

PROPUESTA DE DISEÑO PARA PREVENIR EL RIESGO DE LESIONES FÍSICAS EN
OPERARIOS DE COCINA DE BIENESTAR UNIVERSITARIO UIS QUE
MANIPULAN CARGAS DE ALIMENTOS EN LA CADENA DE PRODUCCIÓN.

ESTUDIANTES

Laura Esperanza Ochoa Delgado

Ingrid Tatiana Maldonado rey

DIRECTOR

Jairo Córdoba Arango

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas

Escuela de Diseño Industrial

Bucaramanga

2020

**PROPUESTA DE DISEÑO PARA PREVENIR EL RIESGO DE LESIONES
FÍSICAS EN OPERARIOS DE COCINA DE BIENESTAR UNIVERSITARIO UIS
QUE MANIPULAN CARGAS DE ALIMENTOS EN LA CADENA DE
PRODUCCIÓN.**

Estudiantes

Laura Esperanza Ochoa Delgado

Ingrid Tatiana Maldonado Rey

Proyecto de grado para optar por el título de Diseñador(a) Industrial

Director

Jairo Córdoba Arango

D.I.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas

Escuela de Diseño Industrial

Bucaramanga

2020



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
SISTEMA DE TRABAJOS DE GRADO
ADMINISTRACIÓN DE TRABAJOS DE GRADO

Fecha Impresión:
10 noviembre
2020

Pág 1 de 1

Codigo:	20771	Fecha	08-mar-2019
Titulo: PROPUESTA DE DISEÑO PARA PREVENIR EL RIESGO DE LESIONES FÍSICAS EN OPERARIOS DE COCINA DE BIENESTAR UNIVERSITARIO UIS QUE MANIPULAN CARGAS DE ALIMENTO EN LA CADENA DE PRODUCCIÓN			
Nota Proyecto:	4.2	Fecha Registro	10-nov-2020
Estado:	APROBADO		
Tipo Trabajo:	TRABAJO DE INVESTIGACION		
Estudiantes			
Código	Nombre	Programa Académico	
2112108	OCHOA DELGADO LAURA ESPERANZA	27-DISEÑO INDUSTRIAL	
2111469	MALDONADO REY INGRID TATIANA	27-DISEÑO INDUSTRIAL	
Directores			
Documento	Nombre	Clase	Firma
C-13833895	JAIRO CORDOBA ARANGO	DIRECTOR	
Calificadores			
Documento	Nombre	Firma	
C-63493850	MARIA FERNANDA MARADEI GARCIA		
C-91280204	GERMAN ENRIQUE VARGAS LINARES		

Dedicado:

A mis padres, Omar y Nancy, por su apoyo incondicional, confianza en cada paso, consejos para lidiar con los problemas. Fueron mi motivación en cada momento.

A Laura, mi amiga durante estos años de carrera, gracias por tu compromiso y apoyo en todos los proyectos que trabajamos juntas y en especial en este último.

Agradezco especialmente a nuestro director de proyecto, Jairo Córdoba, por su paciencia, guía, consejos y compromiso en este proceso.

A Dios por permitirme vivir esta experiencia, por permitirme realizar un gran sueño, el primero de muchos.

A mi madre, Esperanza Delgado, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ti he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

Ha sido un orgullo y privilegio de ser tu hija, gracias por apoyar mis decisiones e inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, eres mi mayor inspiración.

Agradecimiento especial para mi compañera de proyecto Tatiana, por apoyarme cuando más lo necesité, por extender su mano en momentos difíciles y por la amistad brindada cada día.

De igual forma, agradezco a los profesores que me han visto crecer como persona, gracias a sus conocimientos, sabiduría y apoyo, me motivaron a desarrollarme como persona y profesional.

Tabla de contenido

Introducción	22
1. Planteamiento del problema	24
2. Justificación	28
3. Objetivos	30
3.1 Objetivo general	30
3.2 Objetivos específicos	30
4. Alcance	31
5. Marco teórico	32
5.1 Ser humano	32
5.1.1 Antropometría	32
5.1.2 Posturas	32
5.1.3 Movimientos	36
5.1.4 método OWAS	38
5.1.5 Diseño centrado en el usuario	41
5.1.6 Software de apoyo para valoración ergonómica	43
5.2 Carga	44
5.3 Materiales	52
5.3 Almacenamiento	54
5.4.1 Alimento	54

5.4.2	Servicios alimenticios en Bienestar Universitario	58
5.4.3	Manipulación de alimento.....	60
5.4.4	Organización de canastas y tipos de canastas	61
5.4.5	Rutas de distribución	63
6.	Metodología	64
6.1	Gestión del proyecto	65
7.	Resultados	69
7.1	Empatizar	69
7.1.1	Observación	69
7.1.2	Encuestas	82
7.2	Definir	87
7.2.1	Identificación de necesidades	88
7.2.2	Requerimientos de diseño	90
7.2.3	análisis de lo existente	93
7.3	Idear	97
7.3.1	Alternativas - Bocetos.....	97
7.3.1.1	Primera fase de depuración de alternativas	97
7.3.1.1	Segunda fase de depuración de alternativas	99
7.3.1.1	Tercera fase de depuración de alternativas.....	102
7.3.2	Configuración final	106
7.4	Prototipar	108
7.4.1	Render	108

7.2.2	Modelo físico	109
7.2.3	Presupuesto	112
7.5	Testear	116
7.5.1	Pruebas de posición modelo físico	116
7.5.2	Simulación Tecnomatix Jack	119
7.5.1.1	Carro actual y gancho	120
7.5.1.2	Diseño propuesto	123
7.5.1.3	Comparativa de resultados	126
7.5.3	Cálculos de modelo final	127
8.	Conclusiones	148
9.	Referencias	149
10.	Anexos	152

Listado de figuras

	Pag.
Figura 1. Cuadro resumen de los problemas identificados para el planteamiento del problema específico.....	27
Figura 2. Estatura	33
Figura 3. Alcance vertical	33
Figura 4. Altura de hombros	34
Figura 5. Altura de codos	34
Figura 6. Alcance máximo de agarre	34
Figura 7. Anchura de hombros	34
Figura 8. Coeficiente Z_a para calcular cada percentil.	36
Figura 9. Planos anatómicos humanos	37
Figura 10. Algunos movimientos corporales.....	38
Figura 11. Presentación de datos según OWAS	39
Figura 12. Obtención de la categoría de acción. OWAS	40
Figura 13. Etapas del proceso de Diseño centrado en el usuario.	41
Figura 14. Simulación de modelo humano digital, realizando una tarea en una planta industrial.	43
Figura 15. Modelo biomecánico- diagrama de fuerzas de la carga comprensiva lumbar ...	49
Figura 16. Distribución de alimento en las canastillas de forma porcionada	56
Figura 17. Estante 4 niveles ubicados en los cuartos fríos	58
Figura 18. Poster ubicado en la pared del primer piso de comedores UIS.....	61

Figura 19. Canastillas almacenadas en el cuarto frío sin etiqueta.....	62
Figura 20. Rutas presentadas en la flecha roja a través de 3 zonas diferentes de comedores: zona de entrega, cuartos fríos y cocina. <i>Fuente: (UIS, 2017)</i>	63
Figura 21. Resumen metodología design thinking utilizada en el desarrollo del proyecto y descripción de cada fase	64
Figura 22. Gancho carro 1 y canastillas	74
Figura 23. Modo de uso del gancho sin carro. Canastilla sobre canastilla.....	74
Figura 24. Carro 1 llevando una pila de canastillas y modelado 3D carro actual	75
Figura 25. Carro 2.....	76
Figura 26. Canastillas pequeñas, medianas y grandes.....	78
Figura 27. Estantes de 3 y 4 niveles que se encuentran en uno de los cuadros fríos.....	79
Figura 28. Zona de comedores UIS en servicio de desayuno.....	80
Figura 29. Zona de carga de alimento a los cuartos fríos y descarga de pedido para pesaje	81
Figura 30. Zona de pre-almacenaje y puerta de uno de los cuartos fríos	81
Figura 31. Interior de uno de los cuartos fríos.....	82
Figura 32. Cuadro resumen necesidad identificada y requerimientos.....	92
Figura 33. Configuración final de la alternativa de solución	106
Figura 34. Perfil derecho, frontal y posterior	107
Figura 35. Plano general del modelo en vistas principales.....	107
Figura 36. Detalle plataforma giratoria, winche y mangos	108
Figura 37. Modelo en uso canastillas en los primeros 3 niveles descendentes	109
Figura 38. Elementos de Identificación y señalización en el modelo	110

Figura 39. Plano frontal y posterior del modelo físico	110
Figura 40. Dispositivo en uso, canastilla ubicada en el segundo nivel	111
Figura 41. Modelo físico en uso y en detalle de modo de agarre	111
Figura 42. Ángulos posturales. Agarre y transporte.....	116
Figura 43. Ángulos de postura adoptada en el movimiento de canastilla en la base giratoria	117
Figura 44. Postura adoptada con segunda manera de agarre.....	117
Figura 45. Diagrama de cuerpo libre brazo	128
Figura 46. Diagrama de cuerpo libre barras laterales.....	130
Figura 47. Diagrama de cuerpo libre disco giratorio.....	131
Figura 48. Diagrama de cuerpo libre plataforma.....	132
Figura 49. Diagrama de cuerpo libre Guaya.....	133
Figura 50. Diagrama de cuerpo libre estructura	134
Figura 51. Fuerza cortante y momento flector estructura.....	136
Figura 52. Fuerza cortante y momento flector brazo.....	137
Figura 53. DCL barras laterales para análisis de compresión	139
Figura 54. Caso 1 resistencia de la soldadura a esfuerzos de corte	141
Figura 55. Ensamblaje de brazo para prueba-estudio brazo-Stress-Stress1	142
Figura 56. Estudio brazo- Desplazamiento	143
Figura 57. Estudio brazo - Desplazamiento	144
Figura 58. Estudio plataforma - Tensión.....	145
Figura 59. Estudio plataforma – Desplazamiento	146
Figura 60. Estudio plataforma - Desplazamiento	146

Figura 61. Dispositivo general completo.....	161
Figura 62. Estructura principal	162
Figura 63. Base giratoria y plataforma de elevación.....	163
Figura 64. Barras soporte móvil para carga y soporte estructura	164
Figura 65. Plano explosionado General.....	165

Listado de tablas

	Pag.
Tabla 1. Categorías de riesgo y acción correctiva según OWAS.....	40
Tabla 2. Definiciones de variables tenidas en cuenta en el método OWAS	51
Tabla 3. Tipo de alimento en el cuarto frio #1	57
Tabla 4. Tipo de alimento en el cuarto frio #2	57
Tabla 5. Menú almuerzo. Guía de porciones y cantidad de alimento para un servicio al día	59
Tabla 6. Resumen preguntas y respuestas entrevistas operarios	83
Tabla 7. Datos antropométricos recolectados de los trabajadores de cocina	85
Tabla 8. Resumen información sobre cantidades de comidas, cantidad de canastillas y numero de repeticiones.....	86
Tabla 9. Atributos y necesidades identificadas	88
Tabla 10. Atributos y requerimientos derivados de las necesidades identificadas.....	90
Tabla 11. Productos existentes en el mercado	93
Tabla 12. Comparativo de lo existente con los criterios de evaluación	96
Tabla 13. Primera etapa del proceso de selección de alternativas, bocetación y preselección	98
Tabla 14. Segunda etapa modelado y selección según requerimientos de diseño.....	100
Tabla 15. Alternativas sistema de elevación de carga.....	103
Tabla 16. Alternativas sistema de rotación. Plataforma de elevación.....	103
Tabla 17. Alternativas sistema de soporte para canastillas con alimento	105
Tabla 18. Listado de materiales.....	112

Tabla 19. Listado de empresas con capacidad de manufactura en Bucaramanga	114
Tabla 20. Listado de empresas con capacidad de manufactura en Colombia	114
Tabla 21. Cotizaciones respondidas, costos tiempos de producción.....	115
Tabla 22. Código postural utilizando el modelo físico y usuario.....	118
Tabla 23. Código postural OWAS: levantamiento de carga o descargue	120
Tabla 24. Código postural OWAS: cargue canastilla.....	121
Tabla 25. Código postural OWAS: transporte de dispositivo para cuartos fríos o para zona de preparación	121
Tabla 26. Código postural OWAS: Acomodando canastillas para almacenaje en estante	122
Tabla 27. Código postural OWAS: Acomodando canastillas para almacenaje 1er y último nivel en orden descendente.....	123
Tabla 28. Código postural OWAS: Acomodando canastillas para almacenaje	124
Tabla 29. Código postural OWAS: transporte de dispositivo para cuartos fríos o para zona de preparación	124
Tabla 30. Código postural OWAS: Acomodando canastillas para almacenaje 1er y último nivel en orden descendente.....	125
Tabla 31. Cuadro de código posturales del modelo actual vs diseño propuesto para comparativa de riesgo	126
Tabla 32. Propiedades mecánicas perfil cuadrado.....	138
Tabla 33. Propiedades mecánicas acero inoxidable 304	138
Tabla 34. Propiedades mecánicas de tornillo	140
Tabla 35. Estudio de tensión estructura y brazos de soporte.....	142
Tabla 36. Estudio desplazamiento brazo soporte	143

Tabla 37. Deformación de forma brazo soporte	144
Tabla 38. Estudio tensión plataforma elevación	145
Tabla 39. Estudio desplazamiento plataforma elevación	145
Tabla 40. Deformación forma	146

Lista de anexos

	Pag.
Anexo 1. Diagrama de procesos Comedores UIS	152
Anexo 2. Consolidado de lesiones encontradas por parte de los trabajadores de cocina UIS	153
Anexo 3. Preguntas entrevista bienestar universitario con trabajadores	155
Anexo 4. Especificaciones finales y ficha técnica.....	156
Anexo 5. Planos finales dispositivo propuesto.....	161

Glosario

Contaminación cruzada: Es el proceso en el cual los alimentos entran en contacto con otros que están cocinados o no y terminan contaminándose como resultado del intercambio de sustancias ajenas. Puede darse de manera directa, cuando los alimentos entran en contacto y se contaminan entre sí, e indirecta, cuando los utensilios contaminados entran en contacto con alimentos.

Alimento perecedero: Son los que comienzan su descomposición de modo sencillo y muy rápido y este deterioro se da normalmente por factores de humedad, temperatura y presión.

Cuartos fríos: Es aquel lugar determinado para la manipulación de productos frescos y productos no elaborados. Cuentan con un sistema de refrigeración adecuado para mantener la temperatura en un área considerable de almacenamiento de alimento.

Carros de servicio: son un tipo de mueble multiuso de varios paneles, estantes y cajones y facilitan el transporte de alimentos u otros utensilios en diferentes espacios, por lo que son la herramienta ideal para brindar un servicio de la mejor calidad y eficiencia para clientes de restaurantes, cafeterías, hoteles, etc.

Riesgo postural: Son aquellos riesgos que se originan cuando el trabajador interactúa con su puesto de trabajo y cuando las actividades laborales presentan movimientos, posturas o acciones que pueden repercutir en daños de salud.

Trastorno Musculoesquelético: Estos trastornos abarcan más de 150 diagnósticos del sistema locomotor. Es decir, afectan a músculos, huesos, articulaciones y tejidos asociados como tendones y ligamentos. Pueden desde traumatismos repentinos y de corta duración, como fracturas, esguinces y distensiones o enfermedades crónicas que causan dolor e incapacidad permanentes. Los síntomas pueden incluir dolor, rigidez, hinchazón, adormecimiento y cosquilleo.

Penosidad: Aquellos trabajos que supongan la concurrencia de varios factores de riesgo, aun cuando ninguno de ellos, individualmente considerado, supere su límite admisible. Ejemplo: Riesgo por exposición a calor, frío, ruido y carga excesiva física o mental.

OWAS - Ovako Working Posture Analysis System: Es un método que se basa en una clasificación sencilla y sistemática de las posturas de trabajo, combinado con observaciones sobre actividades o tareas y este método se usa para evaluar el riesgo postural en función de la frecuencia y gravedad.

CAD - Computer aided design: Más conocido como un software CAD y se utiliza para aumentar la productividad del diseñador mejorando la calidad del diseño, y ayuda a crear una base de datos para la fabricación.

CAE - Computer aided engineering: Es la disciplina que se encarga del conjunto de programas informáticos que permiten analizar y simular los diseños de ingeniería realizados con el ordenador, su finalidad es optimizar el desarrollo y consecuentes costos de fabricación, y reducir al máximo las pruebas para la obtención del producto deseado.

Tecnomatix Jack: Es un software que ofrece una serie de herramientas de simulación y modelado humano que tiene el fin de mejorar la seguridad, la eficacia y la comodidad de su entorno de trabajo. El software permite probar los aspectos operativos y de diseño de una gran variedad de factores humanos, incluidos el riesgo de lesiones, plazos, comodidad del usuario, accesibilidad, campo visual, gasto energético, límites de fatiga y otros parámetros relevantes.

Resumen

Título: Propuesta de diseño para prevenir el riesgo de lesiones físicas en operarios de cocina de bienestar universitario UIS que manipulan cargas de alimentos en la cadena de producción.

Autores: Ingrid Tatiana Maldonado rey, Laura Esperanza Ochoa delgado

Palabras clave: manipulación de alimentos, traslado de canastillas, cuarto frio, lesiones, riesgos laborales, bienestar universitario.

Descripción:

El presente proyecto se basó en el diseño orientado a la prevención de lesiones en operarios de la cocina de bienestar universitario UIS que manipulan cargas con alimentos en la cadena de producción, en la cual intervienen varios factores, un factor importante es la existencia de herramientas no adecuadas para la ayuda del transporte de las canastas las cuales por su configuración y forma de uso generan malas posturas en el usuario. Cabe resaltar que el cuarto frio es relativamente nuevo por lo que no cuenta aún con estantes ni un sistema de organización adecuado para la manipulación de alimentos ni para el entorno en donde están ubicados.

De acuerdo al panorama expuesto, este proyecto propone el diseño de una propuesta que considere un mecanismo para facilitar el transporte de alimentos desde el momento de entrega del producto, pasando por la cadena de frio y la distribución para la preparación en

cocina, permitiendo manipular los alimentos de manera que cumpla con las normas de manipulación.

En el caso particular de este proyecto, siendo planteado por y para la universidad, éste debe pasar por el análisis de viabilidad financiera una vez se presente el desarrollo completo del dispositivo hasta los planos y costo, para finalmente contemplar la posible asignación de recursos y aprobación de Bienestar Universitario para su implementación, construcción del dispositivo.

Summary

Title: design proposal to prevent the risk of physical injury in UIS university welfare kitchen operators manipulating food loads in the production chain.

Authors: Ingrid Tatiana Maldonado Rey, Laura Esperanza Ochoa Delgado

Key words: food handling, transfer of baskets, four cold, injuries, labor risks, university welfare.

Description:

This project was based on the design aimed at preventing injuries in UIS university welfare kitchen workers who handle loads with food in the production chain, in which several factors intervene, an important factor is the existence of non-existent tools. Suitable for the help of the transport of the baskets which due to their configuration and way of use generate bad postures in the user. It should be noted that the cold room is relatively new, so it does not yet have shelves or an adequate organization system for handling food or for the environment where they are located.

According to the outlook, this project proposes the design of a proposal that considers a mechanism to facilitate the transport of food from the moment of delivery of the product, through the cold chain and distribution for preparation in the kitchen, allowing to manipulate the food in a way that complies with handling regulations.

In the particular case of this project, being proposed by and for the university, it must go through the financial feasibility analysis once the complete development of the device has been presented up to the plans and cost, to finally contemplate the possible allocation of resources and approval of University welfare for its implementation, construction of the device.

Introducción

El trabajo de grado se desarrolló en colaboración con Bienestar Universitario UIS, quienes fueron los que manifestaron la problemática dentro de la cocina de comedores.

En el desarrollo del proyecto se utilizó información recabada de la dependencia de división de bienestar universitario UIS que tiene registradas las lesiones relacionadas que se han presentado, en los trabajadores con lesiones relacionadas a la actividad de transporte de alimentos, teniendo en cuenta la carga, el tipo de carga y las posturas que se adoptan y de esta manera se configuro un dispositivo que permite disminuir este riesgo de lesión limitando la manipulación de la carga debido a la utilización de sistemas mecánicos.

Para el desarrollo de este proyecto se aplicó la metodología de Design thinking, enfocado en analizar el contexto e identificar los factores de riesgo a los que están expuestos los trabajadores durante su actividad laboral.

Los dispositivos de carga se encuentran en diversas industrias donde permiten al trabajador tener una mejor calidad de vida y un desempeño de manera más segura y eficiente. La industria alimenticia en general tiene normativas precisas y exigentes en cuanto a manipulación de alimentos, sin embargo, no está estipulado que deban usar elementos de ayuda para la carga en cuartos fríos(Refrigeracion, 2020)(Refrigeración, 2020) y cocina industriales medianas, pero si se puede encontrar estos dispositivos en cocinas más grandes.

Para el desarrollo del proyecto se tiene en cuenta una propuesta del departamento de Bienestar Universitario, donde se ha expreso la necesidad de desarrollar una ayuda practica en la búsqueda de mejorar la calidad de vida de los trabajadores de la cocina y así mismo

procurar mejorar el desempeño dentro de los parámetros y requerimientos exigidos por la normativa, haciendo del proceso interno de la cocina de comedores un sistema de calidad. (NTC 5693-1, 2009)

Así mismo, se hizo énfasis en las necesidades expresadas por parte del personal quienes expresaron molestias físicas y estrés laboral debido a factores como la carga, la cantidad, la manipulación de las cargas y de igual forma, se detectan incomodidades con los implementos usados en las actividades de traslado de alimentos, el cargue, descargue y orden de contenedores en la zona de la cocina y cuartos fríos. En relación con lo anterior, existe un consolidado de datos donde se encuentran la cantidad de lesiones e incapacidades del personal de la cocina en la división de recursos humanos. Estos datos evidencian la problemática presente en la cocina y en específico en las zonas a intervenir, considerando esta situación como nociva, afectando directamente el desempeño y buenas prácticas en la cocina.

Dentro de las políticas de la universidad se encuentra el mejoramiento del servicio de las actividades de Bienestar Universitario; en esa misma línea, esta dependencia en coherencia ha planteado el mejoramiento del servicio. Para tal fin, se convoca a la escuela de Diseño Industrial para hacer parte del desarrollo de elementos o sistemas que permitan cumplir con las metas planteadas. En esa dirección, este proyecto de grado propone un acercamiento de mejora a las necesidades expuestas, llegando a un compromiso en el que la escuela presenta una solución y bienestar universitario implementa dicha solución. A nivel académico se realizó un proceso ordenado y sistemático que permitió en cada resultado llegar al modelo final y su aporte a la prevención de lesiones en los trabajadores de cocina UIS.

1. Planteamiento del problema

A nivel nacional y con el crecimiento de la población estudiantil en universidades e instituciones de educación superior durante los últimos años y el aumento de las necesidades de orden social y económico que los estudiantes presentan, los diferentes gobiernos identificaron la necesidad de crear un programa en todo el país que brinde apoyo a esta población, mediante la implementación de servicios de salud, alimentaria y servicios complementarios e integrales para el buen desarrollo personal del estudiantado.

Este programa conocido como Bienestar Universitario se encuentra regido por el Ministerio de Educación Nacional (Colombia), y cuenta con lineamientos a seguir; sin embargo, cada centro educativo tiene la independencia de implementar los servicios que considere necesarios para la institución, bajo el cumplimiento con los marcos básicos previstos por el MEN.

Siguiendo la reglamentación nacional, la Universidad Industrial de Santander al ser una institución de educación superior pública creó el servicio de Bienestar Universitario en el año de 1968, iniciando con “servicios de comedores Universitarios-cafetería” junto con los “servicios médico-asistenciales” que se prestaban por medio de prácticas realizadas por los estudiantes de las carreras: Fisioterapia, Nutrición y dietética, junto con Trabajo Social. Con el pasar de los años se han aumentado la cantidad de servicios que se prestan en función del bienestar integral del estudiantado UIS, entre ellos se distingue el servicio de comedores, al atender gran cantidad de estudiantes que se encuentran en situación de vulnerabilidad por capacidades económicas y no cuentan con las capacidades para pagar su alimentación diaria.

En la actualidad, el servicio de comedores se encuentra dirigido a estudiantes de escasos recursos o que se encuentren vinculados a un grupo representativo universitario, cumpliendo con los requisitos de matrícula mínima o estar considerados en la necesidad para gozar de este beneficio. Alrededor de 1500 estudiantes son beneficiados con este servicio según las necesidades que se demuestren, variando la cantidad de comidas que cada persona puede ser beneficiara y los cupos que son establecidos mediante el proceso de selección que desarrolla el departamento de bienestar universitario.

El servicio de comedores universitarios, aunque es subsidiado por parte de la universidad, los estudiantes deben realizar un pago mínimo semestral por cada comida que serán beneficiarios; en el caso del desayuno \$481,49 COP, en el almuerzo \$1.475,46 COP y en la cena \$1.346,38, siendo este un valor reducido y que representa una oportunidad de alimentarse correctamente a estudiantes de bajos recursos, por ello el departamento de Bienestar Universitario es muy cuidadoso con todos los procesos que se realizan de manera interna o externa, enfocándose en brindar un servicio de alta calidad por parte de sus colaboradores y el disfrute de la comunidad universitaria.

Aunque la Universidad Industrial de Santander (UIS) ha ido mejorando el servicio de comedores con el tiempo y la ampliación de las instalaciones para prestar este servicio a mayor cantidad de personas, con el crecimiento de la demanda por parte de la comunidad universitaria se han ido creando nuevas necesidades, especialmente en los procesos relacionados con la preparación de alimentos, donde intervienen los colaboradores y quienes son encargados de transportar, almacenar y cocinar los alimentos para posteriormente brindar las comidas necesarias para los estudiantes inscritos en este programa.

En el análisis de las actividades realizadas por parte del personal vinculado al servicio de comedores, se identificaron cuatro etapas que se realizan previas al consumo de los alimentos, estas son: descargue, transporte, almacenamiento y cocción, donde se observa situaciones de riesgo a las que están expuestos los colaboradores que realizan las diversas actividades para lograr brindar el servicio de alimentación a la comunidad universitaria. En el análisis de la actividad, el transporte es catalogado como uno de los procesos donde el personal de bienestar universitario se ven expuestos a riesgos de lesión musculoesqueléticas en diferentes regiones corporales, siendo este un proceso crítico por la cantidad de alimentos que deben transportar y la frecuencia con la que se realiza el proceso de llevar los alimentos desde el lugar de descargo hasta la cocina de bienestar universitario.

La división de bienestar universitario en función de mejorar cada vez más el servicio de manera constante convoca como actor clave en solución de puestos de trabajo a la escuela de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander y por ello plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Podría la configuración de un dispositivo de transporte acorde a las necesidades propias del departamento de Bienestar Universitario, reducir el nivel de penosidad y riesgo postural al que se encuentran expuestos los colaboradores?

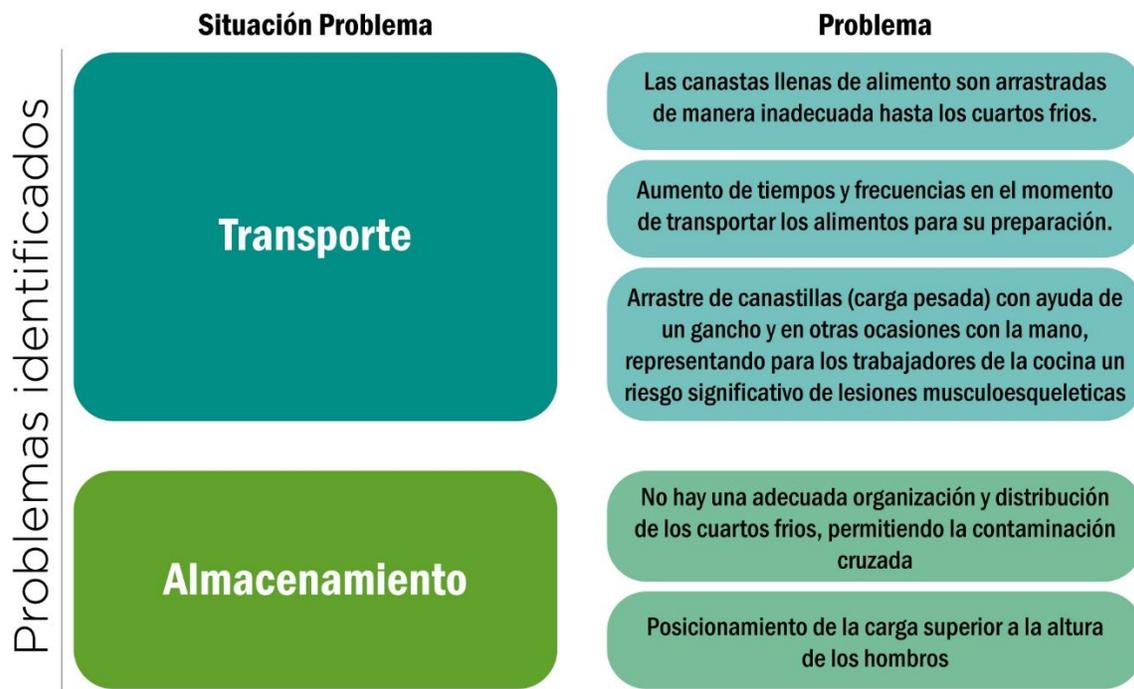


Figura 1. Cuadro resumen de los problemas identificados para el planteamiento del problema específico

2. Justificación

En el ámbito de la preparación de alimentos, se conoce que se debe cumplir con normas exigentes y unos métodos de asepsia, manipulación y organización para evitar la contaminación cruzada y el deterioro de los alimentos (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2005), además de que en cocinas con una producción mayor, es decir, porciones para 450 o 500 personas por servicio, se necesita transportar cantidades de comida superior a lo que se acostumbra en una cocina de restaurante u hogar. Tratándose de alimento, es indispensable tener en cuenta no solo normatividad de ergonomía para transporte de carga sino normativa de transporte de alimentos como requisito en el diseño para este sector. (NTC 5693-1, 2009)

En Colombia existen empresas que se dedican a prestar el servicio de almacenamiento en frío, donde usan con montacargas, estibas y personal calificado para realizar los movimientos de los productos almacenados. Por otro lado, los restaurantes usan carros de servicio que les ayudan a transportar la comida o utensilios necesarios; es decir, que cada establecimiento busca un elemento que permita transportar carga para hacer de la labor una tarea más digna y segura para el trabajador, adaptándolo a sus necesidades específicas en el ámbito que lo requieren.

En respuesta a las necesidades específicas de la cocina de bienestar universitario UIS, se realizó la propuesta de diseño de un dispositivo que se adapta a los espacios que comprenden

la zona de cuartos fríos y preparación, igualmente, el tipo de carga, la cantidad de carga, el transporte y almacenamiento.

La propuesta está dirigida a incidir de manera positiva en cuanto a la mejora en los puestos de trabajo asociados a la actividad mencionada, ya que están haciendo uso de un sistema de carga que no ha podido prevenir lesiones y no ha hecho su labor más sencilla. El desarrollo del proyecto se hará mediante la implementación de la metodología de Design thinking, la cual puede aplicarse prácticamente en cualquier sector, con o sin fines de lucro, público o privado, digital o analógico, y en general para este proyecto nos sirve para “Diseñar y desarrollar productos o servicios” (Brown, 2009).

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Prevenir el riesgo de lesiones en los operarios del área de cocina de comedores UIS, mediante la propuesta de diseño que facilite la manipulación de los contenedores de alimentos permitiendo el acceso a cuartos fríos y preparación de alimentos.

3.2 Objetivos específicos

- ✓ Identificar las variables que afectan al operario durante la manipulación de carga en el servicio de comedores de Bienestar Universitario UIS, mediante observación directa y entrevistas con los encargados de la actividad.
- ✓ Diseñar un dispositivo que permita el análisis de los efectos biomecánicos de carga y descarga de alimentos, en los operarios que cumplen la labor del transporte de estos en la cocina de Bienestar universitario UIS, orientado a la prevención de lesiones musculoesqueléticas.
- ✓ Comparar el nivel de penosidad sufrido por el operario con respecto a los resultados obtenidos del estudio ergonómico de la actividad laboral actual contra el modelo propuesto utilizando un modelo físico y software de simulación especializado.

4. Alcance

Este proyecto de grado llega hasta la presentación de una propuesta de construcción de un dispositivo enfocado en mejorar el proceso de cargue, descargue y transporte de las canastillas con alimento en la zona de cuartos fríos y preparación. Para esta construcción se presentará el modelo en imagen virtual, los planos detallados, el estudio mecánico y ergonómico, finalmente, se presentará un modelo a tamaño real con materiales no reales a los propuestos, con el fin de mostrar las dimensiones y posturas.

En el proceso de diseño se tendrá en cuenta los materiales adecuados según el contexto del problema, la manufactura regional y la fase de verificación se hará mediante software de simulación especializado y el modelo físico.

5. Marco teórico

Para el desarrollo de esta parte del proyecto se tendrán en cuenta tres ejes temáticos claves: ser humano, carga y almacenamiento.

5.1 Ser humano

5.1.1 Antropometria

Es la ciencia que se encarga del dimensionamiento del cuerpo humano (Barette, Decourcelle, & Triadou, 2007).

Es la disciplina que describe las diferencias cuantitativas de las medidas del cuerpo humano y estudia las dimensiones considerando como referencia las estructuras anatómicas, describe las características físicas de una persona o grupo de personas.(Boussena & Davies, 1987). La antropometría clasifica las dimensiones del cuerpo en dos tipos, puede ser estática o dinámica, la primera es el estudio de las medidas estructurales del cuerpo humano en diferentes posiciones sin movimiento y segunda corresponde al estudio de las posiciones resultantes del movimiento (Maradei García & Espinel Correal, 2009).

5.1.2 Posturas

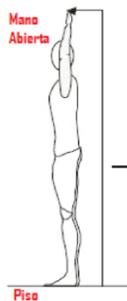
Para realizar una medición precisa y confiable de las diferentes partes del cuerpo, se requiere que se encuentre en determinadas posturas como puede ser de pie o sedante, para nuestro estudio profundizaremos solo en la postura de pie. (Maradei García & Espinel Correal, 2009)

Postura de pie: Los talones deben estar unidos y el cuerpo perpendicular al suelo, recostando los glúteos y la espalda a un plano imaginario perpendicular al suelo; los brazos descansando verticalmente a ambos lados del cuerpo con las manos extendidas, con los hombros relajados, sin hundir el pecho y la cabeza de tal forma que pase tangencialmente un plano imaginario por el borde superior del conducto auditivo externo y por el pliegue del parpado inferior del ojo. Se modificará la posición de los brazos según sea necesario para hacer las mediciones que así lo requieran (Industrial, 2011)



- **Estatura:** Se registra en milímetros. Es la altura máxima desde la cabeza hasta el suelo. Se mide haciendo coincidir la línea media sagital con el instrumento, colocando el extremo fijo en el suelo y la parte móvil en la parte superior de la cabeza.

Figura 2. Estatura



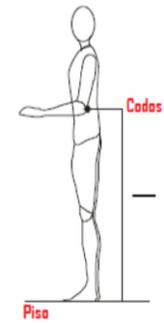
- **Alcance vertical:** Es la distancia vertical desde el extremo de los dedos hasta el suelo, en posición de pie extendiendo los brazos hacia arriba y paralelos al plano frontal.

Figura 3. Alcance vertical



- **Altura de hombros:** Se registra en milímetros. Es la distancia vertical medida desde el suelo hasta el punto equidistante del cuello y el acromion.

Figura 4. Altura de hombros



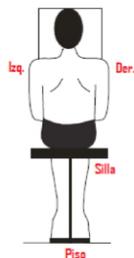
- **Altura de codos:** Se registra en milímetros. Es la distancia vertical medida desde el suelo hasta la depresión del codo cuando el sujeto tiene el brazo paralelo a la línea media del tronco y el antebrazo formando un ángulo de 90°

Figura 5. Altura de codos



- **Alcance máximo de agarre:** Es la distancia horizontal medida desde el plano vertical que pasa por el occipital, las escápulas y los glúteos hasta el eje vertical que se produce en la mano con el puño cerrado, cuando el individuo tiene su brazo extendido. El brazo extendido debe hacer ángulo de 90° con el tronco, en el sentido horizontal.

Figura 6. Alcance máximo de agarre



- **Anchura de hombros:** Es la distancia horizontal máxima que separa a los hombros. Se sitúa el antropómetro por detrás del individuo colocando las ramas en los extremos del acromion

Figura 7. Anchura de hombros

Percentiles antropométricos

Se define como percentil, en su aceptación antropométrica, el valor del recorrido de una variable, bajo el cual se encuentra una proporción determinada de la población. (Industrial, 2011). Para calcular el valor de una medida en un percentil determinado, se requiere conocer la desviación estándar y la media de la población, y aplicar la siguiente fórmula:

$$P_k = X + Z\alpha * \sigma$$

P Será la medida del percentil en centímetros, o sea el intervalo dónde se incluye el porcentaje de la población o muestra.

X Media o promedio de los datos.

σ Desviación estándar de los datos.

Z α Grado de confiabilidad

Los percentiles son necesarios cuando para definir cuales son las dimensiones que se requieren de acuerdo al grupo de población para el cual se enfoca el diseño. (Barette et al., 2007)

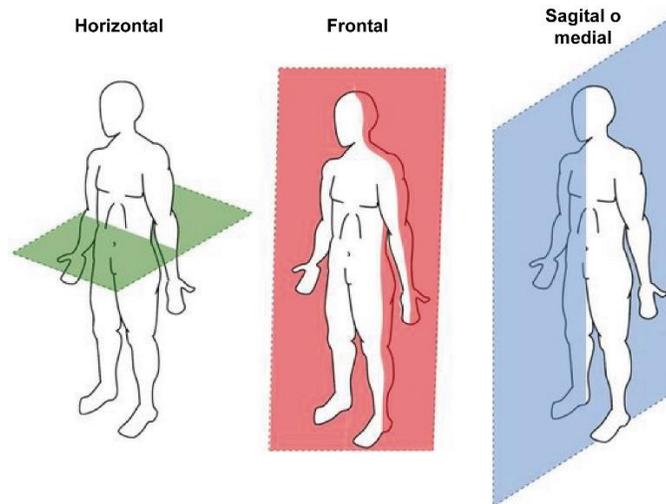
k		Zα		k		Zα	
1 y 99	2.326	11 y 89	1.23				
2 y 98	2.05	12 y 88	1.18				
3 y 97	1.88	13 y 87	1.13				
4 y 96	1.75	14 y 86	1.08				
5 y 95	1.645	15 y 85	1.036				
6 y 94	1.55	16 y 84	0.99				
7 y 93	1.48	17 y 83	0.95				
8 y 92	1.41	18 y 82	0.92				
9 y 91	1.34	19 y 81	0.88				
10 y 90	1.282	20 y 80	0.842				

k		Zα		k		Zα	
21 y 79	0.81	31 y 69	0.50	41 y 59	0.23		
22 y 78	0.77	32 y 68	0.47	42 y 58	0.20		
23 y 77	0.74	33 y 67	0.44	43 y 57	0.18		
24 y 76	0.71	34 y 66	0.41	44 y 56	0.15		
25 y 75	0.674	35 y 65	0.39	45 y 55	0.13		
26 y 74	0.64	36 y 64	0.36	46 y 54	0.10		
27 y 73	0.61	37 y 63	0.33	47 y 53	0.08		
28 y 72	0.58	38 y 62	0.31	48 y 52	0.05		
29 y 71	0.55	39 y 61	0.28	49 y 51	0.03		
30 y 70	0.524	40 y 60	0.25	50	0		

Figura 8. Coeficiente Za para calcular cada percentil.

5.1.3 Movimientos

Los terminos de movimientos corporales se describen a partir de los planos de referencia sagital o medial, frontal y horizontal. Los movimientos de los miembros del cuerpo estan basados en terminos del movimiento de los músculos y de la dirección de los movimientos respecto al cuerpo. (Maradei García & Espinel Correal, 2009)



Link: <https://biomecnica111996258.wordpress.com/>

Figura 9. Planos anatómicos humanos

Los movimientos principales son:

- **Flexión:** Movimiento que disminuye el ángulo formado por el eje de dos huesos
- **Extensión:** Movimiento que aumenta el ángulo formado por el eje de los huesos
- **Abducción:** Movimiento en el cual el eje del hueso se aleja de la línea media.
- **Aducción:** Movimiento en el cual el eje del hueso se acerca a la línea media.
- **Rotación:** Movimiento en el cual el hueso gira alrededor de su eje central.
- **Rotación media:** Rotar dirigiéndose hacia la línea media del cuerpo.
- **Rotación lateral:** Rotar alejándose de la línea media del cuerpo.
- **Pronación:** Movimiento de rotación que lleva la superficie ventral de la extremidad hacia dorsal.
- **Supinación:** Movimiento de rotación que lleva la superficie ventral de la extremidad superior es llevada hacia delante, al llevar la mano hasta la posición anatómica.

- **Eversión:** Movimiento en el cual la planta del pie se inclina hacia afuera (lateral).
- **Inversión:** La planta del pie se inclina hacia adentro (medial)



Link: <https://morfofisiologiaut.wordpress.com/2014/06/06/terminos-de-movimiento/>

Figura 10. Algunos movimientos corporales

5.1.4 Método OWAS

El método OWAS permite identificar y analizar la postura de trabajo para garantizar la seguridad y la comodidad en el trabajo (Maradei García & Espinel Correal, 2009). OWAS es un método sencillo para verificar el nivel de seguridad relacionado con la postura de trabajo, y para evaluar el nivel de riesgo que conduce a la adopción de medidas correctivas (Karhu et al., 1985)

OWAS es un método observacional, es decir, parte de la observación de las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de la tarea a intervalos regulares. (Wahyudi et al., 2015).

Aplicación del método

Los pasos a seguir para la correcta aplicación del método OWAS son:

1. Identificar las diferentes tareas realizadas en el puesto de trabajo.
2. Grabar en video o toma de fotografías al trabajador durante la realización de la tarea a analizar.
3. Analizar el video o las fotografías obtenidas por medio de cuatro dígitos que representan cada postura: espalda, brazos, piernas y esfuerzo requerido.

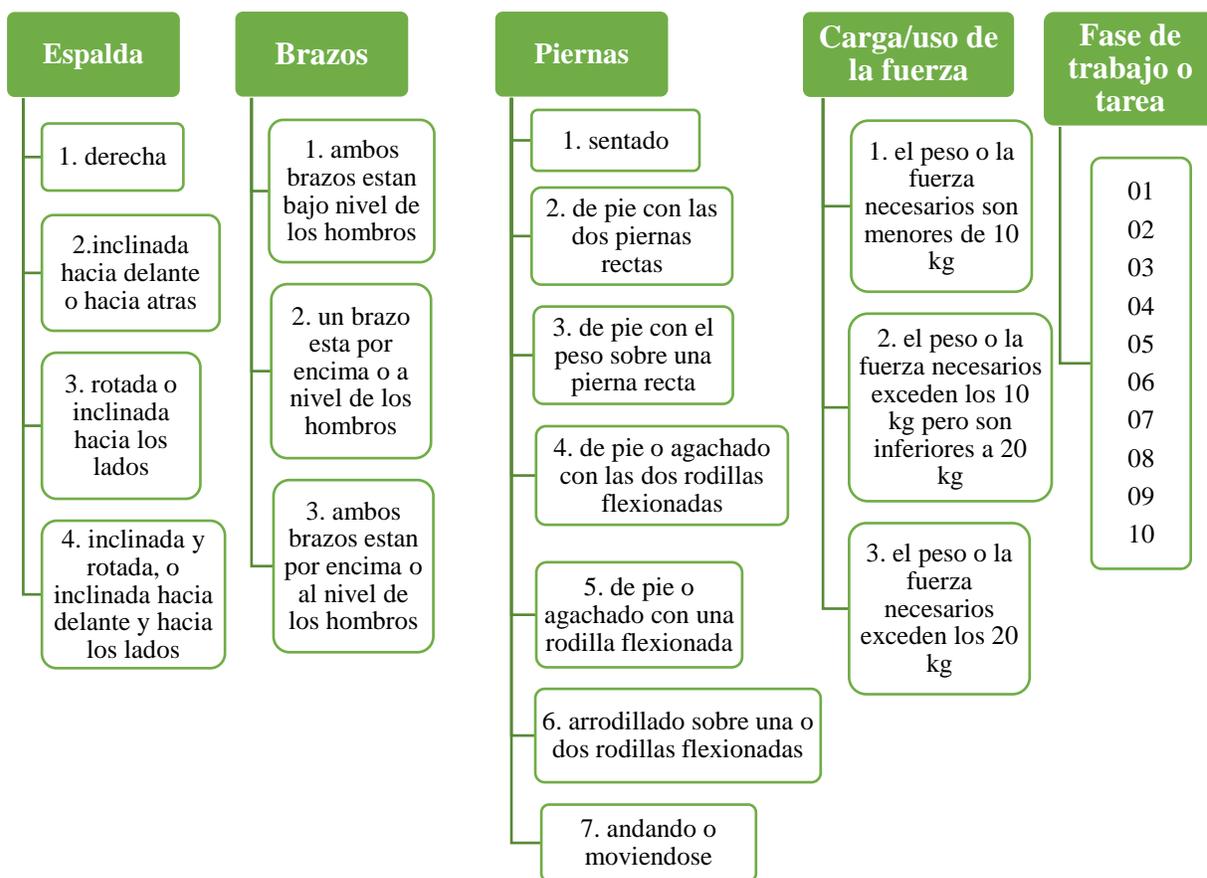


Figura 11. Presentación de datos según OWAS

4. Calcular la categoría de acción para cada postura de trabajo y determinar los riesgos posturales.

Tabla 1. Categorías de riesgo y acción correctiva según OWAS

Categoría	Descripción de la categoría	Acción
1	Postura natural y normal sin efectos dañinos para el sistema musculoesquelético.	No requiere acción.
2	Postura con posibilidad de causar daño al sistema musculoesquelético.	Se requieren acciones cercanas en el futuro cercano.
3	Postura con efectos dañinos sobre el sistema musculoesquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
4	La carga causada por estas posturas tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema musculoesquelético.	Se requieren tomar acciones correctivas inmediatamente.

		Piernas			Carga			Espalda			Brazos		
		1 2 3			1 2 3			1 2 3			1 2 3		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	3	3
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	2	3	3
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4

Figura 12. Obtención de la categoría de acción. OWAS

5. Finalmente, la presentación e interpretación de resultados.

5.1.5 Diseño centrado en el usuario

El diseño centrado en el usuario se basa en considerar a los usuarios y sus necesidades durante todo el proceso de diseño (Maradei García & Espinel Correal, 2009). La filosofía principal del diseño centrado en el usuario es que las necesidades, capacidades y deseos del usuario final impulsan el diseño en cada etapa del proceso. Los requisitos se crean, evalúan y consideran desde el principio del ciclo de vida del producto. La información reunida en las primeras etapas se utiliza para definir las características del producto y la experiencia del usuario final. A medida que avanza el diseño del producto, se utilizan las pruebas y las aportaciones de los usuarios para perfeccionar las características. (L. N. Lior, 2013)



Figura 13. Etapas del proceso de Diseño centrado en el usuario.

- **Comprender y especificar el contexto de la situación problema:**

Busca comprender la situación problema, sus objetivos, sus tareas y su puesto de trabajo. Se debe identificar el perfil del usuario y seleccionar los participantes, así analizar las tareas del

usuario permitiendo comprender las tareas críticas y las más frecuentes, su importancia, su duración y su respectivo nivel de dificultad. (Maradei García & Espinel Correal, 2009).

- **Comprender y especificar las necesidades de los usuarios:**

La identificación de objetivos y las tareas de los usuarios es la base que permite especificar las necesidades y requisitos del diseño. (Maradei García & Espinel Correal, 2009)

Los objetivos son determinados cualitativamente o cuantitativamente siguiendo los siguientes criterios: número de errores, tiempo de ejecución de tareas, número de lesiones o incidentes ocurridos desempeñando la tarea y satisfacción de los usuarios. (Brunner et al., 2017)

- **Producir Soluciones:**

Materializar los datos adquiridos en las etapas anteriores en soluciones, configurar el diseño en función de las retroalimentaciones del usuario. (Maradei García & Espinel Correal, 2009)

La selección inicial se basa teniendo en cuenta el análisis ergonómico y en segundo lugar se evalúan las opciones con los usuarios para definir la más adecuada. Se pueden crear maquetas o prototipos que permitan simular la utilización en función de los requerimientos. (Maradei García & Espinel Correal, 2009)

- **Evaluar las soluciones con los requerimientos de diseño:**

El objetivo de toda evaluación es dar soluciones a las necesidades y requerimientos durante el proceso de diseño. Existen diferentes maneras de evaluar las alternativas, el fin es satisfacer los objetivos del usuario y las organizaciones. (Maradei García & Espinel Correal, 2009)

5.1.6 Software Tecnomatix Jack Siemens

Mediante este software se comparó los resultados del estudio ergonómico y el nivel de penosidad sufrido por los operarios, utilizando el modelo actual contra la propuesta de diseño planteada en el proyecto.

El software de simulación humana Jack Siemens permite hacer estudios ergonómicos y de antropometría de un modelo humano logrando mejorar la seguridad, eficiencia y comodidad de su entorno de trabajo utilizando modelos humanos digitales. Se puede analizar entornos de trabajo con personas virtuales que pueden escalar para que coincidan con diferentes características de la población. Se analiza el riesgo de lesiones, la comodidad del usuario, la accesibilidad, el gasto de energía y los tiempos promedios ejecutando la tarea analizada.



Link: <https://www.plm.automation.siemens.com/global/es/products/tecnomatix/human-modeling-simulation.html>

Figura 14. Simulación de modelo humano digital, realizando una tarea en una planta industrial.

5.2 Carga

Uno de los temas relevantes para la actividad es la carga vista como el peso a transportarse por un usuario determinado, por ello en los temarios consignados en el marco teórico a este se le da suma relevancia, especialmente a las variables que intervienen en agregar o disminuir el peso con el que el usuario interviene. Las cargas y los temas relacionados en este apartado permiten evidenciar variables que influenciaron el diseño, especialmente en la configuración del dispositivo de transporte y como se afectaría por elementos externos.

A continuación, se consignaron temas como: Carga, afectación postural, Biomecánica y anatomía funcional, y materiales, cada uno de estos ejes temáticos enriquecieron el proceso de conocimiento de la actividad y permitieron la identificación de requerimientos de manera asertiva, basándose en la literatura y los recursos bibliográficos, esto permitió generar un diseño acorde a las necesidades y una valoración asertiva del producto.

Definición de carga

En una búsqueda exploratoria la carga se encuentra relacionada con diversas áreas del conocimiento por ello se necesitó inicialmente de la delimitación de carga relacionada a peso y enfocándose especialmente a la implementación de esta en actividades laborales, donde se encontraron diversos estudios que consignaban en ellos, desde los conceptos básicos hasta recomendaciones para situaciones laborales donde se requiera realizar el transporte de cargas. En la industria, la carga se define como un peso determinado que se requiere transportar sea por maquinaria o por trabajadores que ejecutan la actividad, requiriendo de un medio para

completar el proceso, dependiendo de la actividad laboral las cargas pueden variar, por ello es necesario la valoración de los riesgos que son sufridos por este proceso (Cohen Padilla, Carrillo Landazabal, & Bedoya Marrugo, 2020).

A nivel internacional, múltiples investigaciones se han llevado a cabo en diversas labores acerca del transporte de cargas y las afectaciones sobre las personas y su sistema musculoesquelético, identificando diversas variables como la cantidad de peso que se sostiene (Saavedra-Robinson, Mendoza F, & Pacheco-Romero, 2019), la cantidad de tiempo donde se ejecuta la actividad y la postura con la que se ejecuta, siendo estas variables consideradas como determinantes en la configuración o modificación de una situación laboral, buscando mejorar el contexto en el que se trabaja y reducir enfermedades laborales que puede llegar a presentar el empleado ((Sepruma), 2016).

A nivel internacional, la organización mundial del trabajo afirma que alrededor del 27% de las ausencias laborales justificadas medicamente en Estados Unidos, son relacionadas con trastornos musculoesqueléticos causados por cargas transportadas en sus trabajos, repercutiendo en altas sumas pagadas por incapacidades y ausentismo laboral (Saavedra-Robinson et al., 2019). En Colombia el panorama no es diferente, en el país se han desarrollado estudios enfocados en identificar causa y consecuencias del ausentismo laboral, especialmente enfocado en las relacionadas con la situación laboral y se identificó que cambiando variables de manera controlada por estudios ergonómicos, la situación relacionada mejora considerablemente y los operarios pueden realizar su trabajo con una menor exposición a riesgos propios de la actividad (Sanchez, 2015).

A nivel nacional, cuando una empresa realiza la contratación de sus empleados en el plan de salud al que se afilia es complementado por una ARL (Administradoras de Riesgos

Laborales) quienes son encargadas de dar solución en caso de que un trabajador llegase a presentar inconvenientes con su salud o alguna enfermedad laboral, por ello estas empresas realizan diferentes campañas de concientización como capacitaciones y actividades de apoyo a la empresa, buscando reducir problemas causados por malas prácticas laborales de la empresa o el trabajador (Ministerio de Salud Y protección, 2019) .

En la búsqueda de proteger el trabajador, cada empresa implementa estrategias de manera constante enfocándose en mejorar las condiciones laborales, por ello en Bienestar Universitario UIS al identificar una dificultad que poseen los trabajadores del área al transportar grandes pesos en alimentos, solicito apoyo para brindar una solución pertinente a la situación problemática con la que cuenta este departamento.

Cargas y la afectación postural

Una de las variables que se identificó como críticas en las actividades laborales, es la postura y combinada con carga puede ser contraproducente en la salud del operario (Saavedra-Robinson et al., 2019), pues estas dos variables llegan a generar en el trabajador daños en el sistema musculo-esquelético, principalmente en la zona de la espalda sobrecargando la columna y las articulaciones, que a largo plazo generan enfermedades laborales disminuyendo así la calidad de vida del trabajador (Vargas & Lozada de Díaz, 2018).

Las posiciones tomadas por los operarios en cada actividad son determinantes respecto a la posibilidad de sufrir una lesión y cuál sería la gravedad de la misma, esto se relaciona directamente con los procesos fisiológicos del cuerpo al ejecutar una actividad y el riesgo biomecánico al desarrollar un movimiento peligroso por parte del operario ((Sepruma),

2016). En el desarrollo de una actividad laboral, las variables no solamente se relacionan con los movimientos o posiciones que el operario toma, la carga aumenta la posibilidad de una lesión, pues el trabajador no solamente se encuentra realizando el sobreesfuerzo con su cuerpo, sino que debe levantar un peso adicional que aumenta la penosidad de la situación (Saavedra-Robinson et al., 2019).

En los casos donde el operario realiza actividades de levantamiento de cargas, los departamentos de seguridad y salud en el trabajo le dan una mayor relevancia a la situación, configurando técnicas para realizar movimientos de manera controlada, limitando la carga que deben mover y las posturas con las que se deben tomar al ejecutar el procedimiento (Ministerio de Salud Y protección, 2019); pero este proceso no soluciona el problema de fondo, por ello se requiere de manera activa una intervención ergonómica que brinde un cambio sustancial en la actividad, sea modificando el flujo de trabajo o implementando una solución de diseño acorde al trabajo que el operario realiza (Mokarami et al., 2019).

En la actividad de transporte de insumos que se observó en el área de Bienestar Universitario UIS, se identificó la necesidad de implementar un diseño que apoye a los trabajadores en la ejecución de sus actividades diarias, desde la configuración ergonómica para reducir posturas de alta penosidad y disminuya el peso que deben cargar con su propia fuerza, siendo un facilitador para el transporte de cargas.

Biomecánica y anatomía funcional:

La biomecánica se define como “el estudio de la aplicación de fuerzas sobre un organismo vivo”, interesándose en las relaciones entre los cuerpos y las fuerzas que son

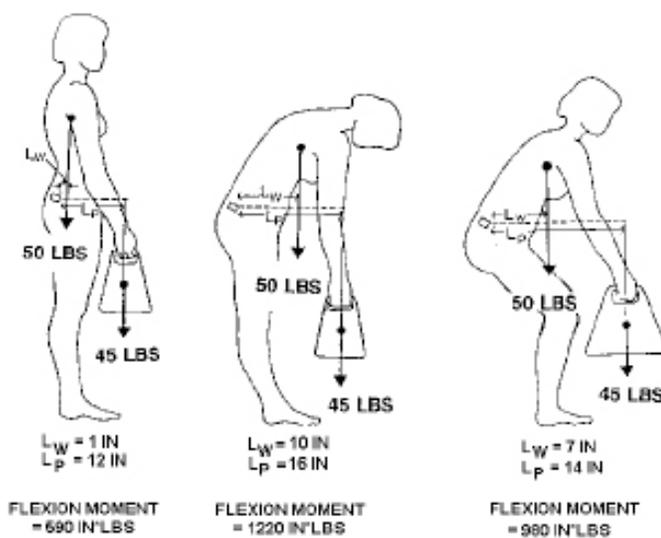
aplicadas sobre este, como se realizan estas interacciones y bajo qué condiciones un cuerpo se comporta de manera adecuada sin sufrir ninguna lesión o dañar su composición anatómica (Oleari, 2018). Algunas disciplinas o ciencias han aplicado estos conceptos para evaluar situaciones de esfuerzo donde se desarrolla alguna actividad, siendo este el caso de la ergonomía, donde se aplica la biomecánica para evaluar el comportamiento de un ser humano frente a una actividad laboral y como esto afecta su cuerpo, evaluando su penosidad y en casos donde se requiere mejorar la situación, cuál sería el comportamiento ideal en la situación determinada (RIMAC, 2000).

Los estudios biomecánicos son realizados en la industria con la finalidad de analizar una actividad que se encuentra ejecutada por trabajadores que representa un riesgo laboral al ser humano, por ello requieren de un cambio o correcciones parciales que brinden seguridad y no afecten la salud de los operarios a largo plazo (Oleari, 2018). En el caso de análisis ergonómicos respecto a actividades o situaciones específicas, variables como la estructura anatómica de las personas, junto con la posición o la carga a la que se encuentran expuestos, son determinantes para la evaluación del sistema y cuando se considera aceptable o no (Martínez Martín & Aguado Jódar, 1991).

Durante los procesos de análisis biomecánicos relacionados con ergonomía, se identificaron 3 variables a tener en cuenta: Carga, postura y repeticiones, las cuales deben ser evaluadas en conjunto para determinar el comportamiento del usuario ejecutando una actividad, en casos donde son dos las variables determinantes estas sirven para establecer el modelo biomecánico, pero se requiere de ahondar en la evaluación para determinar la urgencia con la que se debe cambiar los elementos puestos en consideración (Oleari, 2018; RIMAC, 2000). Cada modelo biomecánico es configurado basándose en el ser humano que

ejecuta la actividad y en casos de ser para la configuración de un puesto laboral nuevo se implementan percentiles anatómicos que brindan la información necesaria según el tipo de usuario que ejecutaría la acción (Oleari, 2018).

Entre los objetivos de la implementación de los modelos biomecánicos a la evaluación ergonómica se encuentran: La reducción de momentos de fuerza no adecuados sobre articulaciones anatómicas, reducción del estrés en el sistema musculo-esquelético y minimizar el riesgo de lesión que podría sufrir una persona ejecutando una actividad. En casos donde el levantamiento de carga es determinado por un peso no adecuado se agrega una variable situacional adicional que aumenta el riesgo de sufrir una lesión, por ello es indispensable realizar este tipo de valoraciones con la finalidad de salvaguardar la salud del operario (Vargas & Lozada de Díaz, 2018).



Link: <http://www.docenciatraumatologia.uc.cl/biomecnica/>

Figura 15. Modelo biomecánico- diagrama de fuerzas de la carga compresiva lumbar

En el ejemplo anterior se consignó un modelo biomecánico y como se realiza el análisis de este, basándose en la geometría ósea del usuario, soportando un peso y en una postura dada, evidenciándose como estos modelos sirven de ilustración para llevar a cabo el proceso de valuación, especialmente en situaciones donde son requeridos como evaluadores de penosidad (RIMAC, 2000). Los modelos biomecánicos aunque dan una muestra la situación anatómica y las condiciones a la que el cuerpo se encuentra sometido, solo el modelo no permite emitir juicios respecto a la situación laboral que se evaluó, por ello la ergonomía desarrollo sistemas de análisis que permiten emitir juicios respecto a la situación y la premura con la que se deben realizar cambios (Martínez Martín & Aguado Jódar, 1991).

Dos de los métodos más reconocidos en ergonomía para evaluación biomecánica del trabajo son N.I.O.S.H. y O.W.A.S. que al implementar modelos biomecánicos, permiten emitir juicios de valoración basados en métodos numéricos en función de mediciones del esfuerzo, aunque el método N.I.O.S.H. es altamente implementado en valoraciones ergonómicas de actividad (Ruiz Ruiz, 2011), pero el método O.W.A.S permite identificar y clasificar posturas incómodas en el trabajo respecto a la penosidad que el operario resiste, teniendo un referente de clasificación (Karhu, Centro, Laboral, Centro, & Laboral, 1985).

Durante el desarrollo de este proyecto se implementaron las valoraciones biomecánicas mediante el establecimiento de modelos y fueron evaluadas mediante el método O.W.A.S. pues permitió identificar necesidades propias de la actividad laboral especialmente en el transporte de cargas y las posiciones adquiridas por los operarios para llevar a cabo la acción, siendo también implementadas estas valoraciones en función de evaluar los avances generados por el diseño del dispositivo para transporte de carga. En la siguiente tabla se

consignaron las variables que fueron evaluadas mediante el método O.W.A.S. durante las etapas para evaluación de la actividad laboral y posteriormente del producto desarrollado.

Tabla 2. Definiciones de variables tenidas en cuenta en el método OWAS

Fuerza	<p>Capacidad física que debe aplicarse sobre un objeto. En la actividad desarrollada por las personas de Bienestar Universitario se evidencio que en las cargas el proceso se debe llevar a cabo evitando las sacudidas y el soporte mantenido de la carga; pues se aumenta el riesgo de fatiga muscular y de todo el cuerpo.</p> <p>La superficie en este caso puede aumentar la resistencia lo que dificulta la posibilidad de ejecutar la actividad sin tener problemas en el transporte</p>
Postura	<p>En el proceso el trabajador debe adoptar una postura corporal cómoda y natural al aplicar fuerzas de empuje y tracción, ya sean iniciales o sostenidas. Reduzca al mínimo las fuerzas que actúan en la espalda (es decir, carga de compresión en la columna vertebral, carga lateral y anterior o fuerzas de cizallamiento) y en las articulaciones. Se deben evitar las posturas de torsión, inclinación lateral, y flexión del tronco, ya que aumentan el riesgo de lesión.</p>
Frecuencia	<p>Optimizar el desplazamiento del objeto con carga de tal manera que se pueda reducir el número de acciones o desplazamientos por minuto contribuye a reducir la influencia de este factor de riesgo. Se deben evitar esfuerzos de larga duración (por ejemplo, por medio de ayudas mecánicas) con el fin de limitar y evitar los efectos de la fatiga muscular.</p>

Las variables que están mencionadas anteriormente fueron las que se evaluaron a lo largo del proceso de diseño y desarrollo del dispositivo de transporte, en ellas se evidenciaron la evaluación de estas para, generar un nuevo elemento de apoyo para los trabajadores del área de bienestar universitario, las variables en la etapa inicial se evaluaron mediante observación y toma de datos directos, en el caso posterior de la etapa dedicada a la validación se realizaron mediante observación de la situación implementando un modelo del dispositivo con simulación mediante software especializado para factores humanos.

5.3 Materiales

En la configuración de un dispositivo para el transporte de carga, la elección de materiales fue considerada como determinante respecto a la variable peso, pues un material inadecuado puede disminuir la calidad del dispositivo además de agregar peso no necesario a la actividad, aumentando la penosidad por carga a la que se encuentran expuestos los colaboradores que en este caso fueron los relacionados con el departamento de Bienestar Universitario UIS. En función de generar una elección de manera asertiva del material a implementarse se investigaron materiales que se fuesen adecuados para el transporte de alimentos y que además no aportaran un gran peso al dispositivo, esto se consignó en los siguientes párrafos.

En la configuración del dispositivo para transporte de alimentos, para el proceso realizado durante la selección de materiales existe una legislación especial conocida como: resolución 0004142 de 2012 del ministerios de salud y protección social de la república de Colombia, la cual brinda lineamientos reglamentarios que se deben cumplir de manera estándar a nivel nacional cuando una actividad se relaciona con el procesamiento de alimentos, por ello el documento sirvió como guía en la selección del material a implementarse en el desarrollo (Ministerio de Salud y Protección Social., 2012).

En la reglamentación dada por el ministerio de Salud y protección social se encontraron los requisitos sanitarios y prohibiciones dadas respecto a los materiales metálicos que se podrían elegir para la actividad de transporte, especialmente por la delicadeza de la situación (Ministerio de Salud y Protección Social., 2012), al ser alimentos para una gran cantidad de estudiantes que se ven beneficiados por el programa de Bienestar Universitario.

Los requisitos que fueron considerados como pertinentes fueron los siguientes:

- Compuestos exclusivamente de materiales metálicos ferrosos y/o no ferrosos.
- Compuestos de materiales ferrosos y/o no ferrosos, recubiertos exclusivamente con revestimientos metálicos.
- Compuestos de materiales ferrosos y/o no ferrosos, presentando o no revestimiento metálicos y recubiertos en una o ambas caras con revestimiento polimérico parciales o totales.
- Compuestos de materiales ferrosos y/o no ferrosos, con revestimientos enlozados o esmaltes vitrificables
- Compuestos de materiales ferrosos y/o no ferrosos, sometidos a una operación de aceitado.

Estos limitantes fueron determinantes para la elección del material, siendo considerados en función de cumplir adecuadamente con la normativa y para mantener el bienestar de los consumidores, por ello también se colocó en consideración materiales que se encontraron como sugeridos en la legislación, de los encontrados los siguientes se consideraron para una posible depuración en las fases posteriores de diseño:

- Hierro fundido o batido.
- Aluminio técnicamente puro (99.5 mínimo) y sus aleaciones barnizadas.
- Acero revestido con cromo, protegido totalmente en superficie con revestimientos poliméricos: o acero revestido con cromo, enlozado o con esmaltes vitrificables.
- Acero no revestido, protegido totalmente en superficie con revestimientos poliméricos: o acero revestido con cromo, enlozado o con esmaltes vitrificables.
- Cobre, latón o bronce, revestidos íntegramente por una capa de oro, plata o estaño técnicamente puros.

- Estaño y plata
- Hierro enlozado o con esmaltes vitrificables, estos deben cumplir con los requisitos establecidos en el reglamento de materiales, objetos, equipamiento de vidrios, cerámicas destinados a entrar en contacto con alimentos y bebidas de consumo humano.
- Acero recubierto con estaño, depositado electrolíticamente en la cantidad necesaria para cumplir la función tecnológica de protección del acero base frente al alimento.
- Hojalata barnizada internamente, total o parcialmente, con revestimientos poliméricos
- Acero y sus aleaciones inoxidable.

Con estos elementos determinantes se establecieron parámetros para la selección de material que se realizaría posteriormente y que se valoró mediante simulación con cálculos matemáticos; buscando de esta forma establecer para el dispositivo de transporte, un material resistente y que sea biocompatible en el contacto con alimentos, sin colocar en riesgo la salud o la integridad física tanto de los estudiantes como de los operarios.

5.4 Almacenamiento

5.4.1 Alimento

El almacenamiento de los alimentos de forma apropiada permite reducir las posibilidades de propagación y crecimiento de microorganismos. El alimento en general, carne cruda o cocinada, vegetales e incluso empaques puede ser vehículo de crecimiento bacteriano.

En bienestar universitario y en general en las cocinas industriales se manejan manuales de manipulación de alimentos y como almacenarlo(Proceso Bienestar Estudiantil, 2008), y estos a su vez se rigen de la norma técnica de manipulación y almacenamiento de Colombia. En este documento se hizo énfasis en el alimento refrigerado.

Para organizar el alimento en los cuartos fríos se debe seguir de igual manera la norma técnica NTS-USNA sectorial colombiana 007, donde se establece un pliego de normas sanitarias de manipulación de alimentos. A continuación, se describen algunos de los requisitos importantes para la correcta organización y almacenaje en los cuartos fríos.

Para el almacenamiento de materia prima se establecen los siguientes requisitos:

- A todas las materias primas se les debe registrar la fecha y otras características en que fueron recibidas o preparadas.
- La materia prima una vez inspeccionada debe ser colocada fuera de la zona de peligro (temperaturas entre 4°C y 6°C) tanto de las unidades de frío como de áreas de almacenamiento.
- La temperatura de refrigeración y congelación debe ser verificada y registrada mínimo cada 4 h.
- Las áreas de almacenamiento deben permanecer limpias, secas y aireadas. (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2005)

Alimento refrigerado o almacenamiento refrigerado

Este almacenamiento se caracteriza por la temperatura entre 2.5°C a 6°C y abarca alimentos perecederos como los lácteos, carnes cocinadas o pollo, entre otras que deben tener refrigeración. Mantener baja esta temperatura permite mantener las bacterias controladas, no las mata pero inhibe el crecimiento (Nunes, Pierre, Rauth, Dea, & Chau, 2009).

Por lo general el pedido de cárnicos es distribuido por porciones, en su mayoría estas vienen ya porcionadas para almacenaje inmediato como se muestra en las siguientes imágenes.



Figura 16. Distribución de alimento en las canastillas de forma porcionada

Clasificación de alimento

Cada cuarto frio tiene una distribución específica, esto con el fin de evitar la contaminación cruzada y el exceso de comida en cada cuarto. A continuación, se muestran dos tablas donde se describe el tipo de alimento en cada cuarto frio.

Tabla 3. Tipo de alimento en el cuarto frio #1

Grupo de alimentos	Alimento
Cárnicos	Carne de res, Carne de cerdo, pollo, pescado.
Embutidos	Salchichas, chorizo, jamón, mortadela, tocineta.
Hortalizas y verduras	Tomate, Auyama, cebolla cabezona, habichuela, zanahoria, lechuga, pepino, pimentón, perejil, cilantro etc.
Frutas	Banano, Fresa, Granadilla, Limón, mango, manzana, naranja, uva, uchuva, papaya etc.
Alimentos procesados	Jugo natural, Gelatina y pudín, Sobrantes de alimentos procesados, tamal.
Alimento proteico	Queso crema, Queso fundido, Queso parmesano
Grasas y aceites	Margarina y Mantequilla

Tabla 4. Tipo de alimento en el cuarto frio #2

Grupo de alimentos	Alimento
Lácteos	Leche en bolsa, yogurt
Alimento proteico	Huevos
Bebidas	Gaseosa, pony malta, jugos (en botella y en caja)

Adicional a la información anterior, hay que recalcar que para mantener estos alimentos en buen estado, es importante tener en cuenta evitar abrir las puertas del cuarto frio más delo necesario y salir cuanto antes, pues esto podría aumentar la temperatura interna dando como consecuencia el crecimiento bacteriano y descomposición del alimento.

Para mantener una disposición adecuada de los alimentos en los cuartos fríos se cuenta con estantes cuya distribución de canastillas con alimento así:

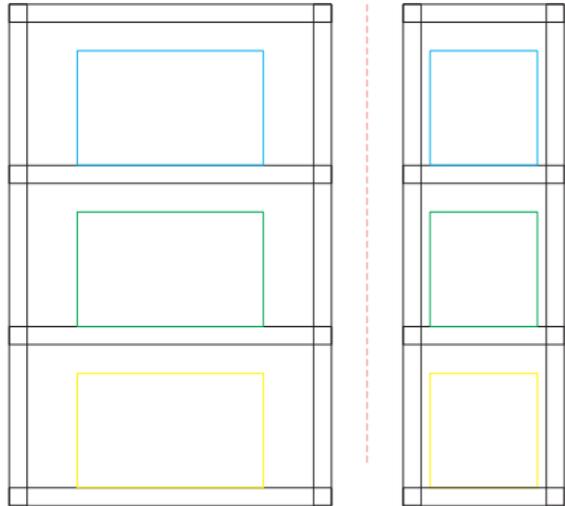


Figura 17. Estante 4 niveles ubicados en los cuartos fríos

No se acostumbra a acomodar canastillas en la parte superior debido a que los estantes son de plástico y este material con el peso excesivo podría pandearse e incluso fracturar la base. Por lo tanto, en la siguiente distribución no se va a considerar el último nivel para distribución.

Parte inferior o primer nivel ascendente: Carnes y pescados crudos

Centro o nivel 2: Alimentos cocinados

Parte superior o tercer nivel: Productos lácteos

5.4.2 Servicios alimenticios (desayuno, almuerzo, cena) en bienestar universitario

Comedores UIS y su beneficio a más de 1500 estudiantes cada semestre representa uno de los servicios de importantes de la división de Bienestar Universitario, no solo por el costo

del producto sino porque cada vez más se busca mejorar el proceso interno para hacer del servicio de calidad.

El proceso para la preparación del alimento inicia con el nutricionista, quien es la persona encargada de programar los menús no solo de comedores sino de cafetería y combos saludables. Una vez están listos los menús, se genera una lista de ingredientes, las cantidades de cada uno y se coloca a la vista de los encargados y auxiliares de cocina. Estas personas son la razón de este proyecto, pues son quienes realizan la labor que representa la acción nociva para la salud mediante la manipulación y transporte de estas cantidades de alimentos.

A continuación, se muestra el esquema de un menú para almuerzo, las cantidades, los ingredientes y las unidades de medida

Tabla 5. Menú almuerzo. Guía de porciones y cantidad de alimento para un servicio al día

Almuerzo					
Nombre de la receta	Ingredientes	Peso bruto	Unidad de medida	Pedido	Unidad de medida
Cantidad	450 porciones				
SOPA DE CONCHITAS	Papa común	25	Gramos	53	Libra
	Zanahoria	20	Gramos	42	Libra
	Papa Común	20	Gramos		Libra
	Arveja fresca	5	Gramos	11	Libra
	Cilantro	1	Gramos	1	Libra
	Cebolla Junca limpia	3	Gramos	7	Libra
	Pasta tipo conchas o conchitas	14	Gramos	30	Libra
	Hueso carnudo - costilla	6	Gramos	11	Libra
	Sal	1,6	Gramos	4	Libra
CERDO EN SALSAS TERIYAKI	Cebolla cabezona limpia	15	Gramos	32	Libra
	Brazo de cerdo	125	Gramos	263	Libra
	Ajos	0,35	Gramos	1	Libra
	Piña pelada	18	Gramos	38	Libra

	Pimentón rojo	10	Gramos	21	Libra
	Zanahoria	10	Gramos	21	Libra
	raíces chinas	4	Gramos	9	Libra
	Perejil común	0,5	Gramos	2	Libra
	fécula de maíz	1	Gramos	3	Libra
	Panela	0,5	Gramos	2	Libra
	Vino blanco para cocinar	0,5	Mililitros	1	Botella * 750 ml
	Sal	1	Gramos	3	Libra
ARROZ CON CILANTRO	Arroz	70	Gramos	147	Libra
	Cebolla junca limpia	3	Gramos	7	Libra
	Cilantro	0,5	Gramos	2	Libra
	Sal	1	Gramos	3	Libra
	Aceite	5	Mililitros	0,3	Bidon
JUGO	Pulpa de mora	75	Gramos	158	Libra
	azúcar blanca	15	Gramos	32	Libra
	Hielo en cubos	15	Gramos	4	Bolsa
DULCE	Manjar de leche	1	Unidad	150	Unidad

5.4.3 Manipulación de alimentos

Normativa manipulación

Según la norma técnica NTS-USNA sectorial colombiana 007, se establecen un pliego de normas sanitarias de manipulación de alimentos. Para la recepción de materia prima se establecen los siguientes requisitos:

- Al llegar la materia prima se deben observar las características de color, olor, textura, temperatura de llegada, empaque y etiquetado.
- El encargado de recibir la materia prima debe verificar que las condiciones de transporte de materia prima cumplan con las normas legales vigentes.

- El encargado de la recepción de la materia prima debe verificar que cumpla con las normas legales vigentes sobre rotulado.
 - Se deben almacenar los productos en las unidades de frío según corresponda a cada producto inmediatamente después de recibido, con el fin de mantener la cadena de frío.
- (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2005)

5.4.4 Organización de canastas y tipos de canastas

Es indispensable establecer si el color de las canastillas o el tamaño tiene injerencia en la organización de los cuartos fríos, por lo que se tuvo en cuenta esta incógnita para comprender el funcionamiento interno del alimento en cocina de Bienestar Universitario.

En cocina de comedores UIS se manejan canastillas de dos tamaños y color rojo, amarillo, azul y verde. Cada uno de estos colores es la forma de identificar el destino de los insumos, materia prima o alimento y en que canastilla. A continuación, se presentó una figura que se encontraba en una de las paredes de cocina para que los trabajadores pudieran tener en cuenta esto para el correcto almacenaje y distribución del alimento.

COLORES QUE IDENTIFICAN EL DESTINO DE INSUMOS Y CANASTILLAS		COLOR DE ETIQUETA / ADHESIVO
COMBO SALUDABLE	VERDE	
SERVICIOS ESPECIALES	AMARILLO	
COMEDORES	ROJO	
CAFETERIAS	AZUL	

Figura 18. Poster ubicado en la pared del primer piso de comedores UIS

En la figura se hace énfasis que en cada etiqueta se debe escribir:

- La fecha de almacenamiento para sobrantes
- Tiempos de comida (desayunos, almuerzos, cenas)
- Nombre específico de la cafetería

De la figura anterior se buscó alguna etiqueta de color en las canastillas y al no encontrarlo se infirió que se refería al color de las canastillas, pero mirando la distribución de alimento en las canastillas, tampoco la distribución estaba hecha por color, por lo que podemos concluir de esto, que no se hace uso de las indicaciones de almacenamiento y se necesita atención correctiva por parte de los encargados para la supervisión y verificación de este aspecto de organización.



Figura 19. Canastillas almacenadas en el cuarto frio sin etiqueta

5.4.5 Rutas de distribución

Para describir mejor los aspectos importantes que se necesitó de comedores en el proyecto, trazamos las rutas de transporte. Estas rutas comprenden tres zonas de comedores de bienestar universitario UIS: zona de descarga, zona cuartos fríos y cocina.

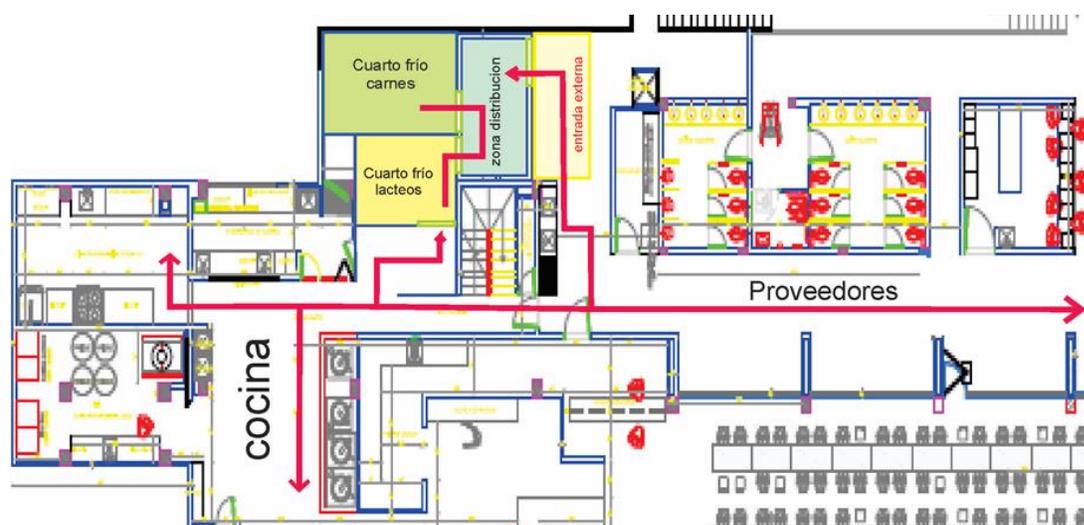


Figura 20. Rutas presentadas en la flecha roja a través de 3 zonas diferentes de comedores: zona de entrega, cuartos fríos y cocina. *Fuente: (UIS, 2017)*

En el plano anterior se destacaron la zona de cocina y cuartos fríos y se identificaron en color rojo las rutas de desplazamiento de alimento; se puede observar que el transporte de los alimentos no está centralizado, por el contrario, las distancias y ambientes son variados. Es decir, puede haber un desplazamiento de canastillas de cuartos fríos a cocina, lo cual es una distancia con mayor extensión que desplazarse dentro de los cuartos fríos. Viendo estas rutas se pudo concluir que los trabajadores pueden realizar desplazamientos de mucha o poca extensión en cuanto a distancias y ambientes como diferentes tipos de carga, es decir, tipo de alimento.

6. Metodología

El proceso metodológico que se implementó en el desarrollo de este proyecto de grado, se basó en las fases y procedimientos seguidos en la metodología de Design thinking (Brown, 2009), utilizándolo en el proceso de diseño del dispositivo de transporte para alimentos.

A partir de esta metodología, se definieron los factores negativos de la actividad laboral según lo expresado por los trabajadores y el proceso de observación y recolección de datos. A partir de este punto, se implementaron una serie de tareas relacionadas con abarcar cada punto de la problemática y sintetizarlo en una propuesta acorde a las necesidades específicas de los trabajadores de cocina y expectativas de directivos de bienestar universitario. Cada una de estas tareas fueron planteadas acorde a un proceso ordenado de diseño de producto, sus características y validaciones, respondiendo a resolver los requerimientos y parámetros establecidos para un dispositivo de tipo industrial adaptado a las necesidades de bienestar universitario.



Figura 21. Resumen metodología design thinking utilizada en el desarrollo del proyecto y descripción de cada fase

Para implementar lo anterior, se presentará la gestión del proyecto, es decir, una serie de actividades realizadas en el desarrollo del proyecto.

6.1 Gestión del proyecto

- Revisión de la literatura, esto con el fin de tener un panorama general de cómo se realiza el diseño de dispositivos de carga, de manipulación de alimentos, materiales y ergonomía para centrar los temas que influyen en la problemática y requieren de profundización.
- Revisión de lo existente, donde se buscaron los diferentes dispositivos usados en la industria para la carga en general y para el transporte de alimentos, el tipo de mecanismos y tecnología usados. Se obtuvo

6.1.1 Empatizar

El proceso de identificar las variables que afectan al operario durante la manipulación de carga en el servicio de comedores de Bienestar Universitario UIS, es la base para el desarrollo metodológico en la búsqueda de una alternativa eficaz en la solución del problema o problemas que se encuentren mediante las siguientes actividades:

- Visitas de campo, proceso de observación permitiendo que la situación se desarrolle normalmente y así se logró recolectar la información necesaria sin afectar la labor o los efectos de esta en la identificación de factores de riesgo.
- Realización de entrevistas, toma de evidencia y recolección de datos relevantes que permitan el análisis del contexto e identificar el cual fue la problemática.

6.1.2 Definir

El establecimiento de los requerimientos y parámetros es la parte del proceso de diseño que permite controlar y comprobar el desarrollo de productos y la efectividad de este, atendiendo a las necesidades del usuario, en nuestro caso los trabajadores de cocina, para definir estos requerimientos se realizaron las siguientes actividades:

- Análisis de la situación problema y los subproblemas a esta, de esta manera se obtuvieron los factores de riesgo predominantes en el proceso de transporte y cargue.
- Identificación de necesidades teniendo en cuenta los ya encontrados factores de riesgo mediante un diagrama de procesos.
- Establecimiento de los requerimientos y parámetros de diseño basados en las necesidades identificadas; estos serán la base del desarrollo de alternativas y selección de la misma, pues esta evaluación está en función de los requerimientos.

6.1.3 Idear

El proceso de ideación es básicamente la parte donde se realizan varias alternativas y se evalúan las mismas en función de los requerimientos; de esta manera podemos controlar que el diseño siga los parámetros establecidos que permitan direccionar el modelo final en la mejor alternativa para los trabajadores de cocina de bienestar universitario UIS y por ende responder al objetivo principal del proyecto.

Con base a estas alternativas, se planteó hacer dos filtros de depuración, donde en primer lugar se hizo una serie de croquis preliminar que responden a los problemas de transporte y carga.

Una vez evaluadas estas alternativas, se procede a hacer una reevaluación cuantitativa de las alternativas que pasaron el primer filtro y así seleccionar la alternativa que permita configurar en ella una solución que abarque los tres factores principales de la problemática: el transporte, la carga y el almacenamiento.

Este modelo final fue el resultado de una selección de sistemas aislados, configurados de manera que se pudiera adecuar cada parte a una estructura base, que en conjunto se enfocaría en cumplir con la actividad de forma eficaz y en beneficio de los usuarios.

6.1.4 Prototipar

El proceso de prototipado del proyecto se desarrolló fundamentalmente de manera virtual, es decir, por medio de un modelo 3D; la configuración es definida en la fase de ideación para facilitar el análisis de resultados de las diferentes simulaciones realizadas en la fase posterior.

Por medio de este prototipo virtual fue posible verificar las dimensiones, los componentes, las uniones, el funcionamiento y los materiales para la toma de decisiones en procesos de aprobación de la construcción por parte de Bienestar Universitario.

Tal como se ha expresado con anterioridad, la construcción del producto final de este proceso es realizado por Bienestar Universitario con base en los modelos virtuales, maqueta o modelo físico, planos técnicos, costeo producto de la intervención académica del proyecto de grado.

6.1.5 Testear

Los procesos de valoración que se implementaron en este proyecto de grado se hicieron en función de comparar los resultados obtenidos del estudio ergonómico y mecanico teniendo en cuenta las variables de penosidad, tiempo, carga y materiales, de esta manera se analizaron las posturas y el impacto sufrido en el modelo actual por medio de la evidencia recolectada y simulación Jack en contraste con el diseño propuesto utilizando un modelo físico a escala 1:1 no funcional y de igual manera, software de simulación Jack.

7. Gestión del proyecto- Resultados

7.1 Empatizar

Para el desarrollo del proyecto, en la etapa “empatizar” se llevaron a cabo diversos procesos en función de conocer a fondo la situación problema, las variables que lo conforman, el contexto donde se realizan las actividades relacionadas con el transporte y almacenamiento de alimentos. Entre los procesos desarrollados se llevó a cabo, la observación de las actividades y del contexto de la cocina donde se realizan los alimentos de bienestar universitario, encuestas al personal colaborador de esta área y la valoración de la situación problemática.

Cada una de estas actividades está consignada en el siguiente apartado y permitieron delimitar la situación problema con sus respectivas variables, estas posteriormente servirían para alimentar las fases de diseño y configuración del modelo de dispositivo para transporte.

7.1.1 Observación

Actividad laboral:

El departamento de Bienestar Universitario UIS, diariamente prepara más de 1500 comidas por día a estudiantes que requieren del servicio, lo que representa una demanda constante de lunes a sábado de alimentos crudos y preparados, para abastecer la cocina con los insumos necesarios, donde se requieren de las siguientes fases para cumplir con las demandas del servicio: descargue, transporte, almacenamiento y cocción.

Durante el proceso de contacto inicial con el departamento de bienestar universitario se manifestó la necesidad de evaluar detalladamente las fases de descargue y transporte, pues los elementos destinados para el desarrollo de la actividad no son implementados correctamente para el transporte de los alimentos, tomando importancia el peso de los insumos y la cantidad de repeticiones que son necesarias para llevar los alimentos desde el camión de descargue hasta el lugar de almacenamiento.

Observación:

Los procesos de observación realizados en el departamento de Bienestar Universitario UIS, se realizaron durante todas las fases que requiere el servicio de comedores para preparar los alimentos cocidos, identificando cada una de las variables tanto en el contexto como en los procesos que intervienen, pero el enfoque principal se dio en las fases de descargue y transporte, pues es donde se requirió la intervención para el diseño del dispositivo de transporte.

Al ser comedores un servicio de cocina con alta demanda, los insumos son pedidos de manera periódica y organizada por bienestar universitario, siendo los menús diseñados por la nutricionista del servicio y el almacenista encargado de solicitar los insumos a las diversas empresas. Cada día los menús con las porciones se encontraban disponibles para verificación en una pizarra ubicada al lado de los cuartos fríos, con estas listas se realizaban los procesos de revisión para cada uno de los arribos de mercancía cuando se iniciaba el descargue, todo esto en función de verificar las cantidades de alimento que arribaba.

Los pedidos de alimentos durante el proceso fueron descargados, pasando los insumos del camión de carga a canastillas plásticas que posteriormente serían transportados a los cuartos fríos o a los espacios de almacenamientos, según sea el insumo que se necesite

transportar. Cada canastilla de carga se transportaba con un promedio entre 20kg a 25kg según sea la densidad de alimento necesaria a mover y dependiendo de la cantidad de insumo que arribara.

En el proceso de transporte de las canastillas se encontraban disponibles diversos métodos para mover el peso, dos carros con ruedas (Uno de gran tamaño y el otro más pequeño) además de un gancho con el que se jalaran las canastas que se encontraban en contacto con el piso, siendo dificultoso para los colaboradores mover más de 80kg pues en cada transporte se llevaban más de cuatro canastas apiladas. En los casos donde se implementaban los carros de transporte el operario se sentía incómodo al acomodar las canastas pues se requería de precisión para situarlas y en el caso del gancho la dificultad radicaba en el rozamiento contra el piso, lo que no permitía el transporte rápido y aumentaba la fuerza que se debía aplicar para mover la carga.

Posteriormente al transporte de las canastas, estas se procedían a acomodarse en los almacenamientos según fuesen las necesidades, en el caso de alimentos no perecederos se ubicaban en las despensas y los perecederos en los cuartos fríos. Los insumos que requerían refrigeración se ubicaban en los cuartos fríos en las canastas de manera apilada y en casos donde estos se consideraban delicados, se ubicaban en los estantes para protegerlos de los posibles daños. El trabajo de ubicación en algunos casos se llevaba a cabo por la necesidad de tener canastas disponibles para el transporte de los alimentos.

Durante la observación se identificó que en algunos casos se almacenaban alimentos precocidos, los cuales se ubicaban siempre sobre los estantes, para evitar contaminación con alimentos que no se encontraran en las condiciones adecuadas de limpieza al arribar al cuarto

frío, por ello se cuidaba la organización de los alimentos y se evitaban las mezclas no controladas de los alimentos.

Al estar los elementos organizados en canastillas y en estantes, dependiendo del insumo que fuese necesario se buscaba en los cuartos fríos. Durante el proceso de observación se identificó que se debían mover las canastillas sí se quería algún elemento que se encontrara apilado en las ubicaciones inferiores, requiriendo un mayor esfuerzo por parte de los operarios pues estos realizaban el proceso flexionando la espalda para mover la canastilla a otra pila y así poder buscar el alimento, lo que sumaba carga postural sobre la espalda del usuario que ejecutaba la acción.

Cuando el operario lograba seleccionar el elemento que era pedido en la cocina para realizar los alimentos, se ubicaba en las canastas para el transporte del elemento al lugar de preparación, requiriendo de nuevo el proceso de transporte al lugar de cocción de los alimentos, esta vez con las porciones solicitadas por cocina para llevar a cabo los alimentos, que posteriormente fueron transportadas y recibidas por el personal encargado de la cocina.

En el proceso de observación se identificaron situaciones problemas, especialmente en las actividades que realizan los colaboradores durante las fases de descargue y transporte, pues los esfuerzos realizados por el sistema musculoesquelético se concentran en la columna, los brazos y se evidencian malas posturas en estas fases que pueden ser dañinas para el personal; por ello se identificó como situación problemática y se continuó con el proceso para el diseño del modelo de dispositivo de transporte que responda a las necesidades identificadas durante estas fases.

Herramientas y utensilios

Durante los procesos de observación en la situación laboral se implementaron herramientas y utensilios específicos que se relacionaron directamente con la actividad laboral, los cuales se documentaron aparte en función de tener una perspectiva de uso acerca de los dispositivos y como los trabajadores interactuaban con los elementos. En este apartado se consignaron las descripciones de los dispositivos y una descripción del uso de los elementos.

Gancho:

Uno de los elementos que tiene mayor uso en el transporte de insumos es el gancho multifuncional. Este elemento es componente del carro para transporte 1 lo que repercutía en la implementación de este artefacto; pero su uso principal fue adaptado por los usuarios quienes separaron el elemento del carro transportador y lo usaban para jalar las canastas apiladas, pues consideraban que reducía el trabajo al almacenar las canastas apiladas.

En la actividad de transporte por parte de los operarios, se identificó dificultad para jalar las canastillas apiladas por el rozamiento con los diferentes tipos de superficies y el gancho, aunque permite tener direccionamiento además de realizar la fuerza no da soporte general a las canastillas, lo que dificulta la posibilidad de realizar la tarea correctamente. En la actividad observada los operarios realizaban la fuerza con el brazo dominante y con ello buscaban mover la mayor cantidad de peso posible, pero en el caso de ser necesario por la gran cantidad de insumos, usaban los dos brazos para jalar el peso lo que aumentaba la carga musculoesquelética sobre la espalda y se evidenciaba en la postura del usuario.



Figura 22. Gancho carro 1 y canastillas



Figura 23. Modo de uso del gancho sin carro. Canastilla sobre canastilla.

Carro de transporte 1:

En el proceso de transporte se observaron dos carros con los que se buscaba reducir la carga postural a la que se exponen los colaboradores que laboran en bienestar universitario, el primero consta de dos partes principales: el cuerpo del carro y un gancho, estos se unen por una argolla que se encuentra atada al cuerpo del carro, lo que permite tener movilidad y ejercer fuerza sobre la sección principal. El carro para soportar el peso se encontraba diseñado en acero con recubrimiento en anticorrosivo con la finalidad de evitar el óxido, pero por la

capa tan sencilla se lograba evidenciar el daño sobre la superficie, lo que podía llegar a generar falla sobre la estructura por el daño en el material.

El uso del carro de transporte 1 en la actividad, es complicado por la conexión entre el cuerpo del carro con el gancho pues esta no se ajustaba correctamente, lo que no dejaba que se transmitiera la fuerza correctamente para jalar el carro, soltándose constantemente y creando miedo en los usuarios para usarlo, por ello no se implementa y se deja de lado. Otra de las dificultades que se identificó en este dispositivo, es la posibilidad de direccionamiento, pues al estar solamente conectada por un gancho sencillo el dar dirección en movimiento es sumamente complicado.



Figura 24. Carro 1 llevando una pila de canastillas y modelado 3D carro actual

Carro de transporte 2:

El carro de transporte 2 a diferencia del primero, era de gran tamaño y fue diseñado en función de transportar la mayor cantidad de carga posible, con lo que se evitara el que el operario estuviese realizando diversas repeticiones al ir y volver varias veces por los insumos que se están descargando del lugar de transporte.

Durante el proceso de observación que se llevó a cabo revisando las variables de la actividad y lo que esta conllevaba, se identificaron elementos que no se ajustaban

adecuadamente a la situación, pues el usuario se veía altamente frustrado con el uso y requerían del sobre esfuerzo ejecutado la acción. En primer lugar, el carro de transporte 2 no se usaba por el gran peso que este tenía, ya que fue configurado en acero inoxidable y su estructura toda fue realizada en este material, lo que aumentaba su peso considerablemente.

El otro factor de proceso que dificultaba el transporte era el gran tamaño del dispositivo, pues al movilizar el elemento por la estructura y configuración en algunos casos llegaba a chocar con las paredes o los orillos de las paredes, dificultando así el tránsito por los pasillos y haciendo que los operarios no prefieran el dispositivo para el Transporte de los insumos. Algunos operarios llegaban a considerar elemento más estorboso que funcional respecto al trabajo que deben ejecutar.



Figura 25. Carro 2

Canastillas:

En el proceso de observación se identificó que las canastillas plásticas tienen gran uso durante el proceso de almacenamiento y transporte, pues los operarios adaptaron el producto a las necesidades que tenían mientras ejecutaban las actividades. Las canastillas de plástico

durante el transporte de alimentos tienen usos comúnmente para organizarlos en el camión de transporte y con ellas evitar el daño por peso acumulado, permitiendo guardar los alimentos sin soportar la totalidad de la carga.

En el caso de los colaboradores de Bienestar Universitario UIS, se cambió ese único uso al implementarlas para el transporte de los alimentos. En la recolección de información se notó el uso, primero se llevan las canastas pertenecientes a bienestar universitario arrastrándolas hasta el camión que distribuye los insumos, siempre se lleva el gancho metálico para su posterior uso, después de que se llega al camión, se reciben los productos cargándolos sobre las canastillas, apilando un máximo de cuatro canastillas para el transporte, posteriormente se continúa colocando el gancho para jalar las canastillas sobre alguna de los agujeros que se encuentran en la canasta y se jala la canastilla, dependiendo de la carga se jala con una o dos manos, cambiando la posición del operario en función de la fuerza que deba realizar en la ejecución de la actividad.

Durante la observación y seguimiento de la actividad se identificaron dos posturas que pueden ser riesgosas para el trabajador y se analizaron posteriormente, siendo relevantes para la toma de decisiones posterior, pues uno de los enfoques que se buscaron durante todo el proceso de ejecución de este proyecto fue la reducción de penosidad y mejorar la postura que mantenían los trabajadores mientras realizaban el proceso.

El implementar las canastillas en el transporte de los elementos también ahorra tiempo durante la organización de los elementos los cuartos fríos, pues no se requiere de mover los elementos a las repisas, por ello los trabajadores preferían esa forma de transporte puesto que era incómoda, pero les reducía el tiempo en la labor que ejecutaban, evitando así el abastecimiento de los estantes.



Figura 26. Canastillas pequeñas, medianas y grandes.

Estantes:

Los estantes durante el proceso de observación solo tuvieron relevancia durante el proceso de posicionamiento en los cuartos fríos, en este lugar se almacenaban los alimentos cuando se requería de un uso adicional de las canastillas, siendo este proceso altamente implementado con los elementos que eran requeridos durante el arribo de los primeros pedidos, pues para mantener las canastillas disponibles se necesitaba desocuparlas.

En casos donde los alimentos requerían estar a una menor temperatura en el cuarto frío, el posicionamiento de este si influenciaba su conservación, por ello alimentos como cárnicos o lácteos se requerían estar en ubicaciones altas, en función de que recibieran la mayor cantidad de aire frío para su conservación. El levantamiento de cargas era un proceso que al ser ejecutado sin la debida precaución en las alacenas más altas, se identificó como una situación potencialmente peligrosa para el usuario.

Los estantes no se encuentran diseñados en función de la actividad que ejecutan, pues el material es plástico, material que no brinda suficiente resistencia y puede llegar a flexionarse o fracturarse durante el posicionamiento del peso, por ello se identificó como un proceso clave para que el usuario posea acompañamiento en el posicionamiento de los insumos y que debe ser acompañado de un sistema, que evite el sobre esfuerzo en el levantamiento de cargas y un accidente por daño en la estructura de los estantes.



Figura 27. Estantes de 3 y 4 niveles que se encuentran en uno de los cuadros fríos

Lugares

Durante la fase de “Empatizar” y mediante el proceso de observación, se identificaron lugares clave para el desarrollo de la actividad, desde la sección para el descargue de los insumos hasta el cuarto frio donde se almacenan, siendo factores de influencia en cómo se desarrollaba la actividad por parte de los operarios o colaboradores de Bienestar Universitario, pues según el entorno se tomaban decisiones en función de cómo se ejecutaban las acciones y cuales implementos se usaban, especialmente para el transporte interno de alimentos.

- **Edificio de Bienestar Universitario - Comedores**

El edificio de bienestar universitario UIS, además de contar con espacios para consultas de tipo médico, apoyo académico a estudiantes, psicológico, entre otros; cuenta con una división de comedores de buena capacidad y permite prestar el servicio a más de 1500 estudiantes.



Figura 28. Zona de comedores UIS en servicio de desayuno

- **Zona de descarga**

Lugar donde se hace la verificación del pedido, pesaje y distribución del pedido en las canastillas para ser llevada a los cuartos fríos. El proceso de descargue de pedidos ocurre a diario en las horas de la mañana, antes de iniciar con la preparación y el servicio de desayuno, la zona a intervenir específicamente es en el piso 2, donde se encuentran los cuartos fríos, pues hay otra zona de descargue en el primer piso, cerca de la zona de despacho de combo saludable y esta es de alimento como verduras.



Figura 29. Zona de carga de alimento a los cuartos fríos y descarga de pedido para pesaje

- **Cuartos fríos**

Estos son cuartos que pueden construirse en diferentes tamaños dependiendo del área que se compre, viene con un sellado hermético de una puerta especial, aire acondicionado para mantener enfriado el cuarto y una malla plástica que al abrirse la puerta no permita que el aire circule rápidamente y el cambio de temperatura puede dañar la comida.



Figura 30. Zona de pre-almacenaje y puerta de uno de los cuartos fríos



Figura 31. Interior de uno de los cuartos fríos

7.1.2 Encuestas

En el proceso de recolección de información, se implementaron encuestas con la finalidad de obtener mayor información por parte del personal colaborador que ejecuta las actividades de descargue y transporte en el área de Bienestar Universitario UIS, realizando preguntas directamente relacionadas con situaciones que se presentan a diario en las actividades que intervienen en el proceso, si la persona ha sufrido algún accidente laboral y las causas por las que este ocurrió, con esto se pudo conocer a fondo la actividad, las variables que pueden causar lesiones en los trabajadores y con los procesos de entrevistas, se lograron identificar factores de relevancia durante la labor ejecutada que posteriormente se convertirían en requerimientos.

Para el proceso de encuestas a los trabajadores, se escogieron tres de ellos que son los encargados de realizar las actividades de descarga y transporte. Los colaboradores fueron escogidos para realizar estas actividades en función de aliviar la carga laboral a las encargadas de la cocina, pues con su ayuda se ejecutan labores complementarias a la actividad de cocinar, siendo de vital importancia para la cadena de producción que se lleva a

cabo, en función de brindar el mejor servicio a los estudiantes que usan el servicio de comedores. En la siguiente tabla se encuentra un resumen de las entrevistas que se realizaron a los trabajadores, con lo que se mostraron las opiniones y situaciones en las que se encuentran expuestos realizando estas actividades.

Tabla 6. Resumen preguntas y respuestas entrevistas operarios

Pregunta	Operario 1	Operario 2	Operario 3
Genero y edad	Masculino, 48 años	Masculino, 26 años	Masculino, 50 años
¿Cuál es su función en la cocina UIS?	Auxiliar de cocina	Auxiliar de cocina	Auxiliar de almacén y pedidos
¿Tiempo desempeñándose en la cocina UIS?	10 años	3 años	11 años
¿Cuál es su Horario de trabajo	-8 Horas y servicios especiales 14 horas -6am a 2pm y en horas extras hasta las 8:30 pm	-8 Horas y servicios especiales 14 horas -6am a 2pm y en horas extras hasta las 8:30 pm	8 horas
¿Horas más pesadas de trabajo?	6am – 11am de la mañana en preparación y a la hora de servir.	6am – 11am de la mañana en preparación y a la hora de servir.	5:30 am – 9am horario en q se reciben y entregan suministros a las distintas áreas
¿Cuál es la actividad más agotadora?	Transportar insumos, sacar la comida preparada de las marmitas, transportarla a servicio y soportar los cambios de temperatura.	Transportar insumos, sacar la comida preparada de las marmitas, transportarla a servicio y soportar los cambios de temperatura.	Recepción de pedidos y entregas de suministros a las distintas áreas de producción
¿Ha sufrido alguna lesión leve o de gravedad realizando sus funciones? ¿Cómo ocurrió dicha lesión?	-Quemaduras con las marmitas de cocina -Dolores musculares	-Leve: desgarro en miembro superior. -Mal movimiento levantando una canastilla	-Epicondilitis en el codo -Ocurrió por tirar un grupo de canastillas de manera incorrecta

¿Cuál considera que es la causa de estas lesiones?	No hay suficientes carritos y los existentes requieren emplear más fuerza y tiempo que cuando no los usas.	Para la cantidad de alimento que se transporta, se quiere reducir el tiempo haciendo la tarea como parezca más fácil y por eso se aumentan las cargas y que se caiga las canastas encima	Los carros existentes generan más trabajo, para reducir tiempo se apilan las canastillas para transportarlas de un lugar a otro.
¿Cómo se imagina una ayuda técnica que facilite sus actividades dentro de la cocina?	Utilizar piso de tráfico pesado e implementar más carritos que no requieran más fuerza y trabajo para el trabajador.	Que no genere un cambio brusco de una superficie a otra	Transporte que no le genere al trabajador hacer una fuerza indebida -Adaptador a canastilla por unidad que permita la fácil Manipulación.

En el cuadro resumen se pudo identificar que los elementos que los usuarios ven como oportunidades de mejora en su actividad laboral, especialmente en el transporte de insumos pues los recursos con los que cuentan no se adaptan a sus necesidades y por lo mismo implementan técnicas para llevar un elemento de un lugar a otro, sobre esforzando su cuerpo. El personal encargado de estas actividades normalmente se encuentra en el mismo cargo laboral por largos periodos de tiempo, por ello se requiere realizar cambios oportunos en la actividad laboral, antes de que las lesiones sean permanentes y la calidad de vida de los operarios se vea afectada.

Por medio de estas entrevistas, se lograron identificar algunos elementos clave para la etapa de “Definir” donde se intervino en el establecimiento de requerimientos y parámetros con los que posteriormente se evaluarían en el desarrollo del dispositivo de transporte, siendo clave la opinión de los usuarios directos para el diseño final.

Usuarios:

Después del proceso de observación y de la realización encuestas acerca del proceso de las actividades relacionada con el transporte de carga de alimento, se hizo conveniente la delimitación de la actividad en función de los usuarios directos del dispositivo de transporte que se diseñó en secciones posteriores. En este apartado se identificó la cantidad de carga a la que se encontraba expuesto el usuario, una lista que relacione de los colaboradores fijos y adicionales que pueden intervenir en la actividad, junto con medidas relevantes para el diseño del dispositivo y la relación de daño musculo-esquelético al que los colaboradores se ha visto expuesto cuando ejecuta la actividad.

Si bien, la etapa de entrevista se realizó a los colaboradores, quienes se encuentran fijos en el área de bienestar universitario, también se dispuso de la información de colaboradores no permanentes, los cuales se contratan por la Universidad en la modalidad de auxiliaturas, siendo éstos, estudiantes beneficiarios de una ayuda económica por cumplir con un convenio laboral en la universidad, sumando esta información de los colaboradores a la toma de datos que se tuvieron en cuenta durante la etapa de diseño del dispositivo para el transporte.

Tabla 7. Datos antropométricos recolectados de los trabajadores de cocina

Auxiliar	Altura	Altura a codo flexionado a 90°	Longitud de codo a dedo medio	Anchura del cuerpo	Edad	Sexo
1	1,65m	1,05m	0,34m	0,40m	26 años	M
2	1,85m	1,22m	0,46m	0,52m	48 años	M
3	1,78m	1,14m	0,42m	0,48m	50 años	M
4	1,73m	1,10m	0,40m	0,45m	25 años	M
5	1,72m	1,10m	0,39m	0,47m	22 años	M
6	1,66m	1,05m	0,35m	0,40m	23 años	M
7	1,73m	1,07m	0,36m	0,41m	24 años	M

En el cuadro anterior se consignaron datos como la altura, altura a codo flexionado a 90°, longitud de codo a dedo medio, anchura del cuerpo, edad y sexo, siendo medidas que permitieron delimitar los percentiles ergonómicos escogidos posteriormente para el diseño del dispositivo de transporte teniendo en cuenta los usuarios que se encontraban trabajando en el momento de la toma de datos.

En el desarrollo de las actividades de descarga y transporte no solo interviene la antropometría del usuario, sino que también la carga a la que se encuentran expuestos durante la ejecución de la actividad se consideró como una variable a tener en cuenta en el marco de la labor, por ello se realizaron evaluaciones de la carga en función de los datos aproximados que entrego el área de bienestar universitario para la realización de este proyecto. En el siguiente cuadro se realizó un análisis según la carga total aproximada que recibía diariamente para la preparación de comidas en el área de Bienestar Universitario y la frecuencia con la que se realizan las actividades de descargue y transporte.

Tabla 8. Resumen información sobre cantidades de comida, cantidad de canastillas y numero de repeticiones

Servicios (en un día)	Cantidad de comida (Kg)	Cantidad de comida por canastilla (Kg)	Cantidad de canastillas en cada repetición	Frecuencia (Numero de repeticiones)
3	330	27.5 Kg	1	12

La cantidad de alimentos que arriban para los 3 servicios de alimentos es un aproximado de 330Kg, siendo divididos en canastillas individuales que resisten un máximo de 30 Kg, pero se cargaba entre 25Kg a 27.5Kg pues los colaboradores sentían que una carga superior

era mucha. En el proceso de transporte de insumos implementando el arrastre de canastas individuales o llevarlas cargadas en brazos, se realizaban a cabo cerca de 12 repeticiones para completar el transporte de los elementos, en el proceso de ejecución los trabajadores manifestaban que la actividad generaba un alto grado de casación especialmente en las zonas de la columna baja y la cadera.

Con los datos obtenidos por parte de los usuarios se pudieron establecer datos cuantitativos relacionados con la ejecución de estas actividades con las percepciones respecto a la carga o transporte de insumos, con esto se consolidaron datos y se procedió a la etapa de “Definir” donde se implementaron los datos obtenidos en esta etapa para configurar requerimientos.

7.2 Definir

Durante el proceso de diseño seguido para desarrollar el dispositivo de transporte, la etapa de definición se enfocó en la configuración de parámetros y requerimientos por parte del equipo de diseño. El proceso se llevó a cabo en función de las necesidades expresadas en el del área de Bienestar Universitario, los trabajadores y los auxiliares que realizan labores de apoyo, especialmente a las dificultades relacionadas con riesgos laborales repetitivos como la postura y el transporte de carga.

En este apartado se consignaron los análisis de las necesidades presentadas por los usuarios y las fallas observadas en la actividad, los cuales se transformaron en requerimientos para ser cumplidos y se establecieron métricas para verificación posterior del diseño.

La etapa de requerimientos direcciono el trabajo que el equipo lleva a cabo en la configuración del dispositivo de transporte y los lineamientos que se siguieron en las etapas posteriores.

7.2.1 Identificación de necesidades

Durante la observación se documentaron necesidades propias de las actividades de descarga y transporte, las cuales fueron evaluadas y corroboradas con los colaboradores que ejecutan la actividad buscando tener un concepto común para la configuración de requerimientos. El proceso se enfocó en realizar co-creación con los operarios y las personas directamente relacionadas con las actividades, para el establecimiento de bases que posteriormente alimentarían los procesos de diseño y desarrollo. En la siguiente tabla se realizó la interpretación de las necesidades de los trabajadores desde la herramienta de la observación y la experiencia directa del usuario.

Tabla 9. Atributos y necesidades identificadas

Atributos	Necesidad identificada
Frecuencia	Número de veces que el operario realiza las actividades de descargue y transporte, que en un día normal puede superar las 30 veces para ejecución de las actividades.
Cambio de Temperatura	Al tener que realizar de manera constante las actividades de transporte entre la zona de carga a los cuartos fríos, por la cantidad de repeticiones los cambios de temperatura pueden generar daños permanentes en los usuarios.
Tiempo	En el proceso de observación y los reportes de los operarios, se identificó que un colaborador ejecuta el proceso a lo largo de la mañana, en intervalos de 15 a 20 minutos en los dos procesos.

Manipulación	Los procesos de descarga de los insumos dependen del alimento, en los casos críticos se levantan entre 25 a 30 Kg de carga, se apilan los alimentos sobre las canastas y se arrastran hasta el lugar de almacenamiento.
Capacidades de Transporte.	En el área de bienestar universitario se poseen recursos que fueron diseñados para ayudar al transporte de cargas, pero no son usados por su poca practicidad o su gran peso.
Instalaciones	En el proceso de transporte de los elementos las superficies cambian y dificultan el arrastre de los elementos.
Almacenamiento	Al recibir grandes cantidades de alimento la organización de los mismos en los cuartos fríos requiere de ser estructurada tanto en las canastillas como en los estantes. En el proceso de almacenamiento se requería de levantamiento de carga sobre hombros, aumentando la penosidad de la actividad
Carga	En la actividad, la carga depende de la cantidad de peso que se deba transportar cambiando las frecuencias por los pedidos que llegan diariamente, por ello los operarios deben cargar el peso según los insumos.
Manipulación	A veces se necesita más de una persona para mover una pila de canastillas, dificultando el proceso de transporte.
Material - manipulación	En algunos casos por el tipo de materiales y la forma de apilar las canastillas algunos alimentos se podían contaminar, por ello era determinante que el transporte sea de manera separada.

En el cuadro anterior se consignaron los datos relacionados a situaciones problemáticas respecto a características específicas de la situación que se consideraron como problemáticas respecto a la carga y transporte de insumos. En el proceso posterior a la identificación de situaciones problemáticas y la caracterización en función de los atributos, se prosiguió con el establecimiento de los requerimientos que delimitarían los procesos posteriores de diseño, enfocándose en las necesidades de los usuarios directos.

7.2.2 Requerimientos

En el establecimiento de requerimientos, las necesidades consignadas anteriormente fueron observadas en la ejecución de las actividades de descarga y transporte, durante el proceso de depuración se relacionaron con atributos específicos de la actividad con los que se llegaron a configurar los requerimientos que sirvieron como delimitantes del dispositivo de transporte, determinando los procesos, situaciones clave a resolverse o la implementación de algún elemento clave para brindar una solución efectiva con el diseño que se generó al final de este proyecto.

En el siguiente cuadro se relacionaron los atributos identificados con los requerimientos que posteriormente se implementaron para la configuración del artefacto.

Tabla 10. Atributos y requerimientos derivados de las necesidades identificadas

Atributos	Requerimientos
Frecuencia	Reducir las frecuencias con que los operarios deben realizar la actividad de descarga y transporte de insumos, especialmente cuando la carga es de grandes cantidades.
Cambio de Temperatura	Disminuir la exposición a cambios bruscos de temperatura a la que se encuentran expuestos los colaboradores que trabajan en Bienestar universitario.
Tiempo	Disminuir los tiempos de transporte de carga por parte de los operarios, especialmente en la actividad de transporte y cargando canastas individuales con pesos superiores a los 30 Kg.
Manipulación	En los procesos de descargue y transporte de insumos se requiere controlar la manipulación de cargas, especialmente cuando el levantamiento requiere superar la altura de hombros o flexión de columna.
Capacidades de	Es necesario implementar un sistema que permita el transporte conjunto

Transporte.	de canastillas, aumentando la carga transportada en cada repetición sin exponer la integridad física del colaborador que ejecuta la actividad.
Instalaciones	El dispositivo debe incluir elementos que faciliten el transporte durante el cambio de superficies, reduciendo así la fuerza que debe ejercer el colaborador para llevar a cabo la actividad.
Almacenamiento	El dispositivo de transporte, durante los procesos de almacenamiento debe facilitar el levantamiento de cargas con la finalidad de reducir la penosidad que sufre el colaborador.
Carga	Con relación a la carga transportada es importante que el elemento tenga la resistencia adecuada para soportar todo el peso que debe transportar. Es importante que el dispositivo de transporte no agregue mucho peso adicional por la estructura pues esto dificulta el desplazamiento y aumenta la fuerza que el operario debe ejercer para mover los insumos.
Manipulación	El dispositivo de transporte debe aptarse a los diferentes tipos de alimentos, sin maltratarlos y evitando la contaminación cruzada por contacto con otra clase de insumos.
Material - manipulación	Es de suma importancia proponer un material que no genere contaminación cruzada con los alimentos o por su composición afecte la salubridad de los insumos.

Con la lista de requerimientos establecida anteriormente se evaluaron en las etapas posteriores las diversas alternativas, enfocándose en reducir la penosidad postural a la que se ven sometidos mientras ejecutan la actividad y disminuir el esfuerzo que se requiere para mover la carga.

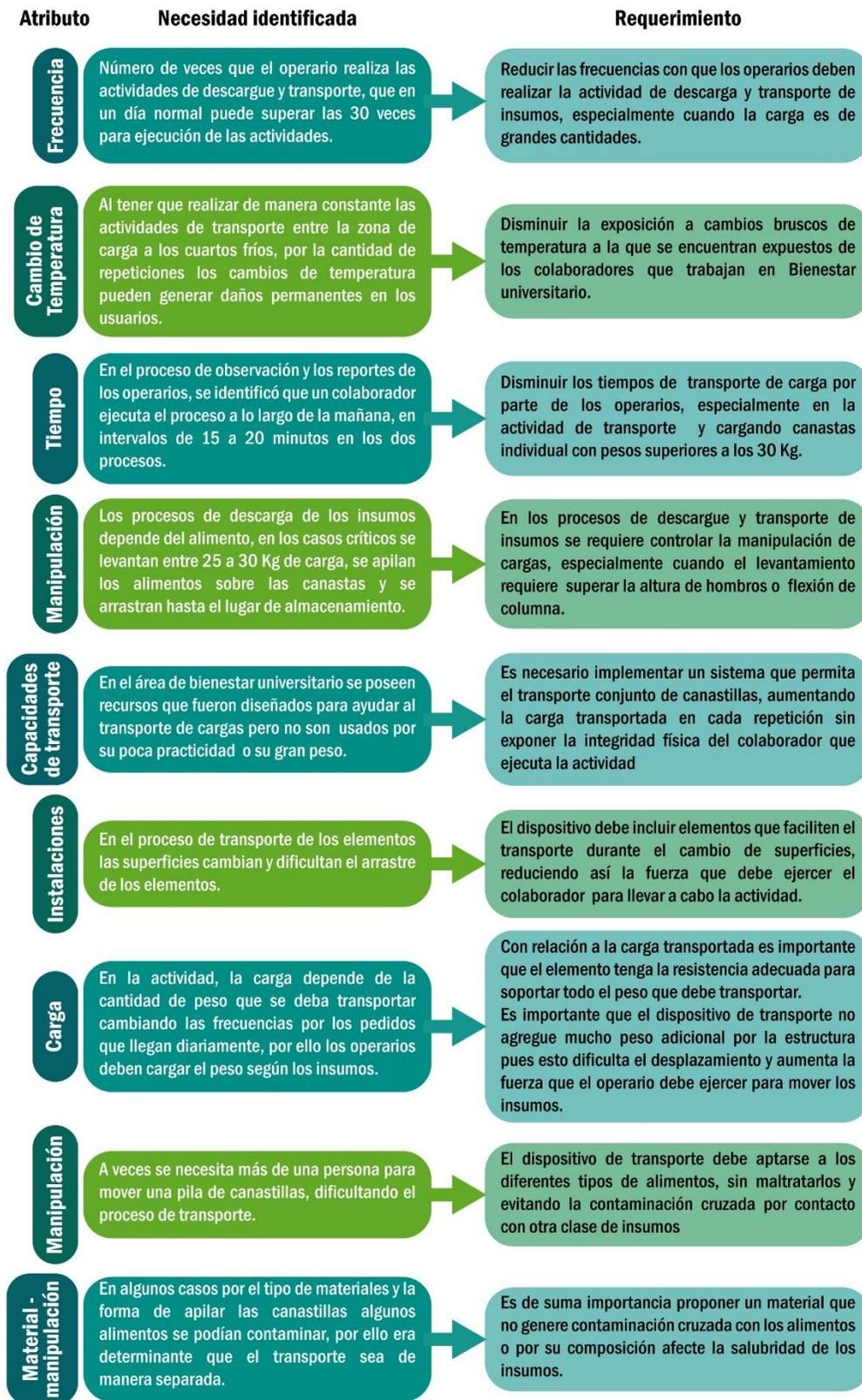


Figura 32. Cuadro resumen necesidad identificada y requerimientos

7.2.3 Análisis de lo existente

Se presentó una lista de productos de corte similar con los cuales tuvimos la referencia del mercado actual. Se describirían las características de los productos existentes y de esta manera configurar un modelo que se acople a las necesidades de los operarios de cocina en bienestar universitario UIS.

Este análisis se hizo de forma general, es decir, una lista de productos desarrollados para la función la cual fueron construido y analizar el funcionamiento y elementos destacables, desglosar posibles alternativas existentes de cada sistema, de esta manera configurar el dispositivo acoplando estas características importantes según los requerimientos de diseño.

Tabla 11. Productos existentes en el mercado

Elevador de carga serie 2400	Elevador de carga serie 2000
 <p data-bbox="318 1745 751 1776"><i>Link: www.transpaletasyapiladores.com</i></p>	 <p data-bbox="886 1709 1386 1780"><i>Link: directindustry.es/prod/genie/product-9218-653887</i></p>

Tipología	Mantenimiento industrial y gestión de instalaciones que necesiten elevar material.	Tipología	Levanta materiales pesados como vigas de acero o trabajo muy continuo.
Piezas	Construcción de una pieza (no hay partes sueltas)	Piezas	Patatas se desbloquean con pin para almacenamiento.
# de usuarios	Transportable fácilmente para que sea utilizado por una sola persona	# de usuarios	Está pensado para utilizarse por una sola persona.
Mecanismo	Mecánico	Mecanismo	Cabrestante de 2 velocidades y 2 manivelas
Carga max. Altura max.	180 kg 4 m	Carga max. Altura max.	500 kg 3,6 m
Elevador de carga serie 1900:		MS 1025:	
 <p><i>Link: www.transpaletasyapiladores.com</i></p>		 <p><i>Link: directindustry.es/prod/genie/product-9218-653887</i></p>	
Tipología	Muy compactos y de poco peso, Para cajas de cartón.	Tipología	Manejo de carga dentro de las plantas de producción y bodegas de almacenamiento.
Piezas	Transportable, base plegable.	Piezas	Una sola pieza
# de usuarios	una persona y transporte en la mayoría de los vehículos comerciales	# de usuarios	Carga operada por controles de pie y mano que permiten al operador trabajar sin tener que realizar movimientos corporales extremos.
Mecanismo	Mecánico, cabrestante	Mecanismo	Horquillas Ajustables, hidráulico
Carga max. Altura max.	180 kg 3, m	Carga max. Altura max.	1 Ton 2,5 m

Plataforma con horquilla		Plataforma elevación tipo bandeja	
			
<p>Link: Fuente: directindustry.es/prod/genie/product-9218-653887</p>		<p>Link: www.transpaletasyapiladores.com</p>	
Tipología	Aparato de levantamiento con horquilla: Para rollos, para cajas de cartón.	Tipología	Aparato de levantamiento con bandejas: para fardos. Duradera unidad de aluminio resistente a la corrosión. Equipada para subir por escaleras
Piezas	Con horquilla, portátil, de brazo telescópico.	Piezas	Usa sola pieza con bandejas
# de usuarios	Los carriles deslizantes permiten que una sola persona cargue y descargue fácilmente la unidad.	# de usuarios	Una sola persona puede fácilmente elevar, mover y posicionar cargas pesadas.
Mecanismo	Elevador de material operado manualmente	Mecanismo	Cabestrante reversible, silencioso y de gran velocidad
Carga max.	295 kg	Carga max.	91kg
Altura max.	5 m	Altura max.	3 m

Comparación de dispositivos existentes

A continuación, se seleccionaron criterios de evaluación para los dispositivos existentes según los requerimientos de diseño previamente especificados para el desarrollo de proyecto, de esta manera vamos a analizar que producto tiene más relación con nuestra problemática y tomarlo como referencia más a fondo, tomar las ventajas y desventajas para proseguir

explorando alternativas de como configurar nuestro dispositivo según las necesidades específicas de los trabajadores de cocina.

Tabla 12. Comparativo de lo existente con los criterios de evaluación

Dispositivos	serie 2400	serie 2000	serie 1900	MS 1025	Con horquilla	Con bandejas
Criterios de evaluación						
Fácil manipulación	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Manipulación por 1 usuario.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Sistema plegable	X	X	✓	X	✓	X
Sistema desarmable	X	✓	X	X	X	✓
Tipo de mecanismo	<i>Mecánico</i>	<i>Mecánico</i>	<i>Mecánico</i>	<i>Hidráulico</i>	<i>Mecánico</i>	<i>Mecánico</i>
Adaptación a diferentes terrenos	X	X	X	X	X	X
Carga apilable	X	X	✓	✓	X	X

Se observó que la mayoría de los sistemas de elevación de carga existentes constan de mecanismos mecánicos, ya que facilita la manipulación y el mantenimiento al no necesitar de una fuente de energía para funcionar. Además, la estructura se percibe robusta puesto que están pensadas para soportar cargas de más de 100 kg y a su vez brindan estabilidad a la carga y seguridad al usuario.

Adicional a lo anterior, los sistemas de elevación existentes en su mayoría no se pueden desensamblar y tienen falencias para adaptarse a superficies irregulares. Por último, el

sistema no tiene la posibilidad de apilar las cargas, por lo que sugiere que se realizan más de un trayecto para transportar la carga de un punto a otro sin establecer las condiciones adversas al funcionamiento.

7.3 Idear

En este apartado se dio inicio al proceso de las alternativas para cada requerimiento de diseño. Para ilustrar las opciones de dispositivos de cargue y descargue de canastillas con materia prima, se desarrolló un proceso que consta de 3 etapas de depuración y selección de alternativas.

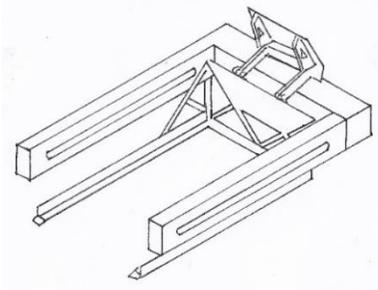
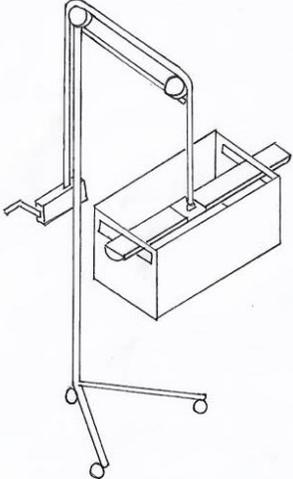
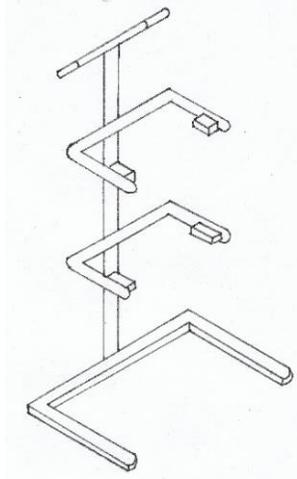
En la primera etapa se bocetaron las alternativas iniciales con base a los requerimientos planteados, de las cuales se preseleccionaron 3 alternativas basadas en los pros y contras del dibujo. En la segunda etapa se modelaron las 3 alternativas preseleccionadas y se evaluaron según las necesidades específicas en los requerimientos, seguidamente se seleccionaron la alternativa final para posteriormente, en la tercera etapa estudiar los diferentes sistemas para desarrollar un mecanismo que dé cumplimiento a los requerimientos planteados.

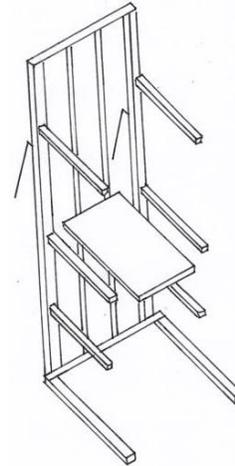
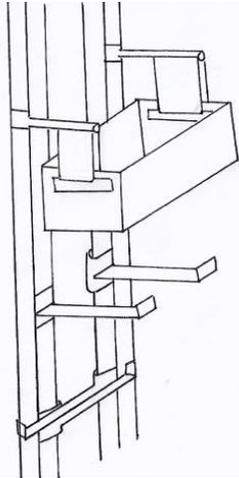
7.3.1 Alternativas – Bocetos

7.3.1.1 Primera fase de depuración

En esta fase se realizaron los bocetos de estructura y métodos de elevar la carga sin que el trabajador tenga que levantar la carga y exponerse a una postura inadecuada.

Tabla 13. Primera etapa del proceso de selección de alternativas, bocetación y preselección

Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
		
Descripción		
<p>Tiene un solo nivel, con palanca manipulada con el pie, levantamiento de la canastilla desde el piso a una altura determinada, no modificable y no permite el levantamiento y el transporte de varias canastillas.</p>	<p>Sistema de poleas con una barra adaptable a las agarraderas de las canastillas.</p> <p>Realiza el levantamiento de la carga desde el piso, pero solo transporta una canastilla a la vez, pero el movimiento no es estable y le reduce capacidad a la canastilla.</p>	<p>Se deben posicionar la carga en cada nivel en orden descendente, al empujar la canastilla, este movimiento acciona los brazos móviles como una prensa. Los niveles con fijos, no modificables y consta por un sistema de ruedas que permiten el transporte de la carga.</p>
Preselección		Preselección
Alternativa 4		Alternativa 5



Descripción

Sistema de rieles con brazos y bandas ajustables a las agarraderas de las canastillas y brazos de apoyo que giran para facilitar el paso de la carga al siguiente nivel, permitiendo transportar más de una canastilla a la vez.

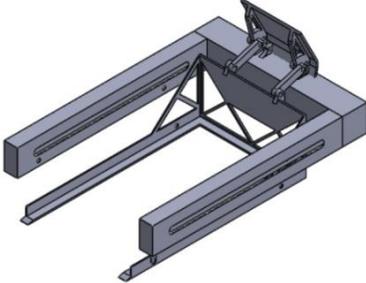
Sistema de poleas, manivela y malacate que no permite devolver la carga a menos que sea accionado, también con plataforma donde se posiciona la carga y facilita acomodarla sobre los soportes que son removibles y adaptables a la altura deseada, finalmente permite transportar varias canastillas sobre cambios de superficie ya que tiene ruedas adaptables a diferentes superficies.

Preselección

7.3.1.2 Segunda fase de depuración

En esta etapa ya se seleccionaron 3 alternativas que fueron modeladas mediante Solidworks y se realizó los análisis de los elementos, las dimensiones, el funcionamiento y así fueron determinadas según los requerimientos, el mayor grado de cumplimiento de los objetivos y en consecuencia proceder a determinar la alternativa estructural más adecuada para evolucionar y configurar el modelo final.

Tabla 14. Segunda etapa modelado y selección según requerimientos de diseño

<i>Alternativa 1</i>	<i>Alternativa 3</i>	<i>Alternativa 5</i>
		
Requerimientos vs Cumple / No cumple		
<p>Reducir las frecuencias con que los operarios deben realizar la actividad de descarga y transporte de insumos, y el tiempo de transporte de carga especialmente cuando la carga es de grandes cantidades.</p>		
<p>X</p> <p>Solo permite la manipulación de una canastilla a la vez, aumento la frecuencia y el tiempo de transporte.</p>	<p>✓</p> <p>Cuenta con varios niveles de apilado, lo que permite trasladar varias canastillas a la vez disminuyendo la frecuencia y el tiempo de transporte.</p>	<p>✓</p> <p>Tiene un sistema de soportes que permite apilamiento de varias canastillas a la vez disminuyendo el tiempo y la frecuencia del transporte.</p>
<p>Controlar la manipulación de cargas, especialmente cuando el levantamiento requiere superar la altura de hombros o flexión de columna.</p>		
<p>X</p> <p>No cuenta con un sistema de elevación que permita posicionar la carga a una altura superior a los hombros.</p>	<p>✓</p> <p>Tiene tres niveles para soportar la carga, la más alta facilitar posicionar la carga a una altura superior a los hombros.</p>	<p>✓</p> <p>Posee un sistema que permite ubicar los soportes de la carga a diferentes alturas facilitando la manipulación de cargas en alturas superiores a los hombros.</p>
<p>Transporte conjunto de canastillas, aumentando la carga transportada en cada repetición sin exponer la integridad física del colaborador que ejecuta la actividad.</p>		
<p>X</p> <p>Solo permite el transporte de una canastilla a la vez,</p>	<p>✓</p> <p>Cuenta con un sistema de ruedas y tres niveles de</p>	<p>✓</p> <p>Tiene un sistema de soportes ajustables y desarmables que</p>

aumento la frecuencia y el tiempo de transporte	posicionamiento de carga, lo que permite trasladar varias canastillas a la vez disminuyendo la frecuencia y el tiempo de transporte.	permite el apilamiento de varias canastillas a la vez disminuyendo el tiempo y la frecuencia del trabajo.
---	--	---

Faciliten el transporte durante el cambio de superficies, reduciendo así la fuerza que debe ejercer el colaborador para llevar a cabo la actividad.

X	X	✓
Su función principal es el levantamiento de la carga desde el piso, no consta de un sistema para transporte de carga.	Su sistema de transporte no cuenta con ruedas adaptables a diferentes superficies.	Cuenta con ruedas con resorte y plásticas que permiten adaptabilidad en distintos terrenos y ruedas de fácil descontaminación y limpieza.

Facilitar el levantamiento de cargas con la finalidad de reducir la penosidad que sufre el colaborador.

✓	X	✓
Cuenta con un sistema de palanca manipulada con los pies que permite el levantamiento de la carga desde el piso.	No consta con un sistema de levantamiento de carga, se deben posicionar las canastillas en los soportes y estos por la presión se accionan, asegurando las canastillas.	Cuenta con un sistema de poleas y un malacate que no deja devolver la carga y una plataforma donde se ubica la carga y se eleva con ayuda de una manivela.

Resistencia adecuada para soportar todo el peso que debe transportar. Es importante que el dispositivo de transporte no agregue mucho peso adicional por la estructura.

✓	✓	✓
----------	----------	----------

Las alternativas están planteadas de tal manera que todas deben soportar canastillas de máximo 30 kg cada una, se proponen materiales en acero inoxidable para los elementos que están en contacto con la carga y la estructura en acero.

Evitar la contaminación cruzada por contacto con otra clase de insumos o del material afectando la salubridad.

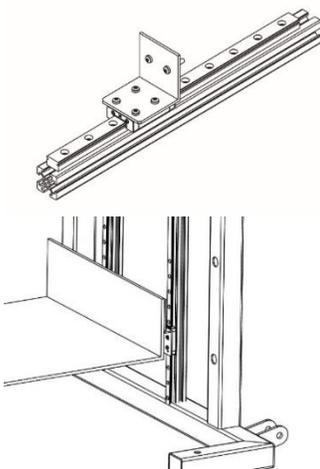
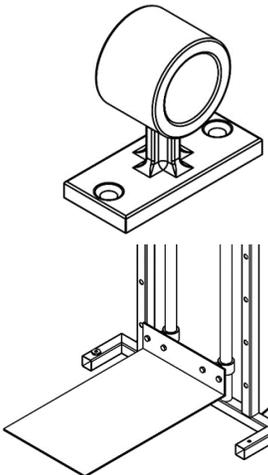
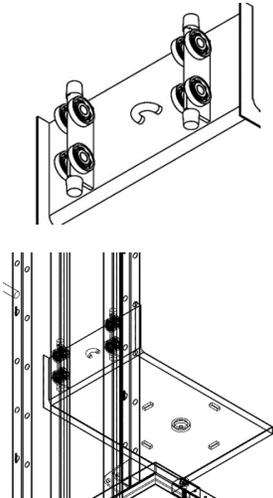
✓	✓	✓
Al sistema transporta solo una canastilla a la vez, se previene la contaminación cruzada con alguna otra carga.	Cada nivel para soportar la carga se encuentra separado, lo que evita que sustancias o fragmentos entre canastillas se mezclen.	Los niveles se encuentran separados y permite ubicar la carga a la distancia que se desee, evitando que se mezclen líquidos o sólidos entre sí.

Alternativa seleccionada

7.3.1.3 Tercera etapa de depuración y configuración final

En esta etapa final es donde se hizo la revisión de sistemas existentes de mecanismos y elementos que permitan configurar una alternativa completa y responda a la problemática

Tabla 15. Alternativas sistemas de elevación de carga.

Sistema de elevación		
Alternativa 1 <i>Riel conductor</i>	Alternativa 2 <i>Abrazadera</i>	Alternativa 3 <i>Rodamientos</i>
		
Ventajas		
<ul style="list-style-type: none"> • Fácil ensamblaje, sistema existente y preensamblado, lo que permite una instalación sencilla por un solo operario. • No requiere una lubricación repetitiva lo que facilita su mantenimiento. • Al ser un sistema convencional los repuestos son fáciles y accesibles de encontrar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fácil adquisición de repuestos ya que es un sistema existente en el mercado nacional. • Sistema convencional y sencillo de ensamblar, no requiere mano de obra profesional para el ensamble y mantenimiento. • Fácil mantenimiento, ya que es un sistema bastante sencillo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Al ser un sistema que consta de rodamientos convencionales, la adquisición de repuestos es sencilla y económica en el mercado nacional. • Fácil mantenimiento ya que solo requiere lubricación y no necesita de mano de obra calificado para la tarea. • Sistema seguro para el operario ya que el elemento no está expuesto al ambiente.

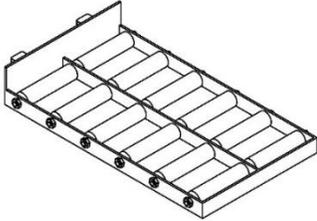
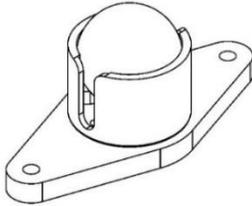
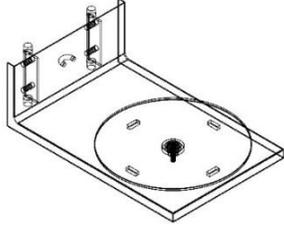
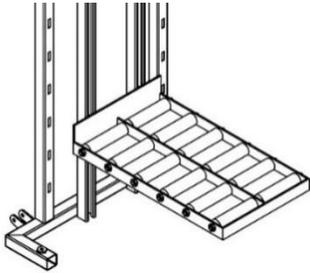
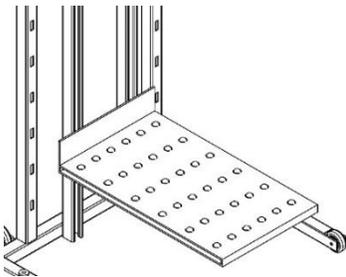
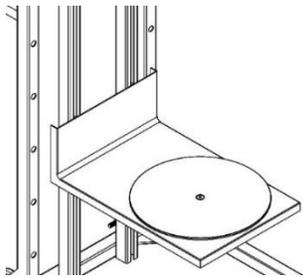
- Menor resistencia al momento de ejecutar el movimiento.

Desventaja

- | | | |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • No brinda seguridad al operario, ya que el elemento se encuentra expuesto al ambiente. • Fácil atascamiento al estar tan expuesto y pueden caer restos de comida en el sistema. | <ul style="list-style-type: none"> • Superficie lubricada expuesta lo cual puede ser peligroso e incómodo con el usuario. • Proceso de lubricación repetitivo. • Sin su correcta lubricación se dificulta el movimiento. • Fácil atascamiento al estar tan expuesto. | <ul style="list-style-type: none"> • Para tener una carga estabilizada se necesitan más de 2 pares de rodamientos • El mantenimiento consta de reemplazar los rodamientos o lubricarlos. |
|--|--|--|

Alternativa seleccionada

Tabla 16. Alternativas sistema de rotación. Plataforma de elevación

Sistema de rotación		
Alternativa 1 <i>Rodillos</i>	Alternativa 2 <i>Loca esférica</i>	Alternativa 3 <i>Rodamientos</i>
		
		
Ventajas		
<ul style="list-style-type: none"> • Al ser un sistema comercial los repuestos son 	<ul style="list-style-type: none"> • Esta opción brinda la posibilidad de tener 	<ul style="list-style-type: none"> • Al ser un sistema con pocas piezas se facilita el

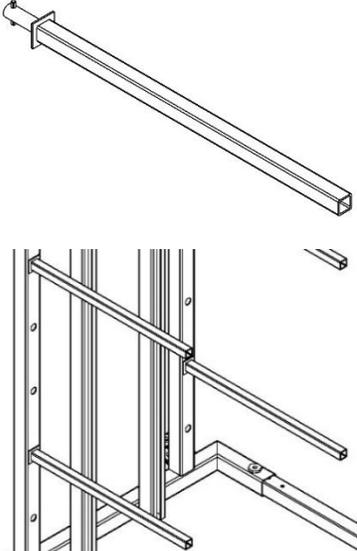
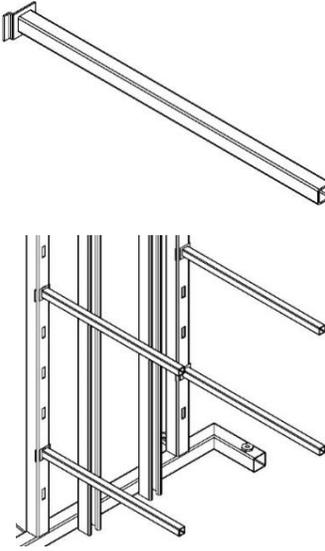
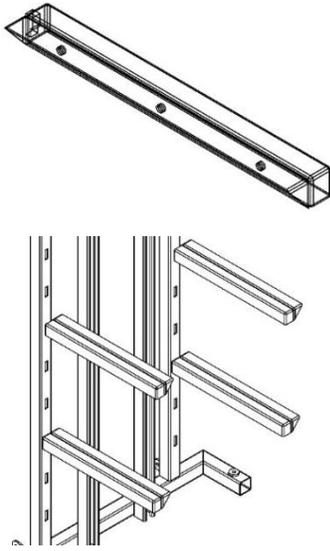
<p>económicos y no presenta dificultad para encontrarse en el mercado.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El elemento al ser una cama de rodillos permite que su mantenimiento sea sencillo y que su demanda constante sea de lubricación 	<p>movimiento en todas direcciones, lo que facilita posicionar la carga en los soportes.</p>	<p>mantenimiento y reduce los procesos necesarios para ejecutarlos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adquisición de repuestos económicos, ya que son rodamientos fabricados por la industria nacional. • La superficie está en total contacto con la base de la canasta, brindando mayor estabilidad al sistema general donde se implementa • Este sistema brinda mayor facilidad para girar la carga y posicionarla en los soportes
--	--	---

Desventaja

<ul style="list-style-type: none"> • Al tener mayor cantidad de rodillos se facilita que el sistema se atasque con restos de comida. • Este sistema realiza movimiento de las canastas en una dirección, no permite girar la canasta a los soportes. • La superficie de contacto es solo en los extremos y no en toda la superficie de la canasta, lo que permite que las canastas se rueden, salgan del dispositivo o se crea inestabilidad a la carga. • Aumenta el peso total del sistema por la cantidad de rodillos necesarios 	<ul style="list-style-type: none"> • Al ser un sistema de repuestos costosos y de difícil adquisición por ser importados. • Se presenta alta posibilidad de atascamiento por restos de comida. • La superficie de contacto es solo en los extremos y no en toda la superficie de la canasta se facilita el volcamiento de la canasta. • Superficie en constante movimiento, lo que crea inestabilidad a la carga que se está transportando. • Requiere de una estructura doble lo que aumenta el peso a la estructura general, aumentando la fuerza necesaria para ejecutar el proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Disco en acero inoxidable ya que está en contacto directo con la canasta de comida, lo que aumenta los costos de producción. • Sistema giratorio Manual, requiriendo asistencia del operario para ejecutar el proceso.
---	--	---

Alternativa seleccionada

Tabla 17. Alternativas sistema de soporte para canastillas con alimento

Sistema de soporte		
Alternativa 1 <i>Pasador</i>	Alternativa 2 <i>Encaje estante</i>	Alternativa 3 <i>Doble perfil</i>
		

Ventajas

- | | | |
|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Corte de encaje en la estructura fácil y económica de realizar ya que no requiere de procesos de alto costo. • Diseño de pasador, lo que es fácil de interpretar y muy resistente a cargas muy pesadas. • Fácil de ensamblar y seguro. • Manufactura fácil y económica ya que los orificios son convencionales, y no requiere el soporte de una herramienta de alto costo. | <ul style="list-style-type: none"> • Diseño inspirado en los estantes de supermercado. Lo cual es fácil tener una referencia al momento de realización. | <ul style="list-style-type: none"> • Alta resistencia a la fractura ya que esta conformado de la unión de dos perfiles lo que aumenta su resistencia. • Unión de dos perfiles mediante tornillos, lo que crea una alta resistencia a cargas muy pasadas. • Ajuste de precisión, lo que es bastante sencillo de realizar. |
|---|--|---|

Desventaja

- | | | |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • El brazo consta de dos partes, el brazo y el pasador, lo que provoca | <ul style="list-style-type: none"> • Corte en la estructura difícil de realizar y costoso | <ul style="list-style-type: none"> • Encaje en la estructura difícil y costosa de realizar. |
|--|--|--|

que a falta de una el ensamble no sea posible.

ya que se requiere herramienta especializada.

- Ensamble con menor resistencia a cargas ya que solo se apoya de un lado de la estructura

- Ensamble de dos perfiles, lo cual requiere trabajo y tiempo de ensamblar.

- Aumenta el peso total del sistema.

Alternativa seleccionada

7.3.2 Configuración final

Una vez se seleccionaron los sistemas y la estructura principal del dispositivo, se inició el ajuste de dimensiones, posición de los elementos, uniones, procesos de manufactura, color, entre otros factores de diseño acordes a tipo de producto.



Figura 33. Configuración final de la alternativa de solución



Figura 34. Perfil derecho, frontal y posterior

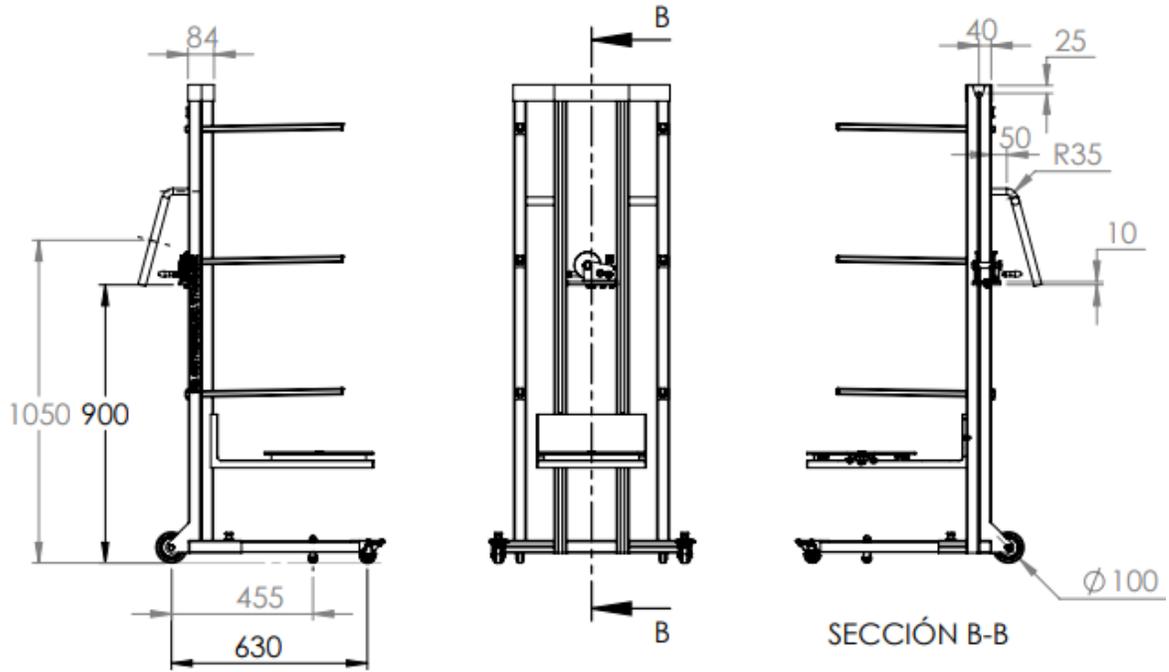


Figura 35. Plano general del modelo en vistas principales.

7.4 Prototipar

Una vez seleccionada la alternativa final, se le configuraron el diseño de detalles, en cuanto a color y señalización, con el fin de realizar un renderizado para visualizar como se verá realmente el dispositivo y presentar a los encargados de bienestar universitario la propuesta de diseño, en cuanto a funcionamiento y estilo.

7.4.1 Render

Cada elemento se modeló de manera individual y se ensamblaron, los brazos de soporte a la estructura principal, dos soportes base con pin de seguridad y una plataforma giratoria en acero inoxidable.

Como se puede notar, hay una ligera inclinación de 1° en los brazos de soporte para evitar una un volcamiento de las canastillas. Se puede ver una rueda auxiliar resortada para apoyo extra del soporte de la base.

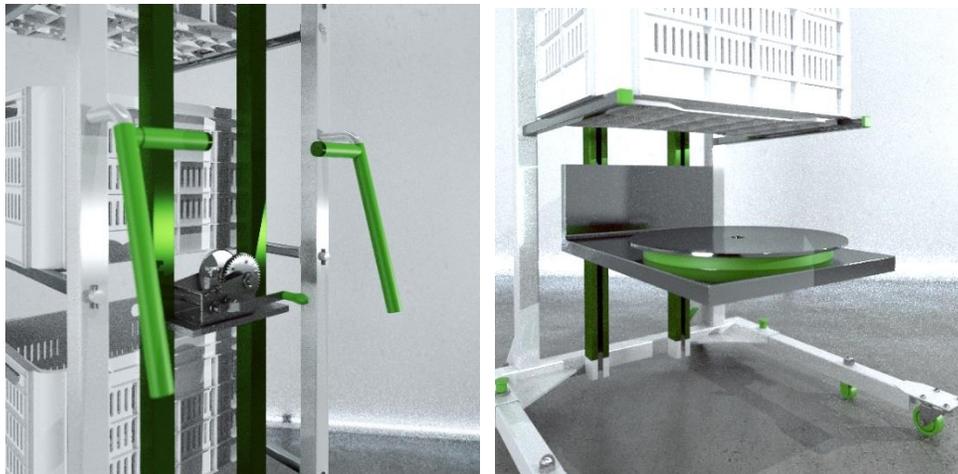


Figura 36. Detalle plataforma giratoria, winche y mangos

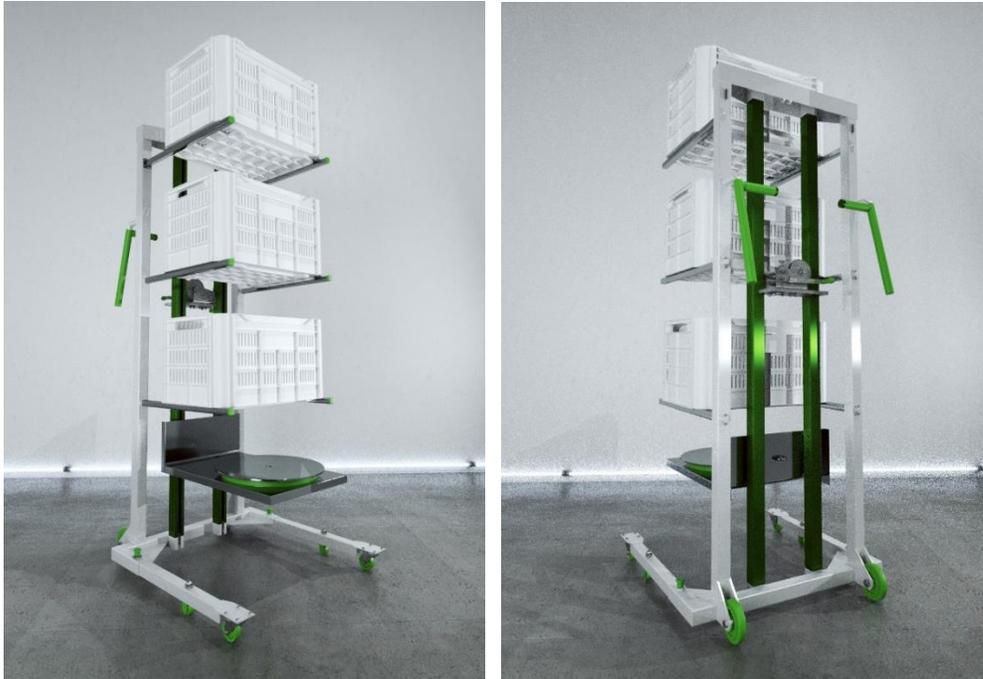


Figura 37. Modelo en uso canastillas en los primeros 3 niveles descendentes

7.4.2 Modelo físico

La finalidad del modelo físico a escala 1:1 para el proyecto es proporcionarnos un panorama más claro de las posturas que se adoptaran mediante la utilización del dispositivo por parte de los trabajadores de cocina de bienestar universitario UIS y así tomar decisiones de mejora o de aprobación del diseño; además de ejemplificar la visión del diseñador en la solución de la problemática.

Para este modelo se utilizaron materiales no reales, como el cartón corrugado de 4 mm de espesor, balsa, MDF y porcelánicron para los detalles, se pintó y se agregó la señalación básica necesaria.

Es necesario aclarar que el modelo no es funcional, sin embargo, permite corroborar el modo de transporte, la acción de girar la canastilla, como se llevarían en cada nivel y básicamente las posturas que se adoptarían en la labor.



Figura 38. Elementos de Identificación y señalización en el modelo



Figura 39. Plano frontal y posterior del modelo físico



Figura 40. Dispositivo en uso, canastilla ubicada en el segundo nivel



Figura 41. Modelo físico en uso y en detalle de modo de agarre

7.4.3 Presupuesto

Para esta parte del desarrollo del proyecto se hizo un documento donde se mostraba el modelo explosionado, la lista de materiales, la cantidad, las unidades y se envió a diferentes empresas de manufacturas que nos llenaran la cotización, en esta se incluiría el servicio y materiales para pintura, soldadura y acabados del producto final.

La finalidad de estas cotizaciones es en primer lugar, comparar precios y tiempos de entrega; en segundo lugar, corroborar que en la región podemos hacer la fabricación de este dispositivo, lo cual se traduce en costos, tiempo y comunicación con la empresa.

Tabla 18. Listado de materiales

Descripción	Material	Cant.
Estructura principal		
Perfil cuadrado 40x40 mm Largo 1450 mm - espesor de 2 mm	Acero al carbono AISI/SAE 1020	2
Perfil C 40*40 mm Largo 1500 mm - espesor 2 mm	Acero al carbono AISI/SAE 1020	2
Polea 60 mm	Aleación de aluminio 1060	1
Perno hexagonal M10*60	Acero inoxidable 316	1
Tuerca hexagonal M10*12	Acero inoxidable 316	1
Lamina 60*40*5 mm Lamina 85*500*2 mm Lamina 200*120 Espesor 10 mm	Acero al carbono 1020	1
Tubo 400 mm	Acero al carbono 1020	2
Rueda 100 mm	Acero cromado	2
Sistema giratorio de elevación		
Lamina 525*355*2 mm	Acero inoxidable 304	1
Rodamiento 12 mm*esp. 6 mm	Acero cromado	8

Rodamiento 30 mm*esp. 9 mm	Acero cromado	4
Disco diámetro 350 mm Espesor de ¼ pulg.	Acero inoxidable 304	1
Platina 10*20 mm - espesor de 10 mm	Acero inoxidable 304	4
Chumacera	Acero prensado	1
Tornillos de cabeza redonda M10*15	Acero inoxidable 316	4
Tuerca hexagonal de ajuste M10*9	Acero inoxidable 316	4
Winche 272 kg / 600 lb - Malacate		1
Perno en U	Galvanizado	1
Brazos para soporte de canastillas		
Perfil cuadrado 20*20 Espesor Largo 450 mm - espesor 2 mm	Acero inoxidable 304	6
Platina acero inoxidable 35*35 mm	Acero inoxidable 304	6
Varilla acero inoxidable 5/8 pulg *45 mm	Acero inoxidable 304	6
Pasador 5*30mm	Acero inoxidable 316	6
Base patas removibles		
Perfil U 35*35*450 mm Espesor de 2 mm - 450 mm	Acero al carbono AISI 1020	2
Rueda con muelle 35 mm	Acero cromado	1
Rodachin giratorio 50 mm	Acero cromado	2
Tornillo de cabeza redonda M6*15	Acero inoxidable 316	8
Tuerca hexagonal de autoajuste M6*9	Acero inoxidable 316	8
Tuerca ciega	Acero inoxidable	2
Servicios para la manufactura		
Servicio de Soldador con herramientas		3
Servicio de torno	Por día	1

Tabla 19. Listado de empresas con capacidad de manufactura en Bucaramanga

Bucaramanga			
Nombre	Número de teléfono	Tecnología ofrecida	cotización
Laminas y cortes industriales S.A.	(+57) 310 8370249	Fabricación de estructura con soldadura y material incluido	Hasta la fecha y por la situación de la pandemia no se ha obtenido respuesta
Metalpracticos S.A.S.	(+57) 3105175700	Estructura en acero inoxidable	La empresa cotizó la estructura y el valor especificado fue \$800.00 + IVA cubriendo perfiles y soldadura
Doblamos S.A	(+57) 311 6243585	Dobladora de acero, creación de perfiles	Se cotizó las láminas de acero y el proceso de doblado para la creación de los perfiles, no cubre soldadura, siendo el precio \$500.00 + IVA
J.D Metal service S.A.S.	(+57) 301 6657231	Soldadura de estructura de acero.	No presenta el servicio a elementos individuales por el modelo de negocio de empresa.
Herrajes andina S.A.S.	(+57) 7 3720238	Estructuras metálicas	Hasta la fecha no se ha recibido respuesta por la situación actual no están laborando.

Tabla 20. Listado de empresas con capacidad de manufactura en Colombia

Colombia				
Ciudad	Nombre	Número de teléfono	Tecnología ofrecida	cotización
Bogotá	Metal mind	(571) 2600206	Fabricación de estructura con soldadura y material incluido	La empresa rechazó dar respuesta a la cotización por la complejidad de la pieza.
Bogotá	Santa barbara	(571) 7135852	Perfiles en acero	Especializado en moldes, troqueles y fabricación y afilado de cuchillas

Bogotá	Industrias de aceros INOX	(+57) 3134791975	Estructura en acero inoxidable	La empresa realizo el proceso de cotización final de la pieza, dando un valor de \$850.00 + IVA incluyendo material
Medellín	Metalmecánica y control	(+57) 3104665762	Perfiles de acero	No se generó, pues la geometría es muy compleja para las capacidades ofrecidas por ellos
Medellín	Industrias Famec S.A.S	(+574) 44423641	Estructuras metálicas	No presenta el servicio a elementos individuales por el modelo de negocio de empresa.
Medellín	Industrias Gómez & cia Ltda.	(+574) 2556680	Malacate y estructura en acero	Se cotizó el malacate y los procesos de doblado de perfiles y soldadura con un total de \$900.00 + IVA

Tabla 21. Cotizaciones respondidas, costos tiempos de producción.

Cotizaciones respondidas					
Nombre	Tiempos de respuesta a cotización	Material	Tiempos de producción	Envíos nacionales	Costos
Metalpracticos S.A.S.	15 días	Acero inoxidable (incluido)	4 días	Si, Sin cargo adicional	\$800.00+ IVA
Doblamos S.A	3 días	Acero (no incluido)	3 días	Se debe recoger en la planta	\$500.00 + IVA
Industrial de aceros INOX	5 días	Acero inoxidable (incluido)	4 días	Si, con cargo adicional	\$850.00 + IVA
Industrias Gómez & cia Ltda.	2 días	Acero (incluido) + malacate	4 días	No hace envíos	\$900.00 + IVA Precio para investigación.

7.5 Testear

7.5.1 Pruebas de posición

Para esta parte del proyecto se usó el modelo físico y una muestra de 6 personas, que nos permitieron tomar evidencia de sus posturas mientras interactuaban con el modelo. Una vez tomadas las imágenes, se hizo un promedio en los ángulos posturales, facilitándonos predecir el uso y retroalimentación del usuario final.

Análisis postural en el modelo físico



Figura 42. Ángulos posturales. Agarre y transporte.



Figura 43. Ángulos de postura adoptada en el movimiento de canastilla en la base giratoria



Figura 44. Postura adoptada con segunda manera de agarre

Tabla 22. Código postural utilizando el modelo físico y usuario



	Acomodando canastillas	transporte
Espalda	1	1
Brazos	1	1
Piernas	2	2
Carga	1	1
Código postural	1121	1121
riesgo	01	01

Conclusiones preliminares modelo final

- ✓ El código de riesgo postural es el 01. La descripción de esta categoría sugiere que es una postura natural y normal sin efectos dañinos para el sistema músculo-esquelético y no requiere acción correctiva.
- ✓ El mango con doble posición de agarre permite a la persona elegir según le sea más cómodo acomodarse para el traslado del dispositivo
- ✓ La posición que el trabajador adopta en la mayoría de las actividades es de pie con las manos a 90° grados y caminando
- ✓ La posición de acomodar las canastillas en los soportes se caracteriza por mantenerse de pie en el primer nivel descendente y a medida que se acomodan las canastillas en

los niveles inferiores se inclina hacia adelante en flexión de espalda y para el ultimo nivel en posición de rodillas flexionadas.

- ✓ A pesar de que para acomodar los niveles inferiores se adopte una posición flexionada de espalda, el trabajador no está expuesto a levantar una carga, sino que con un movimiento puede girar la canastilla en su lugar. Esta plataforma giratoria hace la tarea de sostener la carga mientras es acomodada de forma sencilla.
- ✓ El 100% de los usuarios a quien se les tomo registro postural obtuvieron un código de riesgo de 01, por lo tanto, se puede concluir que el uso del dispositivo para los trabajadores puede contribuir a que no se presenten lesiones de tipo musculoesqueléticas con consecuencias nocivas.

7.5.2 Simulación Jack

En el siguiente apartado se presenta una serie de imágenes a las cuales se evaluaron mediante OWAS, identificar la categoría de riesgo y sacar conclusiones preliminares en el proceso. Inicialmente, se determinaron los datos que se tuvieron en cuenta para la simulación en Jack; estos son la base para la evaluación del método ergonómico, pues no solo se necesita determinar la postura sino la carga también.

Datos para la simulación:

- **Género:** Masculino
- **Carga:** 30 kg por canastilla
- **Método ergonómico para evaluar:** OWAS
- **Pruebas:** carro actual y modelo propuesto
- **Estante:** 4 niveles

7.5.2.1 Carro actual y gancho

A continuación, se hizo el análisis del código postural para las cuatro fases de la actividad: levantamiento de carga (canastillas), transporte y almacenaje. Estos códigos fueron obtenidos mediante el análisis de las fotografías de la evidencia tomada del proceso de observación y recolección de información de la situación problema mediante la supervisión y apoyo de los trabajadores de cocina de bienestar universitario UIS.

En el caso de la tarea de almacenaje al no tener registro se procede a usar el software Jack para realizar una simulación de esta tarea según las condiciones que ya se conocen, es decir, las canastillas se acomodan de forma manual en cada nivel del estante.

➤ Levantamiento de carga (descargue)

Tabla 23. Código postural OWAS: levantamiento de carga o descargue

		
Espalda	2	1
Brazos	3	1
Piernas	7	7
Carga	3	3
Código postural	2373	1173
riesgo	04	03

➤ **Posicionamiento de la canastilla (cargue)**

Tabla 24. Código postural OWAS: cargue canastilla

	Cargue de canastilla despues de pesaje	
Espalda	2	
Brazos	1	
Piernas	3	
Carga	3	
Código postural	2133	
riesgo	03	

➤ **Transporte**

Tabla 25. Código postural OWAS: transporte de dispositivo para cuartos fríos o para zona de preparación

			
	Arrastrando canastas con carga hacia el cuarto frio	Halando la canastilla con carga al cuarto frio	Halando una pila de canastillas con el gancho
Espalda	2	1	4
Brazos	1	1	2
Piernas	7	7	7

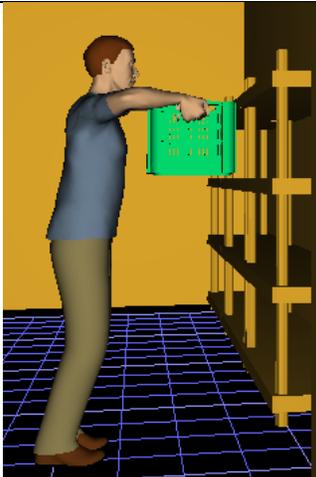
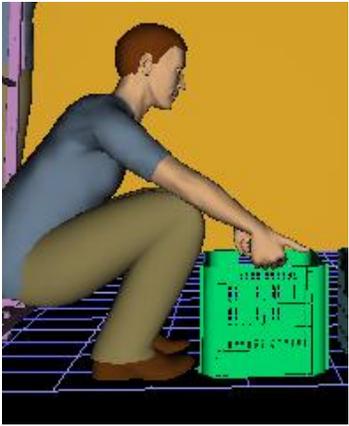
Carga	3	3	3
Código postural	2173	1173	4273
riesgo	03	01	04

De la tabla anterior se pudo observar que se presentan 3 formas de mover la carga: empujándola de frente, halándola con el gancho o halándola el carro con el gancho.

Cada una de estas posturas adoptadas tiene un código de riesgo diferente que merece una acción propia de cada caso lo cual permite concluir que, ya que no hay una forma establecida de realizar este transporte, los trabajadores tienen la posibilidad de hacer la tarea de la forma que mejor les parezca en el momento.

➤ **Almacenaje**

Tabla 26. Código postural OWAS: Acomodando canastillas para almacenaje en estante

		
	Acomodando canastillas para almacenaje	Levantando la carga para acomodar en estante
Espalda	1	2
Brazos	3	1
Piernas	2	6

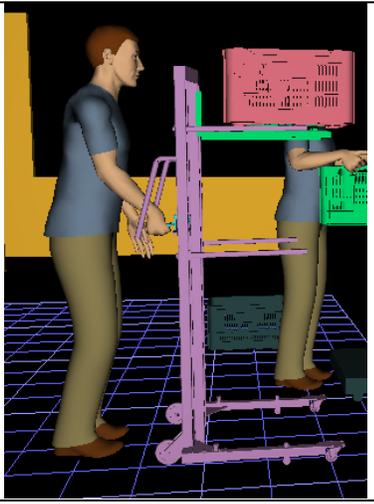
Carga	3	3
Código postural	1323	2163
riesgo	01	02

De las tablas anteriores pudimos observar que en un 75% de las posturas adoptadas, el riesgo según la categoría requiere de acciones correctivas lo antes posible pues estas pueden causar daño al sistema musculoesquelético por factores de carga, mala postura o frecuencia.

7.5.2.2 Diseño propuesto

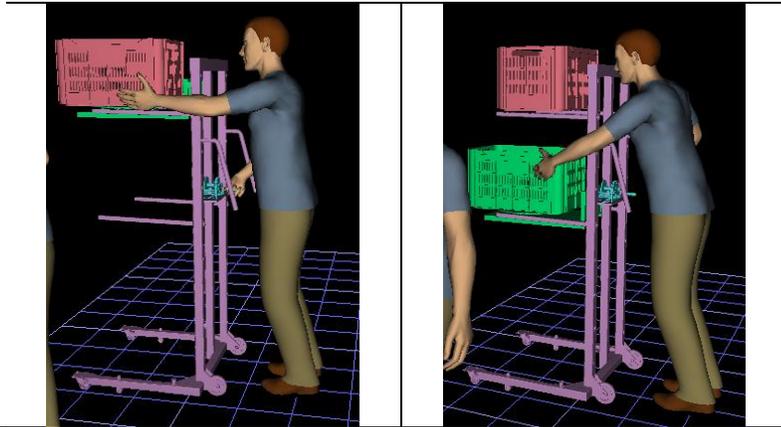
➤ Levantamiento de carga

Tabla 27. Código postural OWAS: Acomodando canastillas para almacenaje 1er y último nivel en orden descendente

	Levantamiento de carga con manivela de winche	
Espalda	1	
Brazos	1	
Piernas	2	
Carga	1	
Código postural	1121	
riesgo	01	

➤ **Posicionamiento de la canastilla**

Tabla 28. Código postural OWAS: Acomodando canastillas para almacenaje

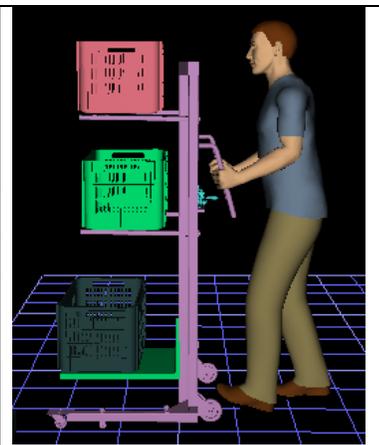


Espalda	1	2
Brazos	2	1
Piernas	2	2
Carga	1	1
Código postural	1221	2121
riesgo	01	01

➤ **Transporte**

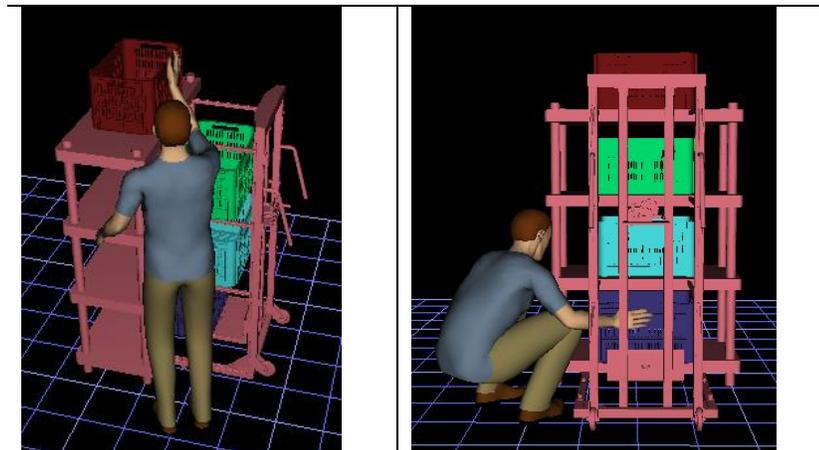
Tabla 29. Código postural OWAS: transporte de dispositivo para cuartos fríos o para zona de preparación

		Transportando canastillas
Espalda	1	1
Brazos	1	1
Piernas	7	7
Carga	1	1
Código postural	1171	1171
riesgo	01	01



➤ **Almacenaje**

Tabla 30. Código postural OWAS: Acomodando canastillas para almacenaje 1er y último nivel en orden descendente



	Almacenaje 1er nivel	Almacenaje ultimo nivel
Espalda	1	2
Brazos	2	1
Piernas	2	5
Carga	1	1
Código postural	1221	2161
riesgo	01	02

De las tablas anteriores se observa que en un 83% de las posturas el riesgo según la categoría NO requiere de acciones correctivas, ya que se adopta una postura natural y normal sin efectos dañinos para el sistema musculoesquelético por factores de carga, mala postura o frecuencia.

Los resultados del estudio anterior permitieron comprender que la situación problema observada tiene una disminución de riesgo postural, lo que permitió justificar el diseño de una alternativa que contribuya a obtener estos resultados en pro del bienestar de los trabajadores.

7.5.2.3 Comparativa de resultados

Para la siguiente tabla se tienen en cuenta los resultados recolectados de los códigos posturales del modelo actual en contraste con los resultados del diseño propuesto para los trabajadores de comedores de bienestar universitario UIS; la finalidad de la comparativa es evidenciar como el cambio postural permite ayudar a prevenir la categoría de riesgo y de esta manera mejorar la calidad de vida del trabajador.

Tabla 31. Cuadro resumen de códigos posturales del modelo actual vs diseño propuesto para comparativa de riesgo

Fase actividad	Modelo actual		Modelo propuesto	
	Código postural	riesgo	Código postural	riesgo
levantamiento	2373	04	1121	01
	1173	03		
Posicionamiento de la canastilla (cargue)	2133	03	1221	01
		2121	01	
Transporte	2173	03	1171	01
	1173	01		
	4273	04		
Almacenaje	1323	01	1221	01
	2163	02	2161	02

Con base en la tabla anterior, se pudo concluir que el diseño propuesto presenta códigos de riesgo postural inferior a los códigos de riesgo del modelo actual y la forma como se está realizando la labor, por lo tanto, es pertinente inferir que el dispositivo si contribuye a la prevención de riesgo postural para los trabajadores en cada una de las tareas que desempeñan los trabajadores.

7.5.3 Cálculos modelo final

7.5.3.1 Análisis de esfuerzos

Para definir a los esfuerzos como la fuerza por unidad de área interna que es capaz de soportar un material, y son los datos que vamos a hallar en esta parte del proceso, analizamos si las dimensiones, el peso que se requiere mover y los diferentes elementos de la propuesta cumplen con las necesidades funcionales.

Para comprobar que el diseño del dispositivo funciona sin fallas estructurales causadas por un sobreesfuerzo en la máquina, se procedió al análisis de esfuerzos. Este permitió concluir cuáles son los esfuerzos presentes en la máquina y para encontrarlos se realiza el análisis estático y después el análisis de resistencia.

Análisis estático

El análisis estático trata sobre definir las fuerzas internas y externas de la máquina. Con relevancia en las piezas más críticas, dado que estas son las más propensas a fallar por esfuerzos.

Para el análisis estático se realizaron las siguientes suposiciones:

- Considerar el problema desde la perspectiva de dos dimensiones.
- El funcionamiento de la máquina hay tres cajas simultáneamente, dos cajas están ubicadas en los dos brazos presentes en las barras laterales con agujeros y la tercera está en la plataforma anclada al riel y al winche de desplazamiento.
- Se trabaja con un peso de canasta del doble de la canasta más pesada transportada en la operación, es decir 60 kilogramos.

- El peso de las canastas en los brazos y la plataforma se toma como una carga distribuida en 30 cm, en el caso de los brazos cada uno soporta 30 kilogramos y la plataforma soporta 60 kilogramos.
- Para los centros de gravedad, dado que las medidas son simétricas con respecto al eje central de la máquina y las pocas diferencias en sus geometrías básicas (rectángulos y círculos), los centros de gravedad son los mismos que los centros geométricos de las geometrías básicas.

7.5.3.1.1 Sumatoria de fuerzas y momentos

La realización del cálculo de las fuerzas externas e internas de la maquina requirió la sumatoria de fuerzas y momentos en el dispositivo y las piezas críticas. Para la visualización de las fuerzas y momentos se utilizó el diagrama de cuerpo libre el cual indica donde están posicionadas estas fuerzas y momentos.

Sumatoria de fuerzas y momentos brazos.

Dado que hay cuatro brazos en el sistema que funcionan de igual manera, solo es necesario el análisis de un solo brazo para poder definir las fuerzas que actúan en todos.

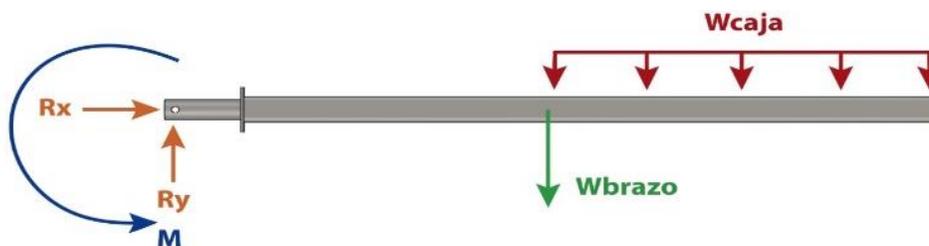


Figura 45. Diagrama de cuerpo libre brazo

Sumatoria de fuerzas en x ($\sum F_x=0$):

$$R_x = 0$$

Sumatoria de fuerzas en y ($\sum F_y=0$):

$$R_y = W_{brazo} + W_{caja}$$

Donde:

$$W_{brazo} = m_{brazo} * g$$

- m_{brazo} = masa del brazo [kg]
- $Peso$ = peso del perfil por unidad de longitud [kg/m]^l
- L_{brazo} = Longitud del brazo

$$g = 9,81 [m/s^2]$$

$$m_{brazo} = Peso [kg/m] * L_{brazo} [m]$$

$$m_{brazo} = 2,31 * 0,45$$

$$m_{brazo} = 1,04 [kg]$$

$$W_{brazo} = 1,04 * 9,81$$

$$W_{brazo} = 10,2 [N]$$

$$W_{caja} = m_{caja} * g$$

$$m_{caja} = 30 kg$$

$$W_{caja} = 30 * 9,81$$

$$W_{caja} = 294,3 [N]$$

$$w_{caja} = \frac{294,3 [N]}{0,3[m]}$$

$$w_{caja} = 981 [N/m]$$

$$R_y = 10,2 + 294,3$$

$$R_y = 304,5 [N]$$

Sumatoria de momento ($\sum M=0$).

$$M = C_{gb} * W_{brazo} + C_{gc} * W_{caja}$$

- C_{gb} = Centro de gravedad brazo [m]
- C_{gc} = Centroide fuerza distribuida caja [m]

$$C_{gb} = 0,225 [m]$$

$$C_{gc} = 0,3 [m]$$

$$M = 0,225 * 10,2 + 0,30 * 294,3$$

$$M = 90,585 [N * m] \text{ positivo antihorario}$$

Sumatoria de fuerzas y momentos barras laterales.

Hay dos barras laterales que funcionan de igual manera por consiguiente analizando una sola se obtiene las fuerzas internas y externas en las dos barras.

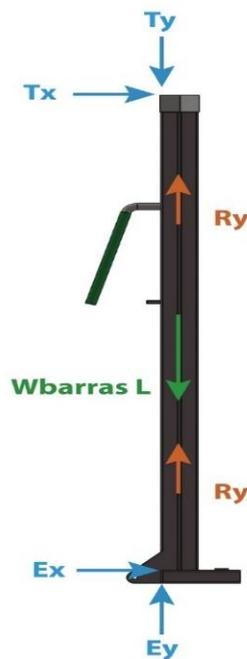


Figura 46. Diagrama de cuerpo libre barras laterales

$$\sum F_x = 0$$

$$T_x = E_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

Dada la simetría de la barra lateral se supone lo siguiente

$$E_y = T_y = R_c$$

$$R_c = \frac{W_{barra\ lateral} + 2 * R_y}{2}$$

$$W_{barra\ lateral} = m_{barra} * g$$

Donde

$$m_{barra} = \text{Peso} \left[\frac{kg}{m} \right] * L_{barra}$$

$$L_{barra} = 1,462 [m]$$

$$m_{barra} = 3,38 [kg]$$

$$W_{barra\ lateral} = 33,13 [N]$$

$$R_c = \frac{33,13 + 2 * 304,5}{2}$$

$$R_c = 321,06 [N]$$

Sumatoria de fuerzas del Disco

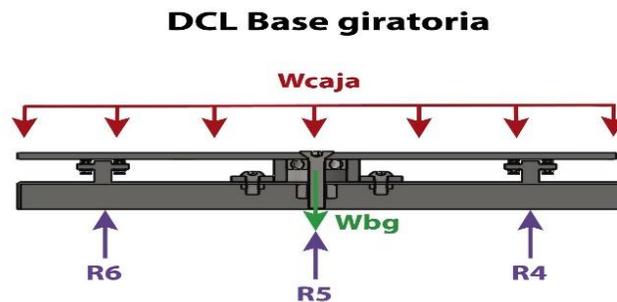


Figura 47. Diagrama de cuerpo libre disco giratorio

Simetría $R_6 = R_4$

$$R_5 + 2 * R_4 = W_{caja} + W_{bg}$$

Wcaja en este caso es el doble dado que la lámina circular de la plataforma soporta el peso completo no la mitad como los brazos.

$$W_{caja} = 2 * 294,3 = 488,6 [N]$$

$$W_{bg} = m_{bg} * g$$

Donde

$$m_{bg} = 3,8 [kg]^2$$

$$W_{bg} = 3,8 * 9,81$$

$$W_{bg} = 37,28[N]$$

$$R5 + 2 * R4 = 588,6 + 37,28$$

Suponemos que la reacción R5 es el doble que las otras dos dado que este es el soporte central.

$$R4 = R6 = 156,47[N]$$

$$R5 = 312,94$$

Sumatoria de fuerzas y momento plataforma.

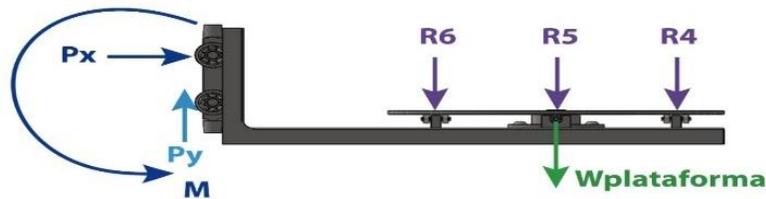


Figura 48. Diagrama de cuerpo libre plataforma

$$\sum F_x = 0$$

$$P_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$P_y = R4 + R5 + R6 + W_{plataforma}$$

Para encontrar el valor del peso de la plataforma se utiliza la formula dada por la norma y esta necesita el área rectangular para encontrar su valor.

$$W_{plataforma} = (base1[m] * altura1[m] + base2[m] * altura2[m]) * 7,93 * calibre[mm] * g$$

$$Base1=0,522[m]$$

$$Altura1= 0,355[m]$$

$$Base2=0,522[m]$$

$$Altura2= 0,355[m]$$

$$Calibre=2[mm]$$

$$W_{plataforma} = 37,8[N]$$

$$Py = 156,47 + 312,94 + 156,47 + 37,8$$

$$Py = 663,68[N]$$

$$\sum M=0$$

$$M = D6 * R6 + DW * W_{plataforma} + D5 * R5 + D4 * R4$$

$$D4=0,472 [m]$$

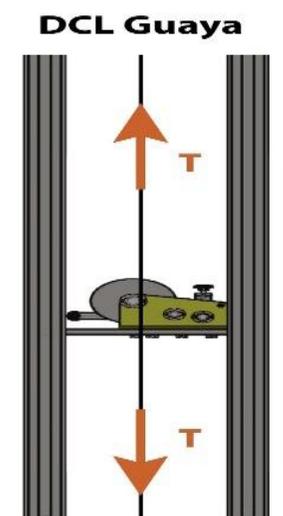
$$D5=0,347 [m]$$

$$D6=0,222[m]$$

$$DW=0,30 [m]$$

$$M = 228,52 [N * m]$$

Sumatoria de fuerzas y momento guaya winche.



$$T=Py$$

$$T=663,68 [N]$$

Con la tensión procedemos a traducirla a masa para encontrar el peso que soporta la guaya

$$m_{guaya} = \frac{T}{g}$$

$$m_{guaya} = \frac{663,68}{9,81}$$

$$m_{guaya} = 67,65 [kg]$$

Figura 49. Diagrama de cuerpo libre Guaya

Sumatoria de fuerzas y momento estructura.

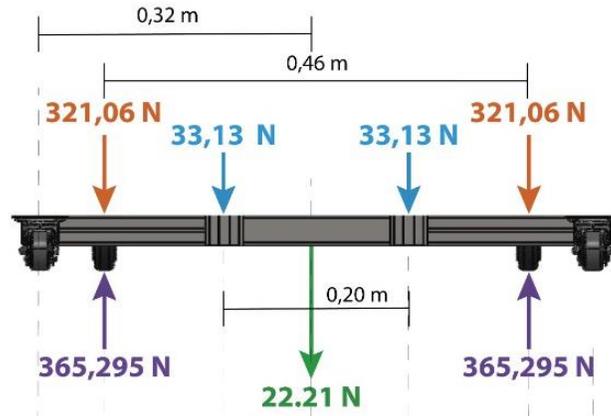


Figura 50. Diagrama de cuerpo libre estructura

$$\sum F_y = 0$$

$$L = \frac{2 * RC + 2 * W_{barra\ lateral} + W_{estructura}}{2}$$

$$R_c = 321,06 \text{ [N]}$$

$$W_{barra\ lateral} = 33,13 \text{ [N]}$$

$$W_{estructura} = \text{Peso} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}} \right] * L_{estructura} * g$$

$$\text{Peso} = 2,31 \text{ [kg/m]}^3$$

$$L_{estructura} = 2 * 0,17 + 0,64 = 0,98$$

$$W_{estructura} = 2,31 * 0,98 * 9,81$$

$$W_{estructura} = 22,21 \text{ [N]}$$

$$L = \frac{2 * 321,06 + 2 * 33,13 + 22,21}{2}$$

$$L = 365,3 \text{ [N]}$$

7.5.3.2 Análisis de resistencia

Con el análisis estático se procede a realizar el análisis de resistencia de las piezas críticas. Las piezas críticas de la maquina son: Brazos, barras laterales, plataforma, estructura, unión soldada brazo, tornillos de unión

De estas piezas los brazos, la estructura y la plataforma son piezas sometidas a la flexión y se analiza mediante este esfuerzo.

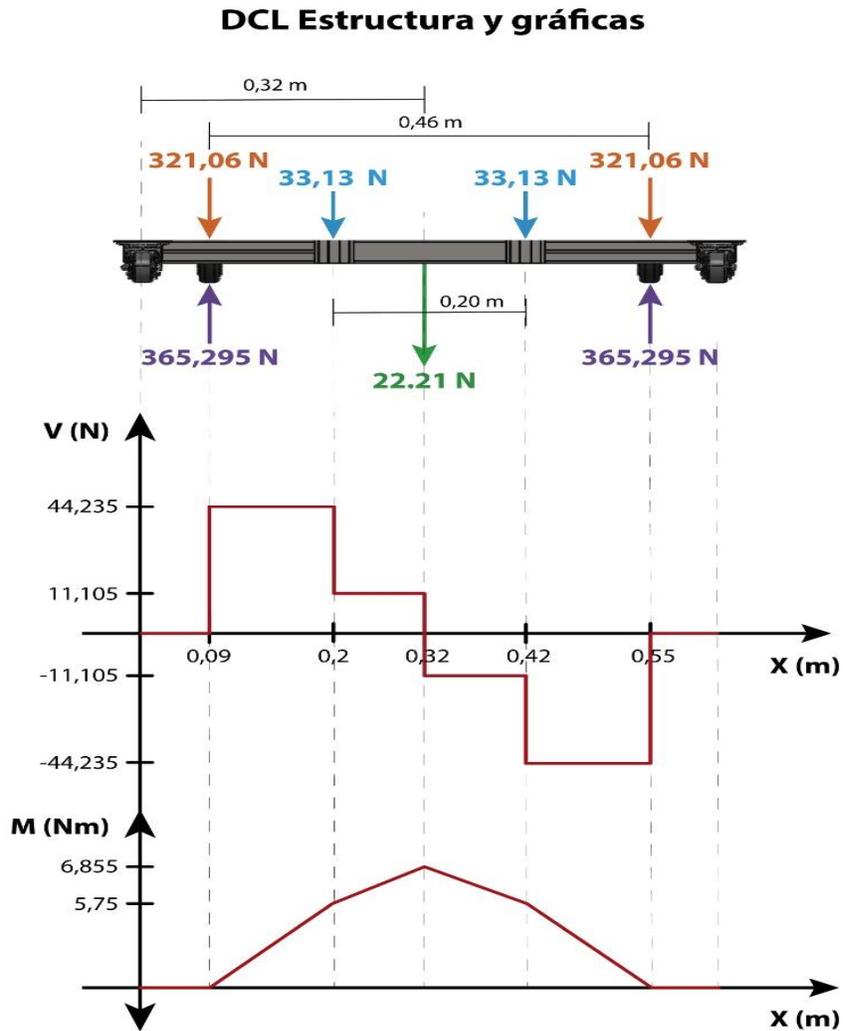
Las barras laterales están sometidos a esfuerzos axiales de compresión se analizan mediante este criterio. Las uniones soldadas se analizan con el esfuerzo en soldadura y los tornillos con esfuerzo cortante.

7.5.3.2.1 Esfuerzos dados por la flexión

Estructura

La estructura está sometida a la flexión, dado el diagrama de cuerpo libre se procede a realizar el grafico de fuerza cortante y momento flector. Este es el siguiente.

Figura 51. Fuerza cortante y momento flector estructura

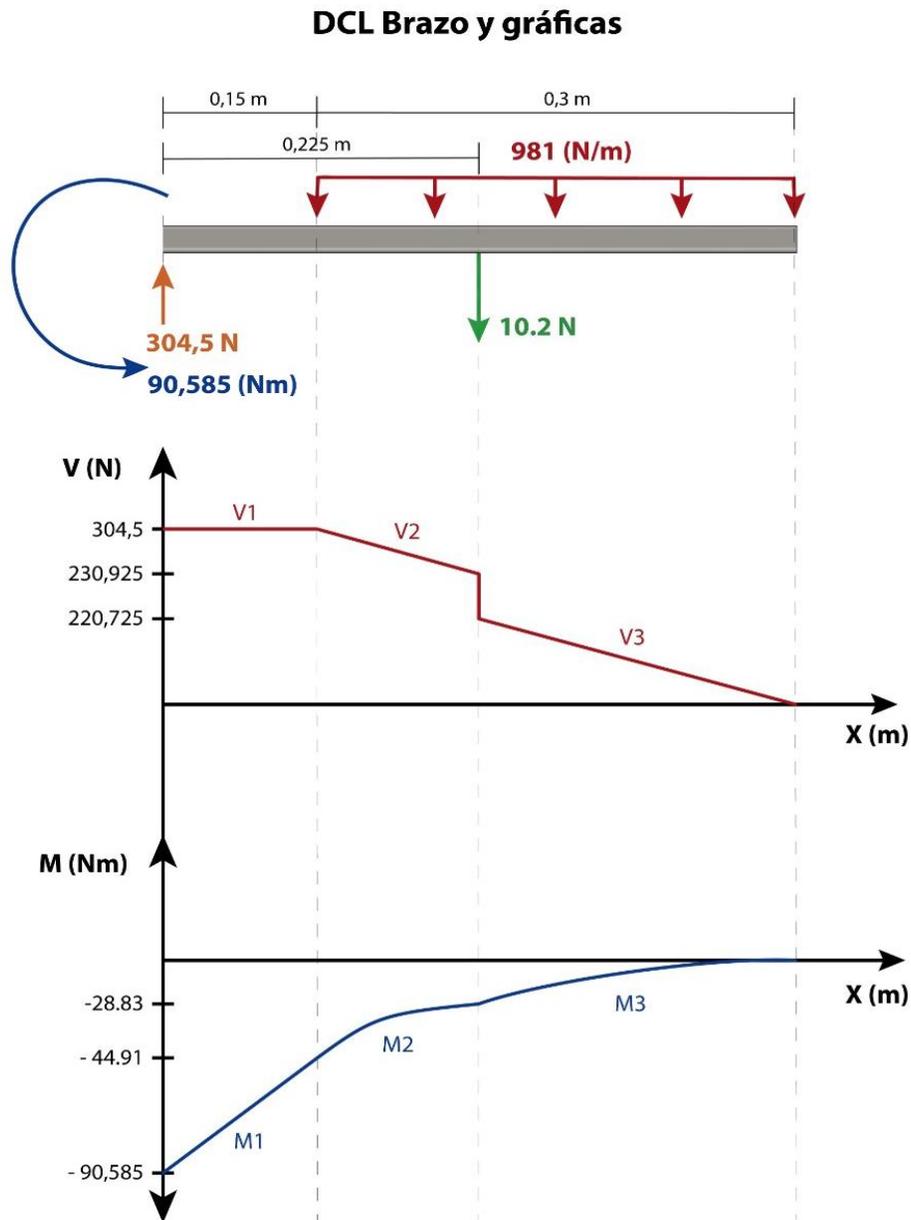


Momento flector máximo= $6,855 \text{ [N*m]}$

Brazos

Los brazos están sometidos a la flexión, dado el diagrama de cuerpo libre se procede a realizar el grafico de fuerza cortante y momento flector. Este es el siguiente.

Figura 52. Fuerza cortante y momento flector brazo



Momento flector máximo= 90,585 [N*m]

Dado que el esfuerzo a la flexión es mayor en los brazos la pieza más crítica dada por este esfuerzo es 90,585 [N*m] los materiales de las piezas críticas son el mismo acero inoxidable 304 con las siguientes propiedades mecánicas.

Tabla 32. Propiedades mecánicas perfil cuadrado

espesor	peso	Flexión		Torsión	
		Momento inercia	Modulo elástico	Momento inercia	Módulo elástico
2.00	2.31	2.94	6.94	4.13	11.36

$$\sigma = \frac{M_{max}}{Ix}$$

Donde $Ix = 6,94E - 8 [m^4]$

$$\sigma = \frac{90,585}{6,94E - 6}$$

$$\sigma = 13,05 [MPa]$$

Tabla 33. Propiedades mecánicas acero inoxidable 304

Fuente:(Donald R. Askeland, 2012)

Acero	Resistencia a la tracción	Esfuerzo de fluencia	Elongación en 50 mm (%)	Reducción de área (%)	Dureza (HBW)	Condiciones
304	585	235	60	70	149	Barra recocida
	690	415	45		212	Recocido y estirado en frio
	860	655	25		275	Estirado en frio de alta resistencia

El esfuerzo que soporta el material es menor que el esfuerzo de fluencia se puede decir que el brazo funciona perfectamente en la zona de fluencia y no va a fallar por sobre esfuerzos y al ser la pieza critica se comprueba que ninguna parte de la maquina fallara por esfuerzos de flexión.

7.5.3.3 Esfuerzos axiales por compresión

El elemento crítico que está sometido a este tipo de esfuerzo es la barra lateral, en este caso vamos a utilizar como fuerza máxima el doble de las reacciones que causan el brazo sobre la barra lateral, es decir 609[N].

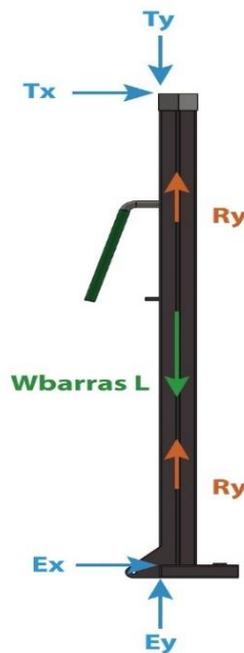


Figura 53. DCL barras laterales para análisis de compresión

$$F_{max} = 2 * R_y = 2 * 304,5 = 609[N]$$

$$\sigma = \frac{F_{max}}{A}$$

$$A = 2,94 \text{ [cm}^2\text{]} = 2,94\text{E-}4 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\sigma = 2,07 \text{ [Mpa]}$$

Este esfuerzo es menor que el esfuerzo a la fluencia del acero inoxidable y con esto se comprueba que las barras laterales funcionan para la operación planteada.

Esfuerzos en tornillos, pasadores y soldadura

No hay fuerzas cortantes en operación para los tornillos entonces vamos a suponer que el tornillo está a la misma condición máxima que la pieza más crítica que es el brazo.

$$\sigma = 13,05[MPa]$$

Tabla 34. Propiedades mecánicas de tornillo

Link: www.aadinathmetal.com/stainless-steel-304-fasteners-screw-supplier-exporter.html

Grado	Resistencia a la traccion (Mpa) min	Alargamiento (% en 50 mm) min	Resistencia a la fluencia de 0.2% (Mpa)	Dureza	
				Rockwell B (HR B) max	Brinell (HB) max
Ss 304	515	40	205	92	201

Se comprueba que la operación del tornillo no va a fallar por esfuerzos

7.5.3.4 Pasador

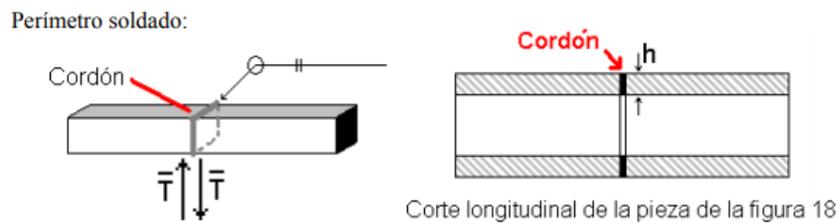
El pasador acoplado al brazo y que va en los agujeros de las barras laterales está sometido a una fuerza de corte máxima de 304,5[N].

Para un diámetro nominal de 5 mm que corresponde al elegido según la configuración del orificio donde iría el pasador, y según las especificaciones métricas del catálogo de este elemento, tenemos que la fuerza mínima de corte para un acero austenítico es de 11.4 [kN].

(Spirol, 2020)

Por lo tanto, el valor de esfuerzo de corte máximo de 304.5 [n] es por mucho menor a los 11,4 [KN] que puede soportar y por consiguiente este no fallara por esfuerzos de corte y al ser de un material de propiedades mecánicas iguales al acero 304 se puede decir que tampoco fallara por momento flector.

7.5.3.5 Soldadura



Fuente: (Ringegni, 2013)

Figura 54. Caso 1 resistencia de la soldadura a esfuerzos de corte

$$\tau = \frac{T}{h * Lp} \leq 0,4 * \sigma_{admin}$$

$$\text{Donde } T = 304,5 [N]$$

$$H = \text{calibre} = 2mm = 2E - 3[m]$$

$$Lp = 40[mm]$$

$$\sigma_{admin} = 235 [MPa]$$

$$\tau = \frac{304,5}{0,002 * 0,04} \leq 0,4 * 235E6$$

$$3,8[MPa] \leq 94[MPa]$$

La condición más crítica de soldadura cumple la condición para esfuerzo cortante por consiguiente se puede decir que si se elabora un correcto proceso de soldadura con las

características propuestas, la soldadura va a funcionar perfectamente para la aplicación. Dado que se analizaron todos los elementos críticos del sistema y no se encontraron sobreesfuerzos se puede validar el diseño mecánico de la máquina.

7.5.3.6 Análisis de elementos

Estructura y brazos de soporte

A continuación, tomaremos una sección crítica del dispositivo de transporte ensamblado donde estudiaremos los puntos críticos de esta sección a los esfuerzos de tensión, esto nos dará un panorama más claro de cómo reaccionará el modelo a la carga máxima que se acomodará en los brazos.

Tabla 35. Estudio de tensión estructura y brazos de soporte

Nombre	Tipo	Min.	Max.
Tensión	Tensión	1.398e+03 N/m ² Nodo: 78726	9.316e+07 N/m ² Nodo: 12217

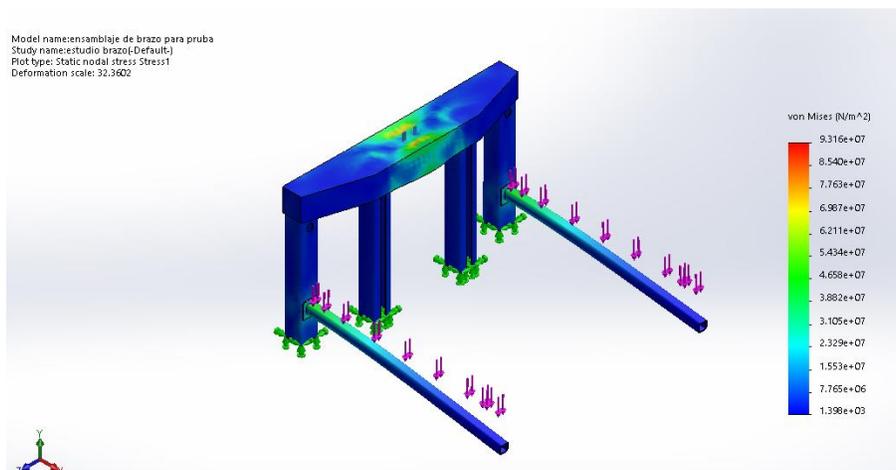


Figura 55. Ensamblaje de brazo para prueba-estudio brazo-Stress-Stress1

Para una carga max de 30Kg la deformación elástica es aceptable, sin riesgo de llegar a partirse.

Se concluye que la tensión máxima interna es de $3,108 \times 10^4 \text{ N/m}^2$ presente en la parte superior de la estructura resultado de la acción de la tensión de la cadena, siendo soportadas por toda la estructura sin ser motivo de preocupación; por otra parte, los brazos no presentarían una acumulación de cargas notorias, siendo segura su implementación.

Tabla 36. Estudio desplazamiento brazo soporte

Nombre	Tipo	Min.	Max.
Desplazamiento	Resultados Desplazamiento	0.000e+00 mm Node: 155	1.558e+00 mm Node: 42810

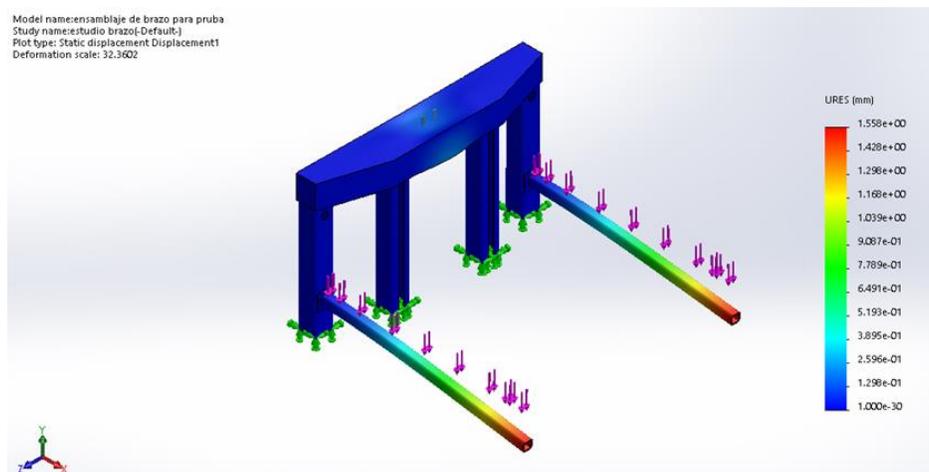


Figura 56. Estudio brazo- Desplazamiento

Tabla 37. Deformación de forma brazo soporte

Nombre	Tipo
Desplazamiento	Deformacion de forma

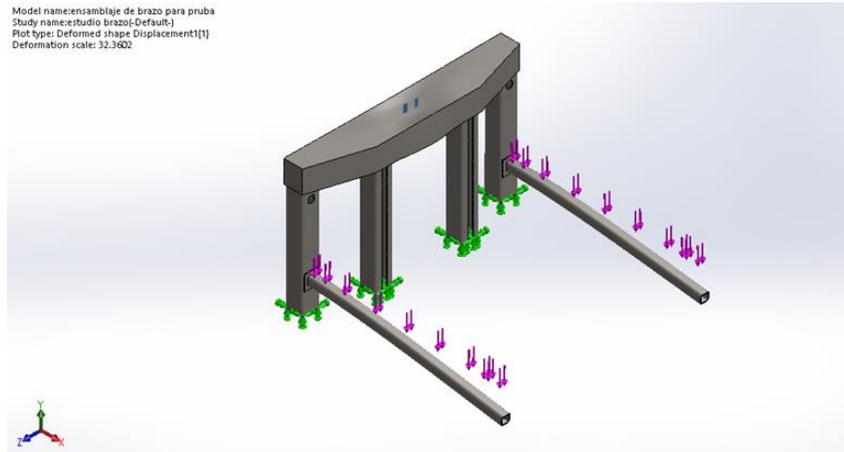


Figura 57. Estudio brazo - Desplazamiento

El desplazamiento máximo fue registrado en los extremos de los brazos que, debido a sus longitudes se esperaba un efecto de pandeo notable; sin embargo, las simulaciones muestran un máximo de 1,5 mm de desplazamiento, por lo que se considera una deformación elástica aceptable.

El análisis fue realizado a una parte de la estructura con el objetivo de determinar los efectos de cargar cajas de manera estacionaria tendría sobre los brazos, se concluye la viabilidad de la propuesta partiendo del análisis de esfuerzos internos y deformación máxima.

Sistema giratorio: disco

Tabla 38. Estudio tensión plataforma elevación

Nombre	Tipo	Min.	Max.
Tensión	Tensión	0.000e+00 N/m ² Nodo: 1	1.604e+08 N/m ² Nodo: 72559

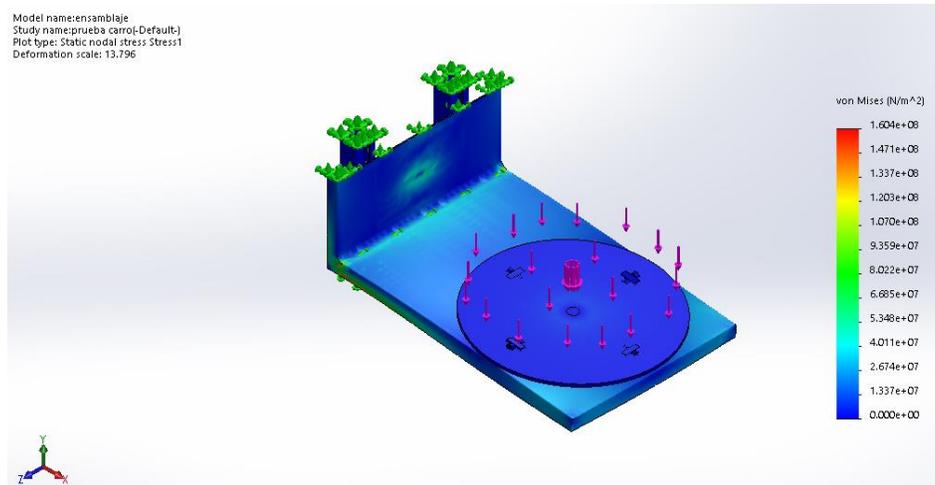


Figura 58. Estudio plataforma - Tensión

La tensión máxima calculada en la simulación es de $1,60 \times 10^8$ N/m² en la zona de contacto entre la zona de carga y los rodamientos que permiten su rotación al tiempo que sirven de apoyo, lo cual sugiere que estos componentes serán críticos, por lo que deben ser seleccionados teniendo en cuenta el soporte de fuerzas axiales.

Tabla 39. Estudio desplazamiento plataforma elevación

Nombre	Tipo	Min.	Max.
Desplazamiento	Resultado de Desplazamiento	0.000e+00 mm Nodo: 1	4.008e+00 mm Nodo: 93014

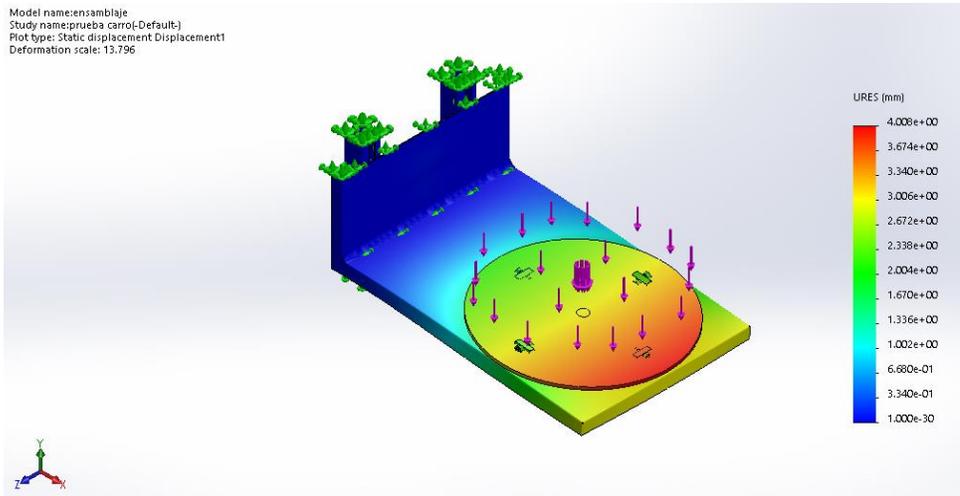


Figura 59. Estudio plataforma – Desplazamiento

Tabla 40. Deformación forma

Nombre	Tipo
Desplazamiento	Deformación forma

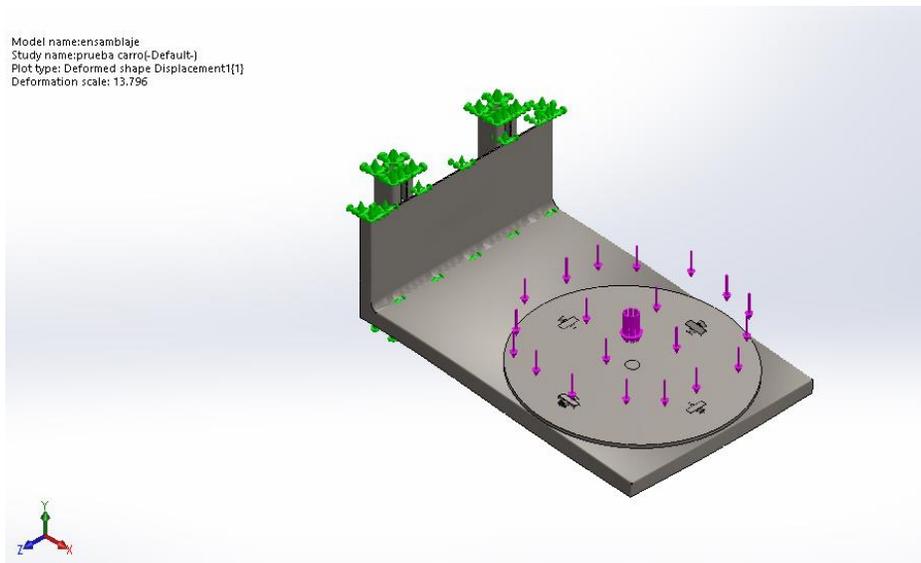


Figura 60. Estudio plataforma - Desplazamiento

La plataforma posee una flecha máxima de 4 mm en su extremo libre, lo cual pone en evidencia el posible pandeo de la pieza debido a la relación longitud/grosor. Sin embargo,

esta deformación se encuentra dentro de un rango aceptable, por lo cual se podría sugerir un redimensionamiento para lograr un factor de seguridad mucho más alto o el sobredimensionamiento de esta.

La simulación ha demostrado que el uso de la plataforma para el desplazamiento de cajas es viable, dado que las fuerzas que actúan sobre este no deforman notablemente el elemento, así como las tensiones internas no superan los puntos de deformación plástica.

8. Conclusiones

Mediante la implementación de la metodología “design thinking” y el proceso de investigación llevado a cabo para el establecimiento de precedentes, se lograron identificar cuatro (4) variables a tener en cuenta durante la generación de dispositivos de transporte de carga de alimentos que son: postura, frecuencia, carga y almacenamiento, que de no ser valoradas y controladas correctamente puede repercutir en la baja eficiencia del producto y por lo tanto mínimas posibilidades de prevenir lesiones musculoesqueléticas en operarios de la cocina de bienestar universitario UIS.

En el marco de la estrategia desarrollada para la generación de dispositivos de transporte de carga, se logró identificar que las etapas de requerimientos y diseño cumplieron un papel importante en la configuración del producto enfocándose en evitar tiempos no controlados y alta penosidad en los usuarios.

En la configuración de dispositivos para el transporte de carga fue de suma importancia que cada desarrollo se generara en función de lograr el mejor aprovechamiento de los recursos con los que se cuenta, especialmente en las etapas de “empatizar” y “configurar”, donde el estudio se enfocó en identificar a fondo las necesidades del usuario y se realizaron alternativas en función de reducir las afecciones musculoesqueléticas a los que se encontraban expuestos los colaboradores y auxiliares del departamento.

9. Referencias

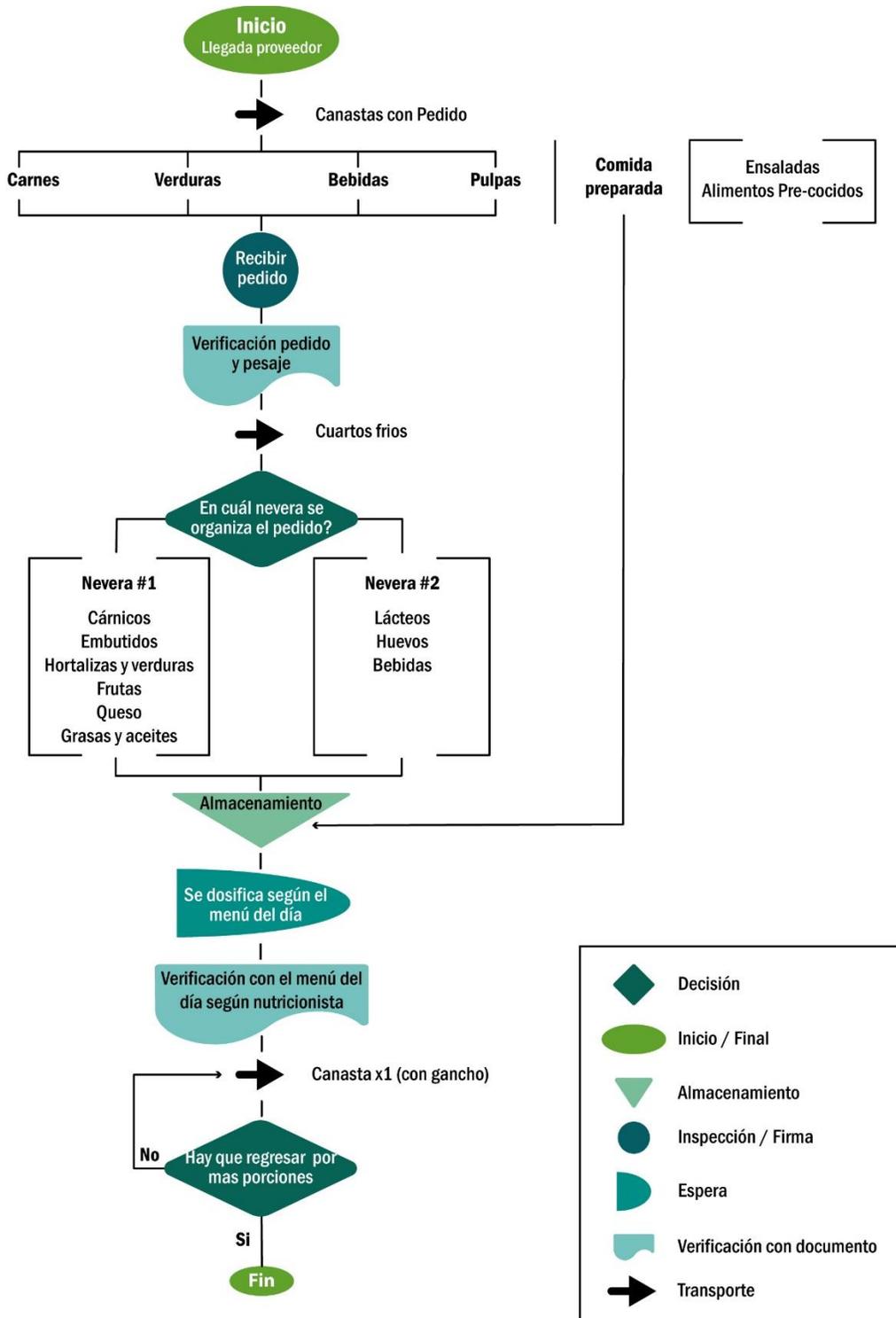
- (Sepruma), S. de P. de R. L. (2016). *Manipulación Manual de Cargas*.
- Barette, G., Decourcelle, O., & Triadou, P. (2007). Ergonomía, kinesiterapia y salud laboral. *EMC - Kinesiterapia - Medicina Física*, 28(3), 1–16.
[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1293-2965\(07\)70752-1](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1293-2965(07)70752-1)
- Boussena, M., & Davies, B. T. (1987). Engineering anthropometry of employment rehabilitation centre clients. *Applied Ergonomics*, 18(3), 223–228.
[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0003-6870\(87\)90008-1](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0003-6870(87)90008-1)
- Brown, T. (2009). *Change by design*. HarperCollins Publishers Pty. Ltd.
- Brunner, J., Chuang, E., Goldzweig, C., Cain, C. L., Sugar, C., & Yano, E. M. (2017). User-centered design to improve clinical decision support in primary care. *International Journal of Medical Informatics*, 104, 56–64.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2017.05.004>
- Cohen Padilla, H., Carrillo Landazabal, M., & Bedoya Marrugo, E. (2020). Análisis del impacto ergonómico asociado a la manipulación de cargas en trabajadores de equipos de perforación del sector petrolero. *Nova*, 18(34), 109–124.
<https://doi.org/10.22490/24629448.3923>
- Donald R. Askeland. (2012). *ciencia-e-ingenieria-de-materiales-sexta-edicic3b3n.pdf*.
- Industrial, F. de ingeniería. (2011). Laboratorio de Condiciones de Trabajo 2011-2.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2005). *Norma Sanitaria De Manipulación De Alimentos*. Retrieved from
https://www.fontur.com.co/aym_document/aym_normatividad/2005/NTS_USNA007.pdf

- Karhu, O., Centro, E., Laboral, S., Centro, E., & Laboral, S. (1985). El metodo owas para la evaluacion de posturas de trabajo introducción, 1–9.
- Lior, L. N. (2013). Chapter 2 - Design and Development Models and Processes. In L. N. B. T.-W. for I. Lior (Ed.) (pp. 21–42). Boston: Morgan Kaufmann.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394813-7.00002-X>
- Maradei García, M. F., & Espinel Correal, F. M. (2009). *Ergonomía para el diseño* (2009th ed.). Bucaramanga, Santander, Colombia: Universidad Industrial de Santander.
- Martínez Martín, M., & Aguado Jódar, X. (1991). La ergonomía, otro campo de aplicación de la biomecánica. *Apunts: Educación Física y Deportes*, (24), 79–86.
- Ministerio de Salud Y protecciòn. (2019). Aseguramiento en Riesgos Laborales. *Dirección de Regulación de La Operación Del Aseguramiento En Salud, Riesgos Laborales y Pensiones*, 1–201.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2012). Resolución 4142 de 2012. *Ministerio de Salud y Protección Social; INVIMA*.
- Mokarami, H., Varmazyar, S., Kazemi, R., Taghavi, S. M., Stallones, L., Marioryad, H., & Farahmand, F. (2019). Low cost ergonomic interventions to reduce risk factors for work related musculoskeletal disorders during dairy farming. *Work*, 64(2), 195–201.
<https://doi.org/10.3233/WOR-192986>
- NTC 5693-1, E. manipulación manual. parte 1: levantamiento y transporte. (2009).
Ergonomía. manipulación manual. parte 1: levantamiento y transporte, (571).
- Nunes, M. C. N., Pierre, J., Rauth, M., Dea, S., & Chau, K. V. (2009). Postharvest Biology and Technology Environmental conditions encountered during typical consumer retail display affect fruit and vegetable quality and waste, 51, 232–241.
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2008.07.016>

- Oleari, C. (2018). *Anatomía Funcional Y Biomecánica*.
- Proceso Bienestar Estudiantil. (2008). *Guía de almacenamiento seco, refrigerado y congelado*. Universidad Industrial de Santander.
- Refrigeracion, R. S. de. (2020). Bodegaje-Servicio de almacenaje refrigerado. Retrieved from <https://rentacold.com/almacenamiento>
- RIMAC. Ergonomía y Biomecánica (2000).
- Ringegni, P. (2013). Cálculo de uniones soldadas.
- Ruiz Ruiz, L. (2011). MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS. ECUACIÓN NIOSH. *Clinical Infectious Diseases*, 20(4), 1044–1047.
<https://doi.org/10.1093/clinids/20.4.1044>
- Saavedra-Robinson, L. A., Mendoza F, V., & Pacheco-Romero, S. (2019). Biomechanical workload during manual lifting: A case study on seaport stevedores in Colombia. *Revista UIS Ingenierías*, 18(4), 71–80. <https://doi.org/10.18273/revuin.v18n4-2019006>
- Sanchez, D. (2015). Absenteeism: a View From the Management of Health and Safety At Work. *Revista Salud Bosque*, 5(1), 43–54.
- Spirol. (2020). *Pasadores elásticos ranurados*.
- UIS, B. U. (2017). *Ruta sanitaria comedor, programa de manejo de residuos*.
- Vargas, Y., & Lozada de Díaz, M. A. (2018). *Perfil de salud laboral en Colombia a partir del análisis y caracterización de la enfermedad laboral reportada en el Sistema General de Riesgos Laborales. Periodo 2004 – 2014*. Universidad Nacional de Colombia.

10. Anexos

Anexo 1. Diagrama de procesos Comedores UIS



Anexo 2. Consolidado de lesiones encontradas por parte de los trabajadores de cocina UIS

Cargo	Tipo de lesión	Peligro	Descripción
Auxiliar de Comedores	Conmoción o trauma interno	Biomecánico	La auxiliar de comedores se dirigía a la cafetería del edificio camilo torres llevando una canasta con naranjas con una compañera al finalizar la actividad siente un tirón en ante brazo derecho generando molestia y dolor para movimiento.
Auxiliar de Comedores	Golpe o Contusión	Biomecánico	La funcionaria iba transportando un carro de alimentos con 600 pony maltas que van para Málaga y se machuco con otro carro que impulsaba otra compañera generándole hematoma y dolor en el dedo 1 de la mano derecha
Auxiliar de Comedores	Golpe o Contusión	Biomecánico	La auxiliar de comedores se encontraba trasladando la olla del guiso para el almuerzo momento en el cual se enreda con una manguera que se encontraba en el piso, cayendo sobre el lado izquierdo de su cuerpo generando dolor en el brazo y pierna izquierda.
Auxiliar de cafetería	Trauma superficial	Miembro superior	La funcionaria ingresó al cuarto frío de comedores para sacar un alimento en una bandeja con el fin de realizar la preparación del desayuno, a la salida del cuarto se laceró el antebrazo derecho y el área lateral del codo derecho con el gancho de la puerta generando enrojecimiento y ardor en las áreas afectadas.
Auxiliar de Comedores	Torcedura, esguince, desgarro muscular, hernia o laceración de muslo o tendón sin herida	Pie	La funcionaria auxiliar de comedores se encontraba movilizandoverduras para la cocción en el área de preparación de alimentos dentro de la sección de comedores y cafetería de la universidad, se desliza y sin caerse, siente un fuerte dolor en el pie derecho, generándole dificultad para caminar.

Auxiliar de Cafetería	Torcedura, esguince, desgarro muscular, hernia o laceración de muslo o tendón sin herida	Espalda (columna vertebral y músculos adyacentes, médula espinal)	La funcionaria se encontraba preparando el almuerzo de la cafetería de bienestar universitario, cuando empezó con un fuerte dolor en la parte baja de la espalda se dirigió al baño y se recostó en el suelo quedándose paralizada del dolor; horas antes había hecho mucha fuerza sacando el mercado y adelantos de la nevera.
Auxiliar de Comedores	Golpe o Contusión	Espalda (columna vertebral y músculos adyacentes, médula espinal)	El funcionario se encontraba saliendo con una canasta del cuarto frío ubicado en la sección de comedores y al dar el paso a una grada no se percató que la puerta se devolvió golpeándolo en la región media de la espalda, lado izquierdo, produciendo edema, enrojecimiento y dolor, especialmente al movimiento.
Auxiliar de Comedores	Golpe o Contusión	Ubicaciones múltiples	la funcionaria se encontraba en la cocina de bienestar universitario y al alzar con otra de las compañeras la tina que contenía carne molida, la cual pesaba aproximadamente 10 kg, siente un fuerte tirón en la espalda, dejándola inmóvil por un rato.
Auxiliar de Comedores	Golpe o Contusión	Tórax (costillas, esternón, órganos internos del tórax)	La funcionaria se encontraba transportando 7 canastillas que contenían pollo , con el chuzo de arrastre, para la elaboración de los almuerzos y estas se frenaron con unas baldosas salidas, cayendo sobre el pecho la que estaba encima, golpeándola en el seno izquierdo, generándole hematomas y dolor.
Conductor sección de comedores	Golpe o Contusión	Miembro superior	el funcionario, conductor de la sección de comedores y cafetería se encontraba trasladando la loza de los servicios prestados a la escuela de petróleos y la cafetería de la sala de profesores y la descargar la última canastilla en la sección de comedores, sintió un fuerte dolor en el hombro derecho que le limita el movimiento.

Anexo 3. Preguntas entrevista bienestar universitario con trabajadores

Con las siguientes preguntas se hizo un reconocimiento preliminar de las condiciones de los trabajadores, corroborar los antecedentes e identificar las necesidades.

Se realizaron preguntas específicas para recolectar la información importante y no interferir con las actividades del personal ya que a la hora que se nos autorizó asistir, comienzan las labores.

1. Nombre y edad
2. ¿Cuál es su función en la cocina UIS?
3. ¿Tiempo desempeñándose en la cocina UIS?
4. ¿Cuál Horario de trabajo
5. ¿Horas más pesadas de trabajo?
6. ¿Cuál es la actividad más agotadora?
7. ¿Ha sufrido alguna lesión leve o de gravedad realizando sus funciones? ¿Cómo ocurrió dicha lesión?
8. ¿Cuál considera que es la causa de estas lesiones?
9. ¿cómo se imagina una ayuda técnica que facilite sus actividades dentro de la cocina?

Anexo 4. Especificaciones finales y ficha técnica

FICHA TÉCNICA



Universidad
Industrial de
Santander

SISTEMA PARA ELEVACIÓN Y TRANSPORTE DE CARGA DE ALIMENTOS PARA LA COCINA DE BIENESTAR UNIVERSITARIO UIS.

Dispositivo de transporte de alimento para trabajadores de bienestar universitario UIS que manipulan cargas. El objetivo principal del dispositivo es disminuir el riesgo de lesiones por levantar y transportar carga a través de la cadena de producción de comedores, mejorando la calidad de vida, del puesto de trabajo y ambiente en general para los trabajadores.



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

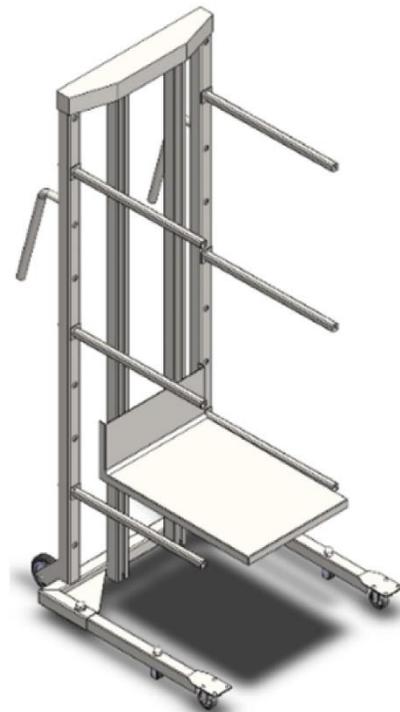
- Todos los rodamientos están diseñados para un elevado rendimiento y una larga vida útil.
- Plataforma de elevación con giro 360° para posicionar la carga en los soportes.
- El malacate esta diseñado para dar seguridad a la carga y al usuario ya que no deja regresar la carga.
- Sistema de frenado.
- Control manual del proceso.
- Fácil mantenimiento.
- Fácil ensamble entre piezas.

CARACTERÍSTICAS DE PRODUCCIÓN.

- El material del sistema estructural es Acero AISI 1020
- Plataforma de elevación en material de acero inoxidable AISI 304.
- Tornillería y pines de seguridad en Acero inoxidable AISI 316
- Apoyos en material acero inoxidable AISI 316
- Malacate referencia: Winche Manual Max. 272 kg 600 lb y cable $\varnothing 1/4$ in x 26 ft | $\varnothing 4$ mm x 8 m.
- Ejes de acero estructural AISI 1020

PARÁMETROS TÉCNICOS.

- Capacidad de carga máxima de 120 Kg
- Altura máxima de levación 140 cm
- Dimesciones (HxWxL) = 60x60x150 cm
- Sistema de frenado.
- Control manual del proceso.
- Fácil mantenimiento.
- Fácil ensamble entre piezas.
- Mecanismo de levación: Polea
- Peso sistema: 68 Kg



RECOMENDACIONES DE MANTENIMIENTO.

Para realizar el mantenimiento del sistema se deberá seguir un control de tiempo de operación, determinando horas de trabajo por cada mantenimiento, almacenando toda la información en la hoja de vida del sistema.

A partir del tiempo de funcionamiento se designa un tipo de mantenimiento que será programado de la siguiente manera y del cual se generará un reporte diario o semanal para garantizar un mejor control. Dependiendo el tipo de mantenimiento aplicado se recomienda realizar un registro sobre la hoja de vida del sistema.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO.**1. DIARIO**

Antes de utilizar el sistema de transporte y elevación, se debe garantizar una revisión primaria del funcionamiento:

- Revisión previa de cada parte fija y móvil de la estructura por medio visual y auditivo.
- Revisión del entorno del sistema para su normal desarrollo y funcionamiento.
- Revisar el sistema de polea y malacate en caso de estar en mal estado alguno de sus elementos.
- La polea y la guaya se deben mantener libres de cualquier suciedad o sustancia corrosiva.
- Las piezas móviles como las rudas, el malacate y la plataforma giratoria deberán estar engrasadas para evitar el desgaste por fricción.
- Se debe garantizar la alineación de los brazos en la estructura.
- Se prueban las llantas para determinar la movilidad y el estado del suelo donde se apoyan para evitar problemas de movilidad por alguna pieza.
- Revisión del sistema de la estructura, en especial los brazos acoplables.

2. MENSUAL

- Cada 30 días se recomienda realizar una limpieza más detallada del sistema, se recomienda no utilizar químicos agresivos y sistemas de presión de agua.
- Lubricar periódicamente los rodamientos y partes móviles del sistema.
- Ajuste manual de cada perno y tuerca que sea necesario para tener un funcionamiento normal.

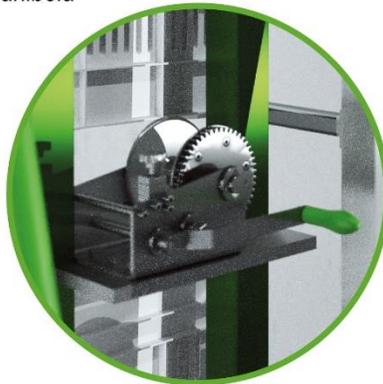
3. ANUAL

- Revisión de los rodamientos, en caso de deformación o desgaste, hacer cambio de los mismos, se recomienda usar (Principal: SKF W6200-2RS1 y pequeños: SKF WC38/5 -2RS1)

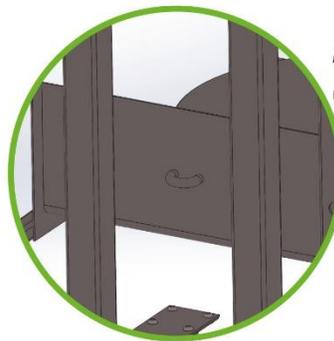
SISTEMA DE ELEVACIÓN.

Sistema mecánico que consiste de una polea, una guaya y un malacate con manibela.

Malacate con manibela



Perno en U (soldado)

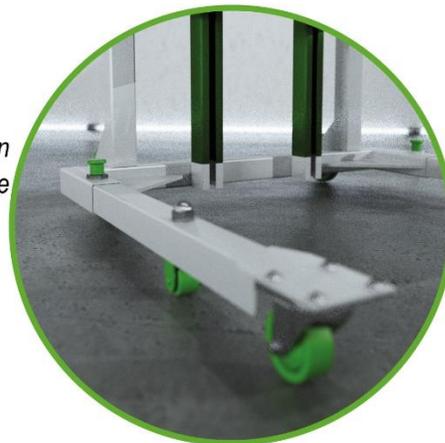


SISTEMA DE MOVILIZACIÓN

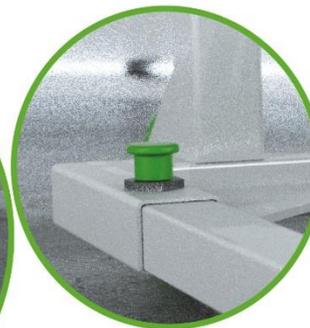
Las ruedas han sido seleccionadas para soportar la carga máxima y el peso mismo. Estas permiten movilizar el sistema a otros espacios y permite transportar la carga de un punto a otro. Además las ruedas con freno individual permiten fijar y evitar que se mueva durante el montaje de la carga.

Brazo acoplable de ruedas con PIN de seguridad para facilitar su transporte.

Rueda con Resorte



PIN de seguridad



Ruedas con bloqueo



SISTEMA GIRATORIO.

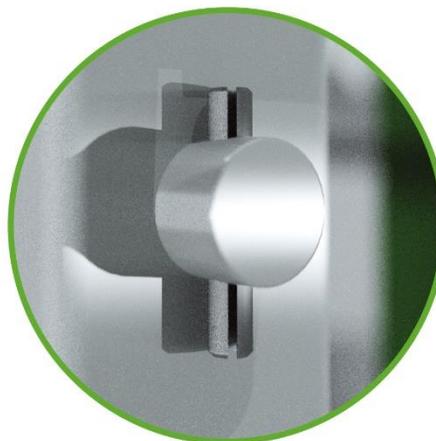
Este permite rotación de 360° de la plataforma para la elevación de carga mediante uso manual. Esto reduce el tiempo de ejecución al girar y posicionar la carga en los soportes. Los rodamientos unidos al sistema de elevación y hacen posible el movimiento rotacional.



*Plataforma
giratoria*

SISTEMA DE APOYO DE CARGA .

Juego de perfiles que funcionan como brazos de soporte con capacidad para soportar la máxima carga a lo que va sometido el sistema. El acople es posible gracias un sistema de pasador lo que lo hace seguro y rápido.



*Unión
pasador.*

Anexo 5. Planos finales dispositivo propuesto

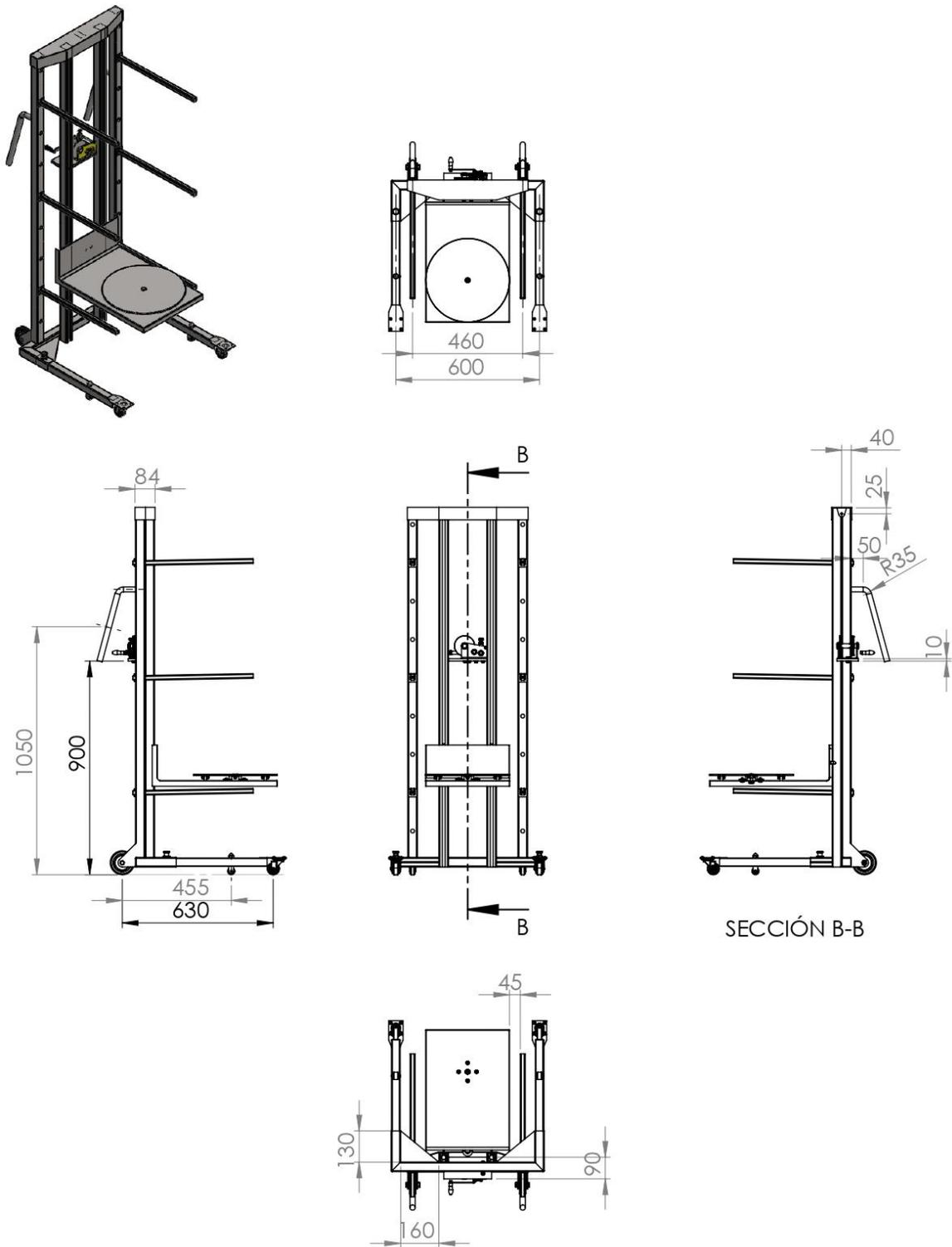


Figura 61. Dispositivo general completo

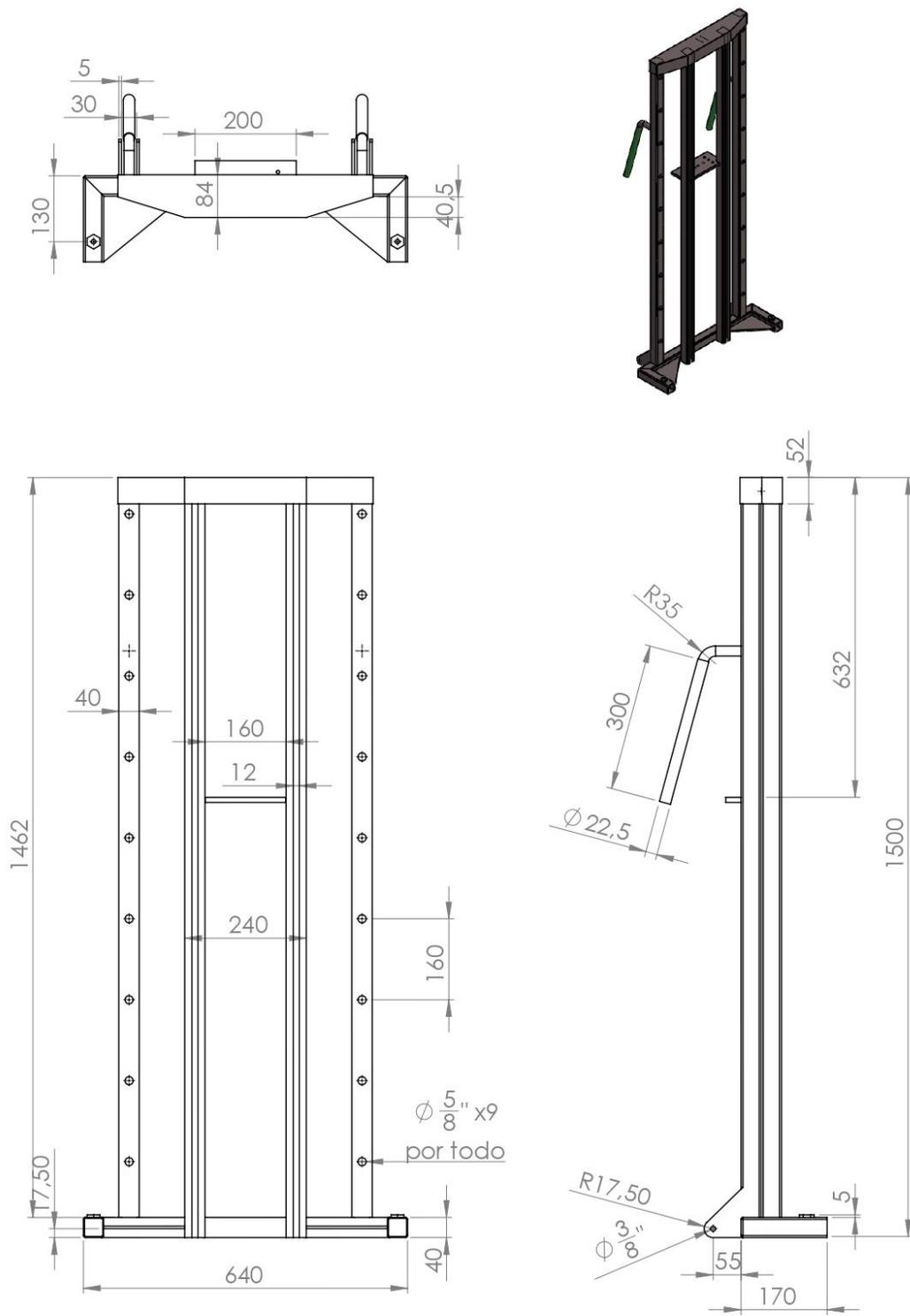


Figura 62. Estructura principal

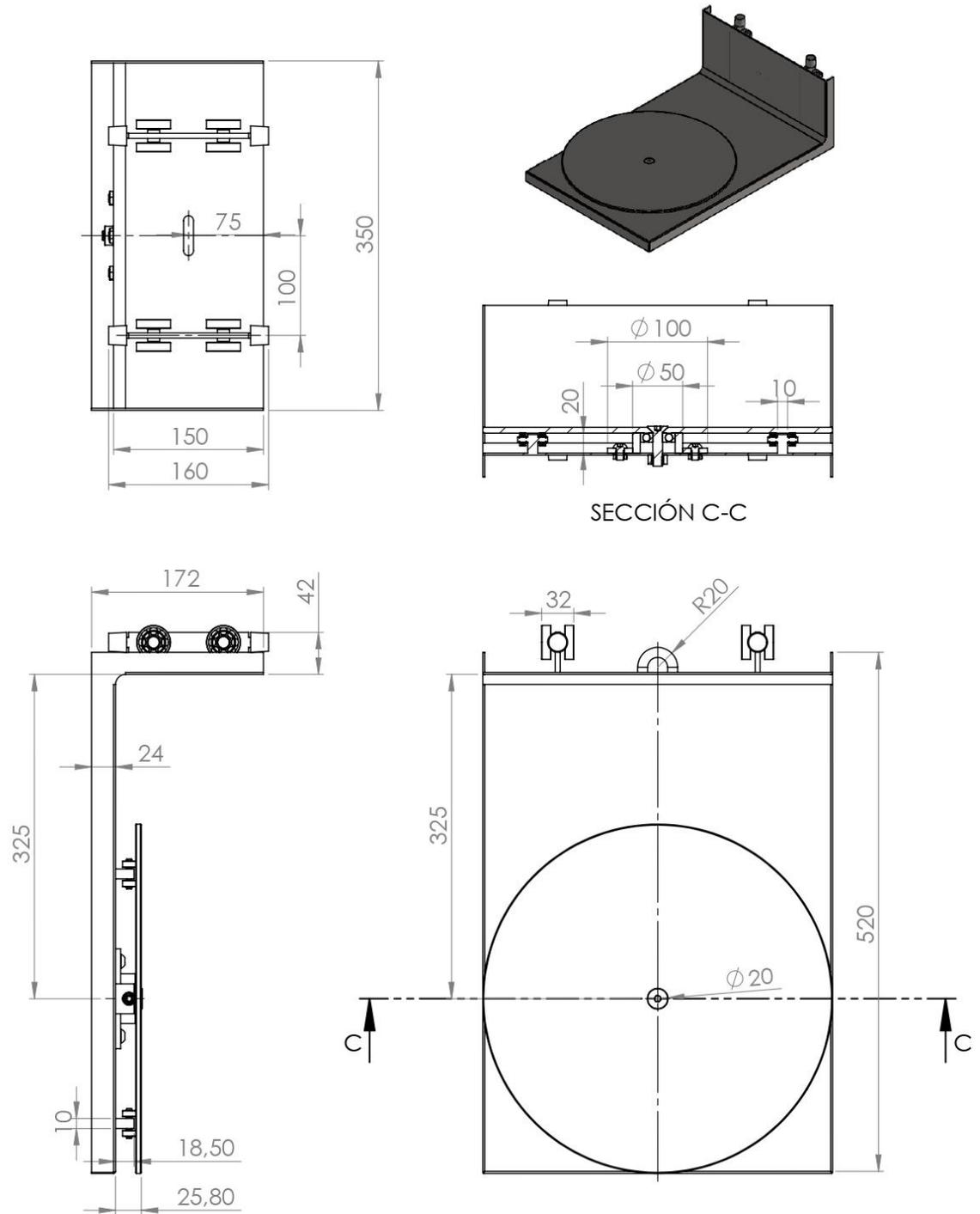


Figura 60. Base giratoria y plataforma de elevación

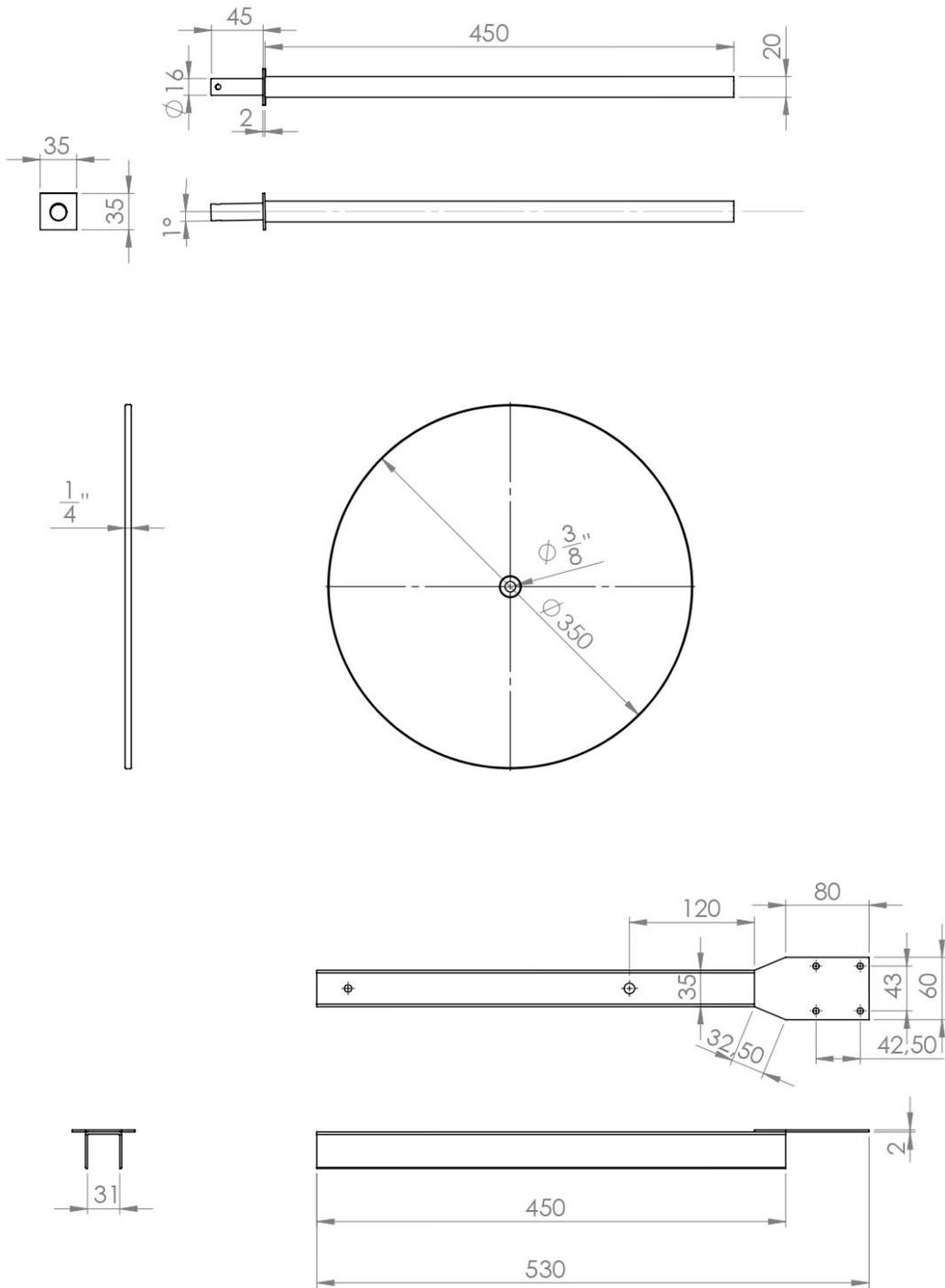
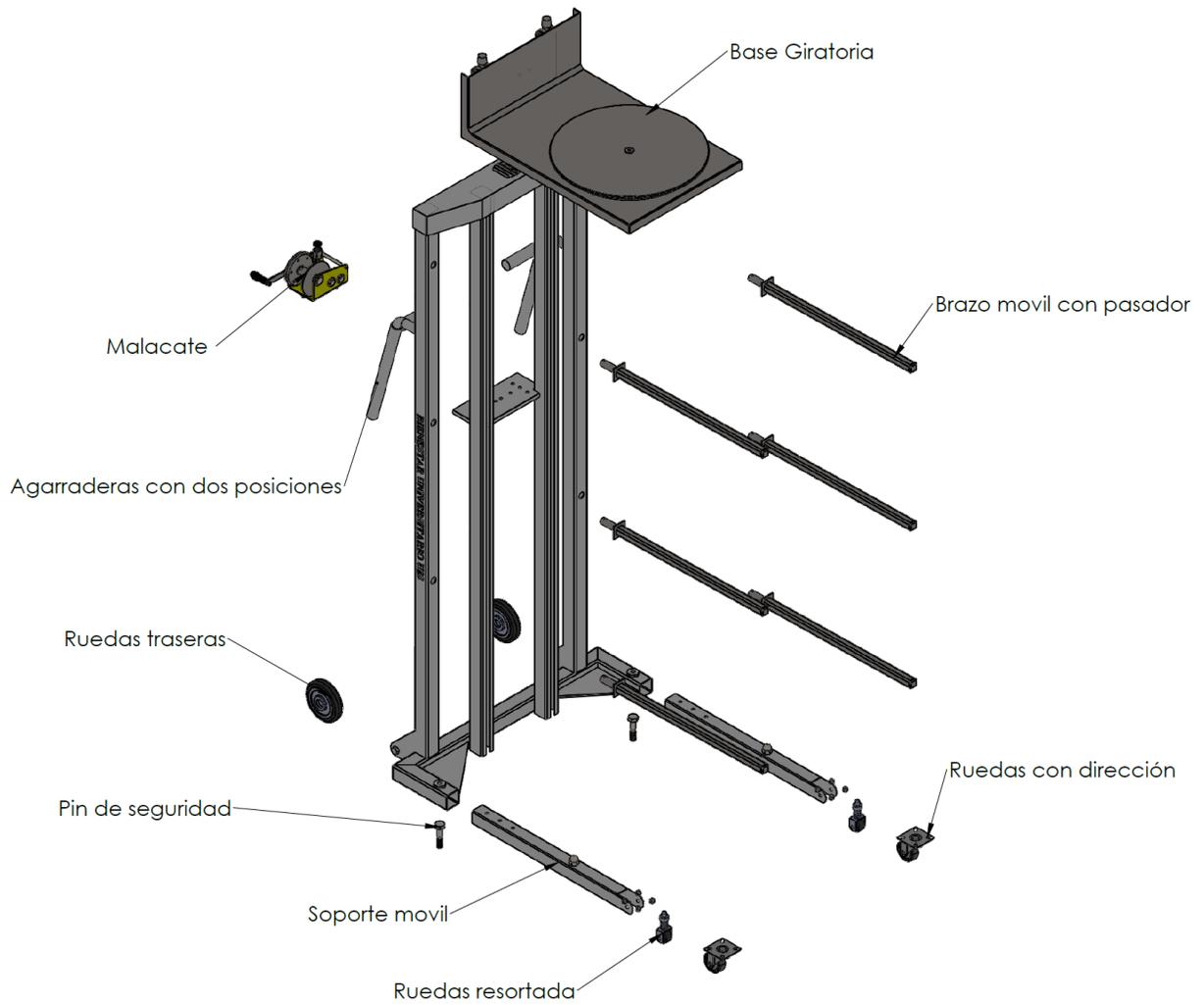


Figura 64. Barras soporte móvil para carga y soporte estructura



Nombre de la pieza	Cantidad
Base giratoria	1
Malacate o guincho manual	1
Ruedas traseras	2
Agarraderas con dos posiciones	2
Pin de seguridad	2
Soporte móvil	2
Ruedas resortadas	2
Ruedas con dirección	2
Brazo móvil con pasador	6

Figura 65. Plano explosionado General