SISTEMA DE OBJETOS ITINERANTE

INTERVENCIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO
EN EL MERCADO AGROECOLÓGICO ITINERANTE DE
ASOPROORGANICOS DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI

JULIANA VANEGAS GUTIERREZ

UNIVERSIDAD DEL VALLE

FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS

DEPARTAMENTO DE DISEÑO

PROGRAMA DE DISEÑO INDUSTRIAL

SANTIAGO DE CALI, FEBRERO 15 DE 2017

INTERVENCIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO EN EL MERCADO AGROECOLÓGICO ITINERANTE DE ASOPROORGANICOS DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI

JULIANA VANEGAS GUTIERREZ

Trabajo de grado para optar el título de profesional en Diseño Industrial

JAVIER M. REYES VERA
Director

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS
DEPARTAMENTO DE DISEÑO
PROGRAMA DE DISEÑO INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI, FEBRERO 15 DE 2017

DEDICATORIA

A mi maestro de vida

José Miguel

"la vida es la suma de todas tus decisiones"
Albert Camus

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y familia por su acompañamiento.

A Javier Reyes quien dirigió el proyecto y Ximena Dorado por su impecable aporte docente.

CONTENIDO

ILUSTRACIONES **15**
RESUMEN **9**
INTRODUCCIÓN **11**
1. EL PROBLEMA **14**
1.1 Planteamiento del problema **14**
2. JUSTIFICACIÓN **16**
3. NECESIDAD **17**
3.1 Fronteras del Proyecto 17
4. OBJETIVOS **18**
4.1 Objetivo general 18
4.2 Objetivos específicos 18
5. ESTADO DEL ARTE **19**
6. MARCO TEÓRICO **24**
7. MARCO CONTEXTUAL **58**
8. METODOLOGÍA **63**
8.1 Tipo de investigación 63
8. 2 Diseño metodológico 63
8.3 Población y muestra 63
8.3.1 Hallazgos 63
8.3.2 Interpretación de los hallazgos observados 65
8.3.3 Operacionalización de variables 68
9. ALTERNATIVAS **71**
9.1 Requerimientos y determinantes **71**
9.2 Sistema Objetual Itinerante (SOI) **76**
10. CONCLUSIONES **81**
11. GLOSARIO **103**
REFERENCIAS **108**

ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Secuencia de armado Diseño industrial para la pequeña agricultura familiar. 19
Ilustración 2. Puesto plegable para exhibición y venta de frutas y hortalizas. 20
Ilustración 3. YourTable T.01. 21
Ilustración 4Dimensiones Humanas 26
Ilustración 5 Ángulos articulares máximos del hombro en los movimientos de extensión y flexión 31
Ilustración 6 Algunos ángulos funcionales 32
Ilustración 7. Peso teórico recomendado para función de la zona de manipulación. 34
Ilustración 8. Efectos de una carga de 10 kg. 36
Ilustración 9. Dimensiones antropométricas fundamentales que se necesitan para el diseño de sillas. 38
Ilustración 10. La profundidad de asiento excesiva produce una compresión detrás de la rodilla, origen de incomodidad y problemas en la circulación de la sangre. 40
Ilustración 11. Poca profundidad en la silla genera incomodidad en el usuario y una sensación de caerse de frente al piso. 41
Ilustración 12. Estatura. 43
Ilustración 13. Altura de ojo. 44
Ilustración 14. Altura de codo. 44
Ilustración 15. Posición sedente erguida. 45
Ilustración 16. Ángulos de movimiento para cuello. 46
Ilustración 17. Ángulos de movimiento articulado para columna vertebral. 46
Ilustración 18. Ángulos de movimiento articulatorio para hombro. 47
Ilustración 19. Ángulos de movimiento articulatorio para dedos. 47
Ilustración 20. Ángulo movimiento de la cadera. 48
Ilustración 22. Ángulos de movimiento articulatorio para rodilla. 48
Ilustración 23. Venta de pie. 49
Ilustración 24. Puesto de trabajo y libertad de acción de los pies. 50
Ilustración 25. Posición de alternancia. 50
Ilustración 26. Zonas de alcance y agarre. 51
Ilustración 27. Evaluación por manipulación manual de cargas (V.01) 52
Ilustración 28. Guía de evaluación de riesgo para extremidad superior. 54
Ilustración 29. Bursitis subracomial. Inflamación de la bolsa sinovial. 55
Ilustración 30. Tendinitis. Inflamación de los tendones. 56
Ilustración 31. Hernia discal. Disco Herniado. 57
Ilustración 32. Parqueadero CVC 60
Ilustración 33. Collage fotográfico mercado MAI. 62
Ilustración 34. Tabla registro observacional. 64
Ilustración 35. Método RULA. 65

TABLAS

Tabla 1 Tolerancia de acuerdo al tipo de vestimenta en hombres y mujeres 42
Tabla 2 Cuadro de operacionalización variable 68
Tabla 3 PDS (Product design specification) 71
Tabla 4 Determinantes 73

GRÁFICAS

2 Gráfico Trabajo estático 29
3 Gráfica Principios de carga esfuerzo 33
4 Gráfica Tamaño máximo recomendado para una caga 35

RESUMEN

El objeto de estudio del presente proyecto fue el *Mercado Agroecológico Itinerante* MAI (*Asoproorgánicos*) donde se identificaron algunos factores de riesgo biomecánicos, destacándose a aquellos relacionados con movimientos repetitivos, manejo de cargas y malas posturas en las prácticas laborales de los vendedores. Metodológicamente, a partir de una población muestra definida, se buscó evidenciar la relación entre los sujetos (que laboraban) y los objetos que ellos elegían para realizar las diferentes tareas relacionadas con el MAI.

El estudio se apoyó en la antropometría, la biomecánica y la ergonomía, cuyos métodos[1] de análisis permitieron determinar los esfuerzos físicos en el cuerpo humano y proponer desde el Diseño Industrial una intervención de manera adecuada en el puesto de trabajo para la presentación y exhibición de productos agroecológicos, centrada en la reducción de los riesgos biomecánicos identificados.

Palabras clave

Ergonomía, puesto de trabajo, producto agroecológico, mercado itinerante, biomecánica de la manipulación de cargas.

[1] Métodos RULA y Método NIOSH.

ABSTRACT

The object of study of this project was the MAI (Asoproorganic) Itinerant Agroecological Market where some biomechanical risk factors were identified, especially those related to repetitive movements, handling of loads and bad postures in the work practices of the sellers. Methodologically, from a defined sample population, it was sought to evidence the relationship between the subjects (who worked) and the objects which they chose to perform the different tasks related to the MAI.

The study was based on anthropometry, biomechanics and ergonomics, whose methods of analysis allowed to determine the physical efforts in the human body and propose from the Industrial Design an appropriate intervention in the workplace for the presentation and exhibition of products Agroecological, focused on the reduction of identified biomechanical risks.

Key words

Ergonomics, workplace, agroecological product, itinerant market, biomechanics of cargo handling.

INTRODUCCIÓN

El diseño consiste en adecuar los productos a la circunstancia a que están adscritos.
Y esto significa sobre todo adaptarlos a circunstancias nuevas.
En un mundo que cambia, también los productos tienen que cambiar.
Otl Aicher

Un mercado agroecológico es un espacio donde se ofertan productos frescos directamente traídos por los productores, quienes cuentan con las superficies de tierra para el cultivo tanto de flora como fauna. Principalmente, una de las características predominantes de este tipo de espacios es la forma como se obtienen estos productos: por un lado, se garantiza que los alimentos se encuentren libres de agroquímicos y, por otro, que sean cultivados mediante sistemas de rotación que no deterioran el suelo. Este tipo de producción se soporta en una *postura ideológica,* cuya finalidad es el respeto por la tierra, fuente proveedora de los alimentos y la vida.

En Colombia, en la ciudad de Santiago de Cali, surge una alternativa de Mercado Agroecológico Itinerante (en adelante MAI) creada con el nombre de *Asoproorgánicos*. Este espacio se ha posicionado entre la ciudadanía, lo cual le confiere respaldo y confianza, posibilitando el fortalecimiento de la organización, tanto en prácticas y políticas referidas al cuidado del medio ambiente, como en la promoción de una alimentación adecuada.

Esta asociación está constituida por una junta de productores pertenecientes a grupos familiares, que se involucran en todas las funciones del mercado: se trata de productores, vendedores, compradores, directivos, incluso de las autoridades de la región.

El MAI funciona exclusivamente los sábados y se organiza detrás del parqueadero de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC[2], ubicado en la Autopista sur con Carrera 56. Las actividades comienzan partir de las 6:00 a.m. y el cierre de la jornada es a las 12:00 m. Cabe aclarar que el mercado puede cerrar antes si el flujo de personas es muy bajo.

Es importante destacar que en este proyecto se consideraron aspectos fundamentales, directamente relacionados con la *ergonomía*, tales como cargas físicas inapropiadas a las que es sometido el cuerpo humano en diferentes actividades realizadas dentro del MAI. Se evidenció que en esas prácticas, los cuerpos se someten a grandes esfuerzos que involucran y afectan diversas partes y funciones. Uno de los casos relevantes es el relacionado con los movimientos musculares que en la contracción permiten el desarrollo de las actividades implicadas involucrando además distintos órganos del cuerpo, como el corazón, los pulmones y los vasos sanguíneos. Lo anterior se conoce como *carga física de trabajo* y se relaciona directamente con los alcances físicos de cada individuo, lo cual implica que, pese a la similitud en las demandas físicas, todos los cuerpos reaccionan de manera distinta teniendo en cuenta la forma en la que el organismo procesa cada estímulo en el medio (Villar, 2011, p. 2).

Así, el estudio de los efectos físicos que se producen en diversas prácticas laborales permite comprender las dinámicas que se desarrollan en el espacio de trabajo, esto es, tener en cuenta factores posicionales, ambientales y sociales. De esta manera, las intervenciones han de brindar soluciones viables a problemas que puedan presentarse en relación con los objetos de interacción cotidiana.

El análisis y los resultados del presente trabajo se apoyaron metodológicamente en las siguientes fases: primero, la observación, de la cual se obtuvo un detallado registro fotográfico. En una segunda fase, se entrevistó a consumidores y asociados (estos últimos a su vez, asumen el rol de diversos agentes como proveedores, vendedores y coteros).

[2] La asociación no cuenta con un espacio formal dentro de la ciudad y sus asociados han tenido que rotar por diversos lugares para garantizar su funcionamiento a lo largo de los años. Precisamente esta es una de las razones por las cuales es itinerante.

Así, el presente documento contiene la interpretación, el análisis y la propuesta formal, construidos con base en la información recopilada y la delimitación de la perspectiva teórica y conceptual proporcionada por la compilación y análisis de los referentes bibliográficos.

1. EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

La ergonomía es una disciplina que permite estudiar las relaciones del ser humano con el espacio de trabajo. Se considera que su recorrido teórico permite identificar y considerar variaciones que han tenido lugar a lo largo de la historia pues "(…) es el estudio del conjunto de características comunes en lo miembros del grupo escogido, como posibles usuarios de un artefacto en proceso de diseño" (Cruz, G. y Garnica, G., 2001, p. 37).

En el MAI de *Asoproorgánicos,* sus asociados *trabajan* de manera cooperada. Como ya se ha dicho, se involucran varios grupos familiares en las diferentes tareas y todos asumen diversos roles y actividades, desde las que tienen que ver con la organización y distribución del espacio (carpas, mesas), hasta la descarga de los productos de los camiones y el traslado a los puestos de venta; además del surtido regular y permanente. Todas estas actividades, están relacionadas con la manipulación de cargas. Este trabajo de grado se concentra en el análisis de la biomecánica de la manipulación de cargas, higiene postural (posturas prolongadas, sobre-esfuerzos, posturas forzadas) y movimientos repetitivos.

Lo anterior es importante considerando que existen acciones físicas que involucran el movimiento de zonas del cuerpo que, al realizarse de manera repetitiva y con pesos elevados, pueden ocasionar lesiones y enfermedades tales como: *la bursitis subacrominal, tendinitis, hernia discal, y la bursitis*. Precisamente, lo que busca este proyecto es analizar las diferentes cargas para proponer una mejora en el puesto de trabajo, la higiene postural y los movimientos repetitivos a los que es sometido el cuerpo humano dentro de un MAI.

De esta manera, el estudio se limitó, en el contexto de este proyecto, a las actividades dentro de la organización del MAI entre las cuales están el descargue, la ubicación en el parqueadero, el

resurtido y la venta dentro del espacio, donde se analizan las manifestaciones de *disconfort* y/o lesiones osteomusculares causadas por malas posturas.

Actividades y observación del espacio

A este respecto, se reconoce una planeación en la distribución dentro del espacio y una optimización del mismo por parte de los trabajadores en sus distintos roles, es decir, se acomodan de acuerdo con el tamaño de los objetos que utilizan: por ejemplo, las carpas y las mesas tienen dimensiones que limitan la versatilidad de movimiento entre vendedores y compradores dentro del mercado.

Esta serie de dinámicas son fundamentales para el desarrollo del presente proyecto, ya que, además de identificar la capacidad inventiva de los trabajadores, reflejada en el uso creativo de los elementos que tienen a la mano (tablas de madera, caballetes, lonas plásticas etc.) como practicas socioculturales, busca, a través del diseño industrial, intervenir el puesto de trabajo para mitigar los factores de riesgo biomecánico en los trabajadores, presentando una propuesta que satisfaga sus necesidades y les proporcione el buen desarrollo de su labor en el MAI.

2. JUSTIFICACIÓN

De acuerdo con los diferentes factores de riesgo biomecánico que se identificaron a partir del análisis de los datos e imágenes recolectadas en el estudio de campo, es necesario llevar a cabo acciones que, enlazadas al Diseño industrial, permitan dar solución al problema de la forma característica en la que los sujetos en interacción con los objetos en un espacio determinado, pueden desarrollar lesiones osteomusculares. Lo anterior en el caso que el diseño del puesto de trabajo no cuente con las condiciones ergonómicas para el desarrollo de las diferentes actividades que deben llevarse a cabo.

Es primordial tener en cuenta que la población muestra a intervenir presenta un desgaste físico previo debido a que sus trabajos diarios en fincas implican el levantamiento de pesos excesivos o movimientos repetitivos con posturas inadecuadas en largos periodos de tiempo. Por esto la intención al intervenir el puesto de trabajo dentro del mercado no es la eliminación del desgaste en los trabajadores, sino la reducción de los factores de riesgo por posturas al disminuir el agravio en la jornada laboral y con ello incrementar su bienestar físico y mental.

En consecuencia, es preciso pensar el puesto de trabajo desde el Diseño Industrial, de modo que se puedan realizar adecuadamente las labores de organización y venta de los productos, teniendo en cuenta no solo la forma sino también la función, y sobre todo el bienestar de los sujetos que permanentemente entran en interacción con él.

3. NECESIDAD

Generar un puesto de trabajo acorde con las necesidades de exhibición, montaje y acceso del producto para mitigar la aparición de enfermedades osteomusculares mediante la reducción de los factores de riesgo biomecánico.

3.1 Fronteras del Proyecto

El presente proyecto se dirige exclusivamente al MAI y considera la población más vulnerable dentro de este, mujeres y adultos mayores, pero no se tiene en cuenta personas en situación de discapacidad. Cabe subrayar que el producto de esta investigación se plantea como una propuesta itinerante, es decir que, contará con la versatilidad de traslado. Si bien, la propuesta formal es pensada en las actividades de venta desarrolladas en el mercado, se han excluido aquellas relacionadas con la comercialización de cárnicos (pollo, pescado). Estableciendo que, los percentiles a tener en cuenta oscilan entre el 5° y el 95°, dependiendo de los requerimientos técnicos.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Mejorar las condiciones ergonómicas del puesto de trabajo de los vendedores del Mercado Agroecológico Itinerante MAI-*Asoproorgánicos* de la ciudad de Santiago de Cali-Colombia.

4.2 Objetivos específicos

- Identificar los factores de riesgo biomecánico que afectan la salud de los vendedores del MAI.
- Perfilar[3] las características del puesto de trabajo bajo criterios ergonómicos y antropométricos.
- Proponer el diseño de un puesto de trabajo que garantice las condiciones ergonómicas del vendedor dentro del MAI.

[3] Realizar un perfil en Salud Ocupacional es establecer las características particulares del objeto de estudio

5. ESTADO DEL ARTE

El recorrido por diversas propuestas que se llevaron a cabo en espacios específicos, relacionadas con los ítems trabajados en el proyecto, brinda una visión más general sobre la forma como se ha desarrollado el tema en contextos particulares, lo que da pie a la generación de las opciones objetuales. A continuación, se presentan las propuestas más relevantes relacionadas con la disposición de frutas, verduras y otros productos, al igual que las características en el manejo en el espacio, los materiales y las formas utilizadas.

-Puesto plegable para exhibición y venta de frutas y hortalizas destinado a pequeños productores agrícolas- por Javier Román. La Plata, Argentina.

El proyecto busca generar una solución de un puesto de exhibición y venta más eficiente, su intención fue reducir los tiempos de armado y desarmado, además de poder transportarse con comodidad. Dicho de otro modo, "con base a esos requerimientos se diseñó y se propuso un puesto plegable y móvil, que se abre y cierra para su fácil traslado. Se construye con caños de hierro doblado, lona micro perforada, cajones plásticos; todas tecnologías y materiales de fácil mantenimiento y al alcance del productor" (Román, J., 2012**).**

Ilustración 1. Secuencia de armado Diseño industrial para la pequeña agricultura familiar.

Fuente: Román, J. (2012**)**

Ilustración 2. Puesto plegable para exhibición y venta de frutas y hortalizas.

Fuente: Román, J. (2012**)**

Las imágenes fueron tomadas del portal de internet Foro Alfa (https://foroalfa.org/). Aquí se encontró de manera muy somera la información del proyecto, los resultados de este no se pudieron comprobar a fondo ya que no fue posible hacer el contacto con el autor. Sin embargo, con base en las imágenes puede establecer que, en cuanto al diseño observa el uso de varios materiales incrementa los costos de producción, la disposición de las cajas limita el aprovechamiento total de la capacidad de estas para almacenar los productos. Es evidente su gran tamaño en relación con la función que presta.

Yourtable por Empresa Alemana WANZL

Este modelo, de acuerdo con información proporcionada por la compañía, es un sistema de exhibición versátil que permite la combinación de sus elementos en diversas posiciones. No requiere el uso de herramientas para expandir la funcionalidad en la presentación de los productos.

Ilustración 3. YourTable T.01.

Fuente: Recuperado en: https://www.wanzl.com/en_DE/products/sales-tables/yourtable/

Se aprecia que el elemento cuenta con un módulo fijo del cual se van adaptando las demás partes, por lo tanto, no se desarrolla como un sistema portable ni pensado para la manipulación individual. Es destacable el hecho de que es expansible a necesidad del vendedor, lo cual lo convierte en un elemento versátil y adaptable en cualquier espacio.

Estantería de exhibición por Empresa Panameña DBT SHELVES

El siguiente modelo hace parte de la lista de productos que la empresa ofrece para la exhibición de frutas y verduras. Cuenta con una capacidad de ocho canastas y dos pizarras para marcar los precios. No requiere el uso de herramientas adicionales para su acomodación en el lugar de venta ya que se entrega la estructura armada en su totalidad.

Ilustración 4 Estantería

Fuente: Recuperado en: http://bdtshelves.com/productos/

Este elemento como se logra observar, cuenta con la estructura fija, está pensado para acomodar los productos en cajas al aprovecharlas como elementos de organización, la altura del elemento permite el aprovechamiento del espacio a lo alto.

Estantería de exhibición por Empresa China SUZHOU YUANDA COMMERCIAL PRODUCTS CO., LTD

Según el catálogo de productos ofertados por la compañía este exhibidor fabricado en acero laminado en frío permite la organización de los productos en cajas sobre una superficie reclinable para dos momentos, es decir de manera horizontal a 180° o con un grado de inclinación a 75° dependiendo de las necesidades del usuario, cuenta también con un sistema de traslado por rodachines lo que le permite su desplazamiento, todas las piezas son entregadas desensambladas y se requieren herramientas adicionales para el armado en el lugar de exhibición.

Ilustración 5Yuanda

Fuente: Recuperado en: http://yuanda-shelf.en.made-in-china.com/

Según las características visibles del elemento, está pensado para exhibir tanto con cajas como sin ellas, los rodachines le permiten el desplazamiento con o sin productos por lo que su estructura es versátil en cuanto a la posición que ocupe en el espacio, incluye también una barra en la parte superior del elemento sobre la cual se puede suspender la información con los valores de los productos.

6. MARCO TEÓRICO

El todo es más que la suma de sus partes

Aristóteles

A continuación, se abordarán los elementos que sustentan el desarrollo del proyecto donde se asumen lineamientos propuestos por la arquitectura efímera a través de la cual se ha direccionado la propuesta formal y la integración de nociones de la *teoría de sistemas* para dimensionar el concepto de integralidad, que permite que los individuos se relacionen entre sí para conseguir bienes comunes. Además, se tiene en cuenta la intervención de la física, las matemáticas, la biología, áreas disciplinares del diseño, para apropiar nociones que sustenten la antropometría en relación con el hombre, la seguridad e higiene en el trabajo.

La *arquitectura efímera* propicia la interacción transitoria de los sujetos frente a estructuras itinerantes que se crean y destruyen en periodos determinados de tiempo (Klotz, M., 2006) esto permite crear espacios versátiles y dinámicos. Es en el renacimiento y el barroco que este tipo de construcciones cobran fuerza, el uso de madera y tela en el montaje de espacios destinados para el culto religioso y los actos políticos, dónde la decoración y los detalles buscaban resaltar el estatus social.

La reutilización que pretende aprovechar los objetos encontrados dentro del espacio dándoles otro uso, o potenciando sus características son opciones que se contemplan dentro de la organización de un mercado de *productos agroecológicos* que defienden su generación mediante prácticas de producción sustentables, las cuales son planteadas por Mejía (1998) como la búsqueda de una convivencia armoniosa con el entorno, sin que este se vea afectado por las necesidades alimentarias que se suplementan mediante las prácticas agrícolas.

Bertoglio (1993) se refiere a la *teoría general de sistemas* como un campo que se remite a los orígenes del pensamiento científico griego, es decir, que no es una teoría nueva, sino que ha tenido un recorrido muy amplio a través de la historia. En su libro explica diversos enfoques que se han derivado de la teoría misma, sin embargo, se adhiere al planteamiento de Bertalanffy (1969), el biólogo alemán quien se refirió al sistema como un conjunto de partes coordinadas y en interacción para alcanzar objetivos (Bertoglio citando a Bertalanffy, 1993, p. 14). Así, los sistemas tienen que ver con el conocimiento y las explicaciones de la realidad, por lo tanto, esta debe ser analizada teniendo en cuenta el medio, el entorno y sus diferentes variaciones.

La sinergia es un principio de la teoría de los sistemas aplicable a cualquier tipo de sistema natural o artificial y se refiere a la cooperación entre dos componentes diferentes que finalmente podrán generar el mismo resultado (Bertoglio ,1993). Esta especificidad de la sinergia permite en el presente proyecto aproximarse a la comprensión de las interrelaciones de los actores sociales del MAI y su entorno. Se plantea como un intercambio de energía entre la tierra proveedora de alimentos, elementos de uso humano y los sujetos como tal en calidad de productores, los cuales conforman un sistema abierto basado en la cooperación.

Seguridad y Salud en el trabajo

El siguiente apartado recoge los conceptos que servirán para analizar la relación sujeto- objeto-espacio, evidenciando en el MAI y que servirán como base metodológica para determinar los requerimientos de diseño para el sistema de objetos itinerante.

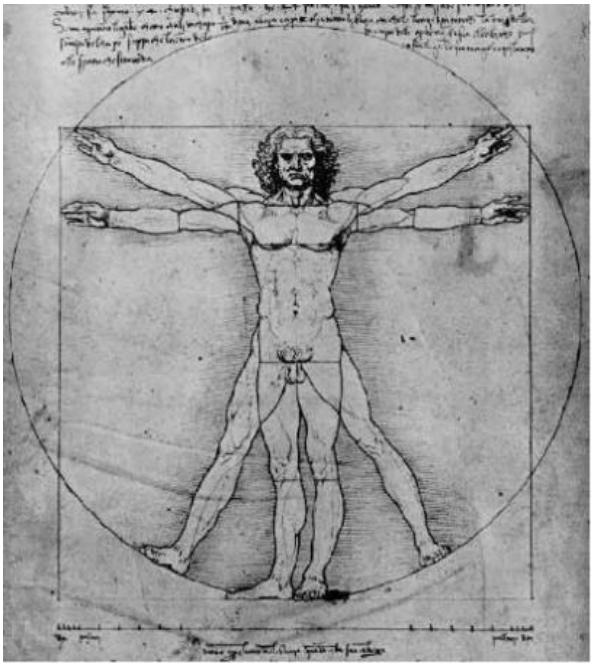
De acuerdo con las regulaciones del Ministerio del trabajo, a partir de la *Ley 1562 de 2012* que previene las lesiones y enfermedades causadas por las condiciones de trabajo (Ministerio del Trabajo, 2014, p. 2), estas se definen al reunir las características de la tarea, incluyen su entorno y la forma como se organizan. Dichas características en interacción propician alteraciones de manera positiva y negativa, que afectan la salud y la vida del trabajador (Ministerio del Trabajo,

2016, p. 8). Por esa razón es tan importante realizar un análisis desde la ergonomía que incluya entendimiento de la tarea, el entorno, las formas organizativas y sus relaciones.

Antropometría y Ergonomía

Cianchi, M. (1988) considerado como el precursor de la *biomecánica*, investigó sobre cada movimiento de las partes del cuerpo. Los orígenes de la *Antropometría* se asocian, por un lado, con Vitrubio, el arquitecto que estudió las proporciones y las medidas del cuerpo humano y, por otro, con el dibujo de da Vinci del "*Hombre de Vitrubio*", el humano con cuatro brazos y cuatro piernas, inscrito en un cuadrado y en un círculo, dibujo histórico y emblemático que tomó de la obra de Vitrubio la noción de "*medidas recíprocas*" entre el hombre y los objetos arquitectónicos propios de su creación (Bustamante, 2004, p. 5).

Ilustración 6Dimensiones Humanas



Fuente: Zelnik, M., Panero, J. (1979*)*

Los estudios de da Vinci junto con los análisis de Durero (1512) sobre el estudio de los movimientos y la ley de proporciones sirvió de inicio al amplio y complejo campo antropométrico.

En este sentido, la ***antropometría*** permite definir la importancia de la relación del sujeto con el espacio teniendo en cuenta las medidas de su cuerpo. En el presente proyecto **s**e asume la noción de *dimensiones* propuesta por Zelnik & Panero (1979)*,* quienes definen la antropometría como la *"ciencia que estudia en concreto las medidas del cuerpo, a fin de establecer diferencias en los individuos, grupos, etc"* (1979, p. 23*).* Los autores consideran que *en* el cuerpo existen dos *dimensiones* que son atribuidas a éste para el diseño en el espacio; por una parte, las *dimensiones estructurales o estáticas*, que comprenden la cabeza, el tronco y extremidades en posiciones estándar, las cuales consisten en que el cuerpo esta erguido y su cabeza y cuello miran al frente, los brazos a los laterales, palmas hacia adelante y pies un poco separados. Por otra parte, se refieren a las *dimensiones funcionales o dinámicas,* que se obtienen cuando el cuerpo está en movimiento.

Lo anterior muestra aspectos como la colocación de los objetos espacialmente, las proporciones que guardan con los sujetos que interactúan con ellos y las limitaciones al tener que adaptar objetos que no satisfacen los requerimientos ergonómicos.

La *ergonomía* también ocupa un lugar relevante para el presente proyecto, pues si la *antropometría* estandariza medidas, la *ergonomía* adapta de manera eficiente los objetos a estas medidas, evitando que se generen lesiones o incomodidad en los individuos a causa de posiciones forzadas, iluminación deficiente, ruidos, entre otros factores.

En concreto, el compilado de las siguientes definiciones de *ergonomía*, permite integrar de manera sistémica la relación ser humano y entorno, autores como Mondelo, Gregori y Barrau (1999), Citando a Murrell (1965), Singleton(1969) Grandjean (1969), Faverge (1970), Montmollin (1970), Cazamian (1973), Wisner (1973) presentan varias definiciones significativas acerca del estudio de la *ergonomía*, entre otras y para ellos *la más clásica* es la de Murrell , quien la define como *"el estudio del ser humano en su ambiente laboral"*; Singlenton, la destaca como la "*interacción entre el hombre y las condiciones ambientales*"; Grandjean, la enfoca como *"el estudio del comportamiento del hombre en su trabajo"*; Faverge, la concibe como *"el análisis de*

los procesos industriales centrado en los hombres que aseguran su funcionamiento"; Montmollin, la describe como *"una tecnología de las comunicaciones dentro de los sistemas hombres-máquinas";* Cazamian,, la considera *"el estudio multidisciplinar del trabajo humano que pretende descubrir sus leyes para aplicar la ergonomía y formular mejor sus reglas"* y, para Wisner *"es el conjunto de conocimientos científicos relativos al hombre y necesarios para concebir útiles, máquinas y dispositivos que puedan ser utilizados con la máxima eficacia, seguridad y confort".*

En esta compilación conceptual, en la cual el ser humano y su entorno son los actores protagónicos, se evidencia la importancia de las condiciones laborales en las sociedades industriales y su impacto en los seres humanos. De esta manera, en el presente proyecto se asume la posición de que la ergonomía no solo es aplicable en la industria como tal sino en todo tipo de prácticas sociales, en cualquier terreno de la vida donde haya seres humanos y actúen e interactúen; Considerando que el MAI es un espacio de producción no industrial, por el contario se caracteriza por su practicas artesanales y se mostrará cómo las condiciones de sus labores trastornan el equilibrio ergonómico y por ende la integralidad de las personas.

Fisiología del trabajo, carga física y postura

Según Villar, las determinadas demandas físicas a las que se someten los cuerpos, tales como -*andar o correr*-, obligan al músculo a contraerse (acorte) y a estirarse (alargue) rítmicamente, a este tipo de contracción muscular se le denomina "*isotónica*" y, el trabajo o ejercicio realizado se le denomina -*dinámico*-. Existen también momentos en los que el músculo debe contraerse y mantenerse en este estado por un tiempo variable, lo cual sucede cuando se mantiene una fuerza, por ejemplo, sosteniendo un peso o en determinada postura, a este tipo de posición se le denomina -*isométrica*- y al trabajo o ejercicio derivado -*estático*-. Un ejemplo de lo anterior sería sostener un peso con las extremidades superiores (brazos) en un tiempo limitado, generando de esta forma un trabajo estático para los músculos, del mismo modo sucede con el tronco y se le llama "*trabajo estático del tronco*" (Villar, 2011a).

Es importante tener en cuenta en el trabajo estático que la contracción de manera prolongada del músculo hace que los vasos sanguíneos se compriman y que el aporte de sangre sea menor en el músculo que se contrajo. Al disminuir el oxígeno y los nutrientes necesarios para el trabajo muscular se da inicio a la fatiga o cansancio.

Gráfico 1. Trabajo estático.

Fuente: Villar (2011a)

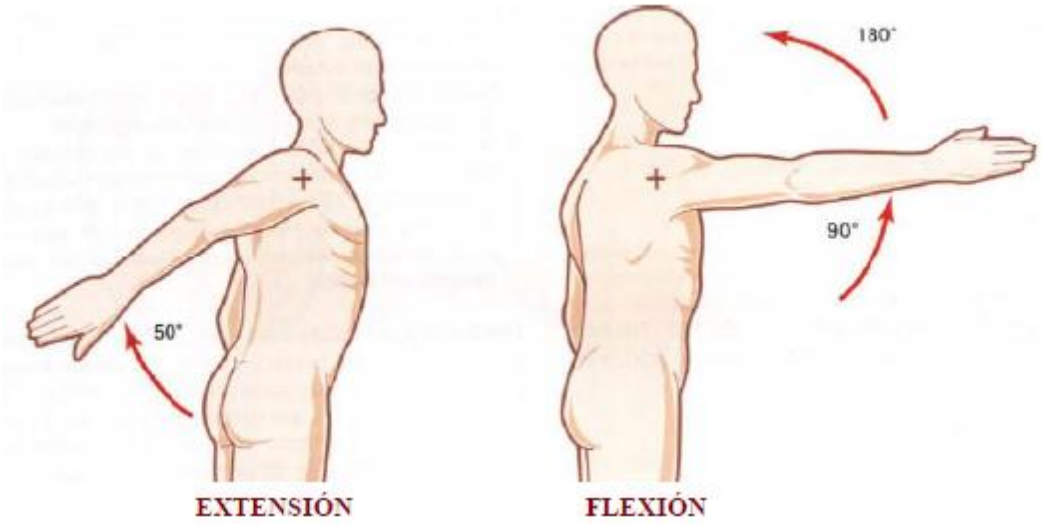
El gráfico 2 muestra cómo la contracción muscular por debajo del 15-20% de una fuerza máxima de contracción (FMA), se sostiene sin que la fatiga muscular aparezca; cuando la contracción aumenta los tiempos de mantener dicho esfuerzo disminuyen, ocasionando que el músculo no pueda contraerse en un lapso mayor. La fatiga muscular se hace notoria ya que deriva sensaciones de temblor, dolor muscular u hormigueo, calambre en el músculo o músculos involucrados; la única forma de sobreponerse al impacto generado en los músculos es dejando que estos descansen y se recuperen mediante el reposo, limitar esta acción puede llevar al *"trastorno musculo esquelético*" (Fernández, 2011).

Entonces, cuando el trabajo es estático, aumenta la frecuencia cardiaca por la cantidad de sangre que debe ser irrigada con oxígeno y nutrientes al músculo que está desarrollando la contracción,

además el trabajo estático podría aumentar el riesgo de sufrir enfermedades del corazón y cardiopatías. Los trastornos músculo esqueléticos (TME) son una de las principales causas que afectan a la población actual sin discriminar a un sector específico o actividad profesional. Estos trastornos pueden impactar cualquier parte del cuerpo, pero es más viable encontrarlos en codo-hombro, mano-muñeca, espalda (zonas cervical, dorsal y lumbar). Y puede estar asociado a adoptar posiciones forzadas en el trabajo, quedarse en una posición por tiempo prolongado, manipulación manual de cargas pesadas o por el contrario cargas ligeras en tiempos largos.

Villar (2011a) hace énfasis en la importancia de las posturas como posiciones relativas de los segmentos corporales (la mano con respecto al antebrazo, el antebrazo, respecto al brazo, la cabeza respecto al tronco) en cuya adopción intervienen las piezas óseas del esqueleto, las articulaciones, muñeca, codo, rodilla, los músculos, los tendones y en los movimientos de unas partes en relación con otra. Es notorio describir un ángulo cuya maxíma amplitud varía de acuerdo con cada articulación y depende del eje de la misma sea vertical, horizontal o transversal. Cuando este ángulo esta en su máxima amplitud se llama "*angulo articular máximo*" como se obserca en la ilustración 9 en donde el angulo máximo que puede formar el brazo en extensión es 50° de amplitud, mientras que flexionado llega a los 180°.

Ilustración 7 Ángulos articulares máximos del hombro en los movimientos de extensión y flexión

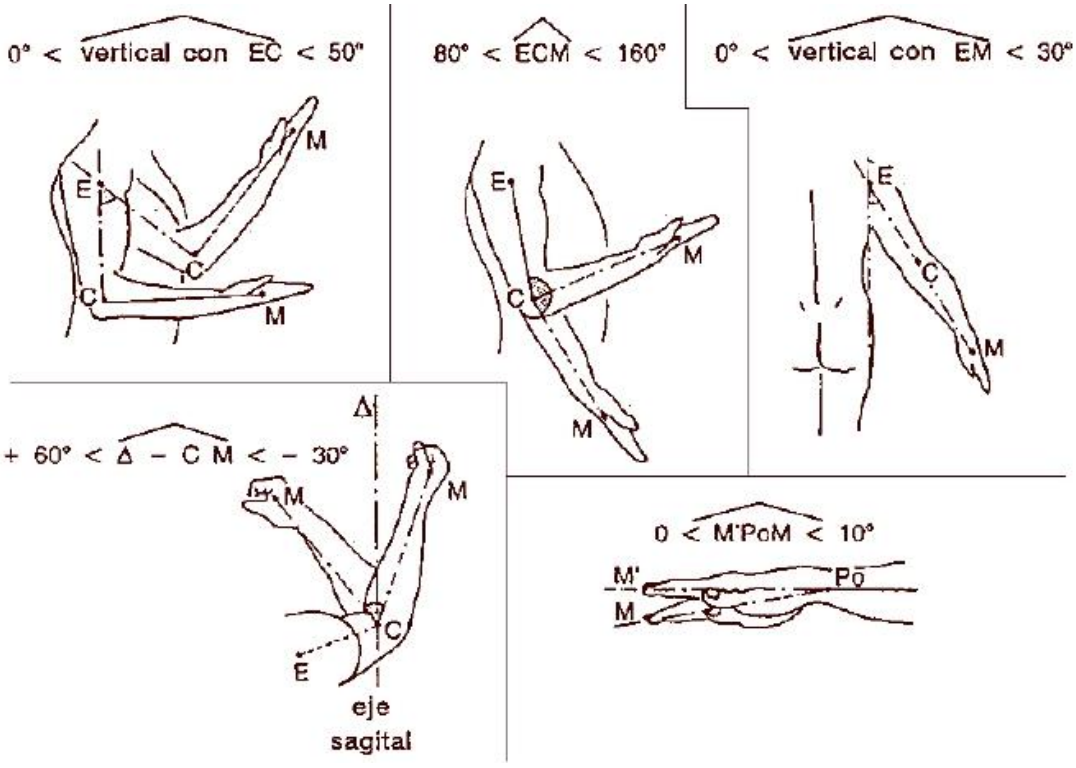


Fuente: Villar (2011a)

Sin embargo, cuando se considera la experiencia al adoptar los ángulos articulares máximos el dolor se produce en poco tiempo y aparece la fatiga muscular en la zona afectada. Ya se han concretado investigaciones que mostraron cuales ángulos eran los que no generaban incremento en la fatiga muscular ni posibilidad de Trastornos Musculo esqueléticos (TME), llamándolos ángulos articulares funcionales (Villar, 2011a).

En la Ilustración 8 se pueden visualizar algunos ángulos mencionados.

Ilustración 8 Algunos ángulos funcionales



Fuente: Villar (2011a)

Cargas y posturas

La condición de cargas y posturas en el estudio del puesto de trabajo del MAI es un componente fundamental del problema investigado porque brinda los elementos necesarios para el planteamiento de requerimientos y determinantes en el desarrollo de la propuesta de diseño.

> La norma DIN 33.400 define como carga de trabajo a la totalidad de las influencias que actúan sobre la persona en un sistema laboral. Es decir, el conjunto de cargas parciales debido a la tarea y al medio ambiente (…) Klaus North (en su visita a REFA de Argentina) estableció que la carga/ esfuerzo se produce tal como se observa en la siguiente figura (Melo, M. J., 2009).

2 Gráfico. Principios de carga esfuerzo.

Fuente: Melo, M. J. (2009)

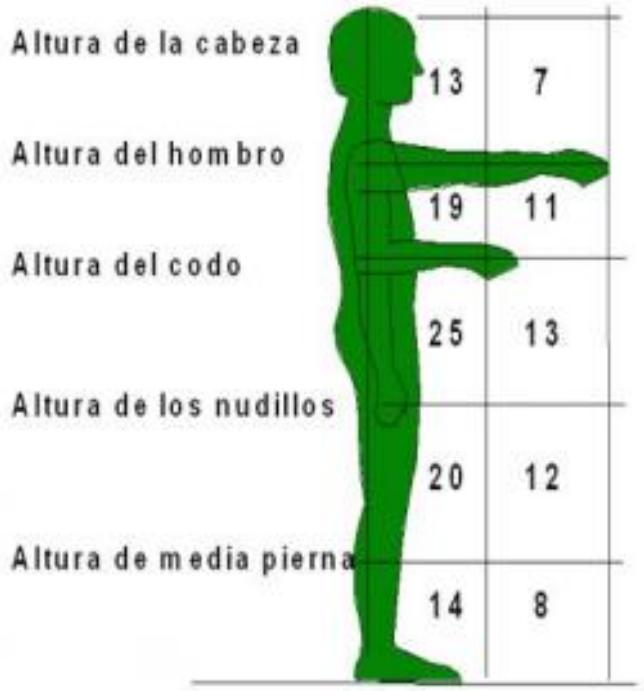
La *carga de trabajo*, consiste en la totalidad de exigencias de trabajo, por ejemplo, levantar un peso de 2 kg del suelo a una mesa de 1 m de altura cada 5 minutos en condiciones ambientales bien definidas (Melo, M. J., 2009).

En relación con las *características individuales*, se consideran todos los factores que permiten distinguir un trabajador de otro y son estos la edad, el sexo, la estatura, constitución, aptitudes, conocimientos, experiencia y personalidad (Melo, M. J., 2009).

La reacción individual a una carga es lo que se atribuye como *esfuerzo de trabajo* y tiene que ver, por ejemplo, con levantar un objeto de 20 kg de peso, lo que constituiría un mayor esfuerzo para una mujer de 60 años que para un hombre de 20 años. Los indicadores del esfuerzo son la frecuencia cardíaca, la cantidad de sudor, etc. (Melo, J. L., 2009).

Por último, otro indicador determinante son las *Consecuencias del esfuerzo* que se definen como los cambios de larga o de corta duración en las características individuales. Tal es el caso de *fatiga, entrenamiento, invalidez* (Melo, J. L., 2009). Establecer los límites de carga es importante para prevenir trastornos musculo-esqueléticos, para ello se recomienda que los pesos varíen de acuerdo con la altura y los alcances del usuario. La ilustración 11, muestra los pesos recomendados con respecto a las distancias corporales.

Ilustración 9. Peso teórico recomendado para función de la zona de manipulación.



Fuente: Villar (2011a, p. 14)

De acuerdo con el instituto de seguridad e higiene en el trabajo, para el levantamiento de una carga, el mayor peso teórico es de 25 kg que corresponde con la altura entre los nudillos y los codos, mantenerse en el rango de estos valores permite evitar lesiones músculo esqueléticas.

Tamaño de la carga

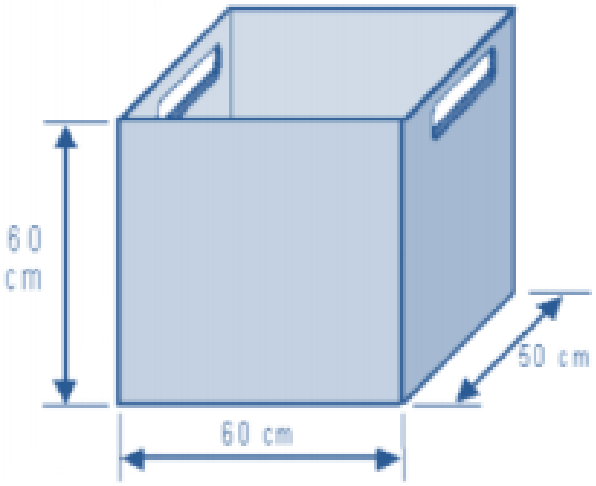
De acuerdo con la Guía técnica del Instituto Nacional de Seguridad Industrial e Higiene en el Trabajo (INSHT)[4], las cargas que exceden el límite de ancho obligarán a los brazos a mantener posturas forzadas, lo que limita el agarre de dicha carga, esto además genera que la espalda se encorve y la postura al momento de levantarse no sea la adecuada. En el caso de las cargas que

[4] Recuperado en: http://www.insht.es/MusculoEsqueleticos/Contenidos/Formacion%20divulgacion/material%20didactico/GuiatecnicaMMC.pdf.

superan el límite de profundidad, se genera aumento en la distancia horizontal, esto repercute en un incremento en las fuerzas de compresión de la columna. Finalmente, una carga que excede el límite de altura dificulta la visibilidad y la posibilidad de accidentes con objetos que estén en el radio de movimiento.

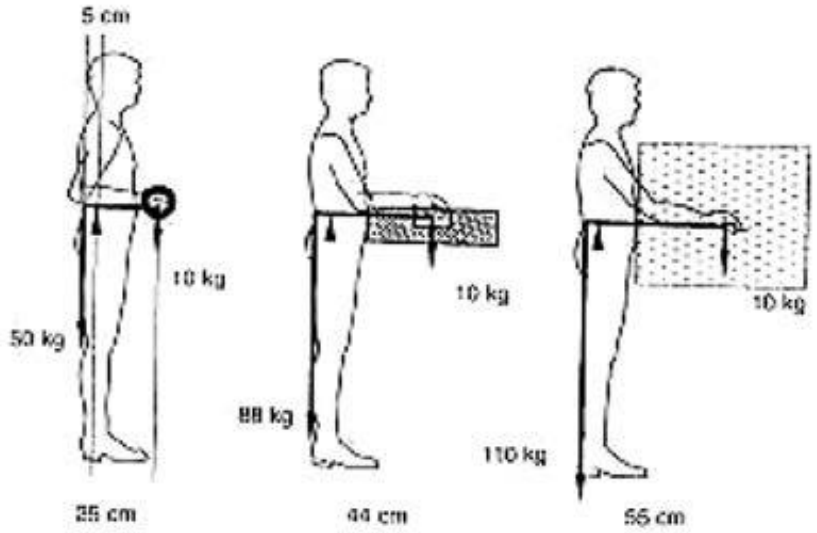
La gráfica 4 ilustra el tamaño máximo adecuado para una carga, luego se muestra el efecto de una carga con un peso de 10 kg a medida que se aleja del cuerpo

3 Gráfica. Tamaño máximo recomendado para una caga



Fuente: Villar (2011, 19)

Ilustración 10. Efectos de una carga de 10 kg.



Fuente: Melo, J. L. (2009, p. 84)

A medida que la carga se distancia más del cuerpo, es decir del centro de masa, se produce sensación de aumento en el peso de esta (ver ilustración 12) debido al principio de palanca, pues el brazo es considerado una palanca de segundo orden (Valero, M., 1996).

Análisis general del puesto de trabajo

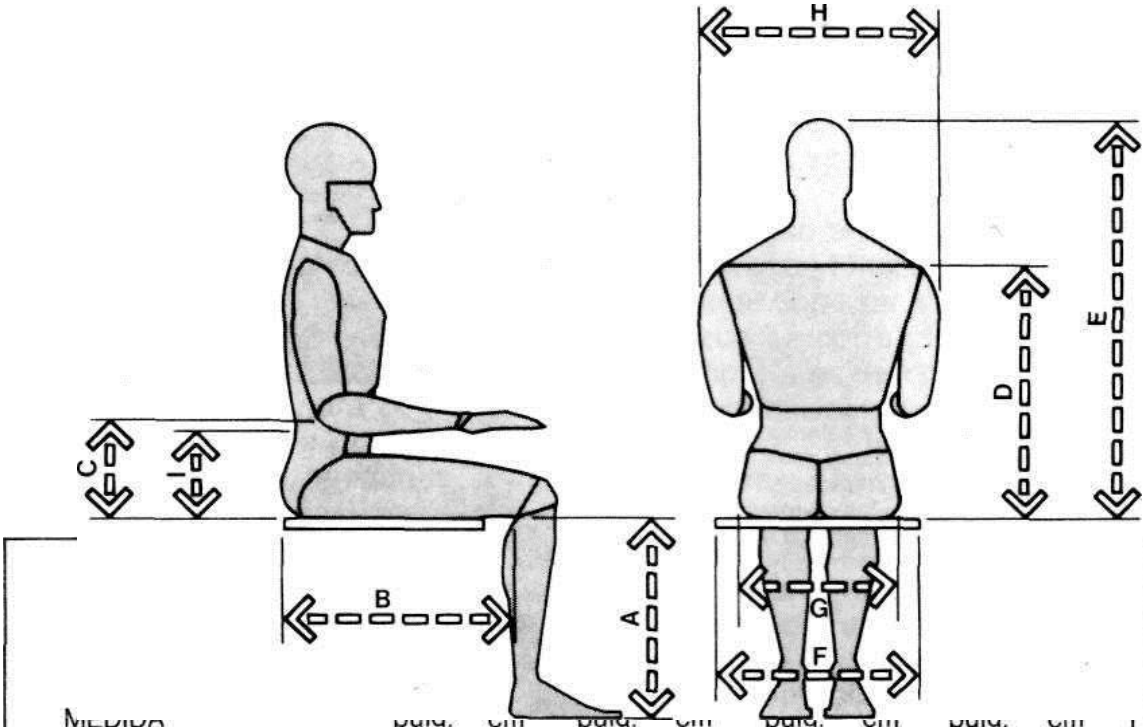
A continuación, se presentarán los conceptos relacionados con: la altura del asiento, profundidad del asiento, antropometría de la dimensión humana, análisis metrológico y movimiento articulatorio. Es preciso señalar, que los resultados y graficas presentadas, son una guía para facilitar el desarrollo de propuestas de diseño en el contexto del presente proyecto.

Altura del asiento

La altura del asiento se toma desde la superficie de apoyo al suelo. Cuando es muy alta, la cara inferior de los músculos se comprime, lo que ocasiona sensación de incomodidad y, eventualmente, alteración de flujo sanguíneo. El contacto parcial de los pies con el suelo disminuye la estabilidad del cuerpo. Para definir la altura adecuada del asiento, se toma como referente el percentil 5° correspondiente a la población de más baja estatura ya que una persona de estatura elevada tienda a acomodarse de mejor forma en un asiento bajo, que aquella de baja estatura en un asiento alto (Zelnik, M. y Panero, J., 1979, p. 60).

La altura poplítea (distancia tomada verticalmente desde el suelo hasta la cara inferior de la porción del muslo que está justo detrás de la rodilla) (Zelnik, M.y Panero, J., 1979), debe tomarse en cuenta al momento de definir la altura del asiento. De nuevo, se debe tomar el percentil 5° como referencia. La altura popliteal para dicho percentil con un valor en hombres es de 39,4 cm y en mujeres de 35,6 cm, la siguiente figura delimita las dimensiones antropométricas fundamentales que se necesitan para el diseño de sillas (Zelnik, M. y Panero, J., 1979, p. 60).

Ilustración 11. Dimensiones antropométricas fundamentales que se necesitan para el diseño de



MEDIDA								
A Altura poplítea	15.5	39,4	19.3	49,0	14.0	35,6	17.5	44,5
B Largura nalga-poplíteo	17.3	43,9	21.6	54,9	17.0	43,2	21.0	53,3
C Altura codo reposo	7.4	18,8	11.6	29,5	7.1	18,0	11.0	27,9
D Altura hombro	21.0	53,3	25.0	63,5	18.0	45,7	25.0	63,5
E Altura sentado, normal	31.6	80,3	36.6	93.0	29.6	75,2	34.7	88,1
F Anchura codo-codo	13.7	34,8	19.9	50,5	12.3	31,2	19.3	49,0
G Anchura caderas	12.2	31.0	15.9	40,4	12.3	31,2	17.1	43,4
H Anchura hombros	17.0	43,2	19.0	48,3	13.0	33,0	19.0	48,3
I Altura lumbar	Véase nota							

Fuente: Zelnik, M. y Panero, J. (1979, p. 61)

No se han encontrado estudios antropométricos publicados, sin embargo, según. [H-D Darcus y A.G.M. Weddel, British Medical Bulletin 5. 1947 págs. 31 -37] aplica entre 20.3 y 30,5 cm (8 y 12 pulgadas) al 90% de los ingleses varones. Ditfrient en [Humanscale 1 /2/3) Indica que el centro de curvatura hacia adelante de la región lumbar para los adultos se sitúa entre 22,9 y 25,4 cm (9 y 10 pulgadas), por encima del acolchamiento comprimido del asiento (Zelnik, M. y Panero, J., 1979, p. 61).

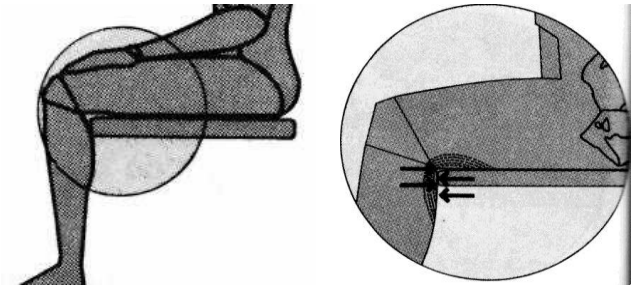
Las medidas de las alturas anteriores se tomaron con los sujetos completamente desnudos, razón por la cual es necesario tener en consideración las prendas de vestir, el calzado, que se relacionan de manera directa con el clima, momento del día, estrato socioeconómico, edad, cultura entre otros al momento de realizar el diseño del modelo final. Por lo anterior la opción más acertada es elegir un valor de 3,8 y sumarlo al 39,4 de hombres dando como resultado 43,2 de altura adecuada y el 35, 6 mujeres darían como resultado 39,4 cm respectivamente (Zelnik, M. y Panero, J., 1979, p. 63).

Lo anterior se toma como referente para el desarrollo del proyecto, pero las modificaciones de diseño se hacen de acuerdo con las características específicas de la muestra a trabajar.

Profundidad del asiento

Para el diseño de sillas debe tenerse en cuenta la profundidad del asiento ya que si este es muy profundo el borde frontal ejercerá presión en la zona trasera de las rodillas y dificultará el paso de sangre de las piernas a los pies, por otro lado, con las prendas podrá producirse irritación en la piel. La ilustración 14, muestra lo anterior (Zelnik, M. y Panero, J., 1979, p. 63).

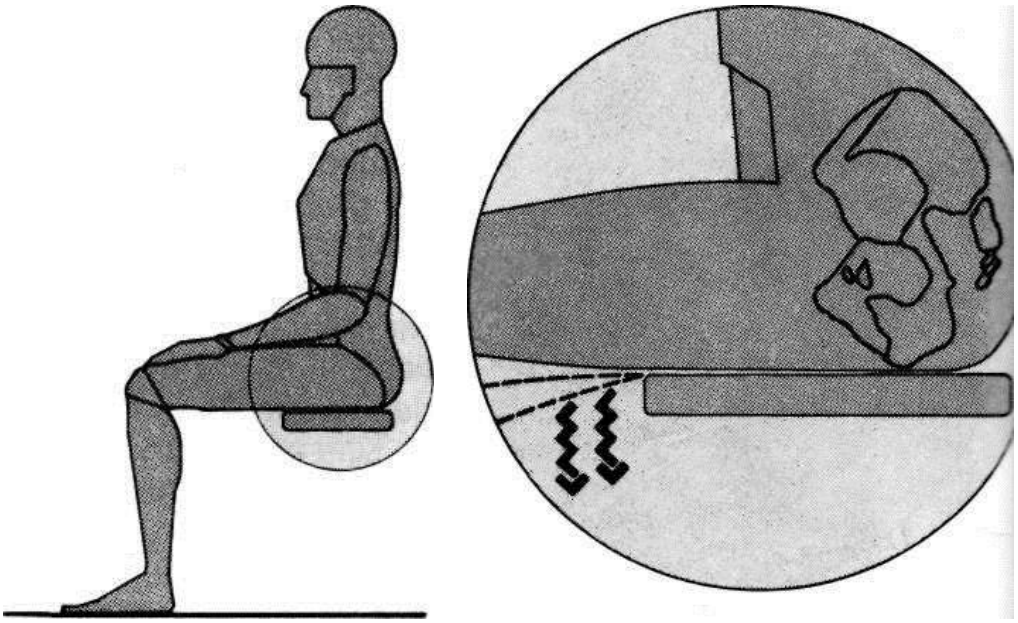
Ilustración 12. La profundidad de asiento excesiva produce una compresión detrás de la rodilla, origen de incomodidad y problemas en la circulación de la sangre.



Fuente: Zelnik, M. y Panero, J. (1979)

Un asiento con poca profundidad genera incomodidad para el usuario, quien sentirá que se va de frente al piso, igualmente a quienes tengan muslos bajos no contarán con una suficiente superficie de apoyo “la longitud de nalga poplíteo (distancia horizontal desde la superficie posterior de las primeras a la homologa de las segundas)” (Zelnik, M. y Panero, J., 1979, p. 61). Es la que dará la profundidad del asiento adecuada.

Ilustración 13. Poca profundidad en la silla genera incomodidad en el usuario y una sensación de caerse de frente al piso



Fuente: Fuente: Zelnik, M. y Panero, J. (1979, p. 64)

Las medidas adecuadas para el largo de nalga poplíteo se toman con un percentil 5° es de 43.9 cm en hombres y 43,2 en mujeres, cualquier profundidad que sobrepase los 40,6 cm no podrá acomodar a los usuarios de menor estatura, mientras que una de 43,2 cm "proporcionará una silla confortable con el 95% de los mismos" (Zelnik, M. y Panero, J., 1979, p. 64).

Antropometría de la dimensión humana

Las mediciones que se toman como referente en la investigación de Zelnik y Panero son realizadas con los sujetos desnudos, portando solamente una bata, por lo que se requiere tener precaución y elegir el factor de tolerancia que mejor se adapte a la situación y el lugar para el cual se está desarrollando el estudio. La Tabla 1 presenta "las tolerancias admisibles para prendas de vestir estándar y dimensiones corporales que guardan relación con éstas" (Zelnik, M. y Panero, J. (1979, p. 72). El rol del diseñador por lo tanto es evaluar las condiciones de diseño teniendo en

cuenta la población para la cual está trabajando, y los diferentes factores físicos que se han mencionado anteriormente, para considerar la tolerancia del factor más adecuada.

Tabla 1. Tolerancia de acuerdo al tipo de vestimenta en hombres y mujeres

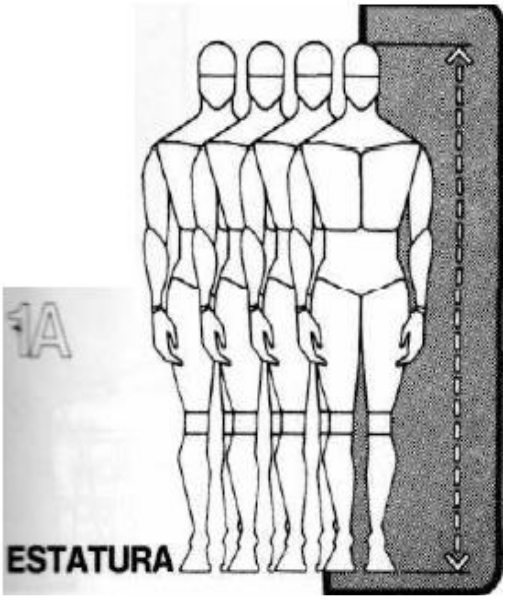
CLASE DE VESTIMENTA	TOLERANCIA		DIMENSIONES PRINCIPALES AFECTADAS
Traje hombre	0,5 pulg.	1,3 cm	Profundidad del cuerpo
	0,25-1,0 pulg.	1,9-2,5 cm	Anchura cuerpo
Traje o vestido mujer	0,25-0,50 pulg.	0,6-1,3 cm	Profundidad del cuerpo
	0,50-0,75 pulg.	1,3-1,9 cm	Anchura cuerpo
Prenda exterior invierno, incluido traje o vestido	2,0 pulg.	5,1 cm	Profundidad del cuerpo
	3,0-4,0 pulg.	7,6-10,2 cm	Anchura cuerpo
	1,75-2,0 pulg.	4,4-5,1 cm	Holgura muslo
Talón hombres	1,0-1,5 pulg.	2,5-3,8 cm	Estatura, altura ojo, altura rodilla sentado y altura poplítea
Talón mujeres	1,0-3,0 pulg.	2,5-7,6 cm	Estatura, altura ojo, altura rodilla sentado y altura poplítea
Calzado masculino	1,25-1,5 pulg.	3,2-3,8 cm	Largura pie
Calzado femenino	0,5-0,75 pulg.	1,3-1,9 cm	Largura pie
Guantes	0,25-0,50 pulg.	0,6-1,3 cm	Largura mano

Fuente: Zelnik, M. y Panero, J. (1979, p. 72)

Análisis metrológico

Se realiza para definir cuáles son los percentiles que mejor se adaptan al diseño de modelos formales de acuerdo con medidas antropométricas recolectadas de estudios específicos. Tal y como se advierte, los valores pueden cambiar, y la información que se proporciona no debe ser ley, ya que para cada caso particular de diseño se pueden encontrar necesidades muy puntuales, que requieran de la variabilidad de algunas medidas para garantizar el éxito en el trabajo (Zelnik, M. y Panero, J., 1979, p. 75).

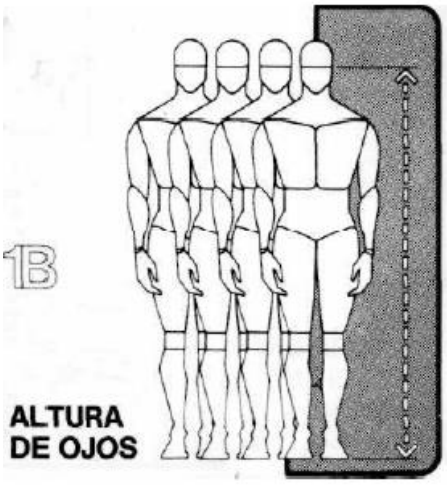
Ilustración 14. Estatura



La distancia que hay tomada del suelo a la coronilla en el eje Y de una persona erguida de pie con vista al frente. El resultado de conocer estos valores permite determinar las alturas de las puertas y pasos, pero también para "*fijar las alturas mínimas desde el suelo hasta cualquier obstáculo superior"* Para la elección del percentil se selecciona el de mayor categoría ya que la altura del techo no suele ser un problema.

Fuente: Zelnik, M. y Panero, J. (1979, p. 75)

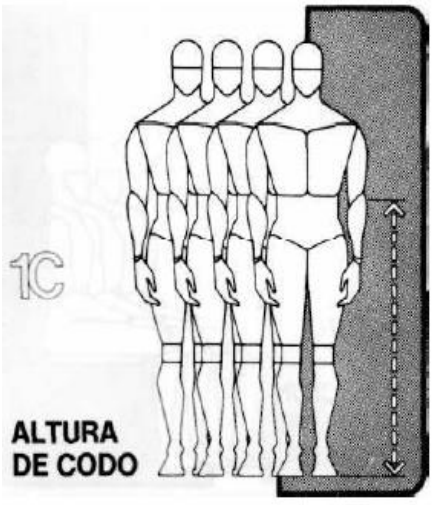
Ilustración 15. Altura de ojo



La distancia que hay tomada del suelo a la comisura del ojo en el eje Y de una persona erguida de pie con vista al frente. El resultado de conocer estos valores permite determinar las 'líneas de visión' que se conecten con todo lo que el sujeto es susceptible de ver. Para la selección del percentil se determina de acuerdo a la exigencia de la labor, es decir que si lo que se busca es propiciar un área visual despejada, se trabajará con un percentil 5° que corresponde con la altura del ojo de la persona de menos estatura, ya que, si esta consigue ver, por ende, quienes sobre pasen su estatura lo harán de igual forma.

Fuente: Zelnik, M. y Panero, J. (1979, p. 75)

Ilustración 16. Altura de codo



La distancia que hay tomada del suelo al doblez que se forma entre el brazo y el ante brazo en el eje Y de una persona erguida de pie con vista al frente. El resultado de conocer estos valores permite determinar la altura más cómoda en *mostradores encimeras de cocina, tocadores, bancos de taller y otras superficies de trabajo de pie.* Se estima que la altura idónea son 7,5 cm de la altura del codo. En el caso de la población femenina se define un percentil 5° para una altura de 89 cm de superficie de trabajo.

Fuente: Zelnik, M. y Panero, J. (1979, p. 75)

Ilustración 17. Posición sedente erguida

La distancia que hay tomada desde la superficie del asiento hasta la coronilla en el eje Y. El resultado de conocer estos valores permite determinar diseños que busquen el aprovechamiento máximo de la superficie donde se apoyará, en espacios con limitada funcionalidad, para ello se elige un percentil 95° de acuerdo al factor de holgura (amplitud).

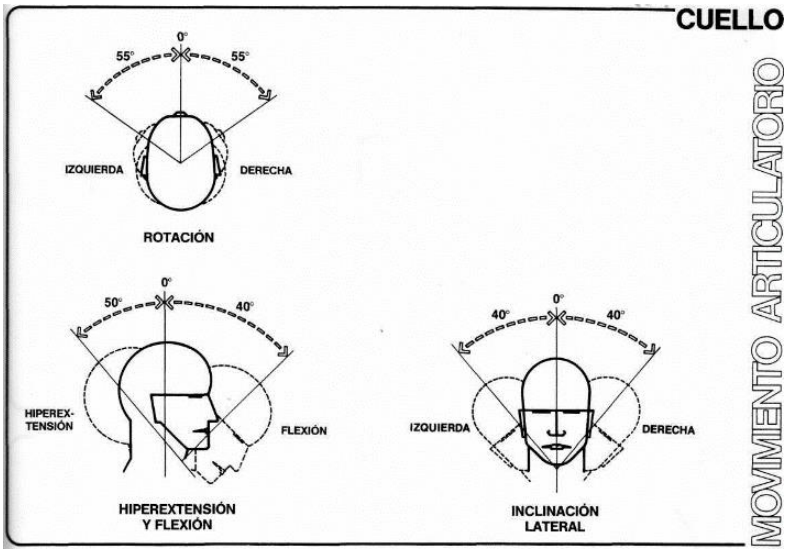
Fuente: Zelnik, M. y Panero, J. (1979, p. 75)

Movimiento articulatorio

Son necesarios para determinar los ángulos máximos que tienen cada una de las articulaciones en relación con las diferentes partes del cuerpo, para poder diseñar teniendo en cuenta los alcances máximos y evitar movimientos inadecuados.

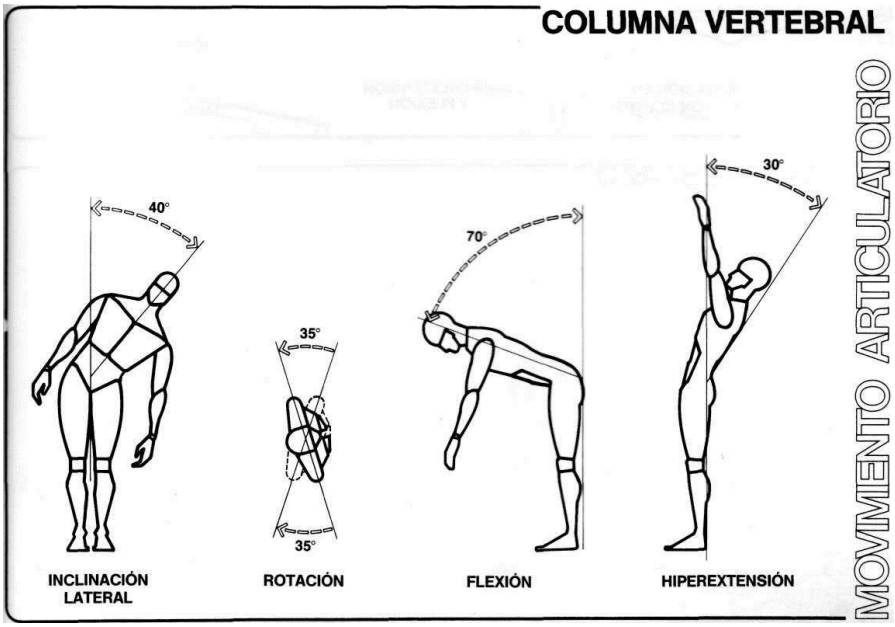
Se desarrollan términos relacionados con los movimientos articulatorios tales como: Flexión, extensión, abducción, aducción, rotación media, rotación lateral, pronación supinación, eversión, Inversión (Zelnik, M. y Panero, J., 1979).

Ilustración 18. Ángulos de movimiento para cuello.



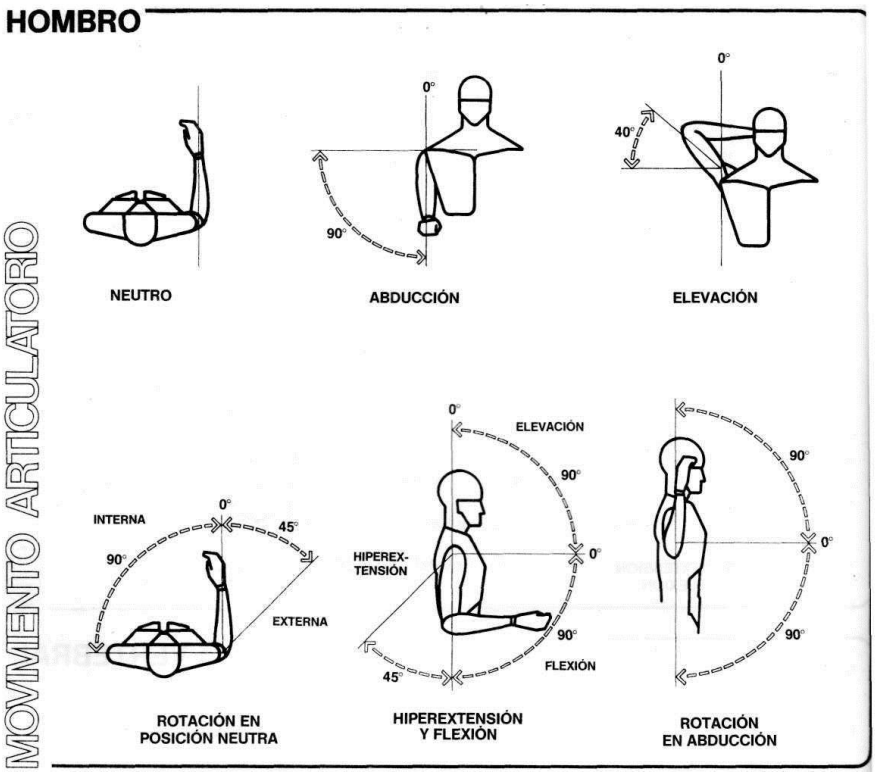
Fuente: Zelnik, M. y Panero, J. (1979, p. 75)

Ilustración 19. Ángulos de movimiento articulado para columna vertebral.



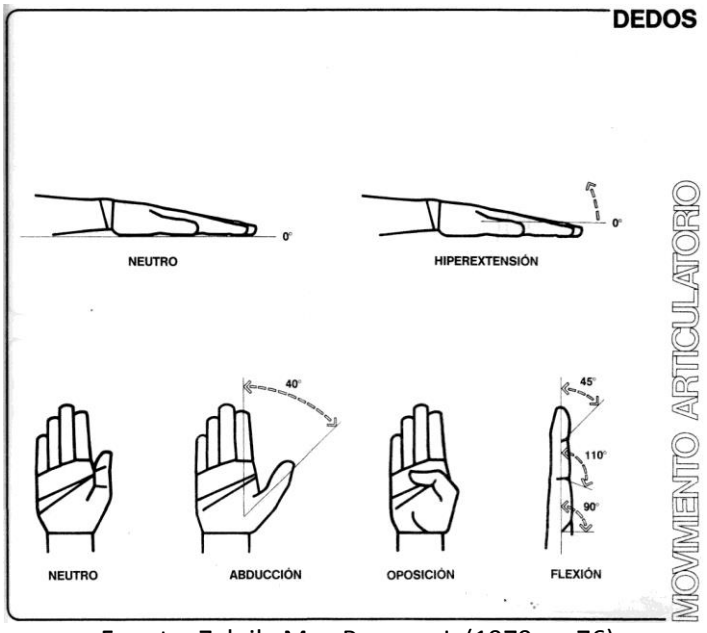
Fuente: Zelnik, M. y Panero, J. (1979, p. 75)

Ilustración 20. Ángulos de movimiento articulatorio para hombro.



Fuente: Zelnik, M. y Panero, J. (1979, p. 75).

Ilustración 21. Ángulos de movimiento articulatorio para dedos.



Fuente: Zelnik, M. y Panero, J. (1979, p. 76)

Ilustración 22. Ángulo movimiento de la cadera

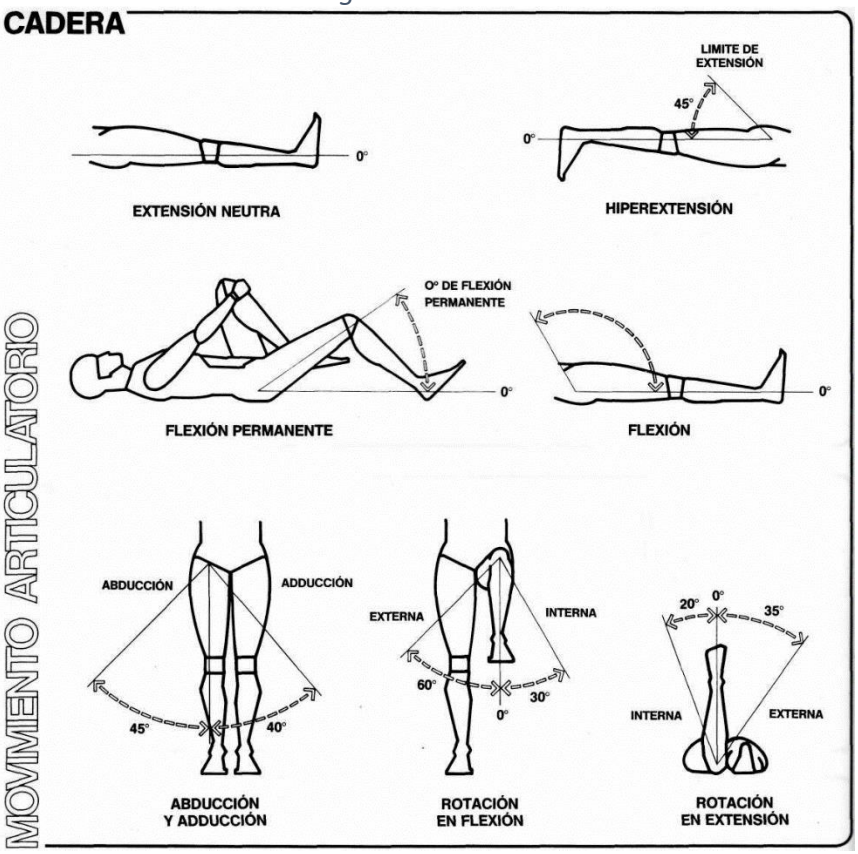
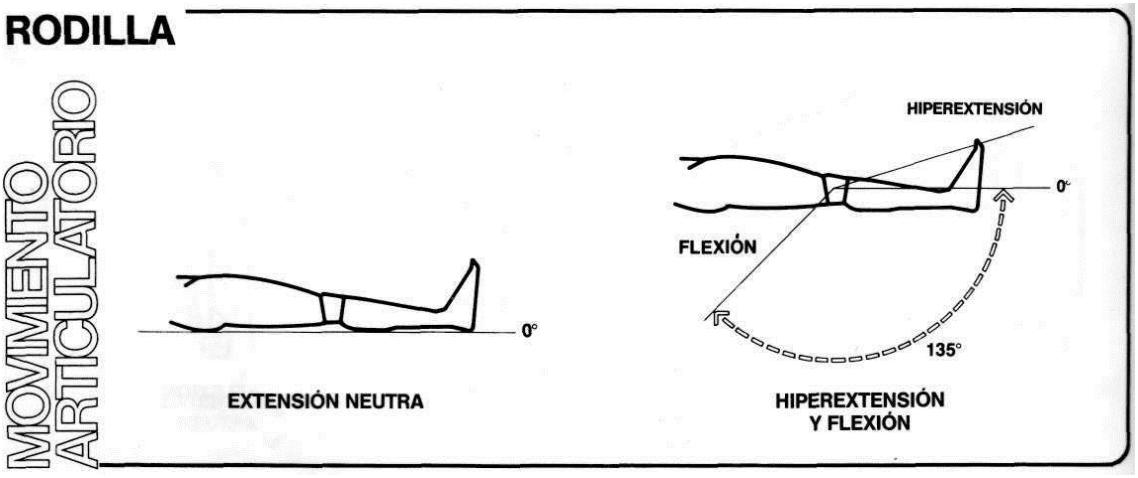


Ilustración 23. Ángulos de movimiento articulatorio para rodilla.



Fuente: Zelnik, M. y Panero, J. (1979, p. 117)

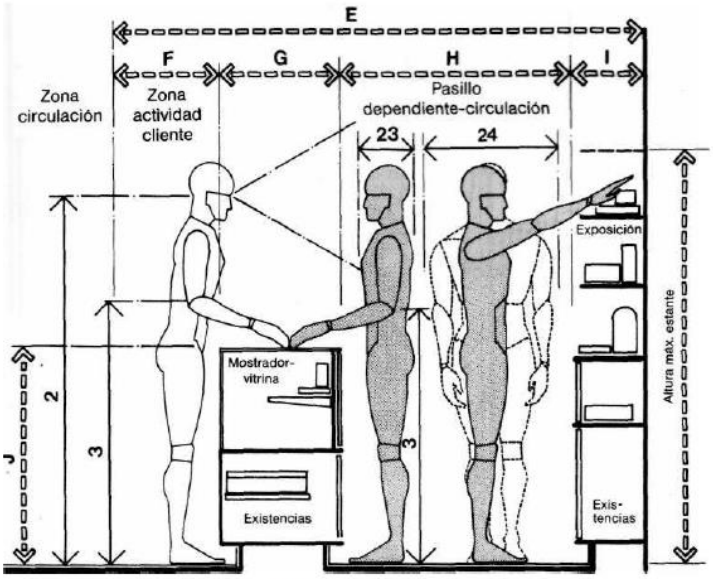
Guía para la Evaluación del puesto de trabajo

El puesto de trabajo, en el contexto del MAI, es un espacio que se adapta a las necesidades inmediatas de venta de productos los días sábados por lo cual no se presenta como un lugar estructurado que tiene en cuenta variables cómo el análisis ergonómico, antropométrico y biomecánico, sino cómo la respuesta inmediata a una necesidad puntual. A continuación, se presentan los factores a considerar para la propuesta correcta de diseño de un puesto de trabajo.

Puesto de trabajo

Para la implementación del diseño de un puesto de trabajo, la altura más favorable del mostrador no debería superar de los 99 a los 101 cm dado que aquellos vendedores de baja estatura en puestos de trabajo muy altos experimentarán en lapsos de tiempo prolongados cansancio osteomuscular. La siguiente figura ilustra las holguras (anchuras) en el área de venta.

Ilustración 24. Venta de pie



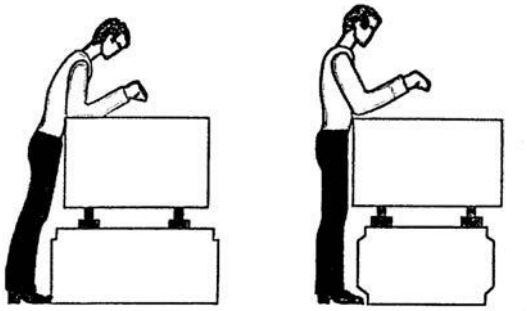
ÁREA DE VENTA TRADICIONAL/CLIENTE DE PIE

	pulg.	cm
A	26–30	66,0–76,2
B	18–24	45,7–61,0
C	42	106,7
D	28	71,1
E	84–112	213,4–284,5
F	18	45,7
G	18–24	45,7–61,0
H	30–48	76,2–121,9
I	18–22	45,7–55,9
J	35–38	88,9–96,5
K	72	182,9

Fuente: Zelnik, M. y Panero, J. (1979, p. 117)

Para el diseño del puesto de trabajo, el espacio que se tiene en cuenta para las piernas debe permitir la libertad de movimiento para los pies, mover piernas hacia adelante, doblar articulación de rodillas, estipular un área para entrada de extremidades inferiores en este caso los pies, las siguientes ilustraciones 28 y 29 sucesivamente muestran la capacidad de alternancia, es decir la flexibilidad en un puesto de trabajo adaptarse al trabajo de pie o sedente. (K. North, 51), en el trabajo con brazos apoyados aumenta.

Ilustración 25. Puesto de trabajo y libertad de acción de los pies.



Fuente: Melo, J. L. (2009, p. 51)

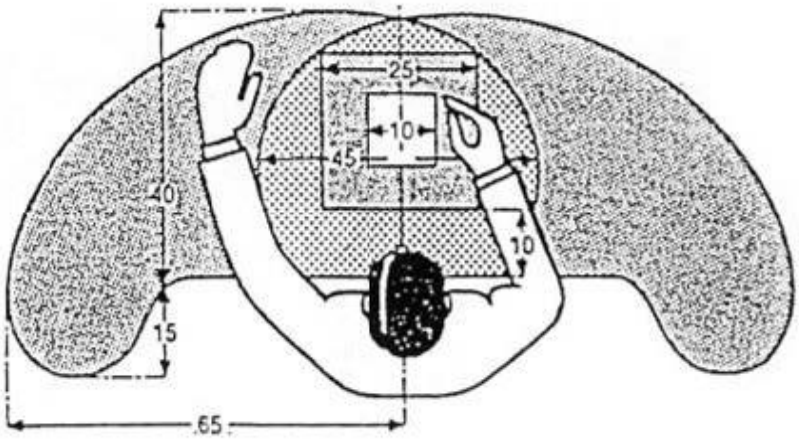
Ilustración 26. Posición de alternancia.

Fuente: Melo, J. L. (2009, p. 51)

Zonas de alcance y agarre en superficies

El área sobre la superficie de la mesa que puede alcanzar el brazo sin generar sobre extensión tiene por nombre área de alcance, la ilustración 30 muestra el área para un área determinada, los elementos que se encuentren a los lados, las diferentes articulaciones permiten realizar diversos movimientos, más favorables o menos favorables según las orbitas de movimiento. El espacio debajo de los codos, es el más difícil de alcanzar, normalmente el cuerpo debe ubicarse de 5 a 10 cm del área de trabajo. Se estima que en el rango de labor con los brazos no apoyados es de 25 a 30 cm delante de tórax (Melo, J. L., 2009, p. 45).

Ilustración 27. Zonas de alcance y agarre



Fuente: Melo, J. L. (2009, p. 45)

Método NIOSH para la evaluación por levantamiento de cargas

The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) desarrolló en 1981 un método que incluye la ecuación para calcular el peso recomendado en el levantamiento de cargas, con el fin de poder establecer parámetros de control y así evitar lesiones por dicha manipulación. Este

método implica el cálculo para índice de levantamiento (IL), que arroja el valor estimado de riesgo asociado a una tarea de levantamiento manual concreto[5]

Ilustración 28. Evaluación por manipulación manual de cargas (V.01)

EVALUACIÓN POR MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS (V.01)

Corresponde al Método 2 propuesto en la Norma UNE-EN-1005-2.

Empresa: Línea /ÁREA/DEP:

Puesto/tarea: Fecha:

1. Masa de referencia:

Sexo	Edad (en años)		
	≤18	De 19 a 45	>45
Masculino	20	25	20
Femenino	15	20	15

M.ref:

2. VM: Multiplicador de distancia vertical: $VM = 1 - (0{,}003 \cdot |V - 75|)$

VM - MULTIPLICADOR DE DISTANCIA VERTICAL											
Situación vertical: V [cm]	0	15	25	50	65	75	90	105	125	150	175
Multiplicador VM	0,78	0,82	0,85	0,93	0,97	1	0,96	0,91	0,85	0,78	0

VM:

3. DM: Multiplicador de desplazamiento vertical: $DM = 0{,}82 + \frac{4{,}5}{|V_{FINAL} - V_{INICIAL}|}$

DM - MULTIPLICADOR DE DESPLAZAMIENTO VERTICAL									
Desplazamiento vertical: D [cm]	25	50	65	75	90	105	125	150	175
Multiplicador DM	1	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,86	0,85	0

DM:

4. HM: Multiplicador de distancia horizontal: $HM = \frac{25}{H}$

HM - MULTIPLICADOR DE DISTANCIA HORIZONTAL									
Desplazamiento horizontal: H [cm]	25	30	35	40	45	50	55	60	63
Multiplicador HM	1,00	0,83	0,71	0,63	0,56	0,50	0,45	0,42	0

HM:

5. AM: Multiplicador de asimetría.: El ángulo máximo de asimetría que se tendrá en consideración es de 134º.

$AM = 1 - (0{,}0032 \cdot A)$

AM - MULTIPLICADOR DE ASIMETRIA										
Angulo de asimetría [º]	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135
Multiplicador AM	1,00	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71	0,66	0,62	0

AM:

cenea

emp International Ergonomics school

Prof: E. Occhipinti, D. Colombini, A. Hernández, E. Álvarez. , S. Tello

[5]Recuperado en http://www.insht.es/MusculoEsqueleticos/Contenidos/Formacion%20divulgacion/material%20didactico/EcuacionNIOSH.pdf

6. CM: Multiplicador de agarre: Este Multiplicador además depende de la situación vertical de carga (V).

CM: MULTIPLICADOR DE AGARRE		
Tipo de agarre	Distancia vertical	
	V<75 cm	V > = 75 cm
Bueno	1	1
Regular	0,95	1
Malo	0,9	0,9

CM:

7. FM: Multiplicador de frecuencia: Este Multiplicador depende de otras dos variables, la primera de ellas es la duración de la tarea (corta, moderada y larga) y de la situación vertical a la carga (V).

Duración						
Frecuencia (Op/min)	Corta		Moderada		Larga	
	V<75 cm	*V ≥75 cm*	*V<75 cm*	*V ≥75 cm*	*V<75 cm*	*V ≥75 cm*
< 0,21	1,00	1,00	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,27	0,27
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,30	0,30	0,00	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0,00	0,13
11	0,41	0,41	0,00	0,23	0,00	0,00
12	0,37	0,37	0,00	0,21	0,00	0,00
13	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
> 15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

F:

8. PM: Multiplicador de operaciones que requieren más de una persona.

Requiere manipulación de más de una persona, PM= 0.85, si no el valor de PM= 1.

PM:

Masa límite recomendada:

$$MLR = M.ref \times VM \times DM \times HM \times AM \times CM \times FM \ [kg]$$

MLR:

Índice de Riesgo

$$IL = \frac{\text{Masa real de la carga [kg]}}{\text{Masa límite recomendada [kg]}}$$

IL:

cenea

emp International Ergonomics school

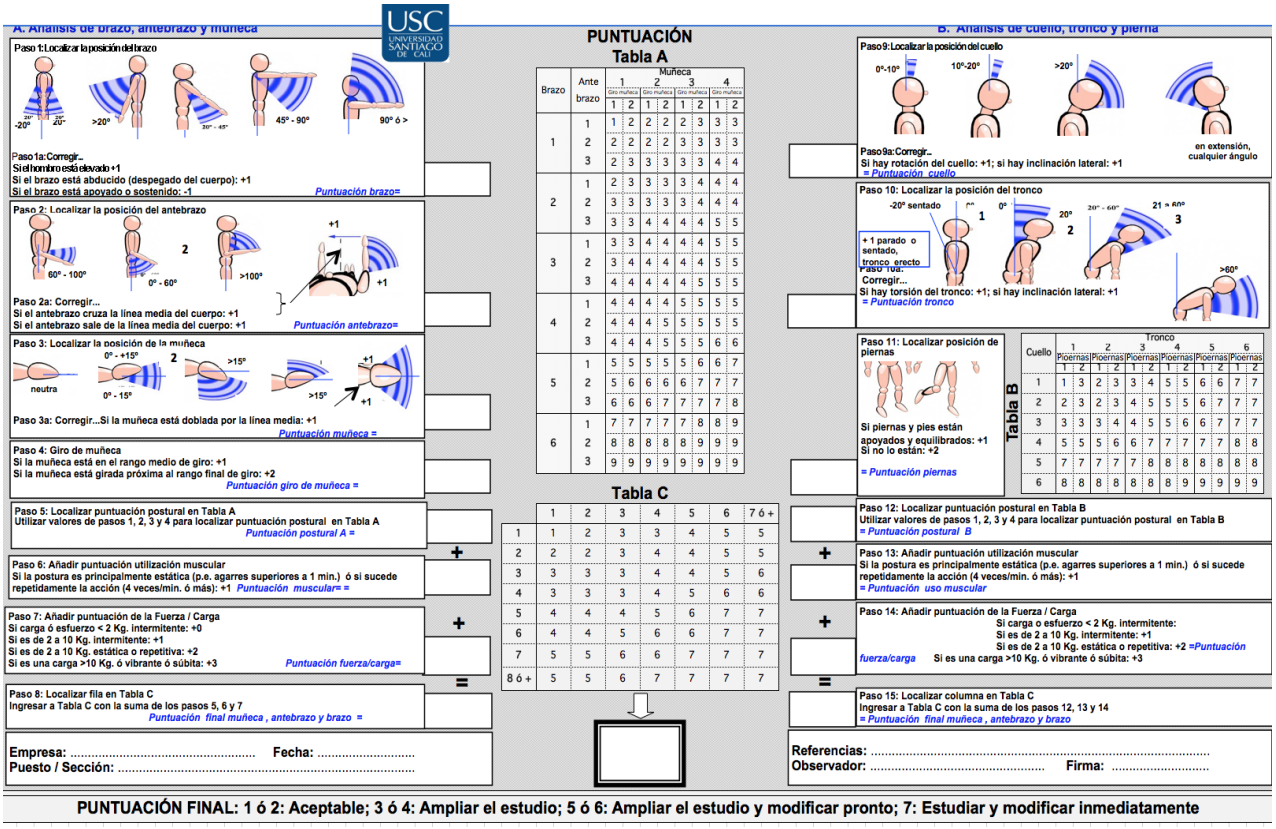
Prof: E. Occhipinti, D. Colombini, A. Hernández, E. Álvarez. , S. Tello

Fuente: Guía para la evaluación por levantamiento de cargas. Recuperado en: http://www.cenea.eu/manipulacion-manual-de-cargas-niosh-epm-ies-y-cenea-unidos-por-un-futuro-ergonomico-mejor/

Método RULA evaluación de riesgo para la extremidad superior

RULA *"rapid upper limb assessment"* (evaluación rápida de la extremidad superior). (McAtamney y Corlett, 1993) (Ilustración 32). Estudia los posibles trastornos músculos esqueléticos del miembro superior relacionados con el trabajo, se apoya en diversos diagramas para registrar las posturas del cuerpo y tres tablas para evaluar los factores de riesgo que son: Número de movimientos, trabajo estático muscular, fuerza aplicada, posturas determinadas por equipos y mobiliario, tiempo de trabajo sin una pausa (Villar, 2011b).

Ilustración 29. Guía de evaluación de riesgo para extremidad superior



Fuente: Anónimo

Lesiones y Patologías

Finalmente, es causa de diversos factores la aparición de trastornos biomecánicos los que generan *disconfort* al trabajador en el momento que desarrolla su labor dentro del MAI.

Como el propósito fundamental de este proyecto no es curar las enfermedades osteomusculares, sino proponer un espacio de trabajo adecuado para mitigar lesiones y crear conciencia sobre la salud e higiene del cuerpo en relación a las dinámicas laborales, a continuación, se mencionarán algunas lesiones y enfermedades más comunes en este tipo de trabajos.

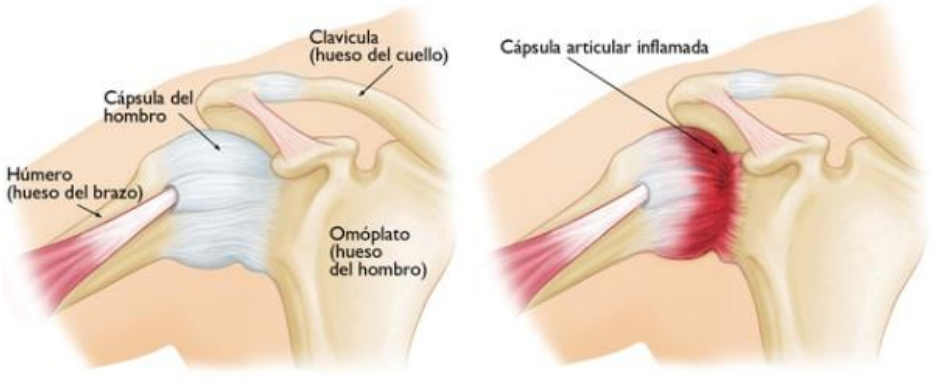
- **Bursitis:** Es aquella que afecta las bolsas sinoviales ubicadas en las zonas de apoyo o roce, entre los músculos o entre los músculos y el hueso, al enrojecerse o inflamarse (Delgado Díaz, J., 2011).

Ilustración 30. Bursitis subracomial. Inflamación de la bolsa sinovial.

Fuente: Delgado Díaz, J. (2011)

- **Tendinitis:** Se produce con la inflamación de los tendones, son las cuerdas fibrosas por las cuales los músculos se insertan en los huesos, cuando el hombro se tensiona por mantener una postura forzada estos tendones se inflaman y se genera dolor cuando se realiza el movimiento con el hombro o estiramientos.

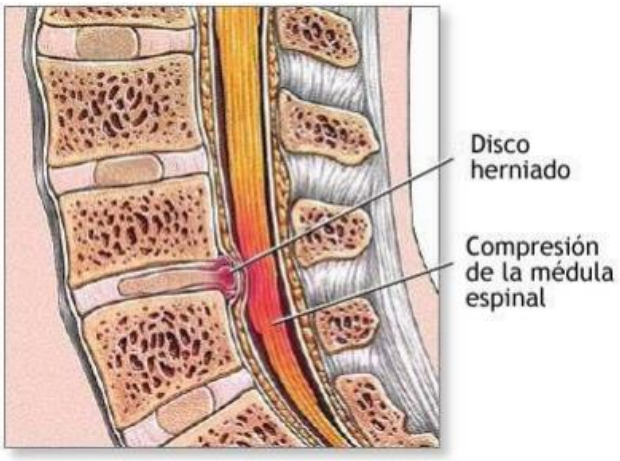
Ilustración 31. Tendinitis. Inflamación de los tendones.



Fuente: Web American Academy of Orthopedic Surgeons.
Recuperado en: http://santaclaracustomchiro.com/bursitis/

- **Hernia discal:** Las inclinaciones repetidas en periodos prolongados de tiempo pueden generar la rotura o desplazamiento de uno de los discos de la parte baja de la columna, los discos de esta zona son los más expuestos y los síntomas comprenden desde el dolor punzante en una parte de la pierna, cadera o glúteos o el entumecimiento en otras áreas. La Ilustración 35 muestra la zona en la que se genera la lesión.

Ilustración 32. Hernia discal. Disco Herniado.



Fuente: Delgado Díaz, J. (2011)

7. MARCO CONTEXTUAL

El *cultivo agroecológico* es una práctica cultural que se logra por medio de la variedad en la producción, la correlación entre diferentes especies en un mismo entorno e inclusive en suelos erosionados por prácticas extensivas. El objetivo principal de la agricultura agroecológica se fundamenta en la recuperación de las enseñanzas ancestrales o *agricultura tradicional* que se aleja del modelo de economía global, que defiende la producción para solventar las necesidades básicas de alimentación, favorece los conocimientos transmitidos de generación en generación y cohesiona el policultivo al mismo tiempo que permite la cría de especies menores como aves de corral y ovinos. Las exploraciones de las alternativas modernas se cohesionan con el conocimiento ancestral y así se obtiene el mejor provecho en el desarrollo de tecnologías agropecuarias (Mejia 1998).

El resultado de estas nuevas formas de interacción con los elementos del medio, genera un *alimento orgánico*, el cual conviene distinguir de otros productos. Es importante tener en cuenta que, primero, la producción orgánica usa de manera racional los recursos de agua y suelo; segundo, genera una menor afectación medioambiental; y tercero, es un proceso mediante el cual se respeta y valora el suelo donde se siembra para sostener sus condiciones físicas y químicas. Al aprovechar las características de la biodiversidad de cada espacio se potencian los beneficios para la sociedad. Lo anterior no solamente aplica a los alimentos de origen vegetal sino también animal; es de suma importancia tener presente en todo momento, que este tipo de agricultura no afecta en menor escala a los seres humanos, ni a los animales y menos al entorno.

El incremento en la demanda de productos orgánicos, ha modificado de manera positiva en las necesidades de conseguir estos alimentos y los espacios donde es posible la realización de dichas transacciones. Datos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2014) arrojan un total de 26.000 hectáreas sembradas de forma orgánica, 45.000 hectáreas de tierra cultivadas acorde con prácticas ecológicas de las cuales 3.616 pertenecen al Valle del Cauca.

Los *mercados ecológicos* se crean por la necesidad de adquirir espacios dónde los productos puedan ser ofrecidos; algunos de estos insumos se ubican en almacenes de cadena, en pequeñas secciones exclusivas, lo que hace que su valor sea mucho más elevado en comparación con los productos de la agroindustria. Los altos impuestos y las pocas ganancias que reciben los pequeños productores por comercializar en estos espacios han ocasionado un aumento en el número de mercados o puestos de venta ubicados temporalmente en diferentes sectores de la región, los cuales se montan con los recursos disponibles por los vendedores y se desmontan al final de la jornada.

Estas *construcciones itinerantes* son susceptibles de trasladarse a lo largo y ancho del territorio y adaptarse a las características de cualquier terreno, cuentan con la facilidad de poder desmontarse al final de cada jornada de trabajo.

ASOPROORGANICOS

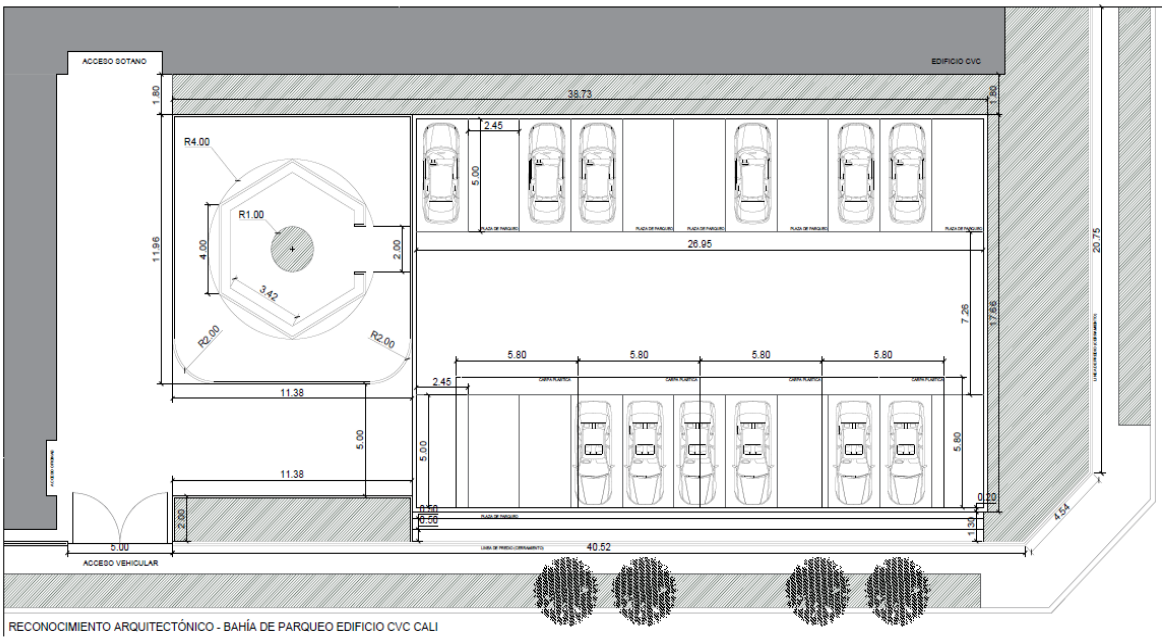
Asociación de Productores Agropecuarios Orgánicos del Valle del Cauca

El mercado ecológico de *Asoproorgánicos* se encuentra ubicado en la Carrera 56 # 11 - 36 al sur de la población de Santiago de Cali parqueadero de la CVC Comuna 19 barrio Guadalupe (ilustración 6), municipio del Valle del Cauca Colombia.

Ilustración 33. Parqueadero CVC

Fuente: Recuperado desde Google Maps

Plano 1. Vista plano planta parqueadero CVC.



Fuente: La autora

El mercado agroecológico según María Perdomo, presidente de *Asoproorgánicos*, es un espacio donde los productores agroecológicos de la asociación, ofrecen, venden e intercambian productos e información con los consumidores. Este es considerado como escenario multifuncional, ya que además de propiciar la venta de los productos agroecológicos, estimula los intercambios de información y el dialogo de saberes entre productores y consumidores. En este sentido, el mercado orgánico expresa los ideales de los productores por un cambio cultural hacia la sostenibilidad ambiental al momento de producir de manera limpia, protegiendo la salud y el bienestar de la biosfera, los animales y las personas que consumen este tipo de productos[6].

Cada familia está encargada del transporte, montaje, distribución, exhibición y venta de sus propios productos, dentro del espacio establecido por los mismos socios, según el sistema de

[6] La información registrada en el documento se obtuvo por medio de una entrevista con la presidenta, quien estuvo de acuerdo con transcribirla y presentarla como soporte en el proceso de investigación para el presente proyecto.

garantías participativas[7]. La falta de herramientas para la disposición de los productos, propicia la aglomeración de los artículos ofrecidos y la movilidad dentro del puesto de trabajo resulta difícil.

La jornada de trabajo culmina a medio día, los vendedores cargan lo que no se vendió, desmontan los puestos de trabajo y regresan hasta el sábado siguiente. En la ilustración 7 se observa la distribución de los puestos en el mercado y el lugar dónde ubican los productos en cajas para ser

Ilustración 34. Collage fotográfico mercado MAI.

Fuente: La autora

[7] Reunión de los asociados donde se discuten temas referentes al mercado y los productos orgánicos.

8. METODOLOGÍA

8.1 Tipo de investigación

Este es un estudio observacional, descriptivo y de planeación. En el recorrido por los diferentes espacios se realizaron registros fotográficos, revisión de planos, entrevistas y reuniones con los usuarios que permiten caracterizar el MAI, como objeto de estudio y así generar la propuesta de diseño.

8.2 Diseño metodológico

1. Observación de la población trabajadora en el MAI.
2. Recolección de datos Antropométricos, biomecánicos y locativos.
3. Registro fotográfico y de video.
4. Entrevistas con los trabajadores.
5. Aplicación del método NIOSH por manipulación manual de cargas.
6. Aplicación del método RULA en la evaluación de riesgo para la extremidad superior

8.3 Población y muestra

Familias que tienen su puesto de venta de productos agroecológicos en el mercado ecológico de *Asoproorgánicos* ubicado en la Carrera 56 # 11 - 36 al sur de la población de Santiago de Cali comuna 19 barrio Guadalupe parqueadero de la CVC

8.3.1 Hallazgos

La siguiente ilustración presenta los resultados del registro fotográfico, la representación de la postura con el modelo en madera y una breve descripción de cada fotograma:

Ilustración 35. Tabla registro observacional.

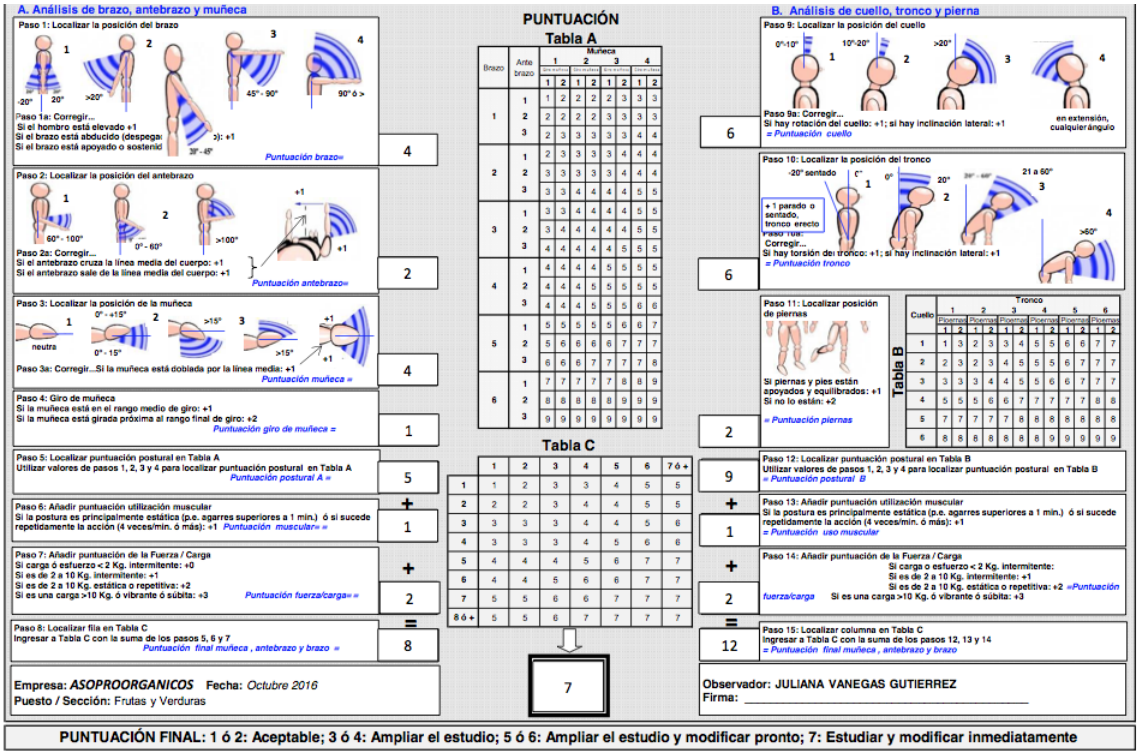
OBSERVACIÒN FOTOGRÁFICA EN CAMPO	REPRESENTACIÓN	Nota de Observación aplicando ángulos con KINOVEA
		1 Postura bipeda con tronco en flexión de 45º, con inclinación y rotación a la derecha. Cuello en extensión. Miembro superior derecho (hombro) en flexión de 60º a 90º con abducción entre 30º a 45º, codo en extensión de 60º a 0º. Pronación completa de antebrazo, muñeca en extensión. Descaga de peso sobre miembro inferior derecho.
		2 Postura bipeda con tronco en flexión de 0º a 45º, con inclinación y rotacón a la izquierda. Miembro superior derecho (hombro) en flexión de 60º a 90º con rotación interna. Codo en flexión de 0º a 60º. Muñeca en flexión de 0º a 15º con agarre a mano llena. Descarga de peso sobre miembro inferior izquierdo.
		3 Postura bipeda con tronco en flexión de 0º a 75º, con inclinación y rotacón a la izquierda. Miembro superior derecho (hombro) en flexión de 60º a 90º con rotación interna. Codo en flexión de 0º a 60º. Muñeca en flexión de 0º a 15º con agarre a mano llena. Descarga de peso sobre miembro inferior izquierdo.
		4 Postura bipeda con tronco en flexión de 0º a 90º, con inclinación y rotacón a la izquierda. Miembro superior izquierdo (hombro) en flexión con abducción de 60º a 110º con rotación interna. Codo en flexión de 0º a 60º. Codo en extención con antebrazo en pronación. Muñeca en extensión con agarre a mano llena Descarga de peso sobre ambos miembros inferiores
		5 Postura sedente en banca fija de 4 patas con flexión de tronco de 0º a 75º, con rotación e inclinación a la derecha. Miembro superior derecho (hombro) en flexión de 60º a 90º con adducción. Antebrazo con pronosupinación, muñeca en flexoextensión con agarre a mano llena. Descarga de peso sobre ambos miembros inferiores.
		6 Postura bipeda con tronco en flexión de 0º a 20º. Miembros superiores (hombros) en flexión de 0º a 45º con abducción de 0º a 30º y rotación interna con flexión de 0º a 90º. Antebrazo en rango medio de pronosupinación. Alternancia de descarga de peso en miembros inferiores.
		1.Medidas tomadas en campo: ancho y largo promedio de cajas de madera soporte de productos 2.Medidas tomadas en campo: ancho y largo promedio de cajas plásticas 3.Medidas tomadas en campo: ancho, largo, alto promedio de mesas

Fuente: La autora

8.3.2 Interpretación de los hallazgos observados

Se implementó el método RULA para la *evaluación rápida de la extremidad superior*, teniendo en cuenta los ángulos posturales de la tabla anterior. Este método arrojó los resultados de los esfuerzos a los que es sometido el *aparato musculo esquelético* de los trabajadores debido a la postura, función muscular y las fuerzas que ellos ejercen[8].

Ilustración 36. Método RULA.

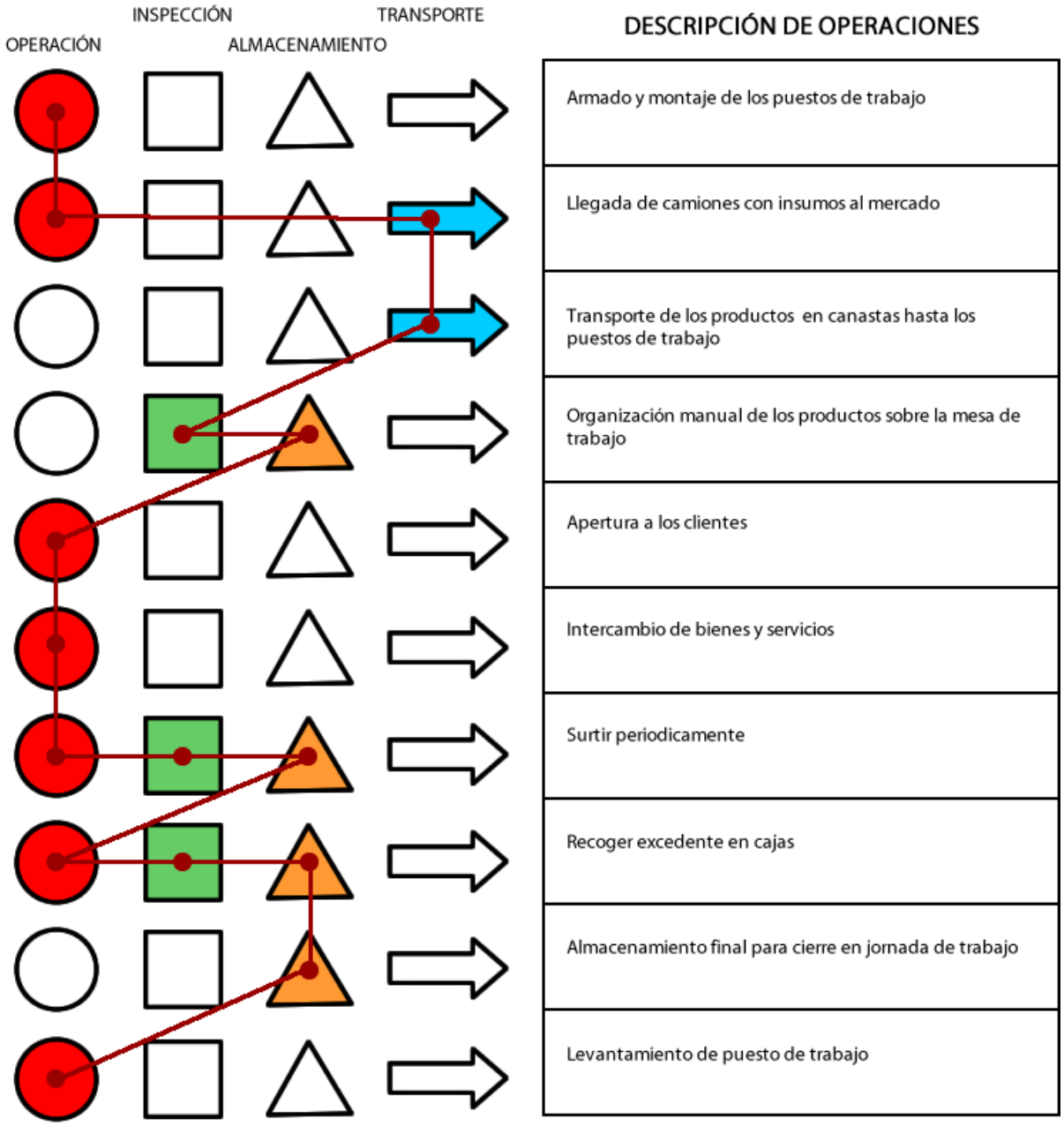


Fuente: Anónimo

Al aplicar el método RULA se puede observar que el resultado de las mediciones arroja un factor 7, lo que implica de acuerdo con las variables que se debe estudiar y modificar inmediatamente la situación observada.

[8] recuperado en: https://industrial.frba.utn.edu.ar/MATERIAS/ergonomia/archivos/metodo_rula.pdf

Ilustración 38. Diagrama de flujo de procesos.



Fuente: La autora

Para complementar la observación realizada con el método RULA, se realizó un Diagrama de Flujo de Procesos que permite observar la cantidad de pasos que deben ser realizados desde el

momento en el que se hace el montaje del mercado, hasta su cierre, los cuales podrían optimizarse disminuyendo la complejidad de la tarea.

Valoración con el método NIOSH

Al aplicar el método, se encontró que el multiplicador de distancia horizontal dio como resultado cero. Esto debido a que la distancia horizontal para la manipulación de carga fue mayor a 63 cm, lo que implica que el trabajador realice ajustes de tronco para alcanzar objetos, esto propicia que el nivel de riesgo aumente al manipular la carga haciendo muy difícil la evaluación por levantamiento de cargas.

Conclusiones y recomendaciones generales de todos los métodos observados

- ✓ Para alcances medios realizar el ajuste en la superficie de trabajo junto con la distribución de los objetos sobre la misma y de esta manera disminuir los alcances máximos en la toma y sujeción de productos.
- ✓ Para alcances bajos aumentar la altura en la ubicación de los productos, haciendo el manejo de las canastas vacías en alternancia con las canastas llenas.
- ✓ Reubicar las canastas que están debajo y profundas en el puesto de trabajo para evitar alcances forzados (bajos y profundos).
- ✓ Asumir cambios de postura durante ciertos periodos para disminuir el esfuerzo en miembros inferiores y tronco, esto se puede resolver mediante la implementación de una silla semi-sedente o sedentes por tiempos cortos.
- ✓ Para reposo en bipedestación elevar con superficie de apoyo una de las extremidades inferiores dejando la otra sobre el suelo. Se pueden aprovechar los elementos del puesto de trabajo como canastas o la estructura del mobiliario diseñado.
- ✓ La alternancia en los alcances permite la recuperación del músculo, ya que disminuye la exigencia sobre este.

- ✓ Disminuir la complejidad de la tarea minimizando la cantidad de pasos para el montaje y desmontaje del puesto de trabajo.

8.3.3 Operacionalización de variables

Tabla 2. Cuadro de operacionalización variables.

Variable	**Definición conceptual**	**Definición operacional**	**Dimensiones**	**Indicadores**	**Ítem**
Efecto que causa la reestructuración de los puestos de trabajo sobre la salud del trabajador	Componentes establecidos dentro de la reestructuración de los puestos de trabajo con influencia directa en la salud del trabajador	El desarrollo de la reestructuración de los puestos de trabajo	Arquitectura efímera	Cantidad de elementos usados para el montaje de las estructuras del mercado	1
			Ergonomía Y Antropometría	Percentiles Posturas Agarres Normas de seguridad	2
			Materiales	Enlistar tipos de materiales	3
			Dimensiones	Establecer dimensiones en proporción con la	4

				ubicación del mercado	
			Espacios	Establecer características y dimensiones del lugar donde se ubica el mercado	5
			Componentes	Enlistar las partes y piezas de los puestos de trabajo	6
			Personalización	Capacidad del elemento para ser modificado por el trabajador	7
			Seguridad y salud en el trabajo	Diagnóstico de las necesidades de salud de los trabajadores en el puesto de trabajo	8

			Capacidad	Medir almacenamiento de los puestos de trabajo para exhibición de productos	9
			Biomecánica Propuesta estudio impacto	Medir el esfuerzo y las posturas de los trabajadores	10

Fuente: La autora

9. ALTERNATIVAS

9.1 Requerimientos y determinantes

Tabla 3. PDS (Product design specification)

TIPO	NECESIDAD	REQUERIMIENTO	MEDIDA	VALOR	DESEO/ OBLIGACIÓN	COMPONENTE		
						E/C	F/O	T/P
Comunicativo	El objeto debe ser intuitivo para su montaje y desmontaje, sin mecanismos complejos.	Mínima cantidad de partes			OBLIGACIÓN	X	X	X
Confiabilidad	Las piezas del objeto deben ser resistentes a las condiciones climáticas.	Material resistente a cambios de temperatura.	Resistencia térmica		OBLIGACIÓN		X	X
Confiabilidad	El objeto debe ser resistente a plagas	Inmune a plagas		100% inmune	DESEO		X	X
Confiabilidad	El sistema debe ser resistente a corrosión	El objeto debe ser resistente a agentes químicos, y rayos U. V.			OBLIGACÒN		X	X
Confiabilidad	El objeto debe ser resistente a plagas	Inmune a plagas	Mm		DESEO		X	X
Seguridad	El objeto no debe producir daño físico en los usuarios	Sin ángulos incidentes	cm (radio)	01-oct	OBLIGACIÓN	X	X	X
		(Puntas redondeadas), no debe reclinarse (estructura estable)				X	X	
								X
			Ángulo	180º				

Ergonomía		Estructura liviana, y agarre confortable	kg	Menor igual a 25	OBLIGACIÓN		X	X
	El objeto debe ser portable por máximo dos personas							
			Altura de sujeción de la carga	Caderas, pegando la carga al tronco		X	X	X
Ergonomía	El objeto debe tener la altura adecuada de acuerdo con el percentil elegido	Percentil 5º	Cm	90 cm h	OBLIGACIÒN	X	X	X
Ergonomía	El objeto debe contar con un mínimo de pasos para su montaje y desmontaje	Para mujeres			OBLIGACIÓN		X	X
		Estructura						
		Expandible pre						
		fabricada						
Ergonomía	El objeto debe evitar que el usuario realice agaches profundos y largos	Bloqueo de áreas sobre piso	Cm	Altura max 45 cm hasta la rodilla	OBLIGACIÓN		X	X
Seguridad	El objeto debe soportar el peso de los productos que se venden	Estructura resistente	Kg	Entre 80 y 120 kg	OBLIGACIÓN		X	X

Ergonomía	El objeto debe	Mujeres y hombres.	Cm	Alcance máx horizontal 30 cm	OBLIGACIÓN	X	X	X
	Tener un alcance							
	Máximo horizontal en la superficie de trabajo							
Mantenimiento	Material duradero	Longevidad del material	Tiempo	>20 años	DESEO		X	X

Tabla 4. Determinantes.

TIPO		DETERMINANTES
FUNCIONAL		El uso del objeto debe garantizar la disminución de las posturas forzadas en el puesto de trabajo. Para la superficie de trabajo, el objeto debe garantizar que la persona pueda ubicarse a una distancia de 10 a 5 cm. El rango de labor con brazos no apoyados es de 25 a 30 cm por delante del tórax. El puesto de trabajo debe tener capacidad de alternancia es decir adaptarse a una postura sedente y de pie. El mostrador no debe exceder los 90 y los 101 cm dado que los trabajadores de menor estatura experimentan cansancio osteomuscular en lapsos de tiempo prolongados desarrollando la labor.

NORMATIVO		• La altura recomendada para la sujeción manual y traslado de 25 Kg (mayor peso teórico aconsejado) en hombres (Villar (2011, p. 14). • El rango de labor con los brazos no apoyados es de 25 a 30 cm delante de tórax (Melo, J. L., 2009, p. 45). • La altura del mostrador no deberá superar de los 99 cm a los 101 cm para percentil 5º con el menor valor dado (K. North, 51). Se presenta una tolerancia de 3cm tomando en cuenta el calzado del trabajador. • En ángulo que se genere por la extensión del brazo no debe exceder los 50° en extensión.
TÈCNICO		El desarrollo y construcción del sistema debe poderse hacer en territorio colombiano. El objeto debe ser de construcción y un costo accesible a los vendedores.

Fuente: La autora

SISTEMA DE OBJETOS ITINERANTE

9.2 Sistema Objetual Itinerante (SOI)

SOI es una propuesta objetual pensada a partir de la necesidad de itinerancia y versatilidad, que se desarrolla mediante Desing Thinking, la cual se describe y lleva a cabo a continuación.

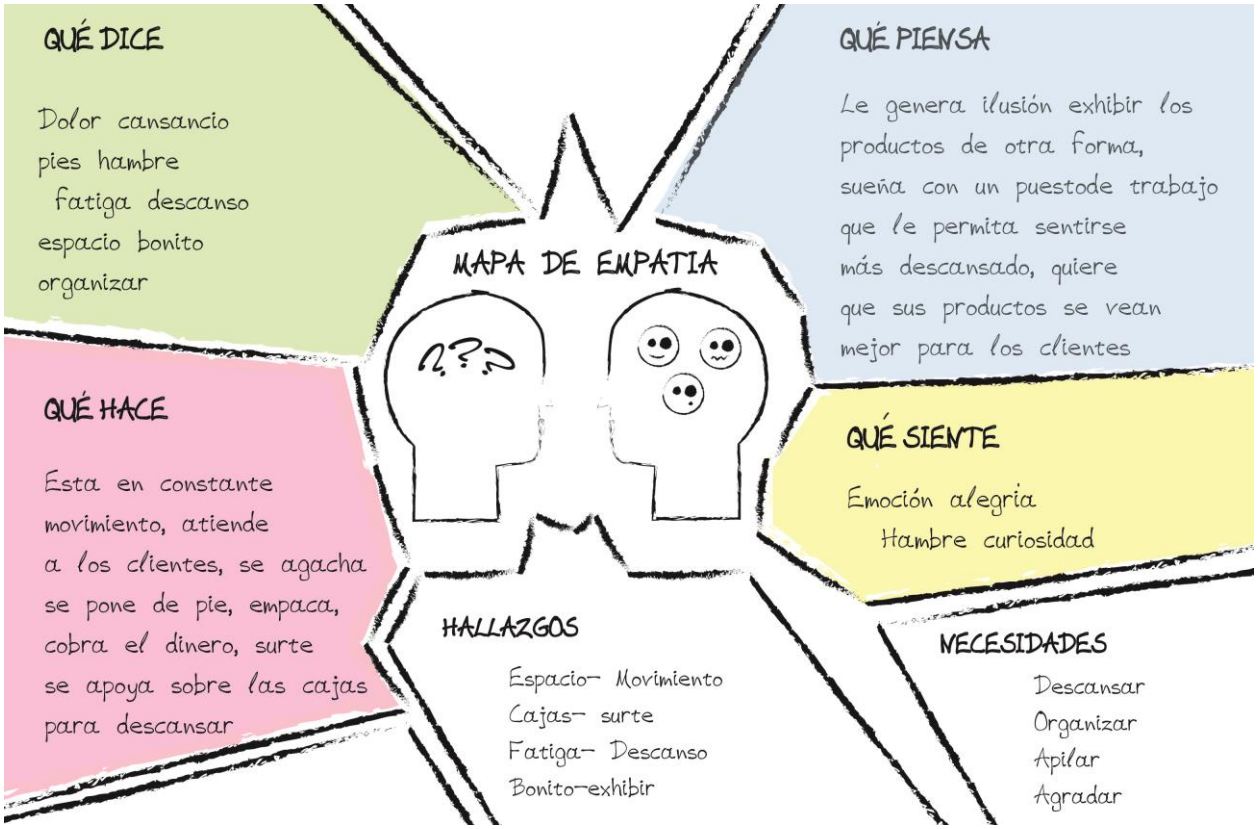
Design thinking

Por medio del pensamiento de diseño se pretende resolver el problema de manera creativa siguiendo una serie de pasos

- *Empatía*: Usuario para quien se diseña y cuáles son sus necesidades.
- *Definición*: El punto de vista del diseñador con respecto a las necesidades del usuario.
- *Ideación*: Aplicación del Brainstorming para el surgimiento de más ideas.
- *Prototipado*: Construcción de un prototipo inicial susceptible a cambios.
- *Testeo*: Presentación del prototipo al usuario para su comprobación en contexto y posibles modificaciones.

Empatía

Desarrollo del mapa de empatía



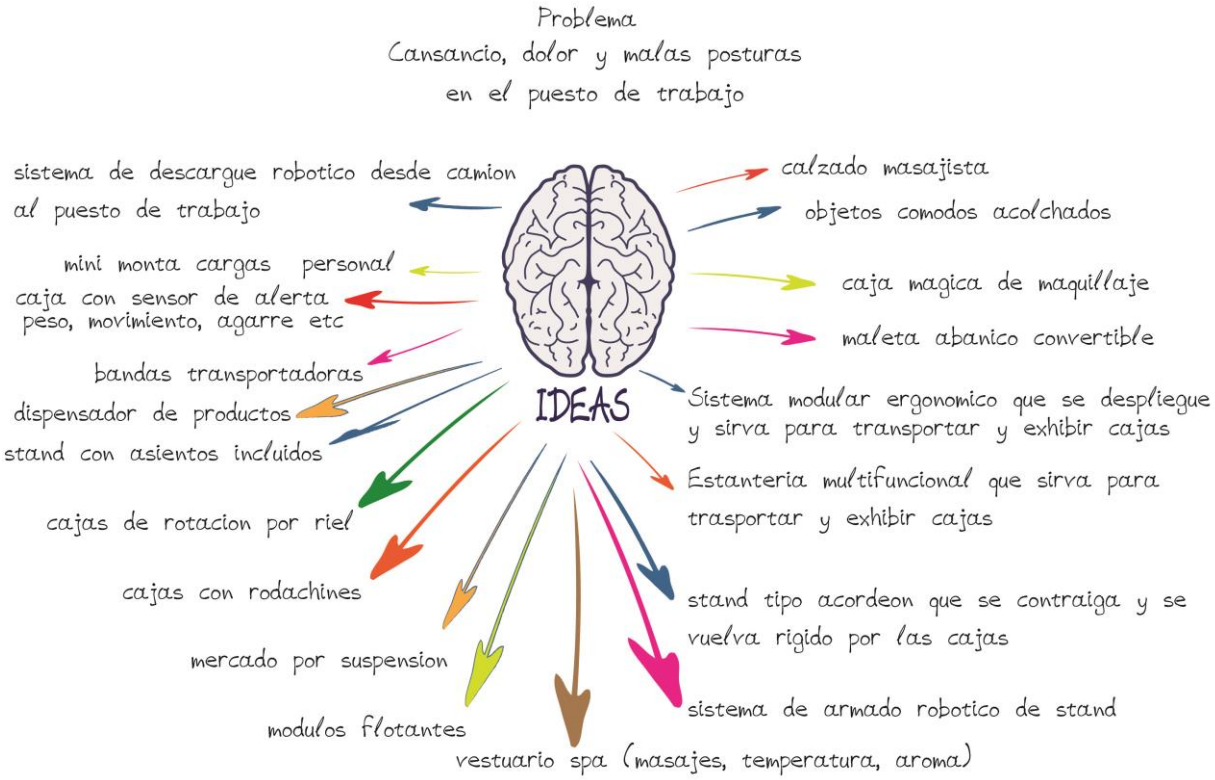
Definición

De acuerdo con lo expresado por los usuarios en la entrevista[9], uno de los factores predominantes alrededor de su labor es el cansancio que experimenta y la falta de espacios para sentarse, además el poco tiempo del que dispone para poder ingerir alimentos ya que resulta dispendioso el montaje de los stands para la exhibición y venta. Otro aspecto importante es la necesidad por mejorar la exhibición para agradar a los clientes.

[9] Ver Anexo 1: Entrevista a trabajadores

Ideación

Brainstorming o lluvia de ideas, surgen a partir del problema encontrado, consecuencia de las posturas forzadas y movimientos repetitivos en el puesto de trabajo del MAI.



Listado de ideas segun semejanza

DESARGUE

- sistema de descargue robotico desde camion al puesto de trabajo
- mini monta cargas personal
- bandas transportadoras

CAJAS

- cajas de rotacion por riel
- caja con sensor de alerta peso, movimiento, agarre etc
- caja magica de maquillaje
- cajas con rodachines
- dispensador de productos

OTROS

- objetos comodos acolchados
- vestuario spa (masajes, temperatura, aroma)
- calzado masajista

PUESTO DE VENTA

- Sistema modular ergonomico que se despliegue y sirva para transportar y exhibir cajas
- Estanteria multifuncional que sirva para trasportar y exhibir cajas
- mercado por suspension
- stand con asientos incluidos
- modulos flotantes
- sistema de armado robotico de stand
- maleta abanico convertible
- stand tipo acordeon que se contraiga y se vuelva rigido por las cajas

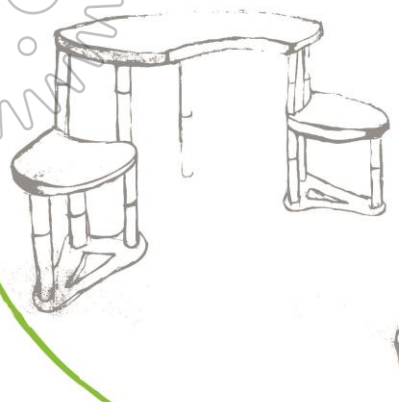
CRITERIO DE SELECCION POR EFICIENCIA Y ERGONOMIA

- Sistema modular multifuncional ergonomico que se despliegue y sirva para transportar y exhibir cajas
  - stand tipo acordeon que se contraiga y se vuelva rigido por las cajas liviano, resistente de facil armado

Prototipado

Primera aproximación

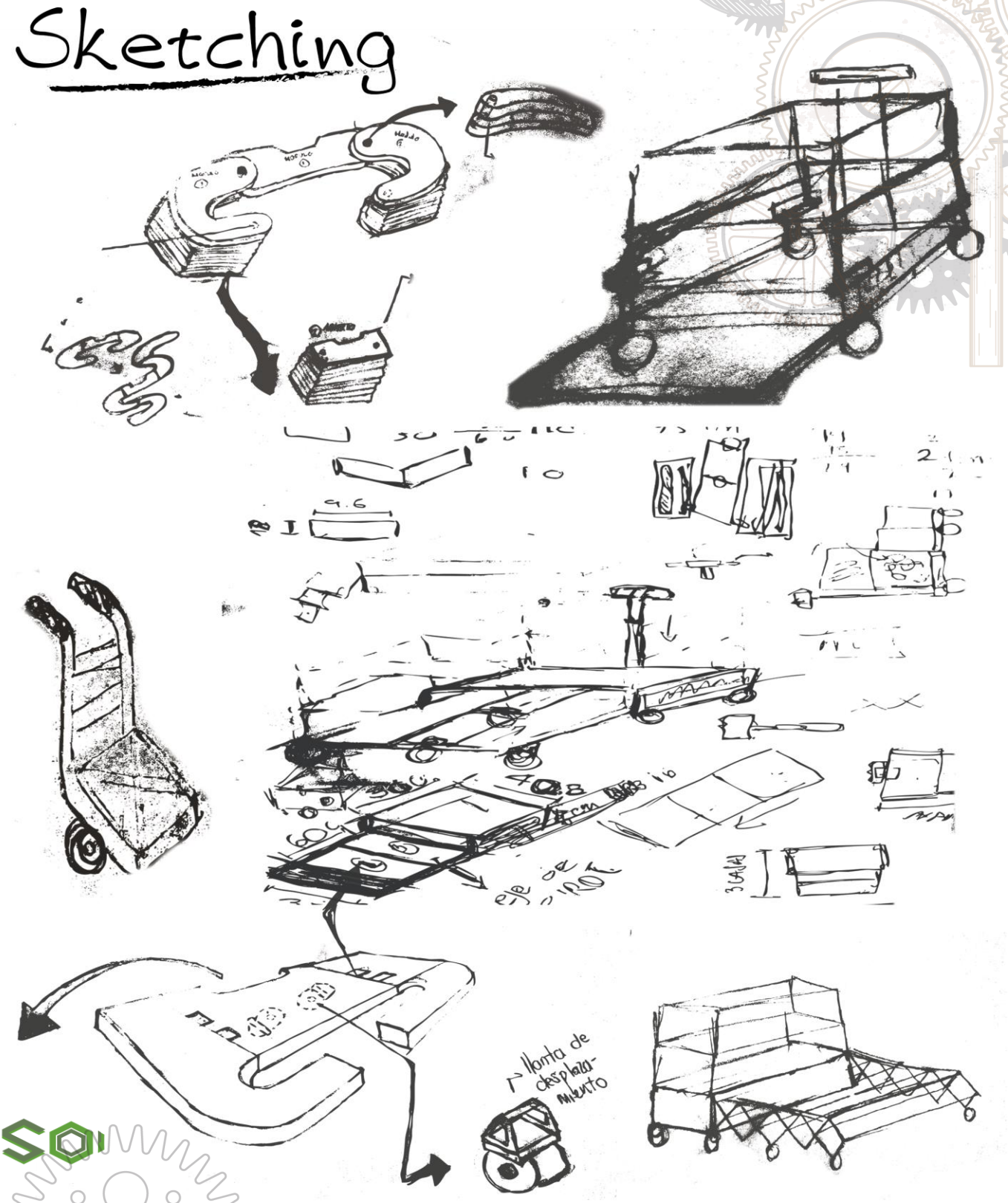
Boceto

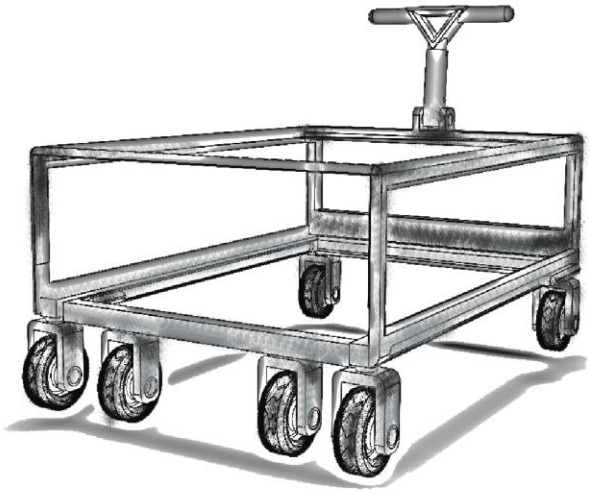


Maqueta

Modelo 3d

Propuesta final





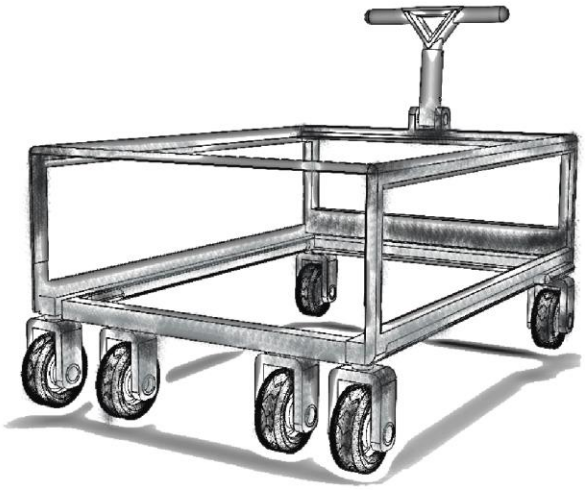
Materiales

Aluminios de Colombia S.A

Platinas aluminio

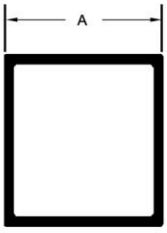
REF.	DIMENSIÓN A	DIMENSIÓN B
	mm	mm
ALC-P03	12,7	3,18
ALC-P10	19,05	1,50
ALC-P12	19,05	3,00
ALC-P14	19,05	6,35
ALC-P16	25,40	1,59
ALC-P18	25,40	3,18
ALC-P19	25,40	4,76
ALC-P29	38,10	1,59
ALC-P31	38,10	4,76
ALC-P38	50,80	1,59
ALC-P51	76,20	3,18
ALC-P73	50,00	9,50

Perfiles de 9,5Ø mm para refuerzo



Materiales

Aluminios de Colombia S.A

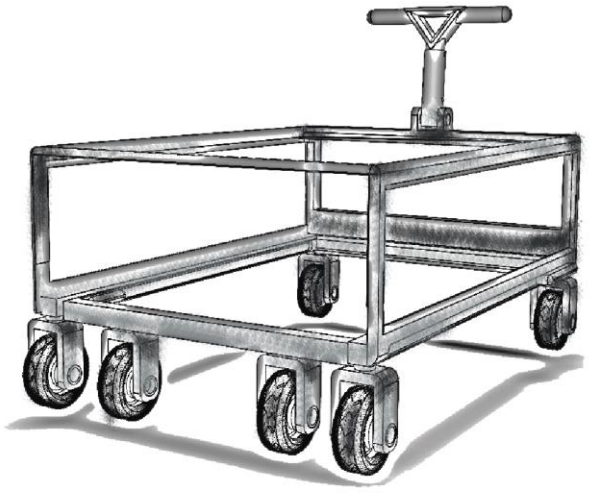


Tubos Aluminio

REF.	DIMENSIÓN A	ESPECIFICACIÓN
	mm	
ALC - T070	38,10	TUBULAR 1 1/2" x 1.6 mm
ALC - T213	38,10	TUBULAR 1 1/2" x 3.175 mm
ALC - T215	38,10	TUBULAR 1 1/2"
ALC - T216	25,00	TUBULAR 25 mm
ALC - T090	12,70	TUBULAR 1/2"
ALC - T115	19,05	TUBULAR 3/4"
ALC - T190	25,40	TUBULAR 1"
ALC - T191	25,40	TUBULAR 1" x 3,175mm

Grosor tubos estructurales

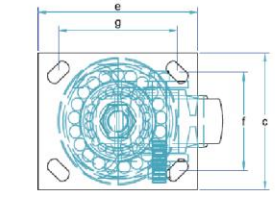
25 mm

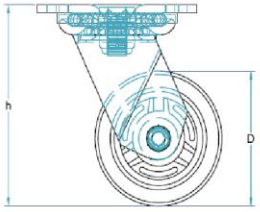


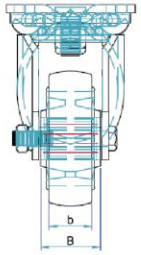
Materiales

Distribuidor Multipartes – Fabricante Roller

Rodachin



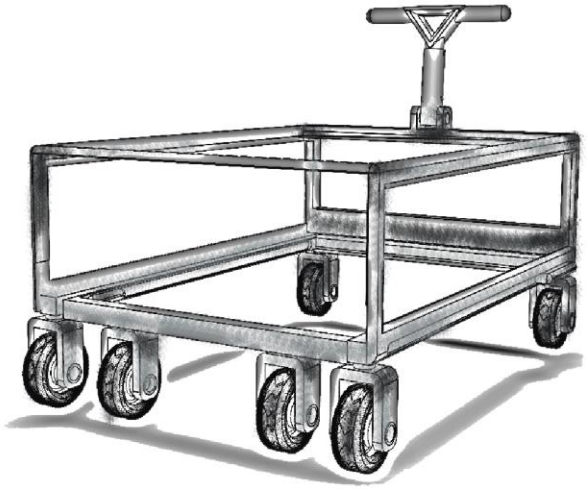




REFERENCIA	DIÁMETRO RUEDA		ANCHO BANDA		LONG. MANZANA		Rod	ALTURA TOTAL		DIMENSIÓN SUJECIÓN		ENTRE CENTRO DE SUJECIÓN		Cap	PESO
	D		.		B			/		c x e		f x g		Und	Und
	mm	in	mm	in	mm	in		mm	in	mm	in	mm	in	43	43
G40P19HC4R	101,6	4	31,75	1 1/ 4	50	1 31/32	Rodillo	143	5 5/8	101 x 126	4 x 5	73 x 95	2 7/8 x 3 3/4	300	"#

Freno manual

Soporte de sujeción con plataforma rectangular, con acabado zincado, lámina HR calíbre 3/16" y 1/4".
Rueda de poliamida y caucho.
Capacidad de carga .



Materiales

Maderplast- madera plástica

Perfiles para superficie de soporte

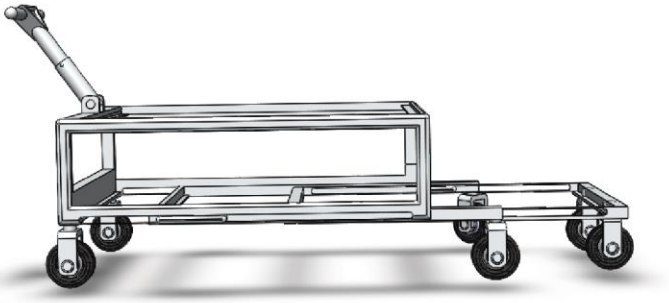
fuente: recuperado en http://www.plastico.com/temas/Madera-plastica

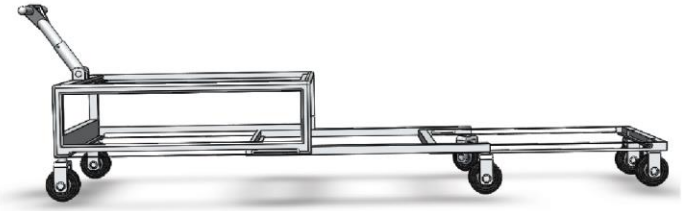
Composición: Materiales reciclados de madera y plástico polietileno con aditivos para colorar e inhibir el crecimiento de hongos o agentes xilófagos, libre de quimicos tóxicos.
Perfiles: 2,54 cm x 12,70 cm x 244 cm.
Textura: grano de madera con acabado embossed.
Colores: Gris, Caoba, Arena y teca
Peso por pie lineal: 2,72 kg/m
Deformación en peso máximo 2,2 mm carga máxima 75,18 kN, 7,6 kg

Modelo fase formal 1

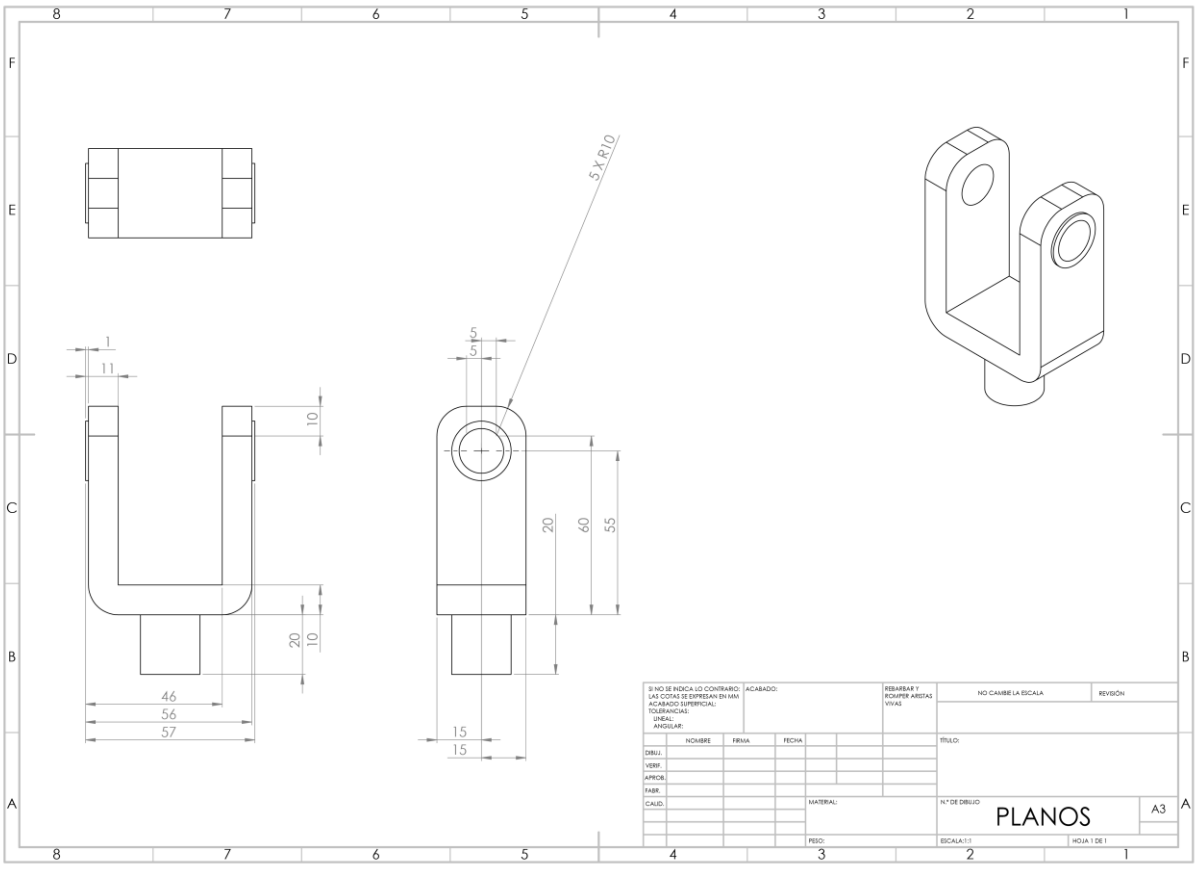
Fase 1 Modelo replegado

Fase 2 modelo con despliegue horizontal

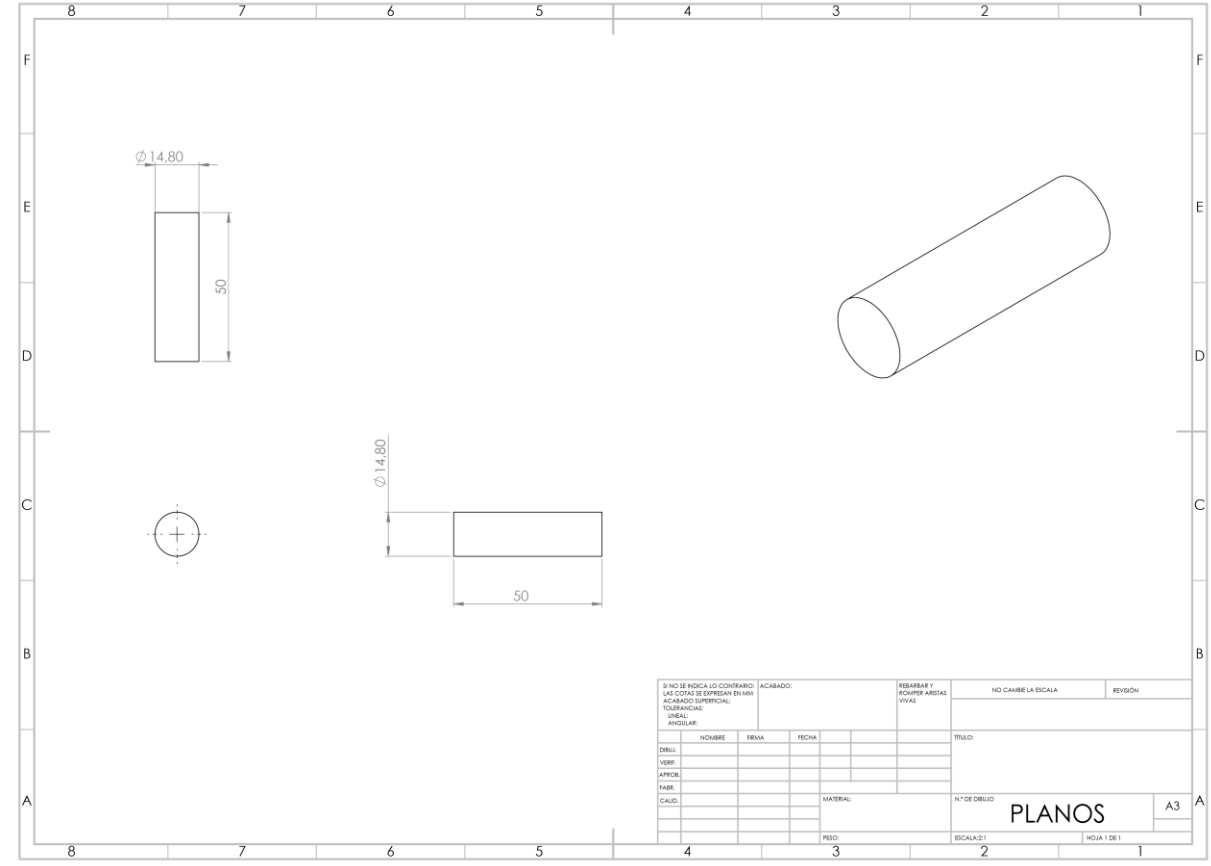




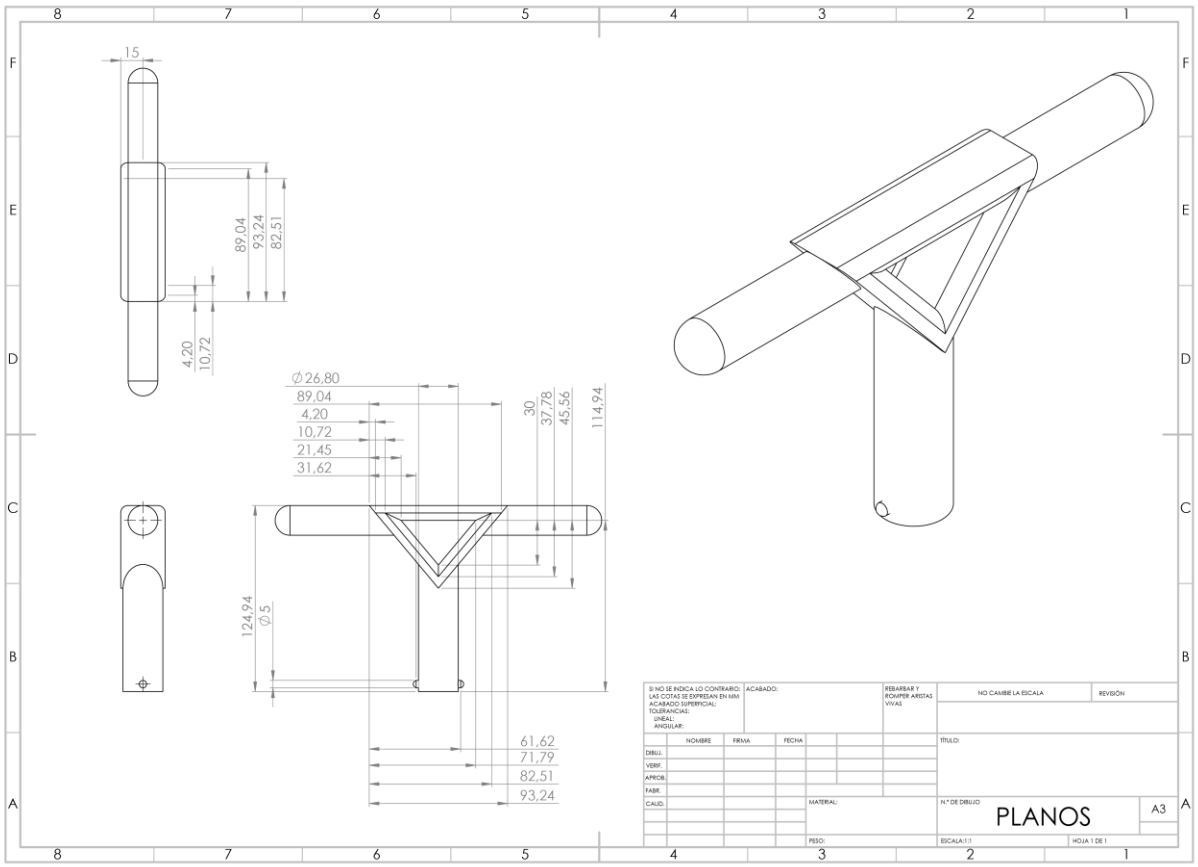
Planos Configuracion 1



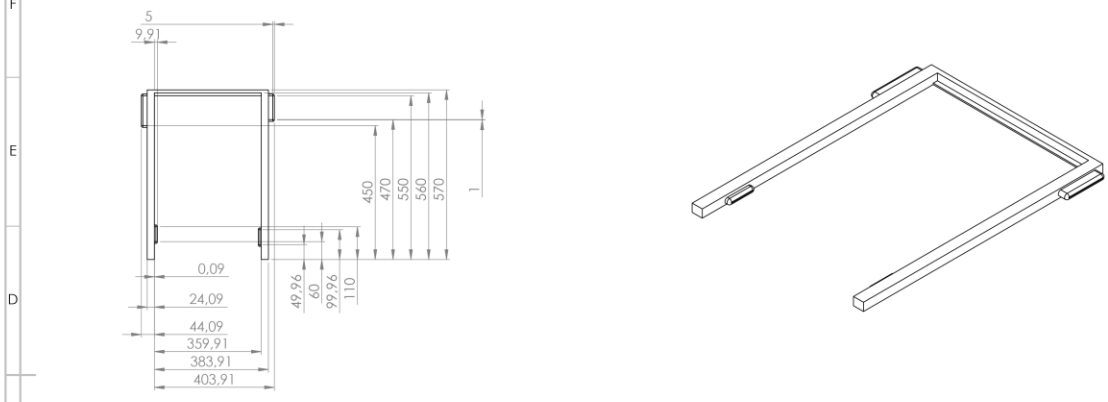
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN		
	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:			
DIBUJ.							
VERIF.							
APROB.							
FABR.							
CALID.			MATERIAL:	N.º DE DIBUJO			
				PLANOS			A3
			PESO:	ESCALA:1:1		HOJA 1 DE 1	



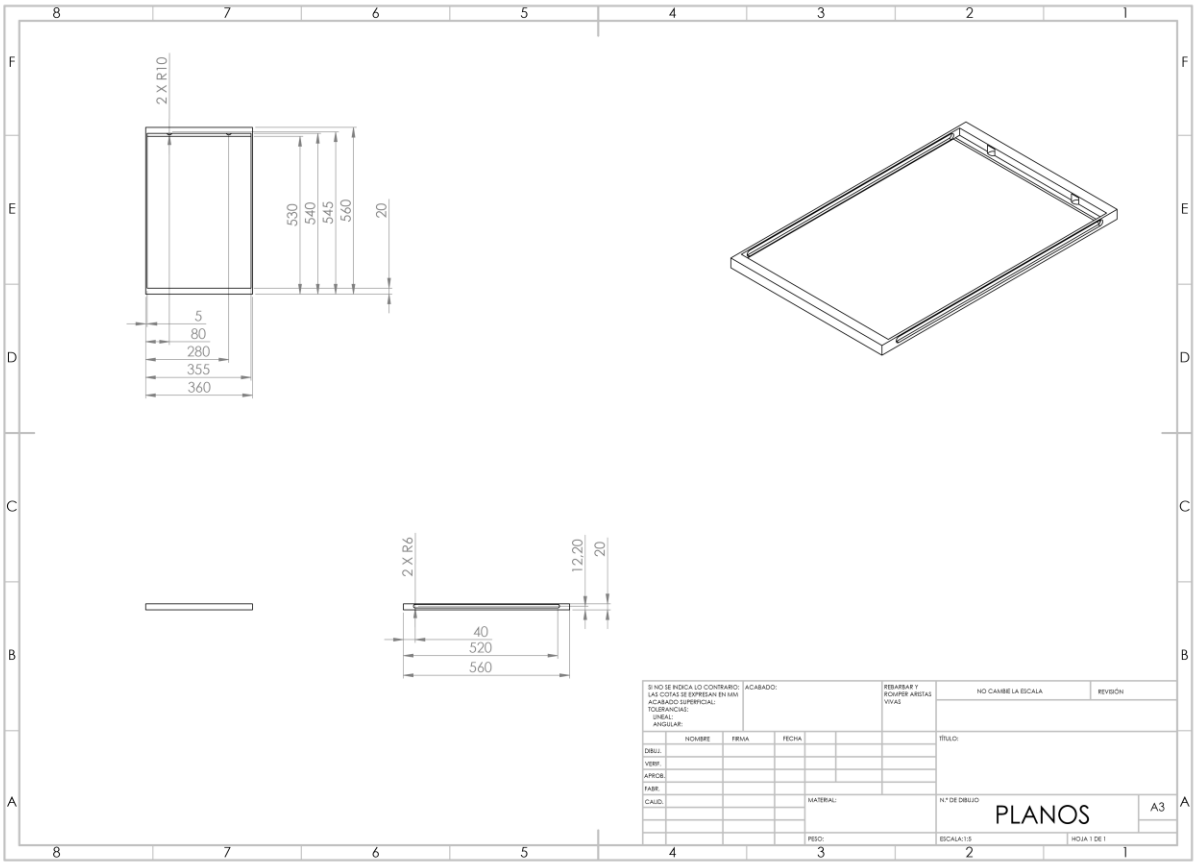
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN		
	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:			
DIBUJ.							
VERIF.							
APROB.							
FABR.							
CALID.			MATERIAL:	N.º DE DIBUJO			
				PLANOS			A3
			PESO:	ESCALA:2:1		HOJA 1 DE 1	

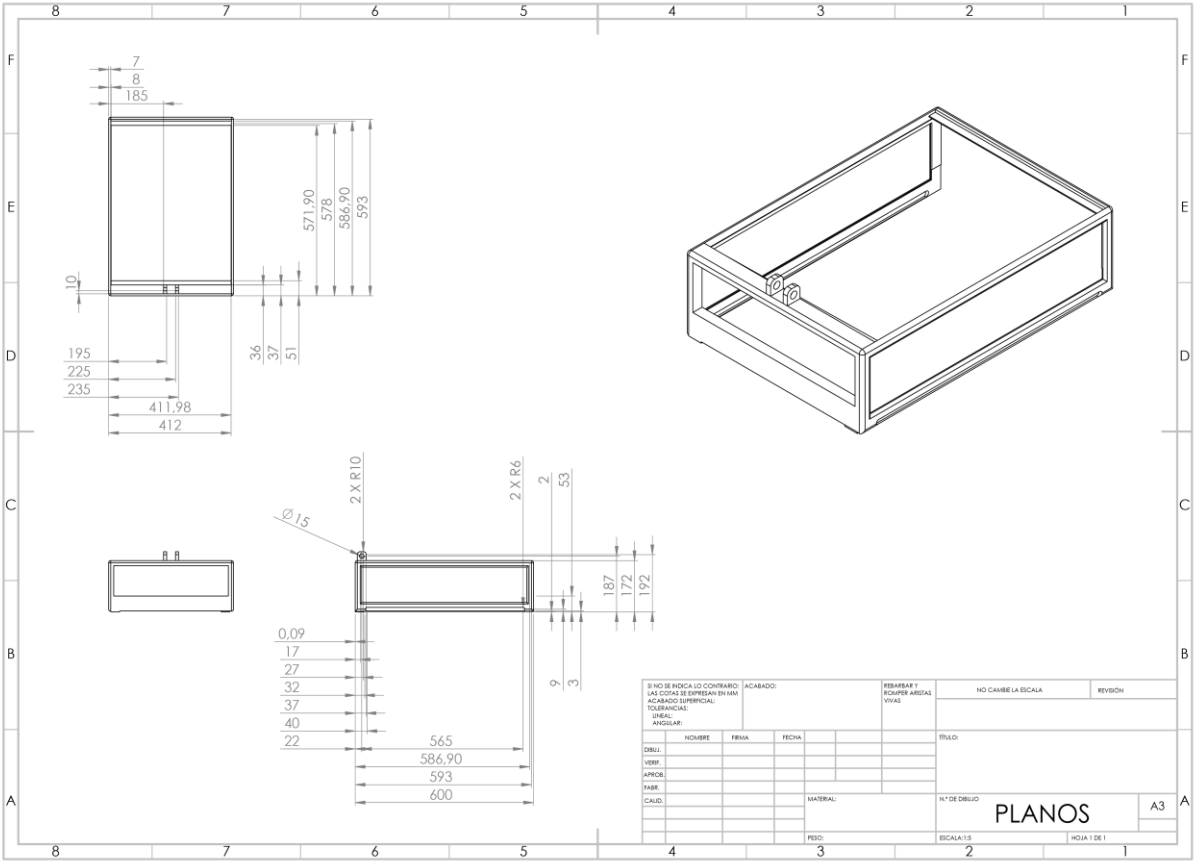


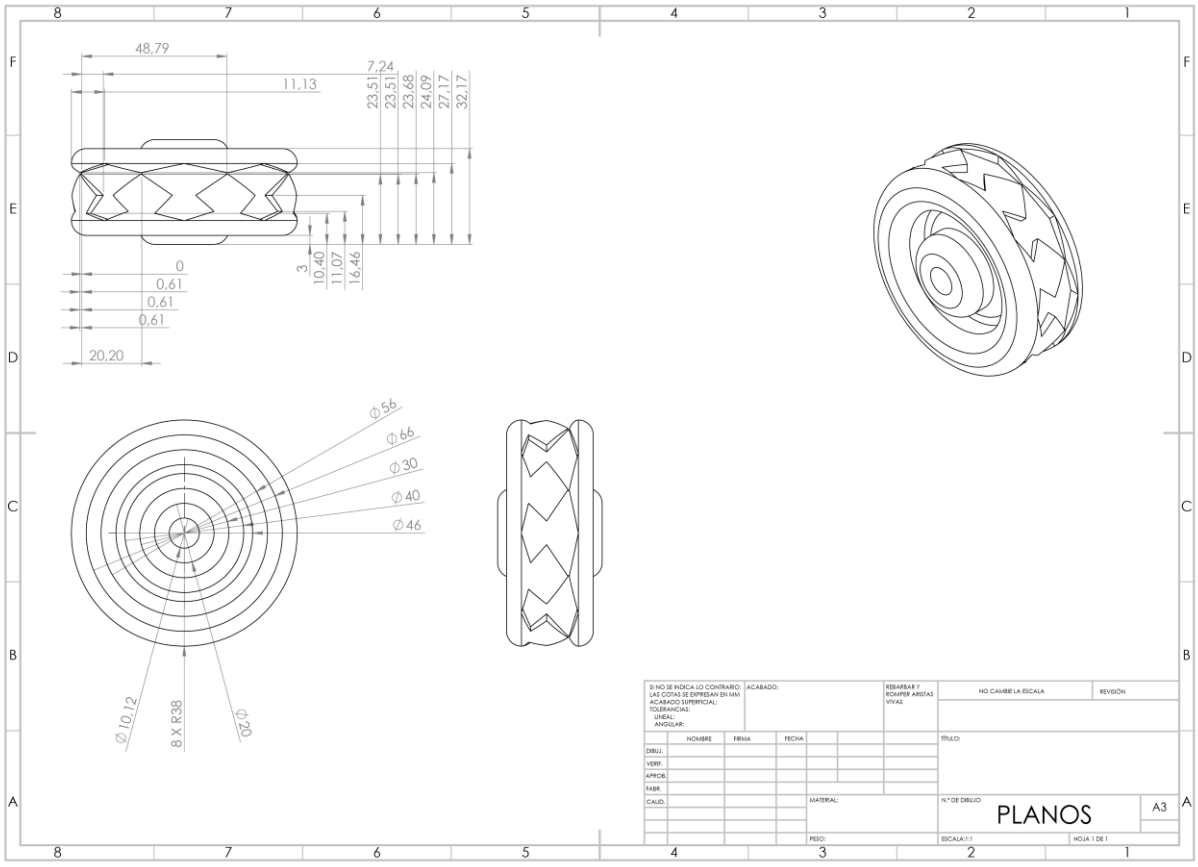
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN		
NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO:			
DIBUJ.							
VERIF.							
APROB.							
FABR.							
CALID.			MATERIAL:	N.º DE DIBUJO	PLANOS		A3
			PESO:	ESCALA:1:5		HOJA 1 DE 1	



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN		
NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO:			
DIBUJ.							
VERIF.							
APROB.							
FABR.							
CALID.			MATERIAL:	N.º DE DIBUJO	PLANOS		A3
			PESO:	ESCALA:1:5		HOJA 1 DE 1	


2 X R10
530
540
545
560
20
5
80
280
355
360
2 X R6
12,20
20
40
520
560
PLANOS
A3

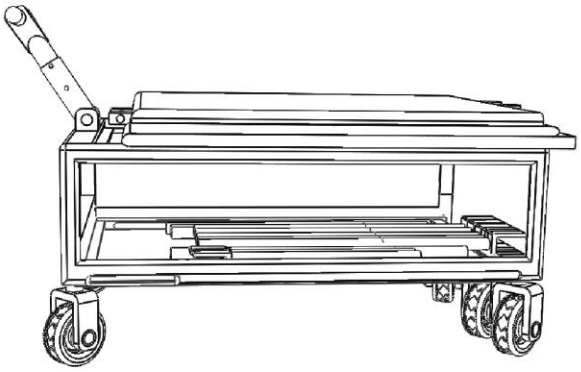

7
8
185
571,90
578
586,90
593
10
195
225
235
411,98
412
36
37
51
2 X R10
2 X R6
2
53
Ø15
187
172
192
9
3
0,09
17
27
32
37
40
22
565
586,90
593
600
PLANOS
A3

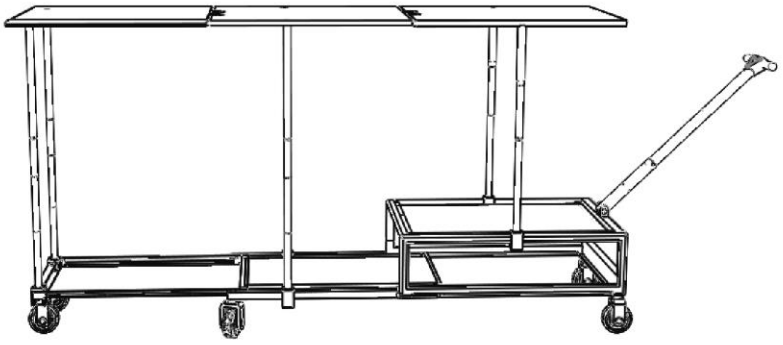

48,79
11,13
7,24
23,51
23,51
23,68
24,09
27,17
32,17
3
10,40
11,07
16,46
0
0,61
0,61
0,61
20,20
Ø56
Ø66
Ø30
Ø40
Ø46
Ø10,12
8 X R38
Ø20
PLANOS
A3

Modelo fase formal 2

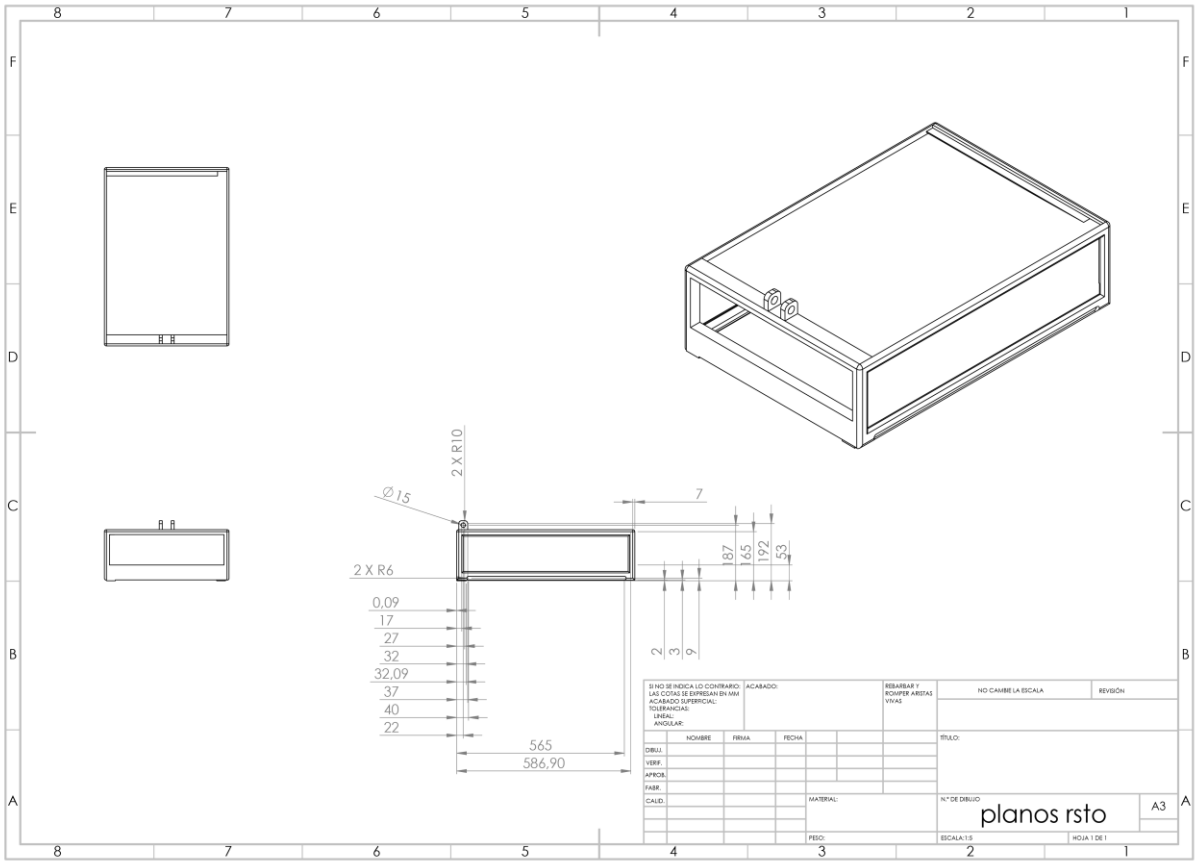
Fase 2 modelo replegado

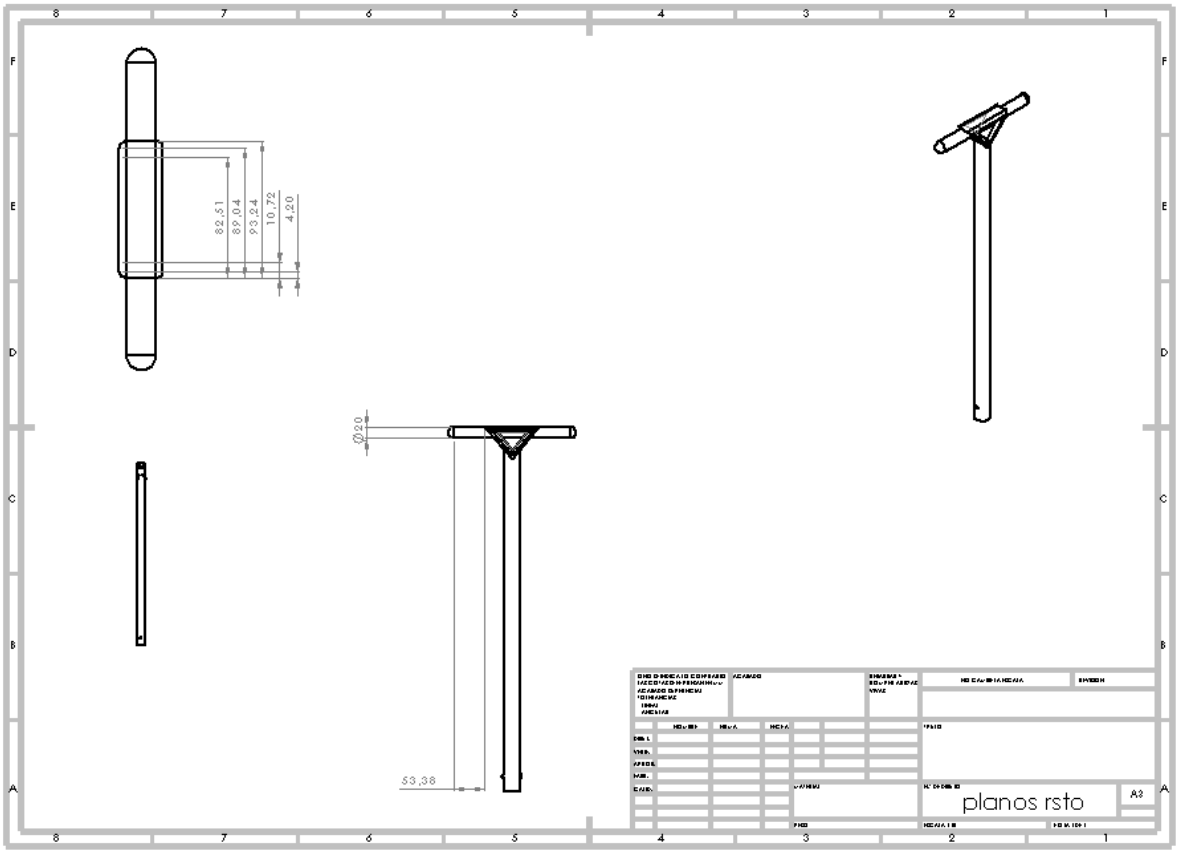
Fase 2 modelo con despliegue horizontal





Planos Configuracion 2


A A
A A
2 X R10
Ø15
7
2 X R6
0,09
17
27
32
32,09
37
40
22
187
165
192
53
2
3
9
565
586,90
planos rsto
A3


82,51
89,04
93,24
10,72
4,20
Ø20
53,38
planos rsto
A2

Relación con el usuario

HONEY
YOUR DESIGN
HONEY
YOUR DESIGN

PROTOTIPO FINAL Y COMPROBACIÓN

Metro

10. CONCLUSIONES

En este proceso investigativo se destacó como factor predominante y concluyente, que los movimientos físicos repetitivos y las posturas optados por los usuarios en la jornada laboral, ocasionan molestia en las diferentes zonas del cuerpo y cansancio a lo largo del día. Si bien, la organización y presentación de sus productos genera un efecto visual importante para alcanzar la venta de sus productos, se encontraron falencias en este manejo, sin embargo, este aspecto no fue relevante en el objetivo general propuesto.

La identificación de los factores de riesgo biomecánicos evidenciados en las posturas, movimientos repetitivos y manipulación de cargas, utilizando los diferentes métodos RULA y NIOSH en las labores realizadas por los trabajadores, permitió proponer un diseño de puesto de trabajo que mitigara el daño físico de estos.

En relación con este aspecto, en el trabajo de campo realizado en el MAI, se encontró:

- Que los factores de riesgo biomecánicos de mayor recurrencia se asociaron a bursitis, tendinitis, hernia discal, los cuales se podrán mitigar con la implementación de SOI.
- La incidencia de las afectaciones físicas fue producto, en mayor medida, de los movimientos repetitivos y posturas forzadas al momento de surtir, empacar y tomar objetos en el área de labor.
- El SOI, es un sistema diseñado que propicia tener en cuenta alturas, agarres, alcances y pesos adecuados para el trabajador del MAI.
- La ergonomía, la antropometría y la biomecánica fueron herramientas convenientes para diseñar el de sistema SOI, ya que a través de ellas se determinaron medidas estándar para la fabricación de los objetos con relación a las necesidades de los sujetos del MAI.

A lo largo del proceso de investigación en relación con la labor en campo dentro del MAI se encontró que para los trabajadores era importante la organización de los productos en sus respectivos puestos de trabajo, ya que para ellos la imagen que muestran a los clientes debe ser

acorde con el producto que ofrecen, pero de igual forma conseguir optimizar los tiempos de armado y montaje de cada espacio de labor.

Aunque los sujetos del MAI mostraron interés y expectativas por las propuestas del diseño de SOI, en la primera fase de la investigación relacionada con el registro fotográfico y las entrevistas, hubo resistencia por parte de los trabajadores en su mayoría. En situaciones antecedentes recibieron propuestas de trabajo que les ofrecían resolver problemas similares a las del presente estudio en pro de ayudarlos a prestar un mejor servicio o re diseñar los puestos de trabajo. Propuestas que no se llevaron a cabo generando desconfianza en los trabajadores.

De este modo, SOI se constituye en una alternativa real, adecuada y propicia para mejorar las condiciones de organización y salud en puntos de venta del mercado itinerante, objeto de estudio y, a su vez, se ofrece como opción para ser implementada en otros ámbitos con características similares a las de MAI.

11. GLOSARIO

Abducción: Movimiento de un segmento del cuerpo más allá del eje medio de éste o de la parte a que va unido (Zelnik, M. y Panero, J., 1979).

Aducción: Movimiento de un segmento o combinación de segmentos del cuerpo hacia el eje medio de éste o de la parte que está o están unidos (Zelnik, M. y Panero, J.,1979)

Carga: Cualquier objeto animado o inanimado que se caracterice por un peso, una forma, un tamaño y un agarre.

Carga física de trabajo: Se define como el conjunto de requerimientos físicos a los que está sometido el trabajador durante la jornada laboral (Melo, J. L., 2009).

Eversión: Giro del pie para que su planta se oriente hacia afuera (Zelnik, M. y Panero, J., 1979).

Extensión: Enderezamiento o incremento del ángulo que forman partes del cuerpo (Zelnik, M. y Panero, J., 1979).

Fuerza: Se refiere a la tensión producida en los músculos por el esfuerzo requerido para el desempeño de una tarea.

Flexión: Curvatura o reducción del ángulo que forman partes del cuerpo (Zelnik, M. y Panero, J., 1979).

Inversión: Elevación del pie para que su planta se oriente hacia adentro (Zelnik, M. y Panero, J., 1979).

Manipulación manual de cargas: Es cualquier actividad en la que se necesite ejercer el uso de elevar, bajar, transportar o agarrar cualquier carga.

Movimiento: Es la esencia del trabajo y se define por el desplazamiento de todo el cuerpo o de uno de sus segmentos en el espacio.

Postura: Se define como la relación de las diferentes partes del cuerpo en equilibrio (Keyserling, 1999).

Pronación: Giro del antebrazo de manera que la palma de la mano se oriente hacia abajo (Zelnik, M. y Panero, J., 1979).

Rotación media: Giro hacia el eje medio del cuerpo (Zelnik, M. y Panero, J., 1979).

Rotación lateral: Giro más allá del eje medio del cuerpo (Zelnik, M. y Panero, J., 1979).

Supinación: Giro del antebrazo de manera que la palma se oriente hacia arriba (Zelnik, M. y Panero, J., 197

ANEXOS

Formato entrevista

Entrevista a trabajadores Asoproorgánicos

Nombre

Edad

Estatura

¿A qué hora comienza su labor dentro del mercado?

¿Carga objetos pesados?

Si la respuesta a la pregunta anterior es afirmativa, describir lo que carga y si lo hace en compañia o sol@

¿Cuál es su labor dentro del mercado?

¿Qué productos vende y dónde los pone?

¿Siente algun dolor cuando hace algún movimiento?

si la respuesta anterior es afirmativa describa la zona del cuerpo donde le duele

¿Cuáles son los objetos que usa para organizar sus productos?

¿Que le gustaría mejorar del espacio donde pone sus productos?

Recolección fotográfica

Fuente: La autora

108

Fuente: La autora

Fuente: La autora

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Bertoglio, O. J. (1993). Introducción a la teoría general de sistema. Editorial Limusa S.A. Grupo Noriega Editores. México D.F

Bertalanffy, L (1969). Teoría general de los sistemas. Estados Unidos.

Bonet, A. (1993). La arquitectura efímera del barroco en España. España: Norba arte

Bustamante, A. (2004). *Ergonomía, antropometría e indeterminación.* Recuperado en: http://www.antoniobustamante.com/ergo5.htm

Cianchi, M. (1988). *Leonardo's machines*. Becocci.

Cruz, G. y Garnica, G. (2001). Principios de Ergonomía. Colombia: Géminis ltda.

Durero (1528). Cuatro libros de las proporciones humanas [Vier Bücher von menschlicher Proportion]. Núremberg: Formschneider (Jeronymus).

Delgado Díaz, J. (2000). Ergonomía física en obra: lesiones producidas e instrumentos para mejorarla (trabajo de pregrado). Universidad Politecnica de Valencia, España. Recuperado en: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12056/PFG%20Jayro%20Delgado%20D%C3%ADaz.pdf?sequence=1

DANE (s.f.) *cifras 2010*.

Gliessman, S. R. (1995). Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable

Klotz, M. (2006). Arquitectura para el consumo. ARQ (Santiago), (62), 54-56. https://dx.doi.org/10.4067/S0717-69962006000100010

Laurig, W., y Vedder, J. (2001). Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Recuperado en: *http://intranet. oit. org. pe/index. php*.

Mejía, M. (1998). Agriculturas para la Vida, movimientos alternativos frente a la agricultura química. Bogotá D.C: Talleres de errediciones. (4ta edición).

Melo, J. L. (2009). Ergonomía Práctica. Guía para la evaluación ergonómica de un puesto de trabajo. *Fundación MAPFRE-Buenos Aires-2009*.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2014). Plan nacional de negocios verdes. Recuperado:

http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/1385-plantilla-negocios-verdes-y-sostenibles-40#documento-interés

Ministerio del Trabajo (2014). Sistema de Gestión de la Seguridad Y Salud en el Trabajo Sg-Sst, año 2014-2015 Subdirección De Gestión Del Talento Humano Grupo De Capacitación Y Bienestar Laboral Bogotá, D.C. mayo de 2014.

Mondelo, P., Gregori, E., & Barrau, P. (1999). Carga mental en Ergonomía 1. *Fundamentos. Barcelona, España. Ediciones UPC*.

Programa de cooperación económica al desarrollo (2010). Generación de capacidad comercial hacia efta: inteligencia de mercado para Colombia, sector de frutas y verduras organicas. Colombia: Proexport

Román, J. (2012). Diseño industrial para la pequeña agricultura familiar. Recuperado de https://foroalfa.org/articulos/diseno-industrial-para-la-pequena-agricultura-familiar

Sistema de Gestión de la Seguridad Y La Salud en el Trabajo (2016). Grupo De Gestión Humana Bogota D.C. marzo De 2016. Recuperado en: http://www.comunidadandina.org/Upload/2011610181827revista_agroecologia.pdf

Sistema de Riesgos Laborales (Ley 1562 de 2012) (11 de julio de 2012).

Valero, M. (1996). *Física 1 fundamental*. Editorial Norma.

Villar (2011a). *La carga física de trabajo*. Ministerio de trabajo e inmigración, instituto nacional e higiene en el trabajo, Gobierno de España.

Villar (2011b). Tareas Repetitivas II. Evaluación del riesgo para la extremidad superior.

Zelnik, M. Y Panero, J. (1979*). Las dimensiones humanas en los espacios interiores* Ediciones GI, GILI S.A. Méjico, DF.