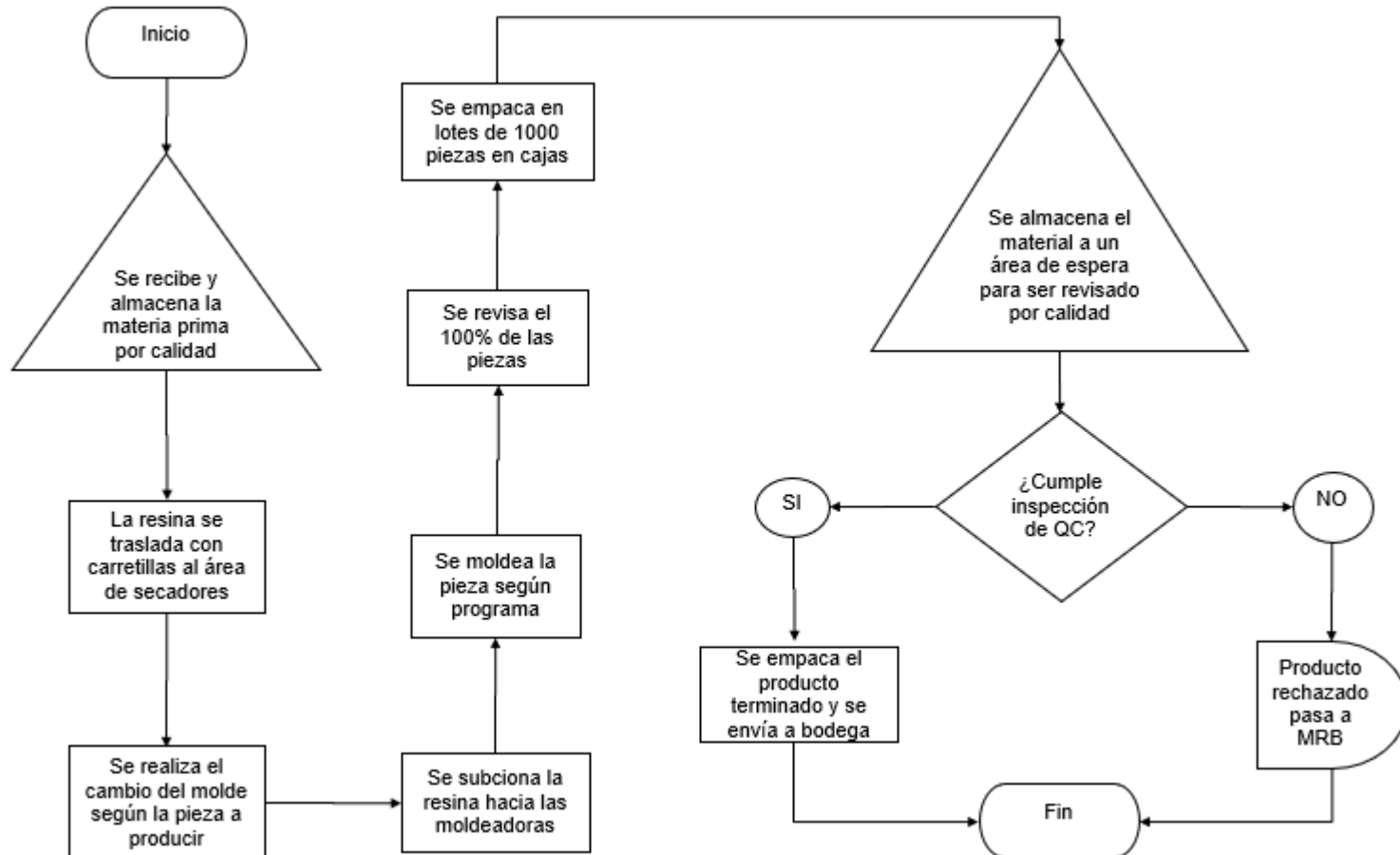


7.5.2.2. Diagrama de Flujo Básico del Tool Room

Si bien el flujo de proceso del taller de erosionado es muy variable, se detalla a continuación un esquema básico.





7.5.2.3. Diagrama de Flujo de Moldeo para la nueva nave.









7.5.2.4. Maquinaria para tool room y cuarto de erosionado para la nueva planta.





En virtud de que los procesos de *tool room* y erosionado son muy variables, no corresponde propiamente un diagrama de flujo. A continuación, se brinda de un listado de máquinas existentes y aquel equipo requerido para la nueva nave.



Tabla 6. Lista de equipo para el área de erosionado, tool room y sus requerimientos

| Equipo para Tool Room | Tamaño | Imagen | Función | Riesgos e Impactos | Requiere |
|-----------------------------------|--|---|---------------------------------------|---|---|
| . Nueva CNC Milling Machine Nueva | Travel 30 x 20 x 20 Inch Spindle nose to table 24" Table 36 x 18 Inch |  | Mecanizado de metales no endurecidos. | A- Genera proyección de residuos metálicos y plásticos según la operación. B- Genera residuos líquidos tóxicos (<i>coolant</i>) C- Genera ruido y calor | A. Área para almacenar residuos B- Espacio para la manipulación del dieléctrico al dar mantenimiento donde depositarlo C- Facilidad para reponer la fórmula de coolant + agua (tubería cercana) |
| CNC Lathe Machine. Nueva | 9 x 21 x 12 Inch Chuck size 8.3" Max cutt diameter 10" Max cutt length 21" Bar capacity 2" |  | Torneado de metales no endurecidos. | | |

| Equipo para Tool Room | Tamaño | Imagen | Función | Riesgos e Impactos | Requiere |
|--|---|--|---|---|--|
| <p><i>Compact Milling.</i> Nueva</p> | <p>Travels 12x10x12 Inch Table 20x10 Inch</p> |  | <p>Mecanizado de bloques de grafito y electrodos.</p> | <p>Genera residuos de grafito en micro partículas</p> <p>NOTA: Estas partículas no son visibles y se expanden fácilmente en el ambiente, se pegan la ropa y pueden permanecer mucho tiempo en el aire, causan irritación el ojos y garganta, afectan el sistema respiratorio.</p> | <p>A- Área aislada y con extractor para controlar las partículas del grafito</p> <p>B- Equipo de protección personal</p> |
| <p>Wire- EDM Existente en erosionado</p> | <p>N/A</p> |  | <p>Electro erosionado de metales duros y blandos.</p> | <p>A- Genera residuos de cobre y líquidos</p> | <p>A- Requiere drenaje para limpieza de productos, y agua para reponer nivele de dieléctrico.</p> <p>B - NO COLOCAR el Chiller en el mismo cuarto, ya que genera sobrecalentamiento del equipo apagándose y consecuente la erosionadora activa la alarma, afectando la producción y golpea al operario con la temperatura.</p> |

| Equipo para Tool Room | Tamaño | Imagen | Función | Riesgos e Impactos | Requiere |
|---|------------------------------|---|---|--|---|
| Sinker EDM Nueva | Travels 350x250x250 mm |  | Electro erosionado de metales duros y blandos. | A- Genera a largo plazo residuo de dieléctrico (Aceite ION PUS) B- Genera gases en minoría | A- Área para almacenaje de residuos B- Área para almacenaje de GRAFITO |
| Drill EDM Existente en Erosionado | N/A |  | Taladro Eléctrico | A-Peligro de descarga eléctrica. B- Expulsión de chispas. | Conocimientos para su uso. |
| Prototrax Existente en el taller | 2m x 2m x 4m |  | Fresado (herramienta de corte de metales suaves) | A- Genera proyección de chispas y residuos metálicos o plásticos según operación. | A-Espacio semi-aislado, los residuos se esparcen fuera de la maquina por su diseño abierto. B- Área para al almacenaje de los residuos |
| Surface Grinder Machine Nueva | 1.5m x 1.5m x 3m |  | Rectificadora hace mecanizados por abrasión. | A- En rectificaco de GRAFITO genera partículas del mismo. | A- Área aislada y con control de extractores |

| Equipo para Tool Room | Tamaño | Imagen | Función | Riesgos e Impactos | Requiere |
|-------------------------------|--------------------------|---|--|---|---|
| Surface Grinder Machine Nueva | 6x12" |  | Rectificadora, | A- En rectificado de metales genera desprendimiento de partículas. | Extractores directo a la máquina para recolectar las virutas en el momento de la operación; esto no recolecta al 100% del residuo, de no tener un buen control el mismo puede ser esparcido por el suelo. |
| Saw Nueva | 2465x 1200x1730 mm |  | Sierra de corte para metales | A- Residuos metálicos menores y residuo de dieléctrico | A- Área para depositar residuos B- Generalmente se coloca cerca del depósito de materia prima. |
| Heat treatment Oven | H 12"-W 18"- L 24" |  | Horno de tratamiento térmico para endurecer el material. Trabaja a 1250°C. | A- Genera altas temperaturas que se expanden en el ambiente 1200°C. B- Peligro de incendio | A-Área aislada para controlar la temperatura. |
| Belt Sanding Machine Nuevo | L 36"- W 4" |  | Lijadora de metales Nuevos | A- Partículas metálicas menores | N/A |

| Equipo para Tool Room | Tamaño | Imagen | Función | Riesgos e Impactos | Requiere |
|--|------------------|--|---|--|---|
| Comparador óptico. Existente en erosionado | 450 X 280mm |  | Sirve para ángulos de piezas relativamente pequeñas por medio de una imagen ampliada y proyectada a una pantalla. | Ninguno | Mantener encendido porque dura mucho tiempo en dar el nivel de luz requerido para el trabajo. |
| Esmeril de Banco De Walt Existente en Tool Room | 42 X 39X 28,5 cm |  | Afilan piezas, brocas, | A.- Genera chispas B.- Desprendimiento de virutas metálicas. C - Residuos metálicos. D.- atrapamiento de dedos y ruptura del disco. E.- Generación de ruido. | A. Requiere pedestal de 1,5 m de altura. B. Usar anteojos de seguridad, careta para esmerilar. C. Usar el protector de disco. D. Espacio para no afectar a los compañeros con las chispas. |

Fuente: Conversación personal con Andrés Guerrero y Randall Arias, técnicos de Precisión, junio 2018.

7.5.2.5. Diagrama de distribución por relaciones de áreas

Se establece un listado de procesos para relacionar la importancia relativa de la proximidad que deba existir entre ellas haciendo dos preguntas: ¿qué tan importante es la cercanía entre un área y otra? y, ¿por qué es importante esa cercanía? De ese ejercicio se obtiene el siguiente diagrama:

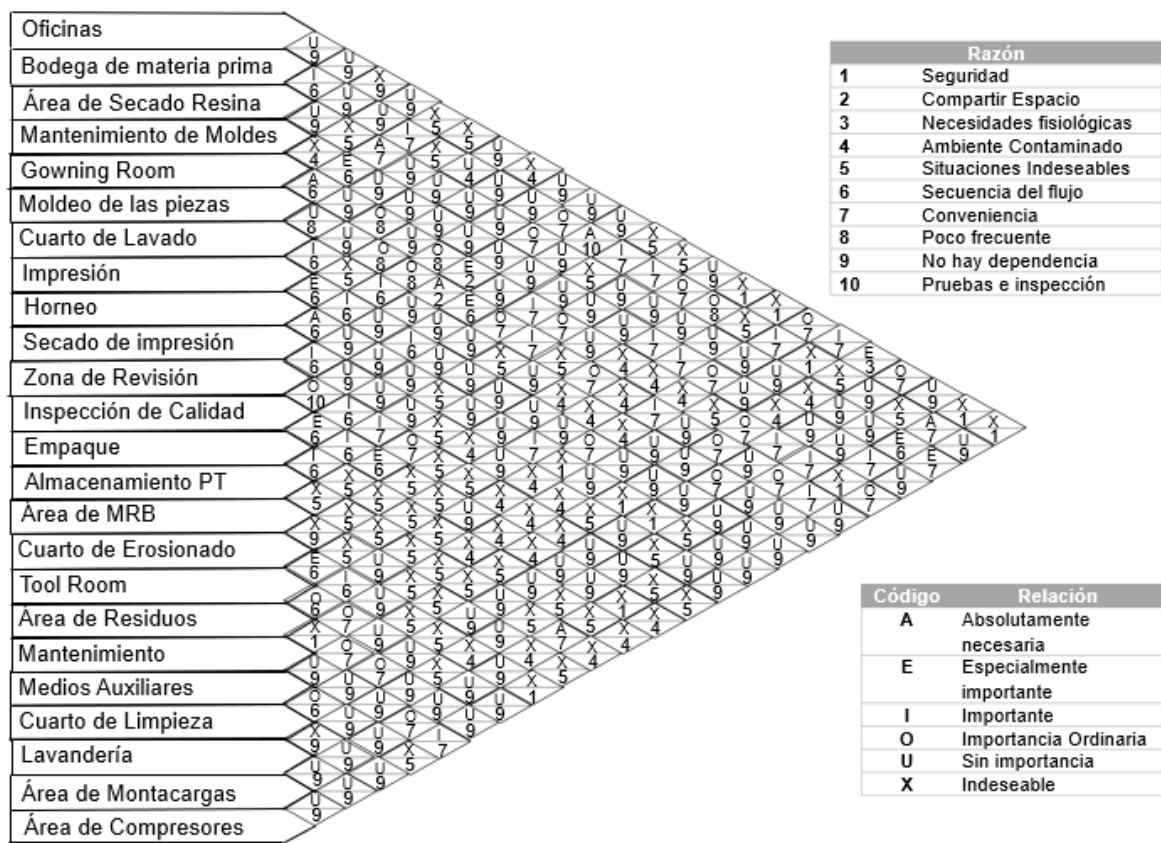


Figura 22. Diagrama de relaciones entre áreas

De la figura 22 se obtiene un resumen de aquellas áreas que guardan importancia en su cercanía, por lo tanto, se tomaron en consideración para ser plasmado en el plano.

Tabla 7. Resumen de cercanía de áreas

| Cercanía de Áreas | A (Absolutamente Necesaria) | E (Especialmente Importante) | I (Importante) |
|--------------------------------|--------------------------------------|--|---|
| Oficinas | Medios Auxiliares | | |
| Bodega de Materia Prima | Inspección de Calidad Montacargas | | Área de Secado Moldeo Empaque Almacenamiento Área de Residuos |
| Área de Secado | Moldeo de piezas | Montacargas Área de Compresores | |
| Mantenimiento de Moldes | | Moldeo de piezas | Erosionado Tool Room Montacargas |
| Gowning Room | Moldeo de piezas | Zona de revisión | Empaque Cuarto de Limpieza Lavandería |
| Moldeo de Piezas | Zona de revisión | Inspección de Calidad | Almacenamiento Residuos Montacargas |
| Cuarto de Lavado | | | Horneo Secado |
| Impresión | | Secado | Zona de revisión Empaque |
| Horneo | Secado | | Tool Room |
| Secado | | | Inspección de Calidad |
| Zona de Revisión | | | Almacenamiento Área de MRB |
| Inspección de Calidad | | Almacenamiento Cuarto de erosionado | Área de MRB |
| Empaque Almacenamiento | Área de montacargas | | Área de MRB |
| Área de MRB | | | |
| Cuarto de erosionado | | Área de residuos | Mantenimiento |
| Mantenimiento | | | Área de compresores |

Se están dejando por fuera del plano procesos como lavado, secado, horneado e impresión porque al no ser tan frecuente su uso, las gerencias de producción y moldeo consideran que es mejor que continúen en el edificio D3. Por otra parte, el “Equipo Diseñador”, está contemplando hornos especiales para el proceso de fabricación de moldes, actividad nueva que se implementaría en las naves futuras. Ellos pretenden dar más auge a los procesos de *tool room* y erosionados como una ventana competitiva del negocio, en paralelo con moldeo.

7.5.3. Fase III: Plan de Distribución Detallada

Se trabajó en forma coordinada con el denominado para efectos del proyecto como “Equipo Diseñador”, el cual está compuesto por las gerencias de moldeo, producción, mantenimiento, además del ingeniero civil a cargo de la obra, el diseñador de moldeo y el dibujante. Se preparó el plan de distribución donde se proyectó la colocación de los puestos de trabajo, así como la maquinaria o los equipos, considerando las exigencias constructivas del cuarto limpio, la ubicación de la grúa, los transformadores, paneles eléctricos, servicios sanitarios, comedor, casilleros, duchas, (medios auxiliares), entre otros.

Para presentar la distribución de la planta en forma detallada con la incorporación de los medio medios de egresos y equipos de respuesta, se utiliza el programa *Sketchup*, el cual permite obtener imágenes en 3D.

Se emplea la señalización según la norma para emergencia, tal como se muestra en la figura 23.

| Señalización, según la norma INTE 21-02-02-2016 (Instituto Nacional de Normativas Técnicas, 2016) | | |
|---|--|---|
|  |  |  |
| <p>Punto de Reunión</p> | <p>Ducha de Emergencia</p> | <p>Camilla de Emergencia</p> |
|  |  |  |

Figura 23. Identificación de Señalización.

Seguidamente se presenta una serie de imágenes de cada área productiva, donde se puede observar la distribución de los extintores, lámparas de emergencia, la identificación de las salidas, rutas de evacuación, medios de egreso, salidas de emergencia, equipos de primera respuesta, medios auxiliares e iluminación mínima general según área. Además, en algunas de ellas se muestran las medidas de ancho de pasillos, puertas, huellas de escaleras, altura de pasamanos, extintores, lámparas de emergencia, rotulación de salidas, entre otros.

Fachada Triple M C2 y C3



7.5.3.1 Ilustraciones de la propuesta de distribución de planta de "Triple M"

"

Figura 24. Fachada de Edificios C2 y C3 "Triple M"

Puntos de Reunión

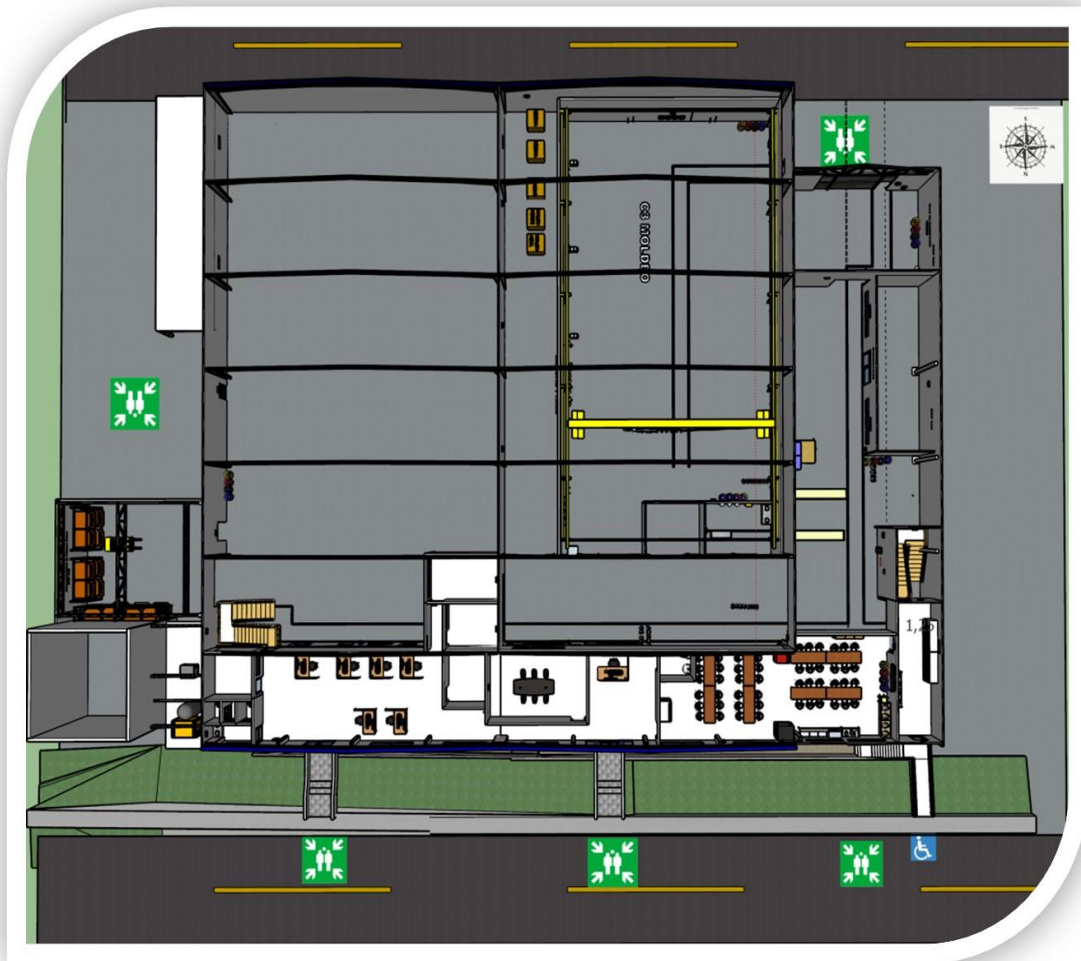


Figura 25. Edificio C2 y C2 con puntos de reunión y rampa para personas con movilidad reducida.

Casilleros

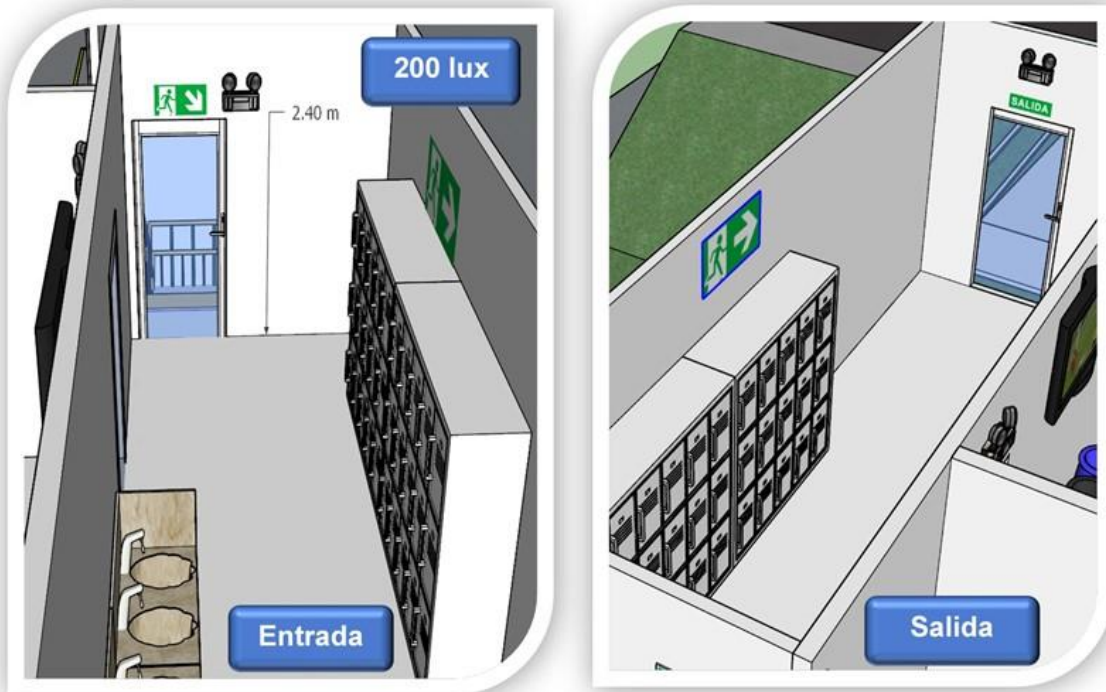


Figura 26. Casilleros.
Entrada y salida de trabajadores con casilleros y lavamanos para higiene de manos y bucal.

Comedor



Figura 27. Comedor en C3,
Muestra los pasillos secundarios y principales.

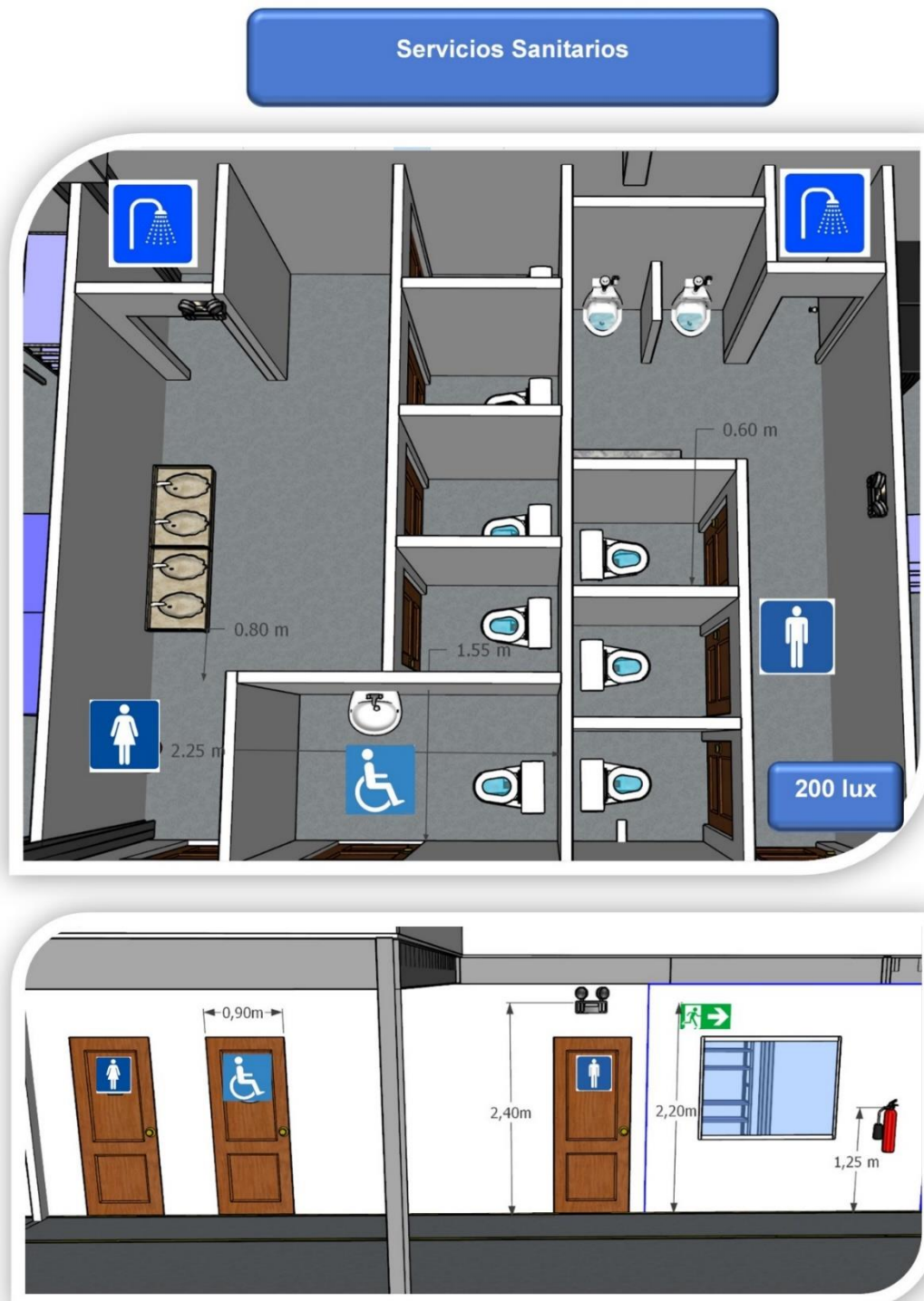


Figura 28. Servicios sanitarios.
Muestra medidas internas y señalización.

Escaleras Principales

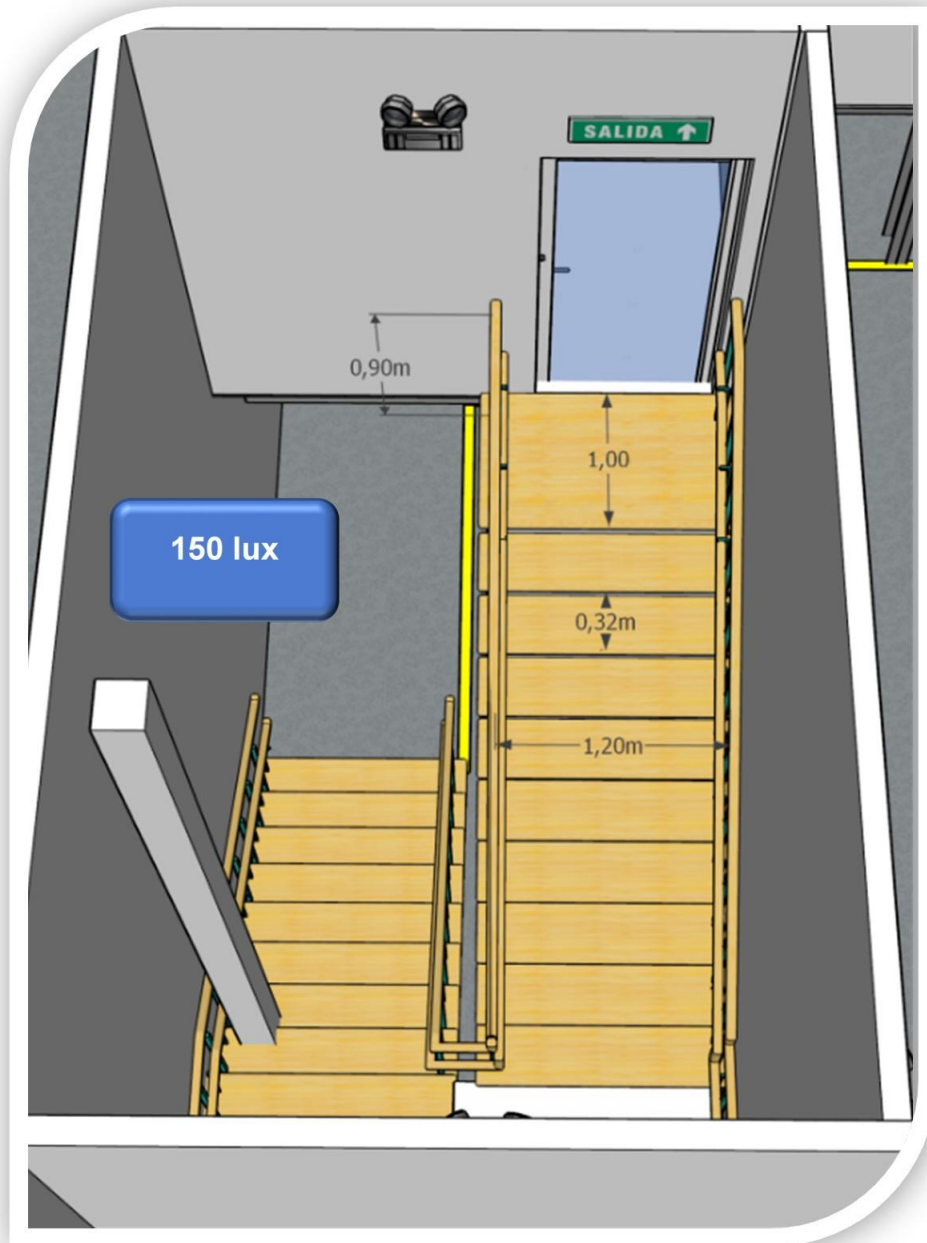


Figura 29. Escalera principal hacia a planta, en C3
Muestra medidas de descansos, huella y altura del pasamanos.

Estación de Primeros Auxilios y
ducha de emergencia

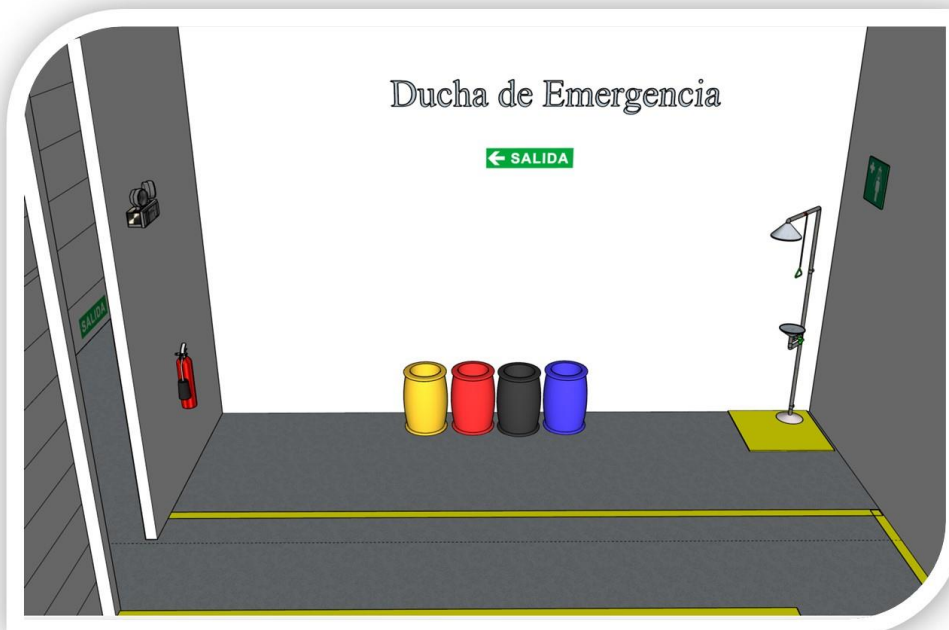


Figura 30. Ejemplos de ubicación de equipos de primera respuesta.

Almacenamiento de Materia Prima



Figura 31 Almacenamiento de Materia Prima

Área de Secado de Materia Prima

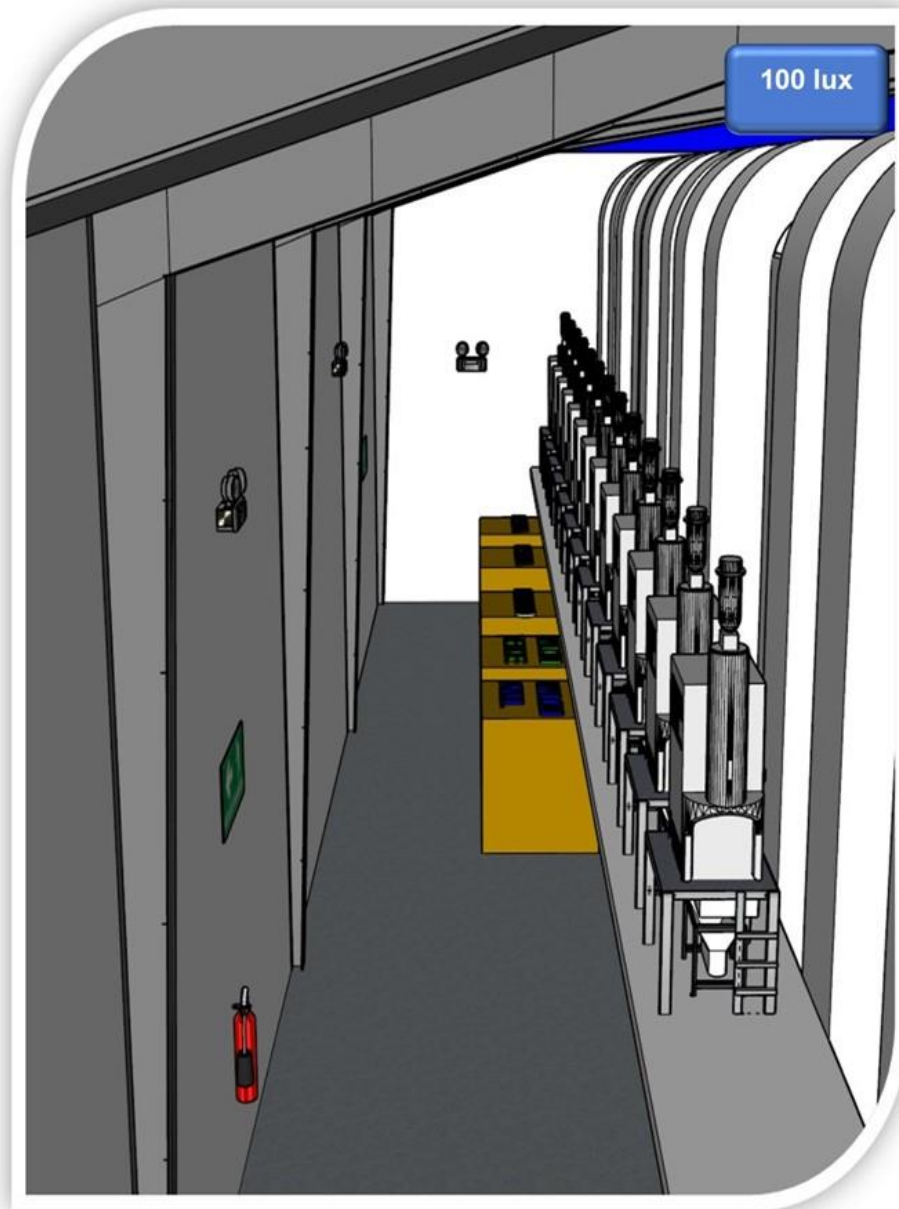
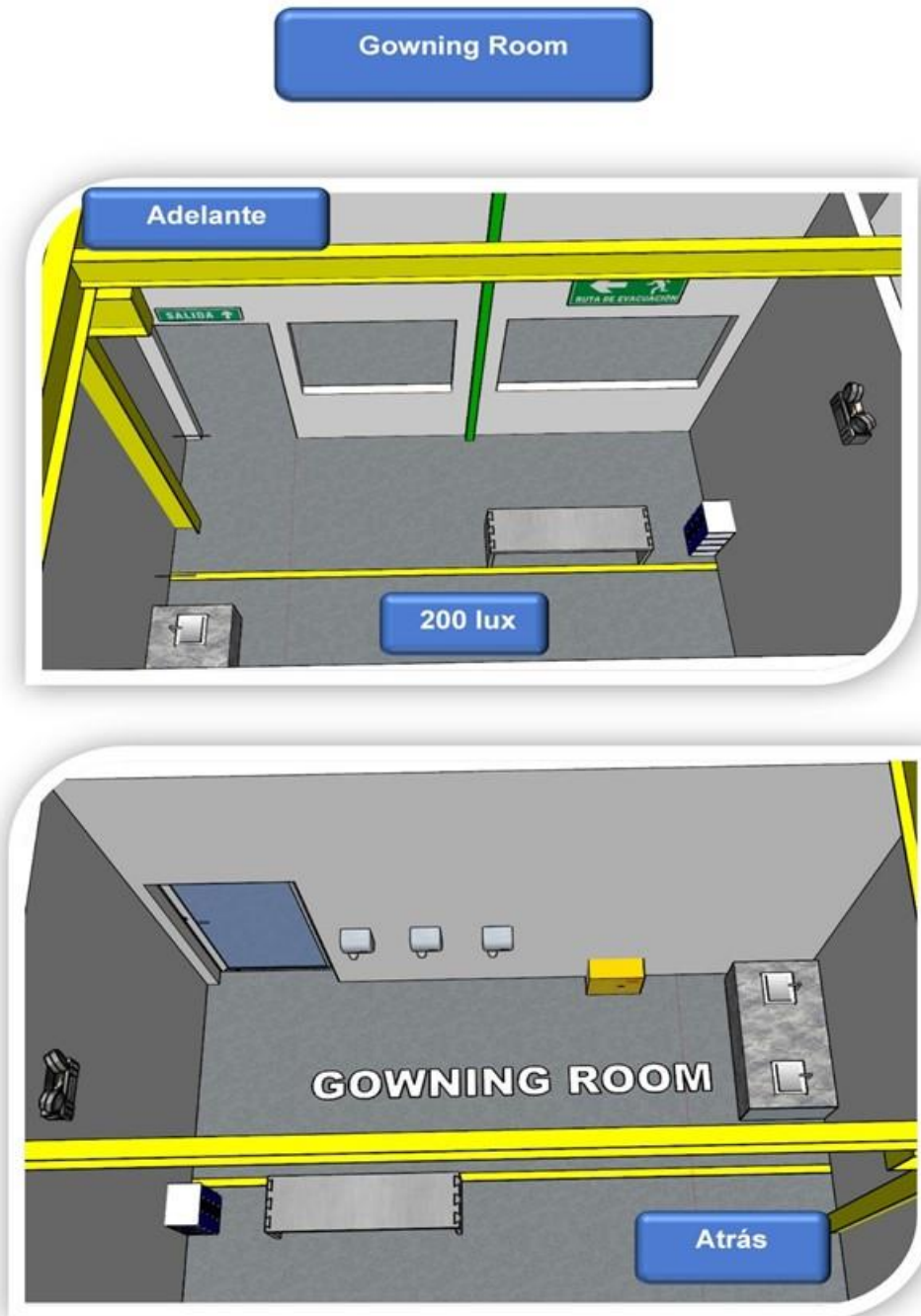


Figura 32 Área de Secado de Materia Prima
Lugar donde se coloca la materia prima, para ser secada antes de ingresar a las moldeadoras.



*Figura 33 Gowning room en C3-
Área en donde el personal se viste para ingresar al cuarto limpio, el Tabla amarillo representa el
gabinete para guardar inflamables.*

Cuarto de Moldeo

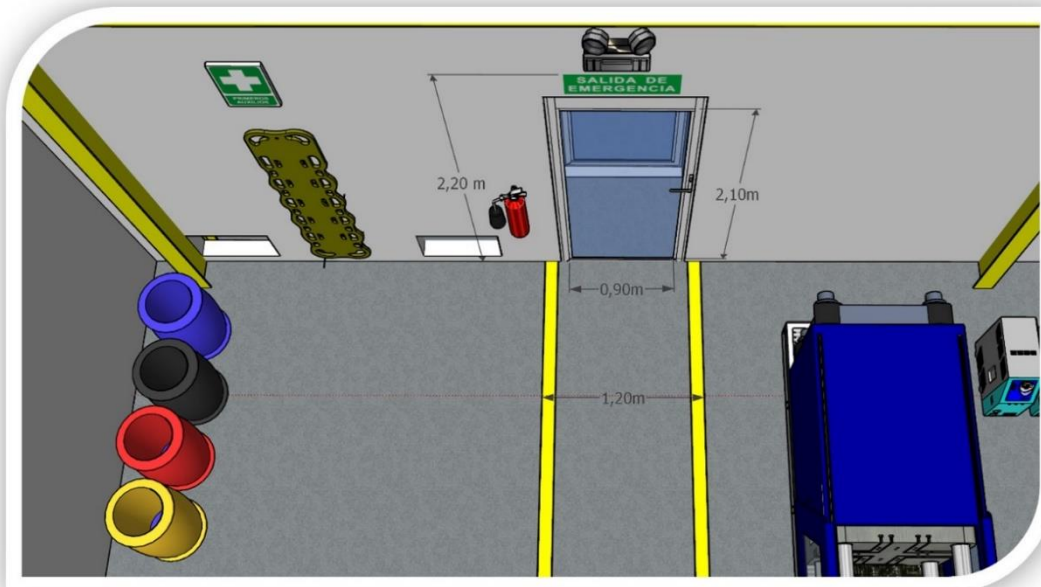
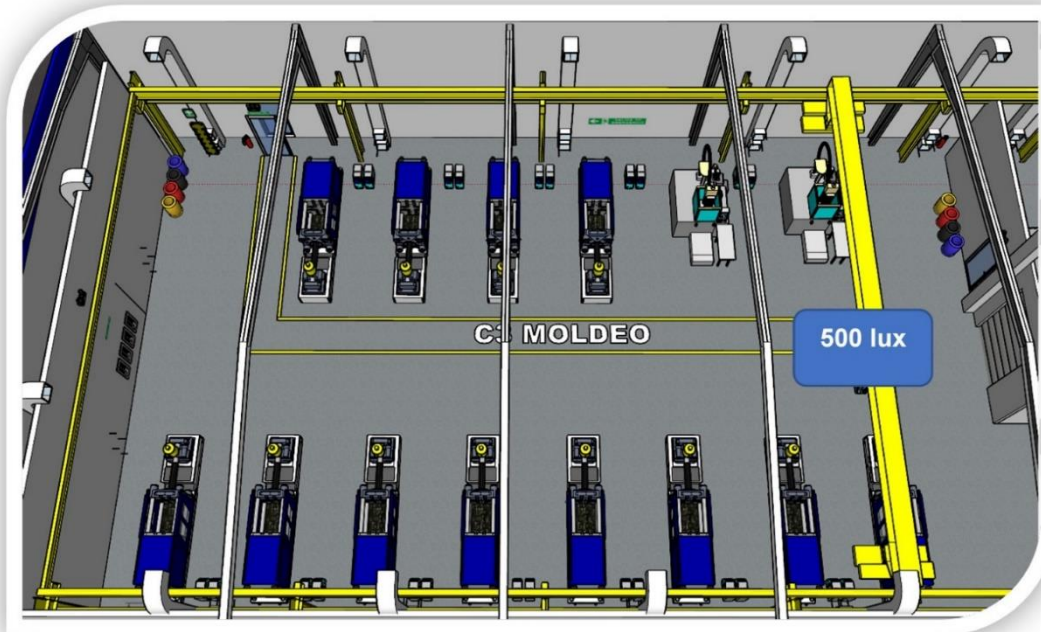


Figura 34 Cuarto limpio de Moldeo.
Muestra salida de emergencia, punto de residuos,
pasillo de peatonales, grúa puente para cambio de moldes.

Laboratorio de Calidad



Figura 35 Área de Calidad,
Muestra los puestos de trabajo y medios de accesos

Empaque

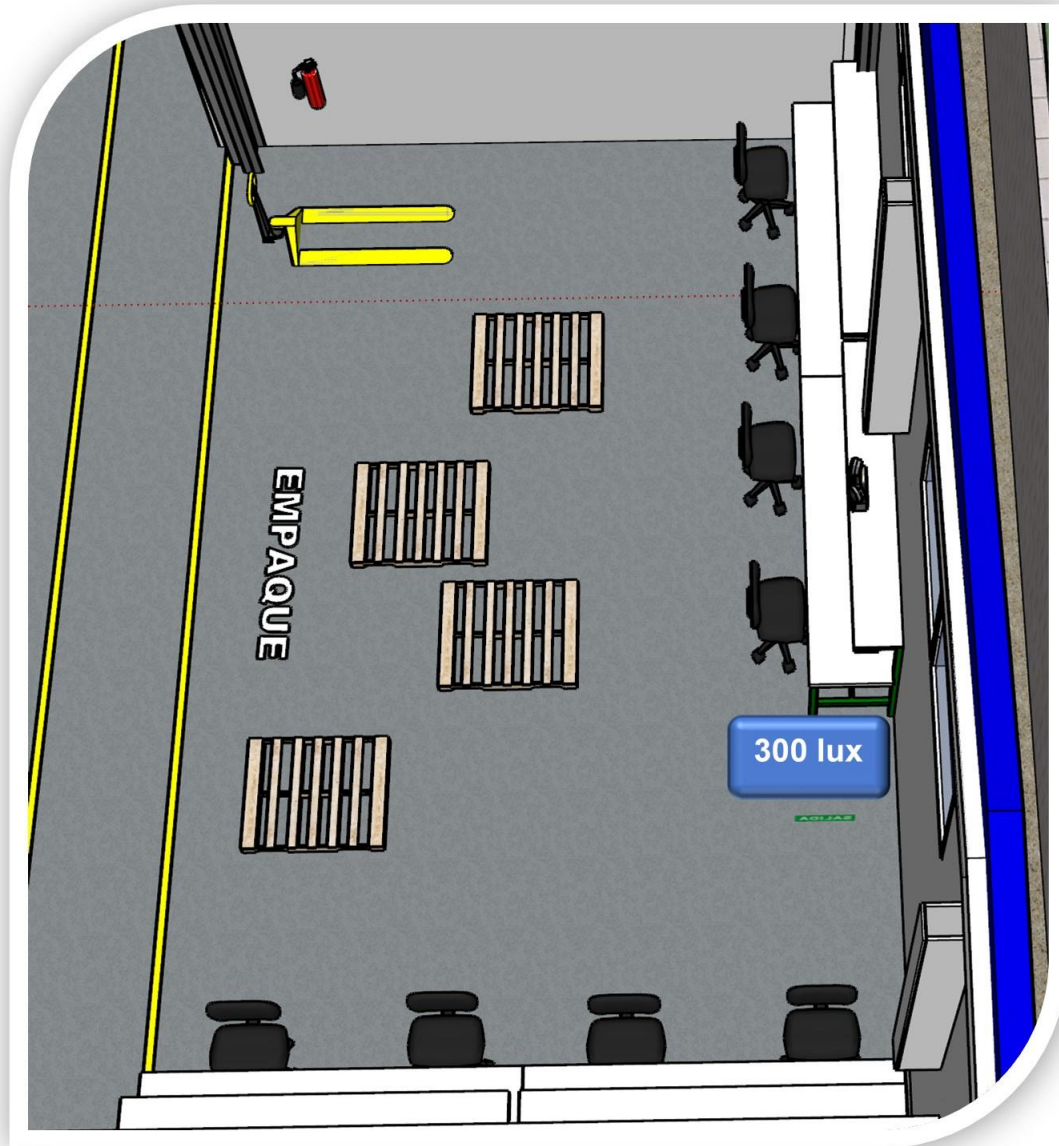


Figura 36 Área de Empaque
Se muestra el espacio para el uso de carretillas manuales.

Erosionado, Tool Room

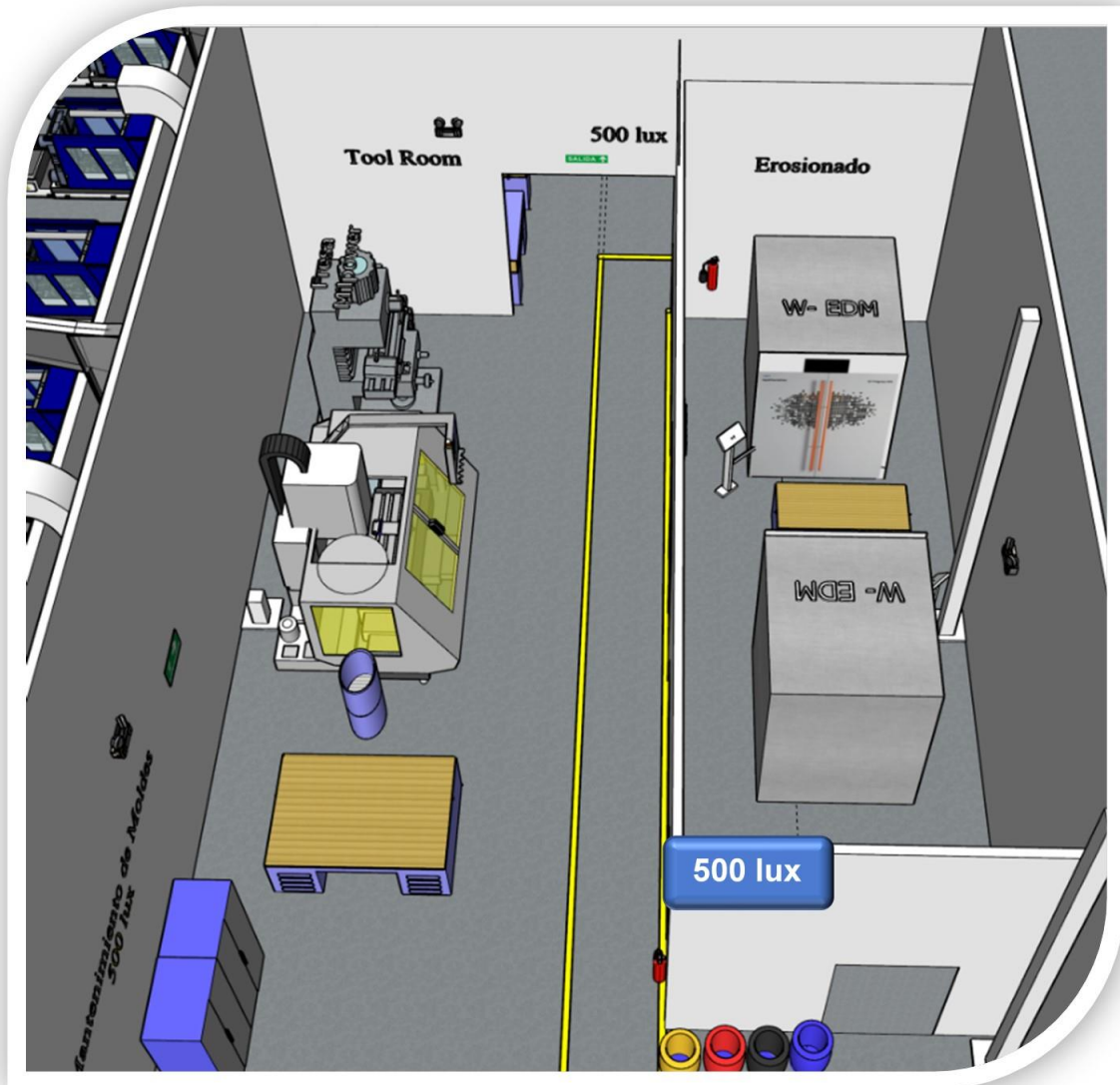


Figura 37 Áreas de trabajo comunes. Erosionado y tool room
Se muestra el pasillo peatonal.

Mantenimiento de Moldes

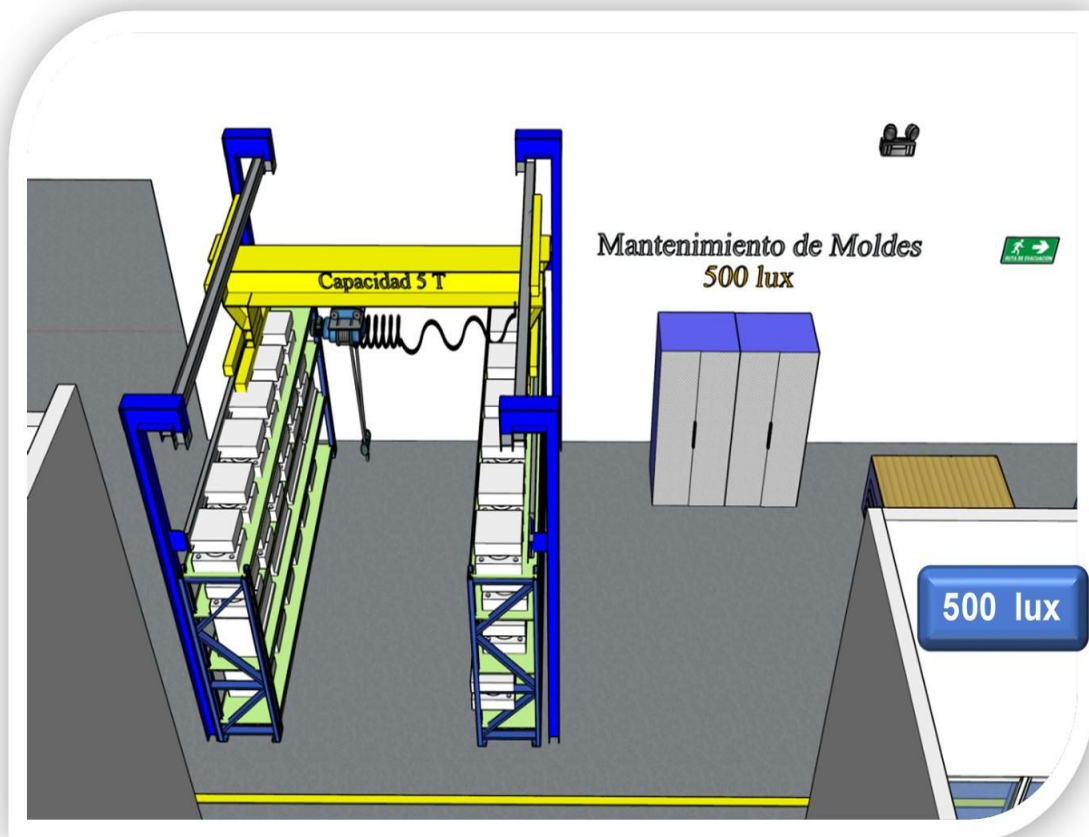


Figura 38 Mantenimiento de Moldes

Área de Rectificado

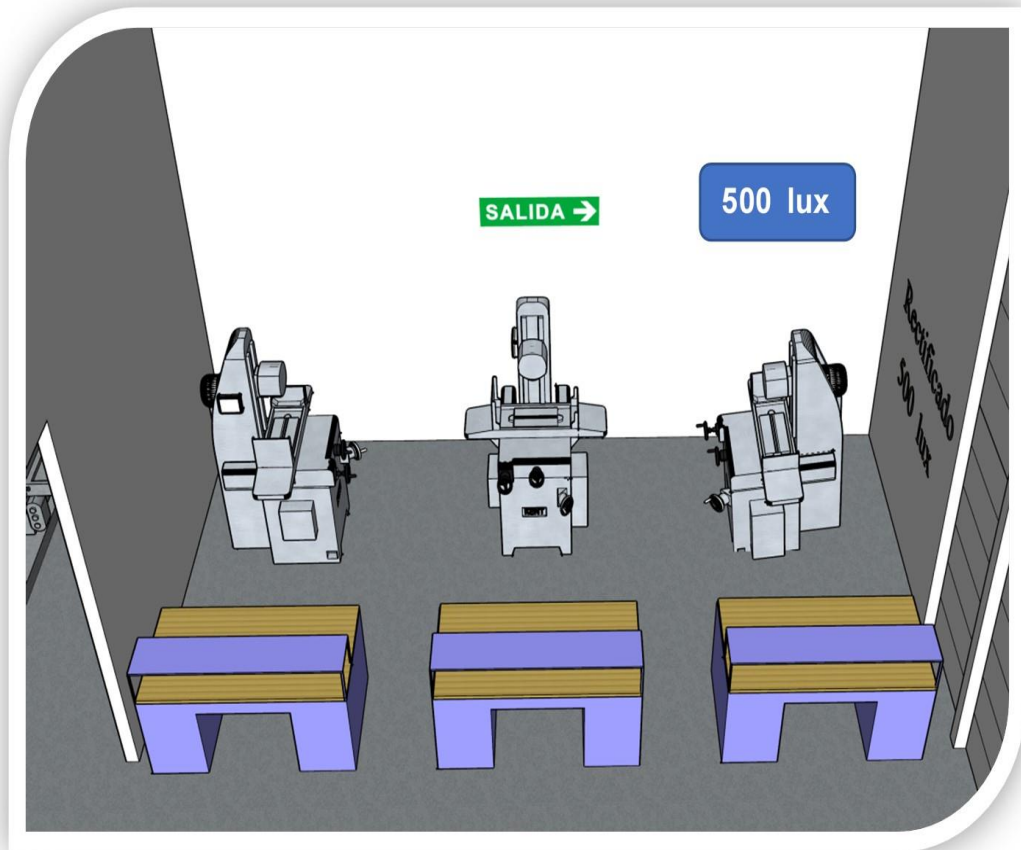


Figura 39 Área de Rectificado.

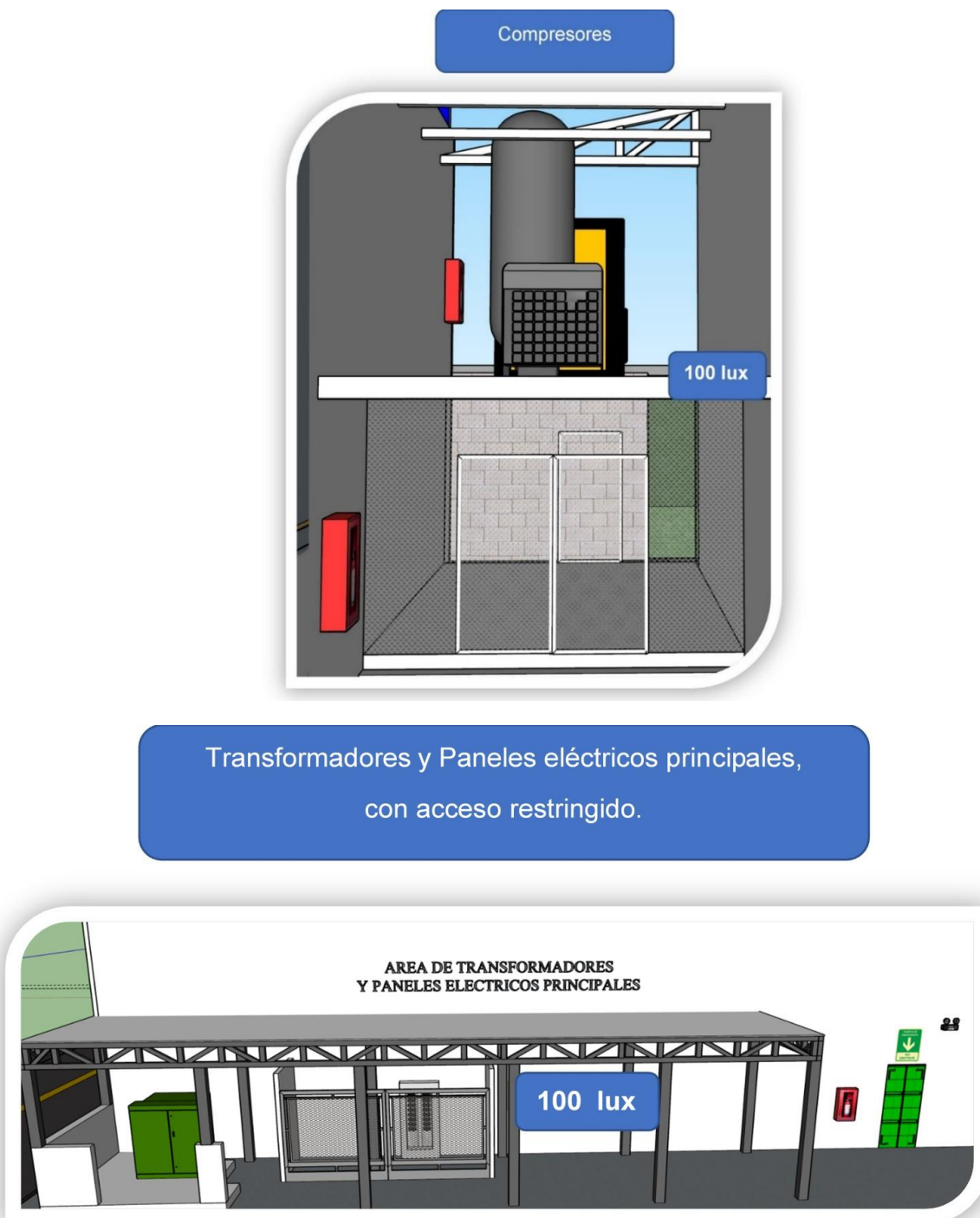



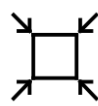

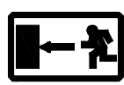






Figura 40 Compresores y Transformadores
Con restricción de acceso y cubierto con extintores de polvo químico.

Fase IV: Distribución de Planta en Layout.

En esta última fase, se implican los recorridos de evacuación, adicional a los elementos abordados en la fase III, quedando plasmados en un plano creado en *Autocad*. Para poderlo colocarlo en este documento, se pasa a un formato de Paint y se utiliza la siguiente simbología.

Tabla 8. Simbología utilizada en layout

| Simbología según el Manual de Disposiciones Técnicas Generales sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios 2013 | | | |
|--|---|--|---|
| Dióxido de Carbono CO ₂ |  | Polvo Químico |  |
| Lámparas de Emergencia |  | Punto de encuentro |  |
| Ducha de Emergencia |  | Salidas de Emergencias |  |
| Camilla de Primeros Auxilios. |  | Paneles Eléctricos |  |
| Rutas de Evacuación |  | Accesos para Personas con Discapacidad |  |

Rutas de Evacuación Planta Alta

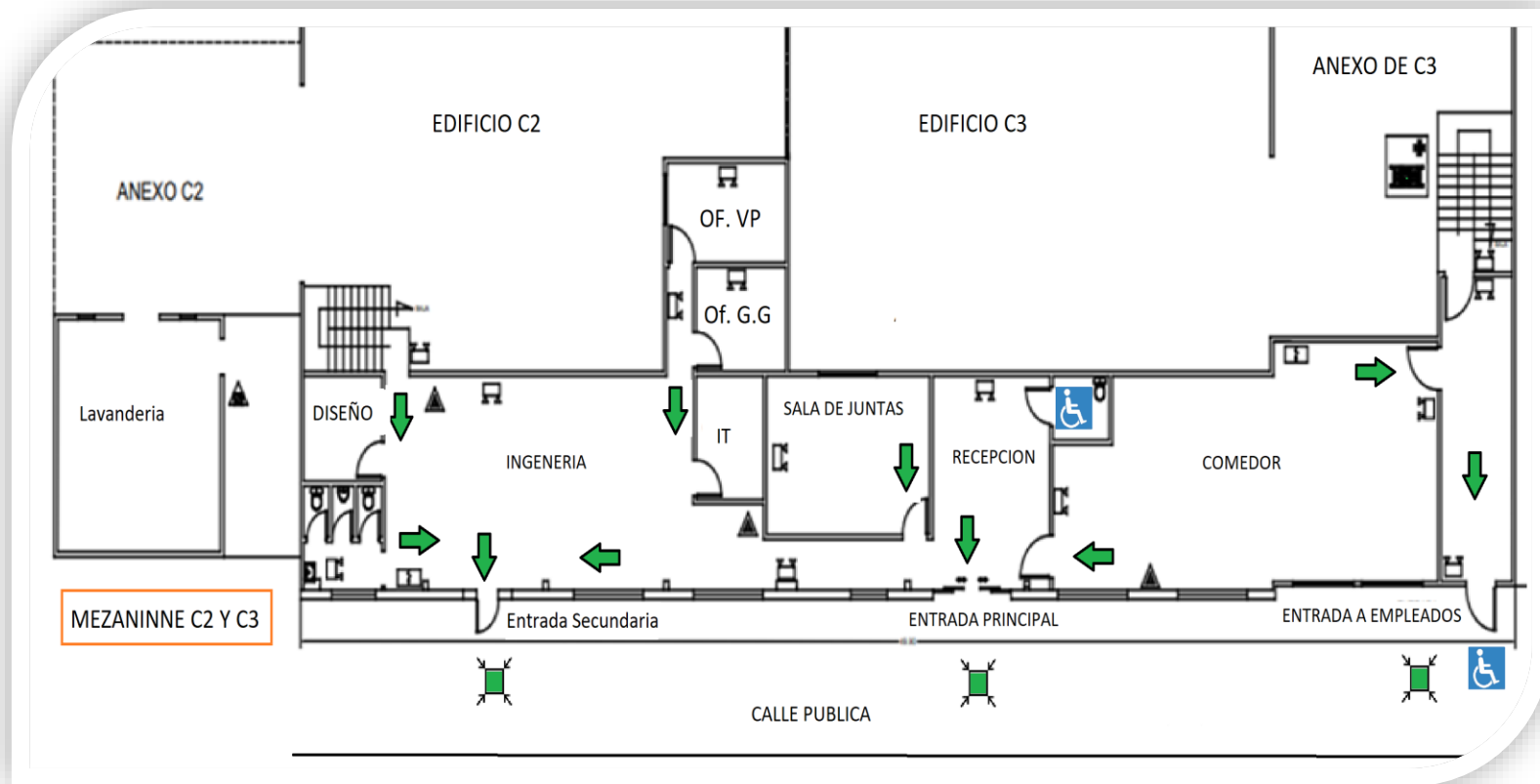


Figura 41 Layout C2 y C3 planta alta, mezanine.
Muestra medios de egreso, equipos de emergencia, baños y rampa para persona con movilidad reducida.

Rutas de Evacuación Planta Baía

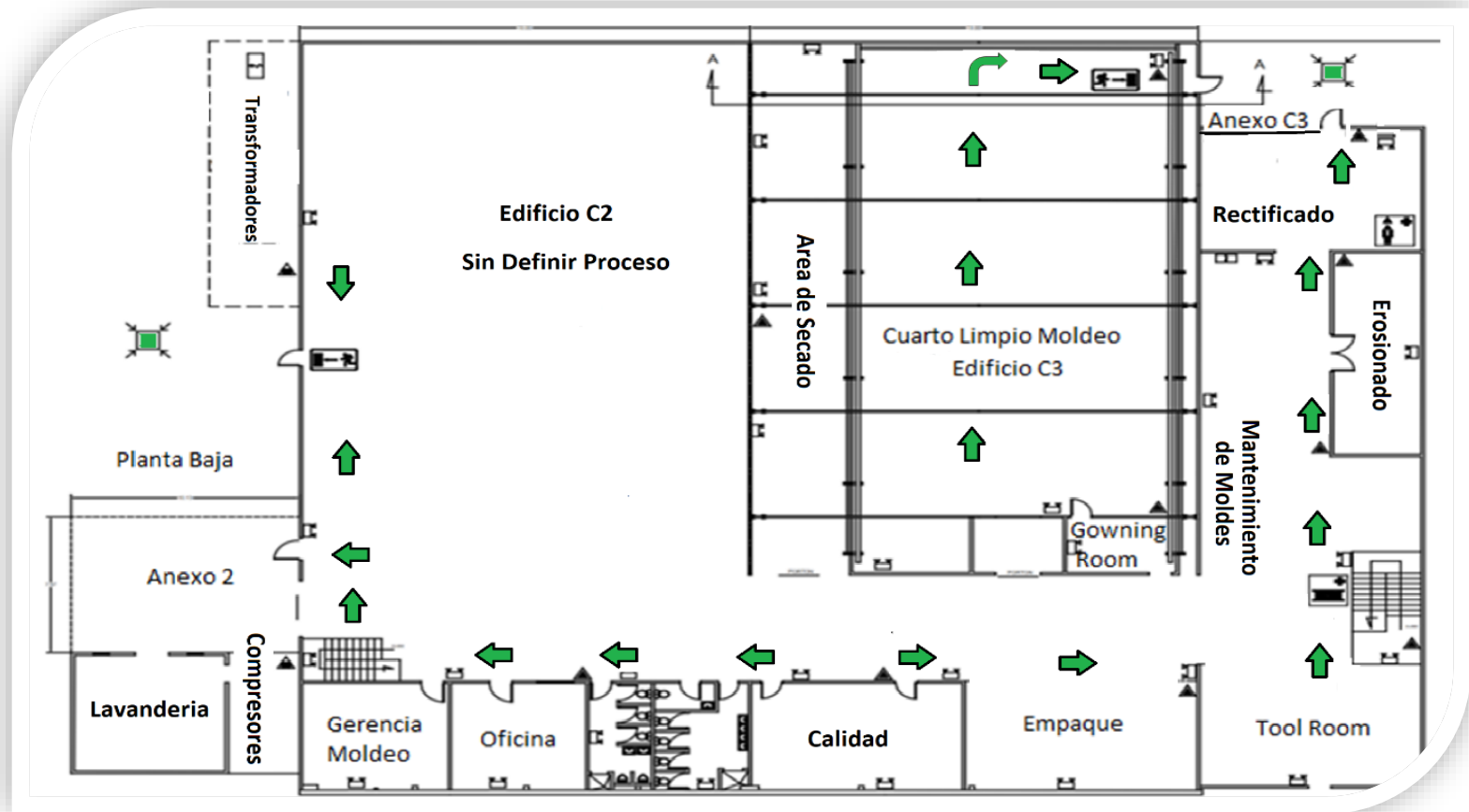


Figura 42 Layout C2 y C3, planta baja.
Muestra medios de egreso, equipos de emergencia y servicios sanitarios.

CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES

Seguidamente, se expone una serie de hallazgos, lesiones aprendidas y factores determinantes que se lograron obtener durante la ejecución del proyecto.

Primeramente, a través de los resultados de la encuesta y las inspecciones realizadas en el sitio, se evidencia que el área cuenta con serias restricciones de espacio, traducidas en: a) ausencia de pasillos, b) limitaciones para realizar mantenimiento de equipo, c) hacer limpieza entre espacios muertos de paredes y maquinaria, d) conectar o desconectar dispositivos en forma segura y e) tener a la mano los recursos necesarios para producir, entre otros. Lo anterior se tomó en cuenta en la distribución del espacio para subsanar las deficiencias actuales y satisfacer las necesidades manifestadas por los trabajadores.

Cabe destacar que, a través de las mediciones del área de trabajo, se demostró que la zona cuenta con dimensiones adecuadas, para capacidad de 48 personas; no obstante, por la inadecuada distribución del equipo y mobiliario imposibilita tener un flujo lineal que agudiza el problema de hacinamiento. Esto genera pasillos angostos o inexistentes, ubica en forma incorrecta maquinaria en pasillos principales o en rutas de evacuación, limitando al trabajador para poder realizar la operación de forma segura, en resumen, el problema no era la limitación del espacio, sino la inadecuada distribución de este.

Se utilizó la metodología *SLP* para el desarrollo de este proyecto; pese a esto se desea aclarar que se utiliza en función de comprender el ordenamiento

que le da el “Equipo Diseñador” a los procesos, acompañado de diagramas de flujo y diagramas de relaciones de actividades. Sin embargo, el enfoque que le da el “Equipo Diseñador” va muy de la mano a lo que pretenden las gerencias y no tanto a que responda a esta metodología. El ordenamiento propiamente de la planta en cuanto al proceso productivo fue responsabilidad directa del “Equipo Diseñador”, en donde, las estudiantes fungieron como asesoras para integrar los aspectos de salud ocupacional básicos en la propuesta.

Para el “Equipo Diseñador”, el criterio de estética fue un elemento de importancia, generando en algunas ocasiones diferencias de criterio para tomar decisiones entre lo que debe prevalecer: lo visual o el cumplimiento técnico-legal. Por ejemplo, los aspectos como: ubicación de extintores, demarcación de pasillos, diseño de barandas y tipo de pasamanos, por mencionar algunos. Además, cierta exigencia legal, crea anticuerpos por el alto costo que implica su implementación.

La gestión de salud ocupacional es un trabajo multidisciplinario y para la ejecución del proyecto no fue la excepción, fue necesario interactuar con varias disciplinas, entre ellas el “Equipo Diseñador” mencionado anteriormente, así como supervisores, líderes, misceláneas y operarios, tomando en cuenta las experiencias y los conocimientos del personal, con el fin de poder transferir en un plano las dimensiones requeridas de espacio para hacer sus tareas en forma efectiva y segura.

Una de las lesiones aprendidas más significativas estuvo al revisar las definiciones o criterios técnicos establecidos en la normativa, en la práctica se han evidenciado errores en la implementación en diferentes industrias. Por ejemplo: los puntos de seguridad internos en una empresa deben estar protegidos ya sea por rociadores o compartimientos con separaciones retardadoras de fuego (*National Fire Protection Association, 2015*) y normalmente los pasillos de las rutas de evacuación; ellos carecen de este requisito en muchos lugares.

También fue algo novedoso identificar que, si los pasamanos son parte de una baranda y exceden los 90 cm, estos no se pueden considerar como tal, por ende, se debe instalar otro a menor altura. Y que la separación de los balustres de la baranda debe estar entre los 10 cm, característica que rara vez se cumple en las edificaciones, haciendo que el “Equipo Diseñador” dude de la aplicabilidad de este requisito.

Por otro lado, se identifica varios vacíos de regulación legal para determinar, por ejemplo; espacios mínimos para equipos de emergencia, casilleros; distancias máximas a recorrer para servicios sanitarios, lo cual, nos deja sin el respaldo jurídico para justificarlos.

Finalmente, la realización de este proyecto confirma la importancia de tomar los aspectos de salud ocupacional desde el inicio de la planificación de la distribución de planta, para reducir el típico error de incorporar la seguridad al sistema en vez de ir de la mano con el proceso.

CAPÍTULO 9. RECOMENDACIONES

A continuación, se detalla una serie de consideraciones que se proponen a los directivos de la empresa “Triple M” para futuras ampliaciones o mejoras para los procesos actuales:

1. Implementar este proyecto en la construcción de las naves, y en caso de modificar espacios, maquinarias, validar con el trabajador, para asegurar que no va ser afectado por este cambio.
2. A pesar de que el “Equipo Diseñador” no considera necesario un sitio para vestidores, se propone colocar una ducha en cada batería de servicios sanitarios con un pequeño espacio para el cambio de prenda, para aquellos trabajadores que deseen hacer uso de este, o bien, que su actividad laboral así lo requiera; sobre todo en carencia de regulación mínima a considerar
3. Valorar una organización diferenciada de horarios para la salida del personal y así evitar aglomeraciones en la zona de casilleros.
4. En C2, en la planta baja, donde se ubicarán los servicios sanitarios por criterio ingenieril; hacer perforaciones en la pared de concreto para colocar ventanas que coincidan con la calle del edificio y de esta manera no debilitar la estructura no será factible, se requiere dotar de sistema de ventilación que permita los cambios de aire en la zona.
5. Una vez que la empresa se encuentre operando se debe realizar una verificación de cumplimiento de lux en la iluminación de escape.

6. Ante la posibilidad del aumento de personal para futuros cuartos limpios es importante tomar en cuenta la ubicación de la sala de lactancia con los 6 m² respectivos.
7. Realizar un diseño de distribución tanto para las líneas que continúan en la zona de moldeo de D3 para obtener los espacios necesarios para el personal trabaje en forma segura y confortable.
8. Igualmente, hacer un diseño de planta para los futuros cuartos limpios en C2 cuando se disponga de la información clara de lo que se proyecta instalar para reducir errores de limitación de espacio por inadecuada planificación.

Aunque el alcance de este trabajo no contempla el acomodo de las áreas existentes y las necesidades del personal actual, sí se planteó una serie de recomendaciones en materia de mejorar las condiciones actuales de las áreas de trabajo:

- También es necesario contar con una sala de lactancia, ya que en la actualidad la empresa cuenta con aproximadamente 141 mujeres laborando y aún no hay un espacio apto para la extracción y almacenamiento de la leche materna.
- Se insta a la gerencia de producción a realizar una redistribución de las líneas *Med Tech*, *Pad Printing* y aquellos procesos de moldeo que no se van a trasladar para adecuar en forma segura y eficiente los procesos, tomando en consideración las necesidades señaladas por el personal, en especial alejar las máquinas peligrosas del pasillo principal.

- A pesar de que la empresa disponga de servicios sanitarios para personas con movilidad reducida en otras instancias, es de carácter urgente considerar el cumplimiento de este requisito en el edificio D3.
- Es conveniente cambiar las celosías de los baños de las damas, en especial por vidrio opaco, debido a la incomodidad expresada por las trabajadoras al sentir que son observadas desde el exterior producto de desnivel del terreno; cualquier persona que transita por la acera puede ver hacia el interior de los servicios sanitarios.
- Debido a que solo tienen acceso a un sanitario para toda el área de producción y tienen la restricción de poderse trasladar a otras baterías de servicios sanitarios ubicados en D3, se sugiere tomar en consideración la necesidad manifestada por el personal masculino en contar con un inodoro adicional.
- Realizar la reorganización de horarios para la salida del personal en el edificio D3, con la finalidad de reducir la cantidad de personas en el sitio de los casilleros y evitar aglomeraciones que se acentúan por el cambio de gabachas, o bien, dotar de mayor espacio que garantice el flujo de personal.
- Facilitar un espacio de vestidores, para personal que realiza tareas críticas como lo son mantenimiento, limpieza y electro-pulido, con el fin de obtener un espacio para el cambio de ropa casual, previendo que esta no se contamine con sustancias químicas irritantes o nocivas, o bien, por transpiración propia de las labores que realizan.

CAPÍTULO 10. REFERENCIAS

Aisa Merino, A., Ruggero, R. J., & Junca Torres, R. (2000). *Biblioteca Técnica: Prevención de Riesgos Laborales* (Vol. 3). Peru: CEAC.

American National Standards Institute. (2014). *ANSI Z358.1 Equipo de lavado de ojos y ducha de emergencia*. Estados Unidos: American National Standards Institute, Inc. Obtenido de <https://www.eyewashdirect.com/ansi-eyewash-z358-eyewash-standard-guide/>

Barón Muñoz, D. A., & Zapata Álvarez, L. M. (2012). *Propuesta de Redistribución de Planta en una Empresa del Sector Textil*. Santiago de Cali: Universidad ICESI. Obtenido de https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/75757/1/propuesta_redistribucion_planta.pdf

Benjamín, E., & Fincowsky, F. (2009). *Organización de empresas* (3ra ed.). Mexico: Mc Graw Hill. Obtenido de <https://esmirnasite.files.wordpress.com/2017/07/organizacion-de-empresas-benjamin-3ed.pdas>
Vanaclocha, A. (2012). *Diseño de Industrias Agroalimentarias*. Madrid-México: Ediciones Mundi Prensa. Obtenido de https://kupdf.net/download/diseo-de-industrias-agroalimentarias_5a0e0eebe2b6f5e912eb9084_pdf

Cataño Sánchez, J. C., & Orozco Huncapié, C. A. (2008). Metodología para el

Diseño de Cuartos Limpios. 187-188. Obtenido de

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84903833>

Centros Europeos de Empresas Innovadoras de las Comunidad Valenciana

(CEEICV). (2008). *Manual 19 Distribución en Planta, Productividad.*

Valencia: CEEICV. Obtenido de

<http://www.emprenemjunts.es/?op=13&n=1018>

Chowanczak, A. (2004). *Iluminación de Emergencia.* s.d. Obtenido de

[https://cie.gov.ar/web/images/Chowanczak_2017/ILUMINACION-DE-](https://cie.gov.ar/web/images/Chowanczak_2017/ILUMINACION-DE-EMERGENCIA.pdf)

[EMERGENCIA.pdf](https://cie.gov.ar/web/images/Chowanczak_2017/ILUMINACION-DE-EMERGENCIA.pdf)

Comisión Electrotecnia Internacional. (2007). *NTP 60598-2-22 Guia de*

Iluminación de Emergencia. Peru: Explorer. Obtenido de

http://www.explorer-power.com/guia_iluminacion.pdf

Comisión Nacional de Lactancia Materna. (2012). *REQUISITOS PARA UNA*

SALA DE LACTANCIA MATERNA EN CENTROS EDUCATIVOS Y

LABORALES. San José: Ministerio de Salud. Obtenido de

[https://www.ministeriodesalud.go.cr/gestores_en_salud/lactancia/LAC_re](https://www.ministeriodesalud.go.cr/gestores_en_salud/lactancia/LAC_requisitos_minimos_una_sala_lactancia-29-4-2010.pdf)

[quisitos_minimos_una_sala_lactancia-29-4-2010.pdf](https://www.ministeriodesalud.go.cr/gestores_en_salud/lactancia/LAC_requisitos_minimos_una_sala_lactancia-29-4-2010.pdf)

- Consejo de Salud Ocupacional. (2015). *Para el correcto cumplimiento de los dos metros cuadrados libres para cada persona trabajadora*. San José, Costa Rica: Gaceta. Obtenido de https://www.cso.go.cr/documentos/documentos_tecnicos/Dos%20metros%20cuadrados%20libres%20para%20cada%20persona%20trabajadora.pdf
- Cuatrecasas, L. (2009). *Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexibles*. Obtenido de [http://biblioteca.udla.edu.ec/client/es_EC/default/search/detailnonmodal/ent:\\$002f\\$002fSD_ILS\\$002f27\\$002fSD_ILS:27862/ada?qu=DISE%C3%91O+GR%C3%81FICO-ADMINISTRACI%C3%93N&ic=true&te=ILS&ps=300](http://biblioteca.udla.edu.ec/client/es_EC/default/search/detailnonmodal/ent:$002f$002fSD_ILS$002f27$002fSD_ILS:27862/ada?qu=DISE%C3%91O+GR%C3%81FICO-ADMINISTRACI%C3%93N&ic=true&te=ILS&ps=300)
- Dirección de seguros solidarios/ Departamento de gestión empresarial en salud ocupacional. (2012). *Manejo Seguro de Montacargas*. San José: INS. Obtenido de https://portal.ins-cr.com/NR/rdonlyres/4C61D4EA-159E-4E68-A111-6D2BAECB2F40/5318/1006319_ManejoSegurodeMontacargasWeb1.pdf
- Empresa, I. (junio de 2016). *Formato cursograma analítico*. Recuperado el 16 de julio de 2018, de Ingenio empresa: <https://ingenioempresa.com/wp-content/uploads/2016/06/Formato-cursograma.xlsx>

- Fernández Arevalo, W. E., & Rhenals Cassiani, N. C. (2011). *Diseño de una distribución de planta en la empresa Estibasy Carpintería El Guedo LTDA*. Cartagena D. T Y C: Universidad de Cartagena facultad de ciencias económicas programa de administración industrial.
- Fernández Quesada, I., & Fuente García, D. (2005). *Distribución en Planta*. s.d.: Universidad de Oviedo. Obtenido de <http://www.fernandezantonio.com.ar/Documentos/SLP%20para%20Distribucion%20en%20Planta%20%202017.pdf>
- Flores López, D. H. (2010). *Diseño e implementación de una planta piloto para fabricación de pruebas de café soluble, para la industria de café , S.A.* Guatemala: Universidad de San Carlos Guatemala.
- González Forastero, F. (2007). *Diseño de distribución de planta de las nuevas instalaciones del taller de equipos eléctricos de Inabensa*. Sevilla,: Universidad de Sevilla. Obtenido de <https://www.revistavirtualpro.com/biblioteca/disenio-de-la-distribucion-en-planta-de-las-nuevas-instalaciones-del-taller-de-equipos-electricos-de-inabensa>
- Grimaldi, J., & Simonds, R. (1991). *La Seguridad Industrial, su administración*. (Segunda ed.). México: Alfaomega.

Guerrero, O. E. (2008). *Procesos de manufactura en ingeniería industrial*.

UNAD. Obtenido de

https://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/4998/1/332571_Modulo2011.pdf

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2016). *Iluminación de los lugares de trabajo Inte/ISO 8995-1* (Vol. 1 Interiores). San José: Inteco. Obtenido de https://www.academia.edu/32763005/INTE_ISO_8995-1_2016

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. INTE-21-03-02-96. (1996).

“Protección Contra Incendios – Planes De Emergencia”. San José, Costa Rica: INTECO.

Instituto Nacional de Normas Técnicas. (2018). *ISO / Dis 45001/2018 Sistemas de Gestión en Salud y Seguridad Ocupacional*,. San José: INTECO.

Obtenido de

<http://www.gicaingenieros.com/contenidos/sgsstiso45001/a1.html?bd=Mzgx&act=NTc5&tipo=NDM2&cont=MTU2>

Instituto Nacional de Normativas Técnicas. (2016). *Norma INTE 21-02-02*

Señalización. San José: INTECO. Obtenido de

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_articulo.aspx?param1=NRA&nValor1=1&nValor2=56682&nValor3=62167&nValor5=2

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1985). *NTP 253*:

Puente-grúa. España: RD. Obtenido de

https://www.cso.go.cr/normativa/notas%20tecnicas%20preventivas%20-%20i.n.s.h.t/ntp_253.pdf

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1988). *NTP 214*:

Carretillas elevadoras. España: INSHT. Obtenido de

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_214.pdf

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1999). *NTP 319*

Carretillas Manuales: Traspaletas Manuales. (J. T. Pino, Ed.) España:

INSHT. Obtenido de

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_319.pdf

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2002). *NTP 738*

Grúas tipo puente III. Montaje, Instalación y Mantenimiento. INSHT:

España. Obtenido de

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/701a750/ntp_738.pdf

Kolodziej, S. F., Enriquez, H. D., & Kowalski, V. A. (2013). *Redistribución en*

planta en una industria de bebidas. Los Reyunos, San Rafael, Mendoza,

Argentina: Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ingeniería.

López López, L. A. (2005). *Diseño de una planta procesadora de galletas de soya*. Huajuapán de León, Oax.: Universidad Tecnológica de la Mixteca.

Meyers, F. E., & Stephens, M. P. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. Mexico: Pearson. Obtenido de <https://ulisesmv1.files.wordpress.com/2015/01/disec3b1o-de-instalaciones-de-manufactura.pdf>

Ministerio de la Presidencia. (1998). *Reglamento a la Ley de Igualdad de Oportunidades para Personas con Discapacidad*. (D. E. 26831, Ed.) San José, Costa Rica: La Gaceta n. 75. Obtenido de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=53160&nValor3=110485&strTipM=TC

Ministerio de Salud. (1988). *Reglamento sobre Higiene Industrial*. San José: La Gaceta. Obtenido de https://www.cso.go.cr/normativa/decretos_normativa_reglamentaria/Reglamento%20sobre%20Higiene%20Industrial%20Decreto%20Ejecutivo%20N%C2%B011492%20spps.pdf

- Ministerio de Salud. (2010). *Ley de igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad N 7600*. San Jose, Costa Rica: La Gaceta. Obtenido de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=23261&nValor3=100849¶m2=1&strTipM=TC&IResultado=2&strSim=simp
- Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (1977). *Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo*. San José: La Gaceta. Obtenido de https://www.cso.go.cr/normativa/decretos_normativa_reglamentaria/Reglamento%20General%20Seguridad%20E%20Higiene.pdf
- Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (1982). *Ley Riesgos del Trabajo N°6727*. San José, Costa Rica: La Gaceta. Obtenido de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=190&nValor3=200&strTipM=TC
- Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (2016). *Reforma articulo 24 Decreto 13466-TSS Botiquines en los Centros de Trabajo*. Consejo de Salud Ocupacional. San José: La Gaceta. Obtenido de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=81443&nValor3=103866¶m2=1&strTipM=TC&IResultado=1&strSim=simp

Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (2017). *Reglamento General de Seguridad en Construcciones*. Consejo de Salud Ocupacional. San José: La Gaceta. Obtenido de https://www.cso.go.cr/normativa/decretos_normativa_reglamentaria/Reglamento%20Seguridad%20Construcciones.pdf

Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (2018). *Reglamento de condiciones para las salas de lactancia materna en los centros de trabajo*. San José, Costa Rica: La Gaceta. Obtenido de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=86409&nValor3=112103¶m2=1&strTipM=TC&IResultado=1&strSim=simp

Muñoz Cabanillas, M. (2004). *Diseño de distribución en planta de una empresa textil*. Lima-Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Obtenido de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/ingenie/munoz_cm/munoz.pdf

Muther, R. (1968). *Distribución de Planta*. Barcelona: Hispano Europea. Obtenido de <http://hpcinc.com/wp-content/uploads/2016/07/Spanish-PPL.pdf>

Muther, R. (1968). *Planificación y Proyección de la Empresa Industrial (Método S.L.P)*. Barcelona: Técnicos Asociados S.A. Obtenido de <http://hpcinc.com/wp-content/uploads/2016/07/Spanish-SLP.pdf>

National Fire Protection Association. (2014). *NFPA 70 Código Eléctrico Nacional*.

Estados Unidos: NFPA.

National Fire Protection Association 1600. (2007). *Manejo de desastres/Emergencias y programas para la continuidad de los negocios*.

NFPA.

National Fire Protection Association. (2015). *NFPA 101 Código de Seguridad Humana*. Estados Unidos: NFPA.

Obando Rodríguez, J. (2017). *Propuesta de redistribución en planta y mejoramiento del sistema de almacenamiento e iluminación del laboratorio Aduanero del Ministerio de Hacienda*. Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica. Obtenido de <http://hdl.handle.net/2238/9173>

Pérez Gosende, P. A., Dieguez Matellán, E. L., & Gómez Figueroa, O. (3 de marzo de 2008). *Metodología para la resolución de problemas de distribución en planta*. Obtenido de <http://monografias.umcc.cu/monos/2008/Indeco/m08107.pdf>

Quiceno Orozco, O., & Zuluaga Garcia, N. (2012). *Propuesta de mejoramiento para la distribución de planta en una empresa del sector lácteo*. Santiago de Cali: Universidad ICESI. Obtenido de https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/73152/1/propuesta_mejoramiento_planta.pdf

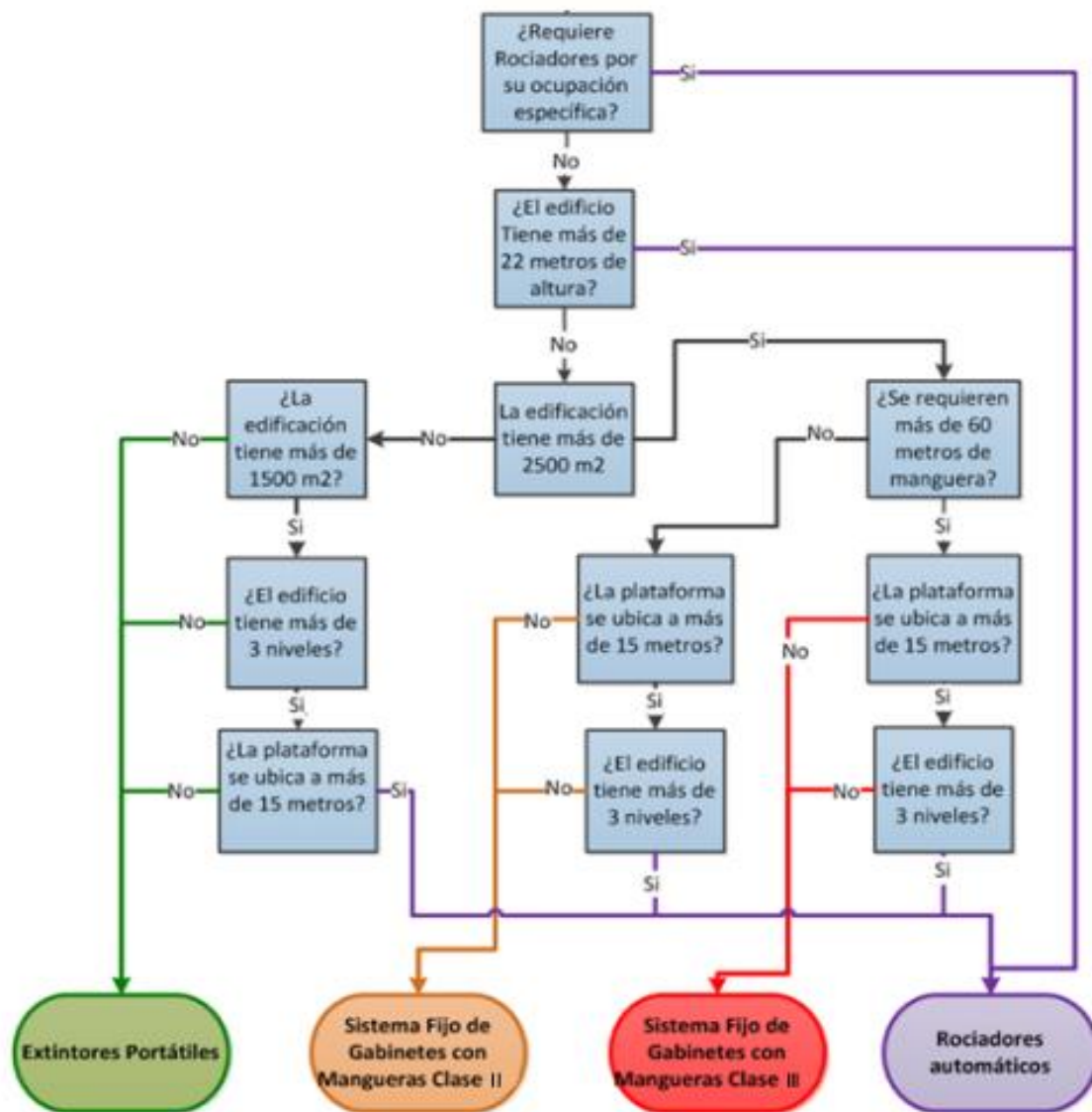
Real Academia Española. (2018). *Real Academia Española*. Recuperado el Mayo de 2018, de Real Academia Española: <http://dle.rae.es/?id=P97FGQO>

Rieske, D. W., & Asfahl, C. R. (2010). *Seguridad Industrial y Administración de la Salud* (sexta ed.). México: Pearson. Obtenido de <https://higieneyseguidadlaboralcvs2.files.wordpress.com/2014/03/seguridad-y-salud-industrial-ray-asfahl.pdf>

Rodellar Lisa, A. (1988). *Seguridad e Higiene en el Trabajo*. España: MARCOMBO. Obtenido de https://books.google.co.cr/books?id=Zs4cO_QLpZ4C&pg=PA7&hl=es&source=gbs_toc_r&cad=4#v=onepage&q&f=false

Unidad de Ingeniería de Bomberos. (2013). *Manual de Disposiciones Técnicas generales sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios*. San José, Costa Rica: Instituto Nacional de Seguros INS. Obtenido de https://www.bomberos.go.cr/wp-content/uploads/2013/06/Manual_de_Disposiciones_Tecnicas_2013.pdf

Anexo 2. Figuras representativas tomadas del manual de disposiciones



técnicas de Bomberos 2013

Figura 43 Diagrama de decisión para la definición del sistema fijo a utilizar en una edificación.

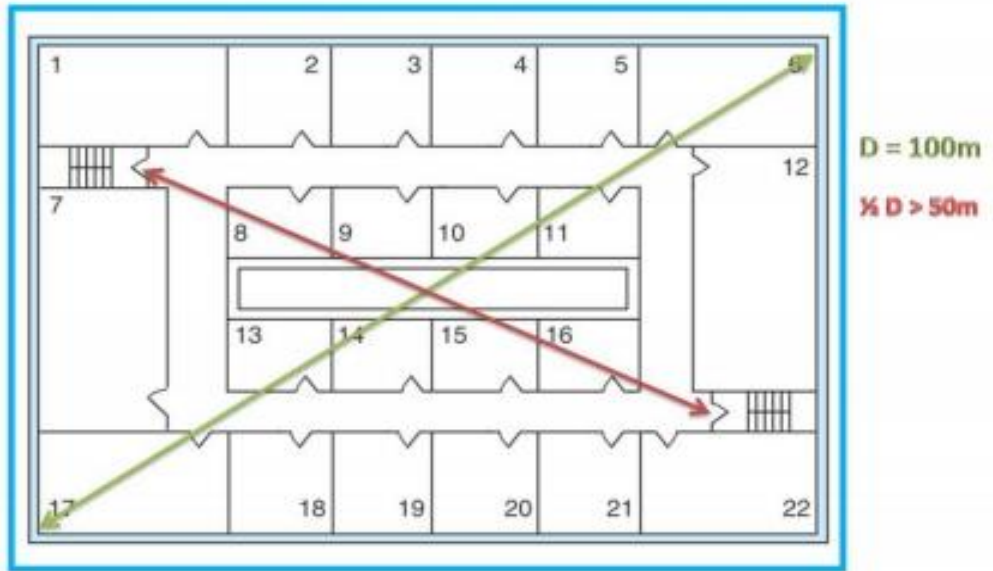


Figura 44 Separación entre Salidas

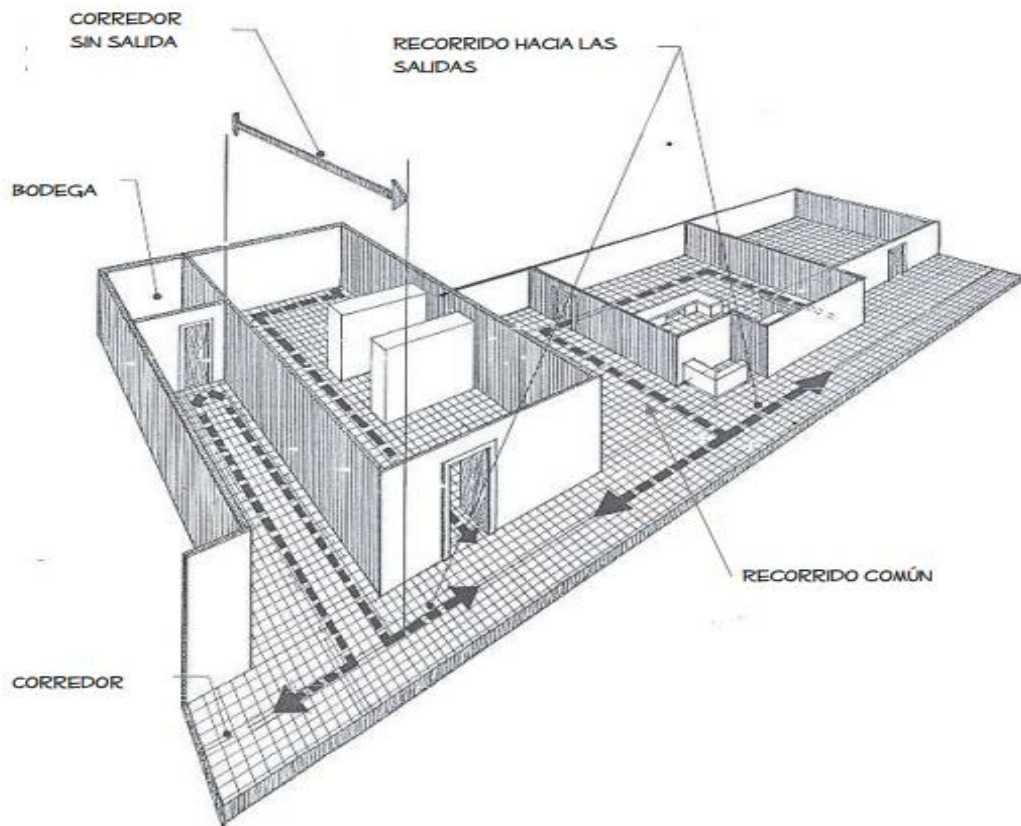


Figura 45 Ejemplos de pasillos sin salidas y recorrido común

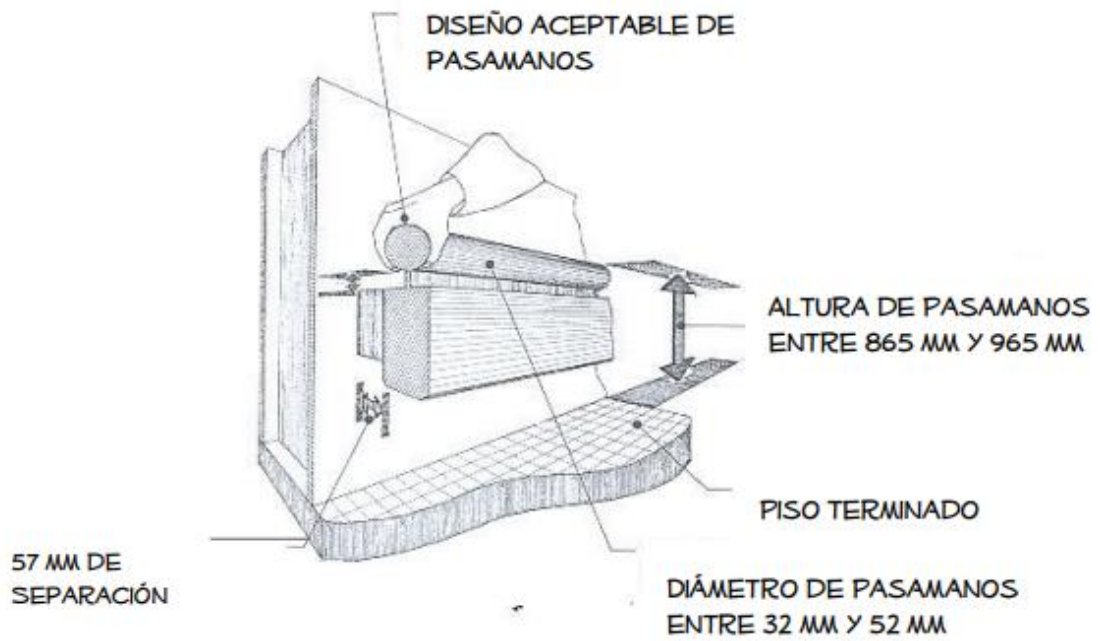
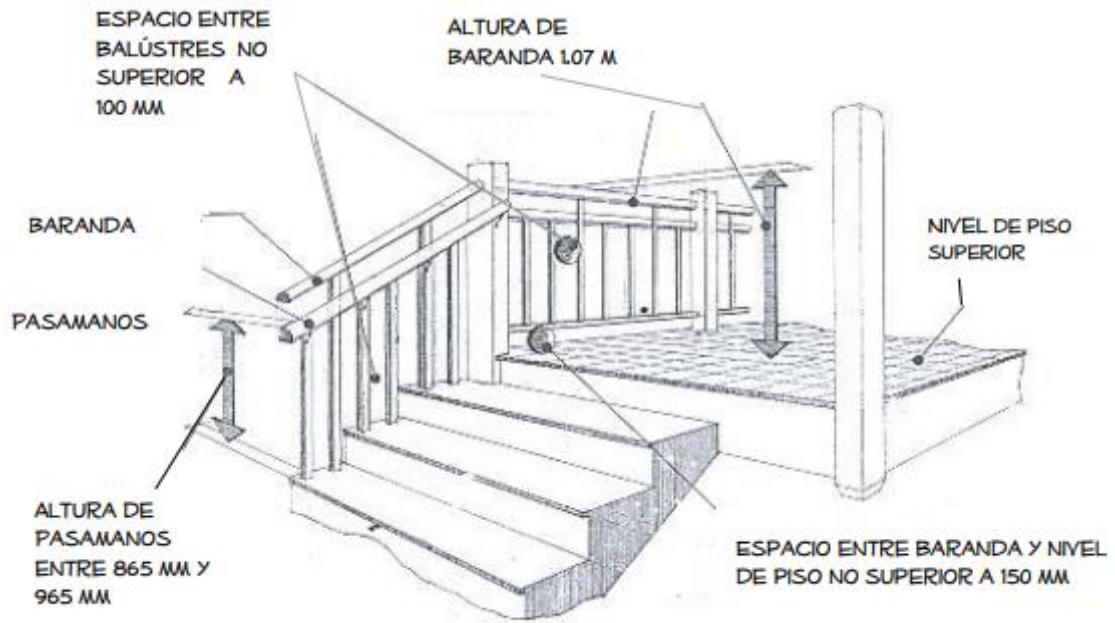


Figura 46 Barandas y Pasamanos.

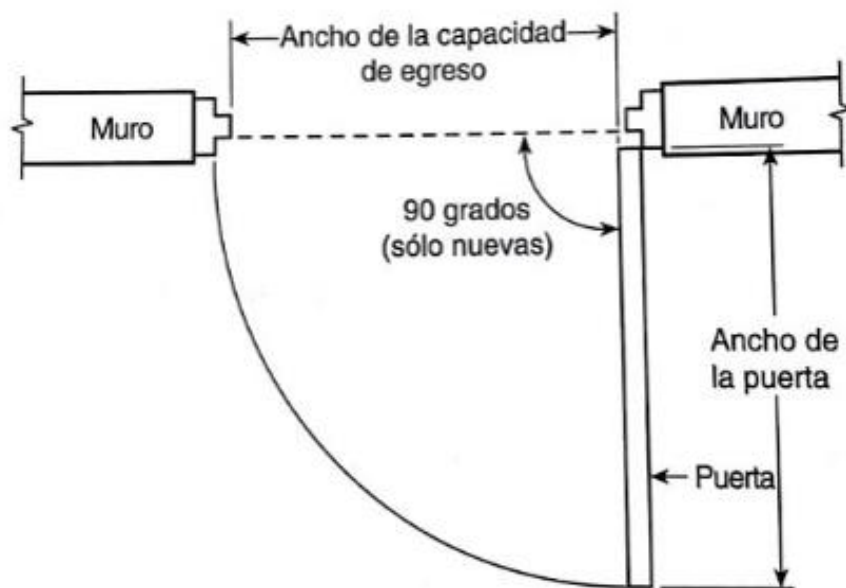


Figura 47 Diseño de Pasamanos

Figura 48 Forma de medir el ancho de puerta.

Fuente: Norma NFPA 101 Versión 2006

APÉNDICES

Apéndice A Encuesta

Nuevas instalaciones para el departamento de moldeo

Introducción

Con el fin, de desarrollar el primer objetivo del Proyecto Final de Graduación a nivel de Licenciatura en Ingeniería en Salud Ocupacional y Ambiente que ofrece la Universidad Técnica Nacional, las estudiantes María Lourdes Valverde, Marilyn Miranda y Marilyn Molina, hemos creado un cuestionario para conocer las condiciones socio laborales del personal y las expectativas acerca de las nuevas instalaciones para el departamento de Moldeo.

La encuesta está dirigida a todo posible trabajador que se vaya a trasladar a los nuevos edificios para Moldeo y Taller de Precisión, le agradecemos su valiosa colaboración al llenar este formulario.

La información suministrada será totalmente confidencial, de hecho, no se requiere, ni nombre, ni número de identificación para llenarla.

Aclaremos que, usted está en su derecho de negarse a contestar una o varias de las siguientes preguntas, las respuestas que nos brinden son para fines exclusivamente académicos y agradecemos su consentimiento en realizar la siguiente encuesta. Saludos Cordiales.

Datos Generales

Nota: el término NS/NR significa: NO SABE, NO RESPONDE.

1. Indique su género Marca solo un ovalo

- Mujer
- Hombre

2. En cual provincia vive usted actualmente Marca solo un ovalo

- San José
- Heredia
- Cartago
- Alajuela
- NS/NR

Otro: _____

3. Indique su edad Marca solo un ovalo

- De 18 a menos de 28 años
- De 28 a menos de 38 años
- De 38 a menos de 48 años
- De 48 a menos de 58 años
- De 58 años en adelante.
- NS/NR

4. Seleccione su escolaridad Marca solo un ovalo

- Primaria Incompleta
- Primaria completa
- Secundaria Incompleta
- Secundaria Completa
- Técnico Profesional
- Universidad Incompleta
- Universidad Completa
- NS/NR

Datos Laborales

Son datos referentes de su relación a la empresa.

5. ¿Cuál es su antigüedad en la empresa? Marca solo un ovalo

- Menor a 1 año.
- Mayor a 1 año y menor a 3
- Mayor a 3 años y menor a 6 años
- Mayor a 6 años y menor a 9 años
- Más de 9 años
- NS/NR

6. ¿El trabajo que usted realiza aporta al proceso de moldeo?

Marca solo un ovalo

- Si es parte de moldeo
- No es parte de moldeo
- NS/NR

7. ¿En cuál línea productiva labora actualmente?

Marca solo un ovalo

- Moldeo
- Taller de Precisión
- Taller de Erosionado
- Mantenimiento
- Ingeniería
- Calidad
- Personal Administrativo
- Med Tech
- Pad Printing
- NS/NR

Otro: _____

8. Seleccione el puesto de trabajo que desempeña actualmente

Marca solo un ovalo

- Operario
 - Líder
 - Supervisor
 - Analista de Calidad
 - Técnico de Precisión
 - Técnico de Mantenimiento
 - Misceláneo
 - Gerente
 - Administrativo
 - NS/NR
- Otro: _____

9. Indique su antigüedad en el puesto de trabajo

Marca solo un ovalo

- A partir de la fecha de ingreso a la empresa
- Menor a 1 año
- Más de 1 año menos de 3
- Más de 3 años y menos de 6
- Más de 6 y menos de 9
- Más de 9 años
- NS/NR

Percepción

Seguidamente exponemos una serie de situaciones laborales que deseamos saber si representan alguna molestia en el desempeño de sus funciones.

- 10.** Seleccione aquellas limitaciones que usted considera presentes en su área de trabajo

Selecciona todos los que correspondan.

- Lejanía de Casilleros.
- Ubicación a los servicios sanitarios.
- Recorrido hacia el corredor.
- Espacios reducidos de trabajo.
- Pasillos angostos
- Ausencia de pasillos
- NS/NR

- 11.** ¿Afectan los equipos de emergencia su espacio de trabajo, tales como extintores, duchas de emergencia, botiquín, salidas de emergencia?

Marca solo un ovalo

- Sí
- No
- NS/NR

12. ¿Ha recibido capacitación en materia de moldeo en un tiempo menor a un año? Marca solo un ovalo

- Sí
- No
- NS/NR
- No aplica

13. ¿Cuáles propuestas considera usted que se deben tomar en cuenta para mejorar la seguridad en su puesto de trabajo en la nueva planta?

14. De las siguientes opciones marque las que usted considera que le puede generar efectos a la salud a causa de la limitación de espacio o condiciones de su lugar de trabajo.

Selecciona todos los que correspondan.

- Lesión por caída de objetos
- Majonazos.
- Molestias en ojos debido a cuerpo extraño
- Golpes o choques contra objetos cercanos
- Quemaduras químicas o por contacto con calor
- Heridas en brazos o manos.
- Molestias a causa de ruido generado por máquinas y equipos cercanos.
- Sensación de calor por cercanía de máquinas y equipos.
- Molestia en ojos debido a poca o mucha iluminación.
- NS/NR
- No aplica

Otro: _____

15. ¿Cuáles son sus expectativas del departamento de moldeo en el nuevo edificio?

Selecciona todos los que correspondan.

- Distancias menores hacia los casilleros
- Distancias menores hacia los servicios sanitarios.
- Una mejor distribución del comedor.
- Mayores o más amplios espacios de trabajo.
- NS/NR

Otro: _____

16. Adicionalmente ¿qué mejoras aportaría usted en el diseño de la nueva nave?

Final de la Encuesta

Agradecemos su valiosa colaboración por llenar este formulario.
Reiteramos que la información suministrada es solo para fines académicos. Muchas gracias por el tiempo brindado.

17. Enviar formulario *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

Apéndice B Lista de Verificación de Condiciones Laborales.

| CONDICIONES ESTRUCTURALES | | | | |
|---------------------------|---|--|-----------|--|
| PASILLOS | | | | |
| # ÍTEM | PUNTO POR VERIFICAR | LUGAR | RESULTADO | OBSERVACIONES |
| 1 | Están delimitadas y libres de obstáculos las zonas de paso | Acceso principal | Bien | Satisfactorio |
| | | Acceso secundario | Bien | |
| | | Pasillo principal | Mal | Impacta porque se bloquea con paso de carretilla, tecla |
| | | Pasillo secundario | Mal | Impacta al ser irregular, se bloquea con puesto de trabajo. |
| 2 | Los pasillos principales cuentan con un ancho superior a 1,20 m | Principal | 1 m | Impacta porque el ancho debe ser de 1,20 m y el ancho actual del pasillo es de 1 m, y por él transitan 21 personas constantemente. |
| | | Principal a salida de emergencia | 1 m | |
| | | Oficina Gerencia de Producción hacia Oficina de Supervisor | 1,20 m | Satisfactorio |
| | | Mantenimiento | 1,20 m | |
| | | Tool Room | 1,70m | |
| | | <i>Pad Printing</i> | 0,56 m | Impacta porque el ancho debe ser de 1,20m y el ancho actual del pasillo es de 0,56 m |

| # ÍTEM | PUNTO POR VERIFICAR | LUGAR | RESULTADO | OBSERVACIONES |
|-----------------------------|---|--|-----------|--|
| 3 | Los pasillos Secundario cuentan con un ancho mayor a 0,90 m | Lavado Spring | 0,56 m | Impacta ya que los pasillos secundarios no cuentan con la distancia mínima requerida de 0,90 m lo que genera hacinamiento en el área laboral y obstaculiza la ruta de evacuación |
| | | Rectificadora | 0,56 m | |
| | | Pasillo de lideres | 0,60 m | |
| | | Spring Interno | 0,03 m | |
| | | Spring Externo | 0,68 m | |
| | | Soldadoras | 0,15 m | |
| | | Moldeadora Giratoria # 1 | 0,50 m | |
| | | Entre giratoria y moldeadora # 4 | 0,70 m | |
| | | Entre moldeadoras giratorias espacio libre (solo) | 0,60 m | |
| | | Entre moldeadoras giratorias espacio con alguien trabajando (en medio) | 0,30 m | |
| | | Moldeadora Vertical # 3 | 1,12 m | Satisfactorio |
| | | Moldeadora # 2 | 0,35 m | Impacta ya que los pasillos secundarios no cuentan con la distancia mínima requerida de 0,90 m lo que genera hacinamiento en el área laboral y obstaculiza la ruta de evacuación |
| | | Inspección de espiral | 0,42 m | |
| | | Moldeado SMP | 0,49 m | |
| | | Cortadora Cable | 0,30 m | |
| | | Lavado de electro | 0,54 m | |
| | | Cuarto de lavado | 0,69 m | |
| | | Tableros frente a cortadora | 0,49 m | |
| | | Impresoras | 0,92 m | Satisfactorio |
| | | Pasillo hacia salida emergencia taller | 0,70 m | Impacta ya que los pasillos secundarios no cuentan con la distancia mínima requerida de 0,90 m lo que genera hacinamiento en el área laboral y obstaculiza la ruta de evacuación |
| Pasillo Fresadora Tool Room | 0,70 m | | | |

| # ÍTEM | PUNTO POR VERIFICAR | LUGAR | RESULTADO | OBSERVACIONES |
|--------|---|--------------------------------|-----------------------------|---|
| 3 | Continuación de Pasillos secundarios | Esmeril | 0,50 m | Impacta, poco espacio para trabajar |
| | | Banco de trabajo mantenimiento | 0,50 m | |
| | | Mantenimiento de moldes | 0,25 m | |
| | | Rectificadora Mantenimiento | 0,05 m | |
| | | Pasillo de revisión de piezas. | 1,40 m. | Satisfactorio |
| | | Pasillo de Prensas | 1,06 m | |
| | | Pasillo de Erosionado | 1 m | |
| | | Pasillo Spring Line Químicos | 0,63 m | Impacta ya que los pasillos secundarios no cuentan con la distancia mínima requerida de 0,90 m lo que genera hacinamiento en el área laboral y obstaculiza la ruta de evacuación |
| 4 | Pasillos Montacarga. | Pasillos Montacarga. | 1,40 m | Impacta debido a que el radio de giro mínimo requerido es de 2,70 m. |
| 5 | Los pasillos por los que circulan la maquinaria pesada permiten el paso de personas sin interferencias. | Principal de moldeo | Hay interferencias | Sobre el pasillo principal se moviliza el tecte para el cambio de los moldes y las carretillas para el sacado de las resinas. y los apiladores para el cambio de moldes hacia el rack. Eso implica que el personal no puede pasar por el sitio. |
| 6 | Las vías de acceso y de circulación permiten el fácil desplazamiento | Principal de moldeo | No hay fácil desplazamiento | Al ingreso de moldeo se ubica el estacionamiento del montacargas, el cual cuando se tiene que utilizar para bajar las resinas de los racks, genera bloqueo del pasillo peatonal hacia el comedor o salida del personal |

| ESCALERAS Y ACCESOS | | | | |
|---------------------|---|---|--------------------------------|---|
| # ÍTEM | PUNTO POR VERIFICAR | LUGAR | RESULTADO | OBSERVACIONES |
| 7 | La altura del primer escalón con respecto al pavimento no excede los 0.40 m | Escalera Principal | 0,13 m | Satisfactorio |
| | | Escalera Secundaria hacia oficina de Gerencia | 0,17 m | |
| 8 | El ancho de la grada cuenta con un ancho mínimo de 1,20 m | Escalera Principal | 1 m | Si impacta ya que cualquier objeto pasa por la abertura y le puede caer encima al que transite por la escalera. |
| | | Escalera Secundario | 1,10 m | |
| 9 | Las escaleras cuentan con una altura máxima entre descansos de 3,66 m | Escalera Principal | 2,80 m | Satisfactorio |
| | | Escalera Secundario | 2,83 m | |
| 10 | Las escaleras fijas cuentan con una altura libre mínima de 2,03 m | Escalera Principal | 2,50 m | Satisfactorio |
| | | Escalera Secundario | 2,83 m | |
| 11 | Las escaleras cumplen con una contra huella máxima 0,18 m de y mínima de 0,10 m | Escalera Principal | mínima 0,09 m y máxima 0,195 m | No impacta |
| | | Escalera Secundario | mínima 0,14 m y máxima 0,17 m | |
| 12 | Las escaleras cuentan con una profundidad de la contra huella mínima de 0,28 m | Escalera Principal | mínima 0,25 m | No impacta |
| | | Escalera Secundario | mínima 0,30 m | |

| DESCANSOS | | | | |
|-------------------------|---|---------------------|--|---|
| # ÍTEM | PUNTO POR VERIFICAR | LUGAR | RESULTADO | OBSERVACIONES |
| 13 | Las aberturas de las puertas cuentan con descansos | Escalera Principal | Si | Satisfactorio |
| | | Escalera Secundario | Si | |
| 14 | Las escaleras y descansos intermedios continúan sin interrupciones a lo ancho y largo de la dirección del recorrido de salida | Escalera Principal | No aplica | |
| | | Escalera Secundario | Si | |
| 15 | La dimensión del descanso de la escalera es mayor al ancho de la misma | Escalera Principal | No aplica | |
| | | Escalera Secundario | Si 2,34 m | |
| 16 | En escaleras de línea recta el descanso no excede los 1,22 m | Escalera Principal | Si excede 1,76 m | El descanso está al inicio de la escalera, después no hay más descansos. |
| UNIFORMIDAD DIMENSIONAL | | | | |
| 17 | La profundidad de los escalones adyacentes o en la altura de la contra huellas adyacentes no debe existir una variación mayor a 4,8 cm (Prohibido). | Escalera Principal | La altura más alta de contra huella es de 19,5 cm y la más baja 9 cm. Diferencia 10,5 cm | Impacta porque la diferencia entre todos los escalones varía y genera que no se sincronice el paso. |
| | | Escalera Secundario | La altura más alta de contra huella es de 0,17 m y la más baja 0,14 m. Diferencia 0,03 m | Satisfactorio |

| # ÍTEM | PUNTO POR VERIFICAR | LUGAR | RESULTADO | OBSERVACIONES |
|-----------------------------|--|---------------------|--|--|
| 18 | La tolerancia entre la profundidad del escalón más grande y la más pequeña no debe exceder los 0,095 m en ningún tramo de la escalera | Escalera Principal | La más grande de 6,5 cm y la más pequeña 0 cm. Diferencia 6,5 cm | No impacta |
| | | Escalera Secundario | La más grande de 1,7 cm y la más pequeña 0,5 cm. Diferencia 1,2 cm | No impacta |
| BARANDAS Y PASAMANOS | | | | |
| # ÍTEM | PUNTO POR VERIFICAR | LUGAR | RESULTADO | OBSERVACIONES |
| 19 | Cuando los lados abiertos de los medios de egreso estén a más de 0,76 m por encima del piso o desnivel que se encuentre por debajo deben suministrarse barandas. | Escalera Principal | No aplica | Satisfactorio |
| | | Escalera Secundario | altura 1 m y 1,18 m de ancho. | |
| 20 | El espacio entre los balustres no excede los 10 cm | Escalera Principal | 0,22 m | No impacta porque es lineal y hay paredes colindantes |
| | | Escalera Secundario | 0,27 m | |
| 21 | El espacio entre la baranda y nivel de piso no excede los 0,15 m | Escalera Principal | 0,42 m | No impacta porque es lineal y hay paredes colindantes |
| | | Escalera Secundario | 0,40 m | Impacta ya que cualquier objeto pasa por la abertura y le puede caer encima al que transite por la escalera. |
| 22 | La altura de la baranda cumple con 1.07 m | Escalera Principal | 1 m | No impacta |
| | | Escalera Secundario | 0,98 m | |

| # ÍTEM | PUNTO POR VERIFICAR | LUGAR | RESULTADO | OBSERVACIONES |
|--------|---|---------------------|-----------|--|
| 23 | Los pasamanos se encuentran entre 0,865 m y 0,965 m de altura. | Escalera Principal | 1 m | No impacta. |
| | | Escalera Secundario | 1,05 m | |
| 24 | Si los pasamanos son parte de la baranda no deben exceder los 0,90 m. | Escalera Principal | 1 m | El pasamanos es parte de la baranda |
| | | Escalera Secundario | 1,05 m | |
| 25 | Si la baranda excede los 0,90 m, el tope de la misma no puede ser usado como pasamanos. | Escalera Principal | 1 m | Según este requerimiento por la altura de la baranda entonces no habría pasamanos. No impacta. |
| | | Escalera Secundario | 1,05 m | |
| 26 | El diámetro del pasamanos se encuentra entre 3,2 cm y 5,2 cm | Escalera Principal | 5 cm | En el ancho del tope superior de la baranda está dentro de rango permitido, sin embargo, por altura de la baranda no se puede considerar como pasamanos. |
| | | Escalera Secundario | 5 cm | |
| 27 | La separación entre la pared y el pasamanos es de 5,7 cm | Escalera Principal | 0 cm | Impacta ya que el pasamanos está junto a la pared, sin posibilidad de ingresar la mano. |
| | | Escalera Secundario | 4 cm | Impacta, para personas con manos grandes en donde puede pegar lo nudillos. |
| 28 | Toda escalera que exceden 109.5 m de ancho, los pasamanos deben estar provisto dentro de los 0,76 m en todas las partes del ancho de salida requerido | Escalera Principal | 1 m | Satisfactorio, tiene barandas en toda la escalera |
| | | Escalera Secundario | 1,10 m | Satisfactorio tiene barandas en toda la escalera |
| 29 | Las escaleras y rampas cuentan con pasamanos a ambos lados | Escalera Principal | Si | Satisfactorio |
| | | Escalera Secundario | Si | |
| 30 | El ancho del egreso requerido está provisto a lo largo del camino natural de recorrido. | Principal | 1,18 m | Satisfactorio |
| | | Secundario | 0,74 m | |

| PUERTAS | | | | |
|---------------------------------|---|--|---------------|-------------------------------------|
| # ÍTEM | PUNTO POR VERIFICAR | LUGAR | RESULTADO | OBSERVACIONES |
| 31 | El sentido de abertura de las puertas principales en dirección al recorrido de evacuación. (Afuera) | Principal | No aplica | Puerta corrediza |
| | | Secundario | Hacia adentro | Impacta. |
| | | Tool Room | Hacia adentro | Impacta. |
| | | Press Room | Hacia adentro | Impacta. |
| 32 | Las puertas cuentan con un ANCHO mínimo libre de 0.90 m. | Puerta Principal Moldeo | 1,18 m | Satisfactorio |
| | | Puerta Secundaria Moldeo | 0,74 m | Impacta, porque es de alto tránsito |
| | | Puerta de emergencia moldeo | 1,10 m | Satisfactorio |
| | | Puerta del Tool Room | 0,95 m | Satisfactorio |
| | | Puerta de emergencia Tool Room | 0,82 m | No impacta |
| | | Puerta al área prensa | 1,15 m | Satisfactorio |
| | | Puerta de cuarto de Lavado de electrodos | 0,90 m | |
| | | Puerta de Oficina del Supervisor | 0,90 m | No impacta |
| | | Puerta de Gerencia de Producción | 0,83 m | |
| | | Puerta de Gerencia de Moldeo | 0,92 m | Satisfactorio |
| | | Puerta de Cuarto de Erosionado. | 1 m | Satisfactorio |
| | | Puerta de Gerencia de Moldeo | 0,92 m | |
| 33 | Las puertas cuentan con una altura mínima de 2.10 m. | Puerta principal de Moldeo | 2,37 m | No impacta |
| | | Puerta Secundaria de Moldeo | 2,06 m | |
| | | Puerta de emergencia | 2,10 m | Satisfactorio |
| | | Puerta del Tool Room | 2,10 m | |
| | | Puerta de emergencia Tool Room | 2,10 m | |
| | | Puerta al área prensa | 2,10 m | No impacta |
| | | Puerta de cuarto de Lavado de electrodos | 2,10 m | Satisfactorio |
| | | Puerta de Oficina del Supervisor | 2,10 m | |
| | | Puerta de Gerencia de Producción | 2,10 m | |
| | | Puerta de Gerencia de Moldeo | 2,10 m | |
| Puerta de Cuarto de Erosionado. | 2,10 m | | | |

| # ÍTEM | PUNTO POR VERIFICAR | LUGAR | RESULTADO | OBSERVACIONES |
|---|--|--|-------------|--|
| 34 | La distancia de recorrido entre cualquier puerta de una habitación requerida como acceso a salida y una salida no debe ser mayor a 15 m. | Principal | 20 m | Satisfactorio |
| | | Secundario | 6,90 m | |
| MEDIOS DE EGRESO PARA EVACUACIÓN | | | | |
| # ÍTEM | PUNTO POR VERIFICAR | LUGAR | RESULTADO | OBSERVACIONES |
| 35 | Los medios de egreso cuentan con ancho mínimo de 0,915 m. | salida de emergencia | 1 m | Satisfactorio |
| 36 | La edificación cuenta con un mínimo de 2 salidas de egreso. | entrada principal | 4 salidas | Satisfactorio, Si se toma el área de Moldeo como una edificación aparte, tiene 4 formas de salir el personal hacia una zona pública. |
| | | entrada Alternativa | | |
| | | salida de emergencia Tool Room | | |
| | | salida de emergencia | | |
| 37 | Límite de la distancia de recorrido sin rociadores automáticos es de 61 m. | Moldeo a salida de emergencia | 40,3 m | Satisfactorio |
| 38 | Límite de recorrido común sin rociadores es de 15 m | Moldeo a salida de empleados | 9,80 m | |
| 39 | Límite de extremos sin salidas es de 15 m | área de prensas | 5 m | |
| ESPACIOS DE TRABAJO | | | | |
| # ÍTEM | PUNTO POR VERIFICAR | LUGAR | RESULTADO | OBSERVACIONES |
| 40 | Estimación de cantidad de personas en áreas de trabajo es = 2 m ² por persona. | | | |
| | Moldeo 266 m ² | Moldeo 170 m ² | 48 personas | Satisfactorio Trabajan 24 personas |
| | Tool Room 40 m ² | Tool Room 23,65 m ² | 8 personas | |
| | Taller de Erosionado 32,8 m ² | Taller de Erosionado 19,8 m ² | 6 personas | |
| | Cuarto de lavado 7 m ² | cuarto de lavado 3,8 m ² | 1 persona | Impacta Trabajan normalmente 1 en ocasiones 2 personas |
| | Prensas 25 m ² | Prensas 9 m ² | 8 personas | satisfactorio Trabajan 1 persona |

| EQUIPOS DE ATENCIÓN PRIMARIA | | | | |
|------------------------------|---|--------------------------------|-----------|--------------------------|
| EXTINTORES | | | | |
| # ÍTEM | PUNTO POR VERIFICAR | LUGAR | RESULTADO | OBSERVACIONES |
| 41 | La distancia máxima de recorrido con extintor Tipo CO2 es de 15 m | Tool Room | 9,5 m | Satisfactorio |
| | | Prensas | 8 m | |
| | | Moldeo extintor 17 al 18 | 9,21 m | |
| | | Moldeo extintor 18 al 20 | 12,43 m | |
| | | Erosionado extintor 23 al 21 | 8 m | |
| | | comedor extintor 28 al 12 | 6,30 m | |
| | | Casilleros extintores 27 al 26 | 10,20 m | |
| 42 | Los extintores se encuentran instalados a una altura máxima de 1,25 m | Lavandería extintor 26 al 43 | 12,60 m | Satisfactorio |
| | | Extintor 17 Spring Line | 1,25 m | |
| | | Extintor 18 Pad Printing | 1,25 m | No impacta |
| | | Extintor 20 Moldeo | 1,17 m | |
| | | Extintor 23 Tool Room | 1,17 m | |
| 43 | El espacio libre entre el fondo del extintor y el piso debe ser mayor a 10cm. | Extintor 21 Prensa | 1,20m | Canasta porta extintores |
| | | Extintor Erosionado | 0,30 m | |
| 44 | Área del extintor 0,50 m ² | Extintor Comedor | 0,30 m | Canasta porta extintores |
| | | Extintor 17 Spring Line | 0,30 m | Impacta poco visible |
| | | Extintor 18 Pad Printing | 0,38 m | Impacta poco visible |
| | | Extintor 20 Moldeo | 0,50 m | Satisfactorio |
| | | Extintor 23 Tool Room | 0,40 m | Impacta poco visible |
| | | Extintor 21 Prensa | 0,30 m | Impacta poco visible |
| | | Extintor Erosionado | 0,50 m | Satisfactorio |
| Extintor Comedor | 0,30 m | Impacta poco visible | | |

| DUCHAS DE EMERGENCIA | | | | |
|---------------------------|---|----------------------------------|-----------|---------------|
| # ÍTEM | PUNTO POR VERIFICAR | LUGAR | RESULTADO | OBSERVACIONES |
| 45 | El cabezal de la ducha se encuentra a una altura desde la superficie hasta donde se encuentra el usuario entre 2,083 m y no más de 2.43 m | Spring Line | 1,89 m | Satisfactorio |
| 46 | La cascada de la ducha de emergencia cuenta con un diámetro mínimo de altura de 50.8 cm a 152.4 cm | Spring Line | 0,63 m | |
| 47 | La cascada cuenta con un diámetro libre de obstrucción de 40.6 cm | Spring Line | 0,87 m | |
| 48 | La palanca de accionamiento se encuentra a una altura no mayor a 175.3 cm | Spring Line | 0,97 m | |
| 49 | La Ducha de emergencia cuenta con 86.4 cm de diámetro de área mínima libre de obstrucción. | Spring Line | 0,86 m | |
| ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA | | | | |
| # ÍTEM | PUNTO POR VERIFICAR | LUGAR | RESULTADO | OBSERVACIONES |
| 50 | Presencia de lámparas de emergencia en los pasillos | Moldeo | Si | Satisfactorio |
| | | Principal a Salida de Emergencia | Si | |
| | | Salida Alternativa | Si | |
| | | Salida Principal de Empleados | Si | |
| | | Tool Room | Si | |
| | | Prensas | Si | |
| | | Erosionado | Si | |
| | | Pad Printing | Si | |

| BOTIQUÍN | | | | |
|-------------------------------------|--|--------------------------------|-------------------|---|
| # ÍTEM | PUNTO POR VERIFICAR | LUGAR | RESULTADO | OBSERVACIONES |
| 51 | Los botiquines son cajas plásticas o bolsos impermeables, correctamente rotulados | Moldeo | Si | Satisfactorio |
| | | Med Tech | Si | |
| | | Taller | Si | |
| 52 | Los botiquines se encuentran accesibles ubicados a una altura de 1,20 m de la parte baja del botiquín. | Moldeo | 2,10 m | Esta visible |
| | | Taller | 1,80 m | Impacta poco visible |
| | | Med Tech | 1,13 m | Se encuentra visible |
| MEDIOS AUXILIARES | | | | |
| SERVICIOS SANITARIOS COMUNES | | | | |
| # ÍTEM | PUNTO POR VERIFICAR | LUGAR | RESULTADO | OBSERVACIONES |
| 53 | Los servicios sanitarios cuentan con un ancho mínimo de 1 m | Mujeres | 1,23 m | Satisfactorio |
| | | Hombres | 1,20 m | |
| | | Administrativos Planta Baja | 1,6 m | |
| 54 | Los servicios sanitarios cuentan con un largo mínimo de 1,20 m | Mujeres | 1,54 m | |
| | | Hombres | 1,58 m | |
| | | Administrativos Planta Baja | 1,60 m | |
| 55 | Espacio libre del tabique desde el suelo de separación de las cabinas cumple con al menos 30 cm de altura. | Mujeres | 30 cm | |
| | | Hombres | 30 cm | |
| | | Administrativos Planta Baja | No aplica | |
| 56 | Los servicios sanitarios se encuentran separados por sexo 1 por cada 20 hombres y 1 por cada 15 mujeres cuando sean menos de 100 trabajadores. | Mujeres | 5 para 26 mujeres | Impacta, Recordando el que área de moldeo es compartida con líneas de producción, igual sucede con los servicios sanitario, por lo tanto, |
| | | Hombres | 1 para 30 hombres | |
| | | Administrativos Planta Baja | 1 | Bien |

| # ÍTEM | PUNTO POR VERIFICAR | LUGAR | RESULTADO | OBSERVACIONES |
|--------|---|-----------------------------|-----------|--|
| 57 | La puerta de los servicios sanitarios cuenta con un ancho de 0,90 m. | Baños Hombres Principal | 0,86 m | Satisfactorio |
| | | Baños Hombres secundaria | 0,66 m | Impacta |
| | | Baños Mujeres Principal | 0,86 m | No impacta |
| | | Baños Mujeres secundaria | 0,66 m | Impacta |
| | | Administrativos Planta Baja | 0,90 m | Satisfactorio |
| 58 | Los servicios sanitarios cuentan con 2.30 m de altura de la puerta | Baños Hombres Principal | 2,08 m | No impacta |
| | | Baños Hombres secundaria | 1,80 m | |
| | | Baños Mujeres Principal | 2,08 m | |
| | | Baños Mujeres secundaria | 1,80 m | |
| | | Administrativos Planta Baja | 2,10 m | Satisfactorio |
| 59 | En caso de los urinarios el ancho no será menor a los 0,60 m | Moldeo | 0,60 m | Satisfactorio |
| | | Administrativos Planta Baja | 0,60 m | |
| 60 | El mínimo de duchas corresponde a 1 por cada 10 trabajadores que cese su trabajo simultáneamente en cabinas unipersonales | No hay | No hay | Impacta porque el personal no dispone de duchas en la empresa, si bien moldeo es un proceso limpio, ellos usan gabacha que se la quitan al final del turno. |
| 61 | Existencia de duchas para personal de mantenimiento, moldeo, Med Tech, bodega y limpieza | No hay | No hay | Mientras que el personal de taller, dependiendo de las tareas, puede contaminar su ropa con virutas del proceso de torno o rectificación, no utilizar ropa de cambio. Igualmente sucede con las misceláneas. |

| SERVICIOS SANITARIOS PARA PERSONAS CON MOVILIDAD REDUCIDA LEY 7600 | | | | |
|---|--|--------------------------------|---|--|
| # ÍTEM | PUNTO POR VERIFICAR | LUGAR | RESULTADO | OBSERVACIONES |
| 62 | Los requisitos para puertas, servicios, orinal, lavatorios y duchas. | Edificio D3, Moldeo | No hay servicios sanitarios para personas con movilidad reducida. | La empresa dispone en el otro edificio 7 de 3 servicios sanitarios según la ley 7600, en donde se puede trasladar de ser requerido, sin embargo, la lejanía y la falta de disponibilidad en D3 hace urgente considerar cumplir con este aspecto. |
| LAVATORIOS COMUNES | | | | |
| # ÍTEM | PUNTO POR VERIFICAR | LUGAR | RESULTADO | OBSERVACIONES |
| 63 | Debe haber 1 por cada 15 trabajadores Revisar si es por sexo. | Mujeres | 3 para 26 | Bien |
| | | Hombres | 2 para 30 | Bien |
| | | Administrativos Planta Baja | 1 | Satisfactorio |
| LAVATORIOS PARA PERSONAS CON MOVILIDAD REDUCIDA LEY 7600 | | | | |
| # ÍTEM | PUNTO A VERIFICAR | LUGAR | RESULTADO | OBSERVACIONES |
| 64 | Los lavatorios cuentan con una altura máxima de 0.85 m | Mujeres | 78 cm | No impacta |
| | | Hombres | 89 cm | Satisfactorio |
| | | Administrativos Planta Baja | 90 cm | |

| COMEDOR | | | | |
|-------------------|---|---------------------|-----------|---|
| # ÍTEM | PUNTO POR VERIFICAR | LUGAR | RESULTADO | OBSERVACIONES |
| 65 | El pasillo principal cuenta con un ancho mínimo a 1,20 m | Principal | 0,90 m | Impacta, porque genera hacinamiento en el proceso de lavado |
| | | Baterías de lavado. | 0,90 m | |
| 66 | Los pasillos secundarios del comedor cuentan con un ancho mínimo a 0.90 m | Entre Mesas | 0,80 m | Impacta porque si alguien desea salir de la parte interna de las mesas del comedor, tiene que pedirle al compañero que se levante para darle espacio de salida. |
| | | Entre Sillas | 0,005 m | |
| SALA DE LACTANCIA | | | | |
| # ÍTEM | PUNTO POR VERIFICAR | LUGAR | RESULTADO | OBSERVACIONES |
| 67 | Área Mínimo 6 m ² | No Hay | No Hay | Impacta porque laboran aproximadamente 90 mujeres en todo Triple M |
| | Altura 2.40 m | | | |
| | Mesa pequeña Al menos 0,50 m de ancho por 0,80 m de largo. | | | |
| | Biombo o cortinas No mayores a 1,20 m de alto por 0,90 m de ancho | | | |

| PANELES ELÉCTRICOS | | | | |
|--------------------|--|-------------------------------------|--------------------|---|
| # ÍTEM | PUNTO POR VERIFICAR | LUGAR | RESULTADO | OBSERVACIONES |
| 68 | La frontera de aproximación restringida para paneles 220 V cumplen con acceso restringido (Evitar contacto persona no competente) | Moldeo | No hay restricción | Sí impacta porque cualquier persona tiene acceso directo a los paneles |
| 69 | Los paneles de 220V cumplen con 1 m de frontera de aproximación limitada. | Principal | 1,10 m | Sí impacta, el área es compartida con puesto de trabajo y basureros |
| | | Capacitadores | 0,50 m | |
| 70 | La frontera de aproximación restringida en paneles de 480V cumple con 3.6 m | Principal | 1,10 m | Sí impacta, no hay elementos de restricción, acceso total a los paneles. |
| | | Capacitadores | 0,50 m | |
| 71 | Los paneles de 480V cumplen con 5.8 m de frontera de aproximación limitada. | Principal | 1,10 m | Sí impacta, los paneles están inmersos en el área de producción. |
| | | Capacitadores | 0,50 m | |
| 72 | El ancho del espacio de trabajo requerido en el frente del equipo eléctrico es igual al ancho del equipo o 76,2 cm | Principal | 0,90 m | Sí impacta, los paneles están inmersos en el área de producción. |
| | | Capacitadores | 0,90 m | |
| | | Batería de Tableros de Distribución | 2,07m | |
| 73 | El espacio de trabajo de los paneles eléctricos está libre y se extienden desde el nivel del suelo de 0.80 cm hasta una altura de 2 m de alto máximo. (operatividad) | Principal | 2,10 m | No impacta, ya que se trata de un tablero con un solo controlador su dimensión de alto es dada por fabrica. |
| | | Capacitadores | 1,88 m | Igual al anterior. |
| | | Batería de Tableros de Distribución | 2,07 m | No impacta |
| 74 | En todos los casos el espacio de trabajo permite abrir por lo menos a 90° las puertas o paneles abisagrados del equipo eléctrico | Principal | 0,70 m | Satisfactorio |
| | | Capacitadores | 0,85 m | Satisfactorio |