



**UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Ergonomía Geométrica

“Modelo de contratación de personal basado en dimensiones antropométricas con respecto a los requerimientos del diseño del puesto de trabajo”

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR: FRANCISCO JAVIER TOLEDO SIGCHA
010592833-7

DIRECTORA: ING. PAULINA REBECA ESPINOZA HERNÁNDEZ
010377426-1

FEBRERO 2018
CUENCA-ECUADOR



Resumen

El caso de estudio está enfocado en determinar la simetría hombre – máquina y su entorno, con la finalidad de conseguir un sistema de trabajo seguro en el cual los trabajadores adopten posturas de trabajo adecuado sin generar sobreesfuerzos o movimientos innecesarios por la discordancia dimensional que pueda existir y, de esta forma prevenir posibles enfermedades profesionales como trastornos musculoesqueléticos (TME) a lo largo de su desempeño laboral en una empresa manufacturera dedicada a la producción de neumáticos, es así que, en dicho caso se tomaron dimensiones antropométricas a un total de 107 operadores pertenecientes a dos áreas diferentes, de este mismo modo, se tomaron dimensiones geométricas a un total de 4 máquinas y su entorno de trabajo las mismas que mantienen un diseño del puesto de trabajo similar en sus características mecánicas pero geoméricamente diferentes.

De este modo, el estudio busca generar un modelo de contratación de personal que sustente una relación entre en las herramientas, maquinaria o en general sus estaciones de trabajo con respecto a las capacidades estáticas y dinámicas del ser humano, para ello se aplicaron dos métodos que relacionen estas capacidades físicas (estáticas y dinámicas) como son: la antropometría y el método de Evaluación de Riesgo Individual (ERIN). Además, los datos obtenidos de las mediciones antropométricas fueron procesados a través del software estadístico IBM-SPSS (Software Package Used For Statistical Analysis) en su versión 23.

Palabras clave: Ergonomía, Antropometría, ERIN, Trastornos musculoesqueléticos.



Abstract

The case study is focused on determining the man - machine symmetry and its environment, in order to achieve a safe work system in which workers adopt appropriate work positions without generating overexertion or unnecessary movements due to dimensional mismatch that may exist and, in this way, to prevent possible occupational diseases such as musculoskeletal disorders (MSDs) throughout their work performance in a manufacturing company dedicated to the production of tires, so, in this case anthropometric dimensions were taken to a total of 107 operators belonging to two different areas, in this same way, geometric dimensions were taken to a total of 4 machines and their working environment which maintain a similar design of the work post in its mechanical but geometrically different characteristics.

Thus, the study seeks to generate a model of hiring personnel that supports a relationship between tools, machinery or in general their work stations with respect to the static and dynamic capabilities of the human being, for which two methods were applied. relate these physical capacities (static and dynamic) such as: anthropometry and the method of Individual Risk Assessment (ERIN). In addition, the data obtained from the anthropometric measurements were processed through the statistical software IBM-SPSS (Software Package Used for Statistical Analysis) in its version 23.

Keywords: Ergonomics, Anthropometry, ERIN, Musculoskeletal disorders.



Índice

1	Introducción	7
2	Materiales y métodos.....	12
2.1	Sujeto de medición	13
	a). Evaluación antropométrica:	13
	b). Evaluación de posturas y movimientos a través del método ERIN:	15
2.2	Instrumentos de medida y fiabilidad de las medidas.....	16
2.3	Maquinaria y entorno de trabajo sujetos a evaluación geométrica.....	16
2.4	Análisis de la información	18
	a). Pruebas de hipótesis para determinar la existencia de diferencias significativas entre antropometría y geometría que afecten el segmento corporal tronco en las estaciones de trabajo PU y KM.	19
	b). Pruebas de hipótesis para determinar la existencia de diferencias significativas entre antropometría y geometría que afecten el segmento corporal brazo en las estaciones de trabajo PU y KM.	21
	c). Pruebas de hipótesis para determinar la existencia de diferencias significativas entre antropometría y geometría que afecten el segmento corporal cuello en las estaciones de trabajo PU y KM.	24
	a). Pruebas de hipótesis para determinar la existencia de diferencias significativas entre antropometría y geometría que afecten el segmento corporal tronco en las estaciones de trabajo SAV.....	25
	b). Pruebas de hipótesis para determinar la existencia de diferencias significativas entre antropometría y geometría que afecten el segmento corporal brazo en las estaciones de trabajo SAV.....	28
	c). Pruebas de hipótesis para determinar la existencia de diferencias significativas entre antropometría y geometría que afecten el segmento corporal cuello en las estaciones de trabajo SAV.....	29
2.5	Modelo de contratación ergonómica basado en la estatura como dimensión antropométrica.	30
3	Conclusiones	33
4	Agradecimiento	34



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Francisco Javier Toledo Sigcha en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Ergonomía Geométrica - Modelo de contratación de personal basado en dimensiones antropométricas con respecto a los requerimientos del diseño del puesto de trabajo", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 18 de febrero de 2018

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'F. Toledo Sigcha', enclosed in a light blue rectangular box.

Francisco Javier Toledo Sigcha

C.I: 0105928337



Cláusula de Propiedad Intelectual

Francisco Javier Toledo Sigcha, autor del trabajo de titulación "Ergonomía Geométrica - Modelo de contratación de personal basado en dimensiones antropométricas con respecto a los requerimientos del diseño del puesto de trabajo", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 18 de febrero de 2018

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "F. Toledo Sigcha", enclosed in a light blue rectangular box.

Francisco Javier Toledo Sigcha

C.I: 0105928337



1 Introducción

Los empleadores en el Ecuador en cumplimiento con el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo tienen como obligación adoptar las medidas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan afectar a la salud y al bienestar de los trabajadores en los lugares de trabajo de su responsabilidad (Instituto Ecuatoriano de seguridad Social, 1986). El bienestar, la salud, la satisfacción, la calidad y la eficiencia en la actividad de las personas dependen de la correcta interrelación existente entre los múltiples factores que se presentan en sus espacios vitales y las relaciones que establecen con los objetos que les rodean. (Pedro Barrau & Enrique Gregori, 1999)

Así mismo, El Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo (Decisión 584) promueve a desarrollar medidas necesarias destinadas a lograr que quienes diseñan, fabrican, importan, suministran o ceden máquinas, equipos, sustancias, productos o útiles de trabajo velen porque estas no constituyan una fuente de peligro ni pongan en riesgo la seguridad y salud de los trabajadores (Secretaría General Comunidad Andina, 2005a), por lo que, uno de los problemas que se presenta en las empresas es cómo detectar los puestos de trabajo que generan enfermedades profesionales (José Luis Melo, 2009) para ello el Servicio de Salud en el Trabajo

brindará asesoría en el establecimiento y conservación de un medio ambiente de trabajo digno, seguro y sano que favorezca la capacidad física, mental y social de los trabajadores temporales y permanentes; y adaptación del trabajo a las capacidades de los trabajadores, habida cuenta de su estado de salud físico y mental. (Secretaría General Comunidad Andina, 2005b).

Cabe mencionar que, los riesgos del trabajo son las eventualidades dañosas a que está sujeto el trabajador, con ocasión o por consecuencia de su actividad (H. Congreso Nacional, 2012) de esta manera el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) a través de su Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo clasifica las enfermedades profesionales u ocupacionales como afecciones crónicas, causadas de manera directa por el ejercicio de la profesión u ocupación que realiza el trabajador y como resultado de la exposición a factores de riesgo, que producen o no incapacidad laboral.(Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2016)

Sin embargo, en nuestro país existe un subregistro del reporte de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, por parte de empleadores y trabajadores, constituyéndose un perjuicio para las personas afectadas por estos siniestros laborales (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2014), esto puede verse afectado o en aumento porque las condiciones laborales y la organización del



trabajo configuran riesgos que se perciben como peligros reales y, para otros casos, como peligros imaginarios, inclusive podría asumirse por un factor miedo entre las partes que pueden ser duraderas en el tiempo y afectar la calidad de vida del individuo por medio de enfermedades o, a su vez, para las organizaciones verse afectado el desempeño debido a los altos costos asociados a los índices de ausentismo y rotación de personal (Mónica García Solarte, 2015).

Tal es el caso en nuestro país, según cálculos del IESS, al año en el país se registran unas 14 000 enfermedades ocupacionales, *pero menos del 3% de ellas se reportan*. En el 2012 se reportaron 240 afecciones ocupacionales al IESS, un 35% más de enfermedades que el 2011. Según los datos de la Dirección de Riesgos de Trabajo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) y que datan del 2012, las afecciones profesionales que más se reportaron fueron las del *sistema óseo-muscular* relacionadas con la tensión y explica que *estas enfermedades se relacionan con el diseño del lugar de trabajo y las malas posturas*, tanto en las áreas operativas como administrativas de las empresas. (El Mercurio, 2014)

De la misma forma, en el 2014 a nivel nacional se reportaron 22.861 siniestros laborales, de los cuales 22.179 (97,01%) corresponden a avisos de accidentes de trabajo y 682 (2,99%) corresponden a avisos de enfermedades

profesionales (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2014) de los cuales fueron efectivos 371 casos de enfermedades profesionales con un porcentaje de 94,34% de trastornos musculoesqueléticos (TME) y, en el año 2015 se registraron 515 casos de enfermedades profesionales con un 94,95% derivados de trastornos musculoesqueléticos (TME) (Dirección del Seguro General de Riesgos de Trabajo, 2016). Estos índices nos indican un crecimiento notable de enfermedades profesionales u ocupacionales en nuestro país, además del costo humano, los accidentes y las enfermedades ocupacionales imponen costos financieros a los trabajadores, a los empleadores y a la sociedad en general (Instituto Argentino de Normalización, 2000), en Ecuador, por ejemplo, impactan en el 8% de Producto Interno Bruto, es decir USD 4 889 millones. (El Mercurio, 2012)

De modo similar, estudios realizados en otros países indican que el costo global para los empleadores resultante de las lesiones del personal en accidentes de trabajo, las enfermedades ocupacionales y los accidentes evitables sin lesión son, estimativamente, el equivalente del 5% al 10% de las ganancias comerciales brutas de las empresas. Otro análisis mostró que, en las empresas estudiadas, los costos no asegurados debido a pérdidas por accidentes eran entre 8 y 36 veces mayores que el costo de las primas de seguro (Instituto Argentino de Normalización, 2000). Es, pues, mucho más económico tener en cuenta a la persona



en el diseño de los puestos de trabajo que ignorarla. Las dimensiones humanas, sus movimientos y tiempos, deben primar para determinar las dimensiones del puesto. (Pedro Barrau & Enrique Gregori, 1999)

Por estas razones, en la actualidad, muchas empresas inician una evaluación ergonómica de los puestos de trabajo para saber si sus colaboradores se encuentran trabajando dentro del rango de la soportabilidad (José Luis Melo, 2009), pues es notoria la escasez de información antropométrica validada que permita establecer una adecuada relación dimensional hombre – máquina (Carmen Negrete García, 2002) y además conocer sí en el transcurso del tiempo sufrirán una enfermedad profesional como consecuencia de las tareas desarrolladas (José Luis Melo, 2009), esto se ve reflejado además en la carencia de normas antropométricas nacionales de la población laboral, la frecuencia de molestias musculoesqueléticas y la importancia económico social del trabajo en el sector industrial, en consecuencia se aconsejan estudiar las condiciones de trabajo a las que están expuestos los trabajadores y los efectos sobre su salud, con la finalidad de obtener información sobre las características de estas actividades productivas para elaborar estrategias que contribuyan al mejoramiento continuo de su calidad de vida y garantizar un desempeño productivo más eficiente (Dr. Harold Valero Cruz, 2005).

Particularmente, Lema D. en su estudio “Comparación estadística de medidas antropométricas entre mestizos, indígenas y afro ecuatorianos de la Región Sierra del Ecuador” nos menciona que, la mayoría de máquinas industriales, herramientas y equipos de trabajo que son utilizados en las empresas, de un país como Ecuador, son importadas, y no es frecuente que en las especificaciones de compra se consideren medidas antropométricas de los trabajadores ecuatorianos, y en el caso que se solicitasen medidas antropométricas de la población ecuatoriana, éstas no existen (Daniela Verónica Lema Barrera, 2013). Por eso, desde el comienzo hasta el fin del proceso de diseño, rediseño o evaluación de un puesto hay que tener al individuo como eje central. Hay que adaptar los puestos de trabajo de forma realista, ya que el ser humano tiene una limitada capacidad de modificación (psicofísicamente hablando) y es propenso a afecciones en su salud física y psicológica. (Armando Ortiz Prad, 2009)

Basado en dichas consideraciones, el presente caso de estudio busca **controlar la variable hombre**, es decir las personas quienes aspiran intervenir de forma directa en la operación de la maquinaria y su entorno de trabajo para contrarrestar en un futuro trastornos musculoesqueléticos a través de un modelo de contratación que permita adaptar a la persona a una determinada máquina o puesto de trabajo, en el caso de no contar con la posibilidad de adaptar las estaciones de trabajo, considerando lo



expuesto por la OIT en su “CONVENIO RELATIVO A LA DISCRIMINACION EN MATERIA DE EMPLEO Y OCUPACIÓN, (C.111)” que, “las distinciones, exclusiones o preferencias basadas en las calificaciones exigidas por un empleo determinado, no serán consideradas como discriminación”(Organización Internacional de Trabajo, 1994).

En conclusión, el caso de estudio busca determinar si las proporciones físicas del cuerpo humano (antropometría) y su interacción con las formas del objeto en las cuales desarrolla sus actividades mantienen una relación al conectar la ergonomía con la geometría de la forma aplicado a la industria de manufactura, este análisis está sujeto a la interrelación que existe entre la persona y su entorno de trabajo, es decir las relaciones dimensionales, por ello se pretende determinar la posible asociación del diseño de tareas y de los puestos de trabajo con la frecuencia de molestias musculoesqueléticas, a partir de la caracterización antropométrica de los trabajadores, de sus respectivas ocupaciones, sus puestos y medios de trabajo y de las posturas y movimientos adoptadas durante el desempeño de su labor (Dr. Harold Valero Cruz, 2005).

Bienestar, salud, productividad, calidad satisfacción en el puesto de trabajo, etc., lo proporcionan, en gran medida, las relaciones dimensionales armónicas entre el hombre y su área de actividad. No obstante,

las dimensiones y proporciones del cuerpo humano son muy diferentes de una persona a otra (José Luis Melo, 2009) de este modo, el campo de la ergonomía se centra en acomodar tales variaciones humanas en el diseño de objetos funcionales (Niloy J. Mitra, 2014), con el fin de lograr las posturas naturales, es decir, las posiciones del tronco, de los brazos y de las piernas que no generen esfuerzos estáticos, (José Luis Melo, 2009) para que un trabajador se sienta cómodo en su puesto de trabajo y sea productivo, por lo tanto, el tamaño de la estación de trabajo debe estar sincronizado con las dimensiones corporales humanas (Daniela Verónica Lema Barrera, 2013).

De este modo, en países industrializados el número de trabajos físicos pesados convencionales se han reducido, convirtiéndose muchos de ellos en trabajos asimétricos en la relación hombre-máquina y, a diferencia de los países en desarrollo, el esfuerzo muscular de todo tipo sigue siendo una práctica muy extendida (Ergonomía e Higiene Industrial, 2007). Esto se debe a la incertidumbre del mercado económico que ha exigido una mayor flexibilidad en la gestión del personal y la organización del trabajo. Si bien los trabajadores tienen ahora una visión más amplia del proceso de producción, como un proceso menos rutinario e indudablemente más sistemático, también es verdad que han perdido los vínculos exclusivos con un entorno, un equipo o una herramienta de producción (Joachim Vedder, n.d.). Esto se



debe a que las mejoras ergonómicas, aunque son muy bien argumentadas técnicamente, en ocasiones no se llevan a la práctica. De esta forma los esfuerzos dedicados a proyectar los beneficios obtenidos, así como el análisis de alternativas para mostrarlas y convencer a la alta dirección de que son utilizadas, son mínimos, comparando con el volumen total de trabajo realizado.(Elizabeth Pérez Mergarejo, 2011)

Entonces resulta que, al existir cambios tecnológicos nace una forma equivocada de intentar solucionar un problema asimétrico buscando seleccionar una figura basada en el promedio de las dimensiones (Elvia Luz Gonzáles, 2007), al pensar que hay que cumplir un objetivo de producción determinado (Joachim Vedder, n.d.) incumpliendo un principio ergonómico que es adaptar la actividad a las capacidades y limitaciones de los usuarios, y no a la inversa como suele ocurrir con mucha frecuencia (Pedro Barrau, 1999), así también lo menciona Salgado & Tosi que el principio ergonómico consiste en crear una simetría apropiada entre las actividades laborales y la capacidad del trabajador (Tosi Mora Karla, 2016), dejando por sentado que la persona nunca debe de ser dañada por su actividad dentro de un sistema, ya que el perjuicio no se limita a la incomodidad de una mala postura, sino que es mucho más serio; involucra al sistema músculo esquelético, pero también a los sistemas cardiovascular, respiratorio, gastrointestinal y nervioso, por

citar los más evidentes(Pedro Barrau & Enrique Gregori, 1999).

Es, por lo tanto, imprescindible que el puesto de trabajo se adapte a las dimensiones del trabajador (José Luis Melo, 2009). De esta forma lo menciona Mondelo y sus colaboradores que la adaptación de la persona a posiciones incómodas es una falacia: jamás nos adaptamos, simplemente nos resignamos y sacrificamos nuestra salud y la calidad del trabajo en aras de una falsa productividad, y culpamos a las máquinas de obsoletas o nos auto culpamos como incapaces, enfermizos, viejos, etc. Resignación y baja productividad son sinónimos del mal funcionamiento del sistema (Pedro Barrau & Enrique Gregori, 1999), así lo corroboran las estadísticas de la VI Encuesta de Condiciones de Trabajo publicada por el INSHT, que el 30,7% de los trabajadores consideran deficiente algún aspecto de su puesto de trabajo. Centrándose en el sector industrial, de los aspectos de diseño analizados, el que resulta más señalado es “alcances alejados del cuerpo” (15,7%), seguido de “disponer de muy poco espacio para trabajar con comodidad” (13,6%) (Sinerco, 2010), estos datos nos demuestran que, la discordancia dimensional existente entre el tamaño del cuerpo de los trabajadores y las estaciones de trabajo, es la principal causa que dificulta el trabajo, produciendo errores, incomodidad, posturas inapropiadas, dolores y lesiones musculares, y trastornos musculo esqueléticos no



deseados (Daniela Verónica Lema Barrera, 2013).

Es por ello que, una de las responsabilidades básicas de la ergonomía es proporcionar datos acerca de las dimensiones del cuerpo (Elvia Luz Gonzáles, 2007), esto se debe a que no es suficiente crear puestos de trabajo para una persona media, pues la conformación del puesto de trabajo, no sólo se debe tener en cuenta el valor medio, (promedio) de la población, pues en dicho puesto de trabajo también desarrollarán actividades personas pequeñas y grandes, para las que las condiciones de comodidad deben ser igualmente adecuadas (José Luis Melo, 2009). De cierto modo, los datos antropométricos en el área de la ergonomía tienen un amplitud de usos tales como la determinación general y específica de las características dimensionales de los usuarios en sus diversas agrupaciones poblacionales; el diseño de espacios de trabajo, máquinas, herramientas, aparatos y mobiliario (Elvia Luz Gonzáles, 2007). Pero atención, nunca hay que olvidar que, si necesitamos diseñar los puestos de trabajo para una industria específica, la existencia de información nacional no nos libera de la necesidad de efectuar mediciones del personal de la misma, independientemente de que poseamos la mejor información antropométrica propia del país. La información antropométrica de una población muy numerosa es útil cuando nuestro diseño está destinado a toda o a una

gran parte de esa población, pero va perdiendo fiabilidad a medida que nuestro diseño está dirigido a subpoblaciones menores o más específicas (Pedro Barrau & Enrique Gregori, 1999).

En resumen, la ergonomía geométrica posibilita la actuación en el diseño de los espacios, máquinas y herramientas que configuran el entorno de la persona (Pedro Barrau, 1999), dicho de otro modo, se trata del estudio de la relación existente entre el trabajador y las condiciones geométricas que ofrece el puesto de trabajo, donde se hace necesario para realizar el correcto diseño del puesto, la recolección y análisis de datos antropométricos y asimismo datos de las dimensiones básicas que requiere el puesto, además se incluye aspectos tales como las zonas de alcance óptimas, así como los espacios reservados y destinados para las piernas (“Tipos de Ergonomía,” 2015), que no es otra cosa que los medios que éste utiliza para comunicarse o satisfacer sus necesidades en el trabajo (Pedro Barrau, 1999).

2 Materiales y métodos

La investigación tiene carácter de *estudio de casos* (Landeta Rodríguez, J, 2010) de tipo *instrumental* (Jordi Valldeoriola Roquet, n.d.). Determinados mediante significancia estadística: prueba de hipótesis (Dr. Roberto Hernández Sampieri, 2010).



2.1 Sujeto de medición

Los sujetos expuestos a ser evaluados fueron tomados de dos áreas diferentes: Construcción PLT y Construcción CVT en la cual, cada área mantiene 4 grupos de trabajo con un total de 88 operadores constructores y 24 operadores constructores consecutivamente, de acuerdo con la literatura de José Luis Melo, no se debe tener en cuenta el valor medio de la población para Tabla 1

el diseño de un puesto de trabajo como también lo explica Gonzáles que esto es una forma equivocada de solucionar un problema asimétrico con el promedio de las dimensiones (Elvia Luz Gonzáles, 2007), es así, que se planteó la evaluación a un total de 112 operadores distribuidos como se indica en la Tabla 1 conformando el 100% de sujetos expuestos a las distintas evaluaciones.

Número de operadores evaluados antropométricamente de acuerdo con el puesto de trabajo

Número de operadores constructores			Maquinaria
Hombres	Mujeres	Total	
87	1	88	PU - KM
24	0	24	SAV (Primera etapa – Segunda etapa)
TOTAL		112	

Fuente: Elaboración propia

Partiendo de los datos mencionados en la Tabla 1, se ejecutaron 2 evaluaciones de la siguiente manera:

a). Evaluación antropométrica: está basada principalmente en el Protocolo Internacional para la Valoración Antropométrica presentada por la “International Society for the Advancement of Kinanthropometry” (ISAK) en su última edición publicada en el año 2011 (Hans de Ridder & Timothy Olds, 2011). Se tomaron un total de 9 dimensiones en posición bipedestación que hacen referencia a que todas las operaciones se realizan en dicha posición, las dimensiones fueron distribuidas en estructurales o estáticas y funcionales o dinámicas del cuerpo,

aplicadas a una población entre 18 y 65 años en el aspecto laboral antropométricamente hablando (Hans Edward Seyd Velasco, 2004). Cabe mencionar que, todas las dimensiones funcionales están relacionadas con los alcances máximos con agarre, para ello se determinaron ejes cilíndricos que permitan simular determinada acción, esto está basado en que los operadores deben manipular objetos, materiales o herramientas a lo largo de sus actividades. Las medidas tomadas están en función del diseño del puesto de trabajo, por lo que, el evaluador tiene la capacidad de determinar un número mínimo de dimensiones necesarias para lograr su objetivo (Pedro Barrau, 1999). De esta forma las dimensiones aplicadas



relacionadas con la estatura, las alturas, anchuras, profundidad y alcance máximos están con referencia a los diferentes puntos

anatómicos descritos en el Protocolo Internacional para la Valoración Antropométrica determinado por ISAK.

Tabla 2

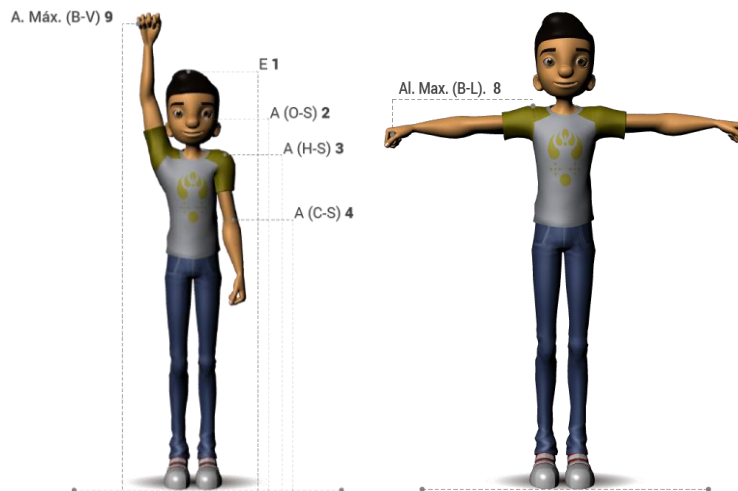
Medidas antropométricas y abreviaturas

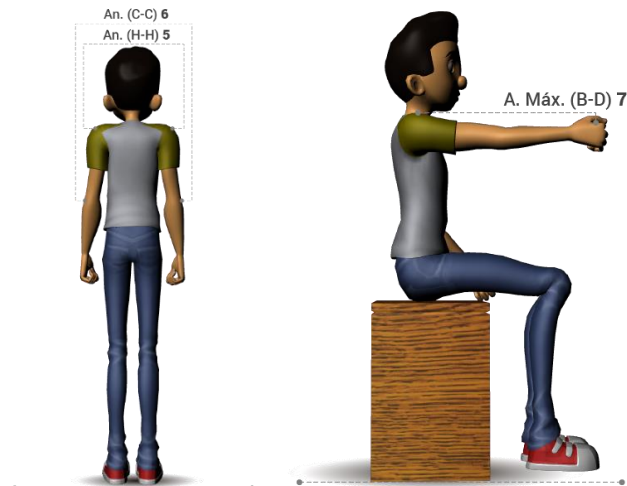
# medida	Nombre	Abreviatura
DIMENSIONES ESTRUCTURALES		
1	ESTATURA (cm)	E
2	ALTURA OJO - SUELO (cm)	A (O-S)
3	ALTURA HOMBRO - SUELO (cm)	A (H-S)
4	ALTURA CODO - SUELO (cm)	A (C-S)
5	ANCHO HOMBRO - HOMBRO (cm)	An (H-H)
6	ANCHO CODO - CODO (cm)	An (C-C)
DIMENSIONES FUNCIONALES		
7	A. MÁX DE BRAZO HACIA DELANTE CON AGARRE (cm)	A. máx. (B-D)
8	A. MÁX LATERAL BRAZO CON AGARRE (cm)	A. máx. (B-L)
9	A. MÁX VERTICAL DE BRAZO CON AGARRE (ASIMIENTO) (cm)	A. máx. (B-V)

Fuente: Elaboración propia

Figura 1

Dimensiones antropométricas mínimas para gestión de datos relacionados con el diseño del puesto de trabajo.





Fuente: Dis. José Cajamarca

b). Evaluación de posturas y movimientos a través del método ERIN: es una evaluación diseñada para que el personal no experto pueda evaluar a individuos expuestos a factores de riesgo de desórdenes musculoesqueléticos (DMEs) de origen laboral (Ricardo Montero Martínez & Silvio Viña Brito, 2010). De esta forma, se buscó asociar el método ERIN a las dimensiones antropométricas para verificar si existe o no una discordancia dimensional relacionando los movimientos efectuados con respecto a los alcances máximos de los elementos que conforman la estación de trabajo entre los operadores actuales y las estaciones de trabajo y así confirmar la necesidad de determinar las dimensiones corporales óptimas de los operadores quienes aspiren ocupar un determinado puesto de trabajo estudiado, para de esa forma conseguir que las personas realicen las actividades con los menores esfuerzos posibles aumentando su nivel de operatividad y disminuyendo la posibilidad

de adquirir una posible enfermedad profesional como los trastornos músculo-esqueléticos (TME). Ahora bien, el método nos proporciona información que puede ser utilizada en el diseño (previando que no se creen condiciones de trabajos inadecuadas) y rediseño de puestos de trabajo debido a que evalúa la postura de las cuatro regiones corporales (Tronco, Brazo, Muñeca y Cuello) de mayor incidencia de Desordenes Músculo-esqueléticos (DME) reportados en la literatura y la interacción de estas con su frecuencia de movimiento (Ricardo Montero Martínez & Silvio Viña Brito, 2010), de igual modo, en nuestro país a nivel general los trastornos musculoesqueléticos (TME) en su mayoría son reportados por causas de malas posturas y diseños de puesto de trabajo inadecuados, entre los más comunes se encuentran: epicondilitis, tenosinovitis, lumbociatalgia, ruptura del músculo supraespinoso, síndrome del maguito rotador, hombro doloroso, tendinitis, lumbalgia, túnel carpiano y hernia discal



(Dirección del Seguro General de Riesgos de Trabajo, 2016), que corroboran a lo mencionado por Martínez y Brito que los Trastornos Músculo-esqueléticos (TME) se desarrollan principalmente en las extremidades superiores.

2.2 Instrumentos de medida y fiabilidad de las medidas

Las medidas antropométricas se realizaron utilizando la técnica ISAK, cabe mencionar que la técnica aplicada fue por el Autor quien posee la certificación ISAK NIVEL 1 emitida por dicha asociación que garantiza la eficacia de las evaluaciones, además para las mediciones efectuadas se utilizaron equipos antropométricos especializados y recomendados por ISAK como: Antropómetro Cescorf de 60 cm con una sensibilidad de 1mm, Cinta Antropométrica Lufkin W606PM de 2m con una sensibilidad de 1mm, Estadiómetro Cescorf de 3m con una sensibilidad de 1mm, báscula CAMRY con una sensibilidad de 100 g y un Banco antropométrico (50cm X 30cm X 40cm) (Hans de Ridder & Timothy Olds, 2011). Por otra parte, para garantizar la toma de datos se utilizó un equipo de trabajo compuesto por tres personas, un evaluador (autor) y dos ayudantes previamente entrenados. Finalmente, los datos fueron procesados a través del software estadístico IBM-SPSS (Software Package Used For Statistical Analysis) en su versión 23 donde se analizó si existen diferencias significativas entre las dimensiones antropométricas y las

dimensiones geométricas de la maquinaria y su entorno de trabajo a través de significancia estadística mediante prueba de hipótesis utilizando el método probabilístico t-student aplicando el test estadístico paramétrico prueba T de una muestra, estos valores estadísticos nos permitieron determinar las frecuencias acumuladas de la *estatura* de acuerdo a los estándares antropométricos, es decir, entre los percentiles 5 y 95 esto significa excluir al 5% de los individuos más grandes o más pequeños de la población, según las dimensiones requeridas para un determinado puesto de trabajo (Hans Edward Seyd Velasco, 2004). De esta manera se fundamenta generar rangos de medidas antropométricas a través de percentiles ya que no se debe tener en cuenta el valor medio de la población para un determinado puesto de trabajo (José Luis Melo, 2009).

2.3 Maquinaria y entorno de trabajo sujetos a evaluación geométrica

La maquinaria y su entorno de trabajo al igual que los sujetos evaluados pertenecen a dos áreas diferentes ya mencionadas anteriormente, a pesar de tener características mecánicas similares por la función que cumplen de construir los neumáticos poseen dimensiones geométricas diferentes dada la naturaleza del tipo de neumático que lo realizan, de esta manera se clasifican en PU y KM pertenecientes a Construcción PLT



(Passenger Light Truck Tires) y SAV 1, SAV 2, SAV 3 pertenecientes a Construcción CVT (Comercial Vehicle Tires) donde se fabrican neumáticos de la división pasajeros y neumáticos de la división transporte de carga consecutivamente, dicho de otra forma neumáticos para autos y camionetas (PLT) y neumáticos para camiones (CVT), de acuerdo con lo mencionado, en los dos casos se tomaron dimensiones geométricas como alturas de las mesas de trabajo, pantallas de visualización y materiales, profundidades de alcance de materiales, lateralidad de alcance

de herramientas y botoneras, además el ancho de los espacios KUK dentro de la máquina (SAV's). De modo similar, se realizaron medidas a los carros porta materiales, ya sea de recepción o almacenaje, en los que, los valores obtenidos hacen referencia a los límites máximos de alturas y profundidades siendo estos elementos de características similares en las dos áreas de construcción de neumáticos, es decir en las dos áreas se encuentran carros porta materiales de igual altura y profundidad. (Véase Tabla 3,4,5).

Tabla 3

Dimensiones geométricas máximas de maquinaria sujeta a evaluación en el área de Construcción PLT

Área	Máquina	Altura mesa de trabajo	Altura pantalla de control	Lateralidad herramientas (cuchillo – rodillo corrugado)	Lateralidad botoneras	Profundidad de alcance de materiales	Altura del material
Construcción PLT	PU	128 cm	167 cm	50 cm	Regulable	50 cm	128 cm
	KM	117cm	173 cm	80 cm	Regulable	50 cm	117cm

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4

Dimensiones geométricas máximas de maquinaria sujeta a evaluación en el área de Construcción CVT

Área	Máquina	Altura mesa de trabajo	Altura pantalla de control - botoneras	Lateralidad herramientas	Lateralidad botoneras	Profundidad alcance de materiales	Altura de materiales	Ancho interior máquina (KUK)
Construcción CVT (Etapa 1)	SAV 1-2	122,5cm	No existe	72 cm	66 cm	62 cm	122,5 cm	77 cm
	SAV 3	122,5cm	160,5 cm	110 cm	Regulable	62 cm	122,5 cm	95 cm
Construcción CVT (Etapa 2)	SAV 1-2	Rotativo	No existe	34 cm	40 cm	66 cm	166 cm	-
	SAV 3	Rotativo	163 cm	40 cm	Regulable	60 cm	139,5 cm	-

Fuente: Elaboración propia



Tabla 5

Dimensiones geométricas máximas de carros porta materiales sujetos a evaluación que conforman la estación de trabajo

Límites	Carros porta materiales en las áreas de construcción PLT y CVT	
	Altura	Profundidad
Max	200 cm	105 cm

Fuente: Elaboración propia

2.4 Análisis de la información

Dentro del espacio de trabajo la mayor parte de las actividades se realizan en la superficie o plano horizontal de trabajo que está determinado, principalmente, por dos tipos de dimensiones: la altura del plano y las zonas de alcance óptimo (José Manuel de la Fuente Martín, n.d.). Por lo tanto, es útil desarrollar un modelo formal que permita estimar los alcances para diferentes percentiles teniendo en cuenta las dimensiones antropométricas de la población trabajadora para que los elementos que conforman el puesto no

impliquen alcances superiores a los límites de los distintos segmentos corporales (Alfredo Álvarez Valdivia, 2015). Es importante conocer la naturaleza del trabajo, la posición en la que se realizan las actividades y las alturas óptimas de las superficies de trabajo para determinar de forma correcta los percentiles óptimos de la población trabajadora para mantener una relación hombre - máquina, en consecuencia, las actividades en las empresas manufactureras dedicadas a la producción de neumáticos requieren de un *trabajo de precisión manteniendo una posición de pie durante su jornada laboral.*

Tabla 6

Tipos de trabajo y alturas óptimas del plano de trabajo

TIPO DE TRABAJO	ALTURA ÓPTIMA DEL PLANO DE TRABAJO
Trabajo de precisión	De 0 a 10 cm por encima del codo
Trabajo ligero	De 0 a 10 cm por debajo del codo
Trabajo pesado	De 10 a 20 cm por debajo del codo

Fuente: (Laboratorio De Producción - Facultad De Ingeniería Industrial, 2009)

De acuerdo con el estudio previamente observado y tomando como referencia la altura del codo que es una principal característica para determinar no únicamente la altura de las mesas de trabajo sino también los alcances de los segmentos corporales, se desarrolló un análisis estadístico que permita conocer si las

distancias máximas de las estaciones de trabajo mantienen una relación con los alcances máximos de los operadores analizados, a través de diferencias significativas mediante el test estadístico paramétrico *prueba T de una muestra* corroborados directamente con la postura



que adoptan los operadores a través la Evaluación del Riesgo Individual (ERIN).

Ahora bien, observaremos las relaciones dimensionales antropométricas y Tabla 7

geométricas basadas en los segmentos corporales (Tronco, Brazo, Muñeca, Cuello) determinados por el método ERIN en el área de Construcción PLT.

Relaciones dimensionales antropométricas y geométricas según los segmentos corporales, en las estaciones de trabajo de maquinaria PU – KM en el área de Construcción PLT

Segmento corporal	Dimensiones antropométricas			Dimensiones geométricas de las estaciones de trabajo		
	Tronco	Amáx.BD	Amáx.BL		Profundidad alcance de materiales	Lateralidad herramientas
Brazo	Amáx.BV	A.HS	A.CS	Altura mesa de trabajo	Altura de materiales carros porta materiales	
Muñeca	No determinado para este estudio			No existe dimensión geométrica relevante para relación		
Cuello	A.OS			Altura pantalla de control		

Fuente: Elaboración propia

Para determinar cada una de las relaciones planteadas en el área de Construcción PLT se realizaron evaluaciones antropométricas al 94,3% (N= 83) de la población total (N=88) de operadores-constructores, siendo el 5,7% (N= 5) restante de operadores no evaluados por diferentes factores de trabajo como ausentismo o desistimiento, así mismo, se realizó la Evaluación del Riesgo Individual (ERIN) al 92,3% (N=24) de los *operadores – cambiadores* quienes de acuerdo con su categoría están designados a operar las máquinas PU y KM, es decir, tan solo el 29,5% (N= 26) de los operadores de dicha área realizan actividades con mayor frecuencia en esta maquinaria, en consecuencia, se aplicó la prueba de hipótesis para determinar la existencia o no de diferencias significativas entre las

dimensiones antropométrica y geométricas las mismas que se confirmaron o negaron a través del método ERIN.

a). Pruebas de hipótesis para determinar la existencia de diferencias significativas entre antropometría y geometría que afecten el segmento corporal tronco en las estaciones de trabajo PU y KM.

➤ **Formulación de la hipótesis**

Hipótesis Nula: $H_0 \rightarrow$ No existen diferencias significativas entre las dimensiones antropométricas y geométricas en las estaciones de trabajo PU y KM que afecten el segmento corporal tronco.

Hipótesis alterna: $H_1 \rightarrow$ Si existen diferencias significativas entre las dimensiones antropométricas y geométricas



en las estaciones de trabajo PU y KM que afecten el segmento corporal tronco.

- **Nivel de significancia de la prueba**
 - Alfa (α) = 0,05
- **Elección estadística**
 - Variable dependiente → Valor antropométrico
 - Variable independiente → Valor geométrico

➤ **Cálculos**

Si, $|t_{calculado}| < |t_{crítico}|$ y $\text{Sigma } (\sigma) > \text{alfa } (\alpha)$
 → se cumple H_0 .

Es importante recordar qué, el valor *crítico* está determinado en la *Tabla t Student de dos colas*, de acuerdo con el grado de libertad de la muestra.

Tabla 7.a1

Relación dimensional entre el Amáx. BD y profundidad de alcance de materiales en maquinaria

Prueba de muestra única						
	Valor de prueba = 50cm profundidad de alcance de materiales en máquinas PU y KM					
	tcalculado	gl	Sig. (σ) bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Amáx.BD	38,817	82	,000	9,94036	9,4309	10,4498

Fuente: Elaboración propia

- **Regla de decisión**
 - Si, $|t_{calculado}| < |t_{crítico}|$ y $\text{Sigma } (\sigma) > \text{alfa } (\alpha)$ → se cumple H_0
 - $|38,817| > |1,992|$ y $0,000 < 0,05$ → no cumple H_0 .

Tabla 7.a2

Relación dimensional entre Amáx.BD y profundidad de alcance de materiales en carros porta materiales en las estaciones de trabajo PU y KM.

Prueba de muestra única						
	Valor de prueba = 105cm profundidad carro porta materiales de rodamientos					
	tcalculado	gl	Sig. (σ) bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Amáx.BD	-175,957	82	,000	-45,05964	-45,5691	-44,5502

Fuente: Elaboración propia

- **Regla de decisión**
 - Si, $|t_{calculado}| < |t_{crítico}|$ y $\text{Sigma } (\sigma) > \text{alfa } (\alpha)$ → se cumple H_0
 - $|175,957| > |1,992|$ y $0,000 < 0,05$ → no cumple H_0 .



Tabla 7.a3

Relación dimensional entre Amáx.BL y lateralidad de alcance de botoneras y herramientas en las estaciones de trabajo PU.

Prueba de muestra única						
	Valor de prueba = 50cm lateralidad de herramientas en las estaciones de trabajo PU					
	tcalculado	gl	Sig. (σ) bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Amáx.BL	26,393	82	,000	8,50602	7,8649	9,1471

Fuente: Elaboración propia

➤ **Regla de decisión**

- Si, $|t_{\text{calculado}}| < |t_{\text{crítico}}|$ y $\text{Sigma } (\sigma) > \text{alfa } (\alpha) \rightarrow$ se cumple H_0
- $|26,393| > |1,992|$ y $0,000 < 0,05 \rightarrow$ no cumple H_0 .

Tabla 7.a4

Relación dimensional entre Amáx.BL y lateralidad de alcance de botoneras y herramientas en las estaciones de trabajo KM.

Prueba de muestra única						
	Valor de prueba = 80 cm lateralidad de herramientas en las estaciones de trabajo PU					
	tcalculado	gl	Sig. (σ) bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Amáx.BL	-66,694	82	,000	-21,49398	-22,1351	-20,8529

Fuente: Elaboración propia

➤ **Regla de decisión**

- Si, $|t_{\text{calculado}}| < |t_{\text{crítico}}|$ y $\text{Sigma } (\sigma) > \text{alfa } (\alpha) \rightarrow$ se cumple H_0
- $|66,694| > |1,992|$ y $0,000 < 0,05 \rightarrow$ no cumple H_0 .

➤ **Conclusión**

Se observa que, la principal fuente en la que los trabajadores mantienen diferencias significativas radica en el entorno de trabajo, principalmente en los carros porta materiales, esto significa que en la relación hombre-máquina existen diferencias significativas cumpliendo la hipótesis alterna (H_1), pero con un contraste positivo al determinarse que no existen movimientos que sobrepasan los ángulos de confort con relación al tronco de acuerdo a lo observado con la Evaluación de Riesgo Individual (ERIN). Así mismo, los operadores no

generan movimientos inefectivos laterales a pesar de existir diferencias dimensionales porque existe la posibilidad de desplazarse hacia las herramientas o regular de las botoneras y pantallas de visualización en las dos estaciones de trabajo.

b). Pruebas de hipótesis para determinar la existencia de diferencias significativas entre antropometría y geometría que afecten el segmento corporal brazo en las estaciones de trabajo PU y KM.



➤ **Formulación de la hipótesis**

Hipótesis Nula: $H_0 \rightarrow$ No existen diferencias significativas entre las dimensiones antropométricas y geométricas en las estaciones de trabajo PU y KM que afecten el segmento corporal brazo.

Hipótesis alterna: $H_1 \rightarrow$ Si existen diferencias significativas entre las dimensiones antropométricas y geométricas en las estaciones de trabajo PU y KM que afecten el segmento corporal brazo.

➤ **Nivel de significancia de la prueba**

- Alfa (α) = 0,05

➤ **Elección estadística**

- Variable dependiente \rightarrow Valor antropométrico
- Variable independiente \rightarrow Valor geométrico

➤ **Cálculos**

Si, $|t_{\text{calculado}}| < |t_{\text{crítico}}|$ y $\text{Sigma } (\sigma) > \text{alfa } (\alpha)$
 \rightarrow se cumple H_0 .

Tabla 7.b1

Relación dimensional entre A.CS y altura de mesa de trabajo en las estaciones de trabajo PU.

Prueba de muestra única						
Valor de prueba = 128cm altura de mesa de trabajo en máquina PU.						
	tcalculado	gl	Sig. (σ) bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
A.CS	-52,097	82	,000	-20,85482	-21,6512	-20,0585

Fuente: Elaboración propia

➤ **Regla de decisión**

- Si, $|t_{\text{calculado}}| < |t_{\text{crítico}}|$ y $\text{Sigma } (\sigma) > \text{alfa } (\alpha) \rightarrow$ se cumple H_0
- $|52,097| > |1,992|$ y $0,000 < 0,05 \rightarrow$ no cumple H_0 .

Tabla 7.b2

Relación dimensional entre A.CS y altura de mesa de trabajo en las estaciones de trabajo KM.

Prueba de muestra única						
Valor de prueba = 117cm altura de mesa de trabajo en máquina KM						
	tcalculado	gl	Sig. (σ) bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
A.CS	-24,618	82	,000	-9,85482	-10,6512	-9,0585

Fuente: Elaboración propia

➤ **Regla de decisión**

- Si, $|t_{\text{calculado}}| < |t_{\text{crítico}}|$ y $\text{Sigma } (\sigma) > \text{alfa } (\alpha) \rightarrow$ se cumple H_0
- $|24,618| > |1,992|$ y $0,000 < 0,05 \rightarrow$ no cumple H_0 .



Tabla 7.b3

Relación dimensional entre Amáx.BV y altura de carros porta materiales en las estaciones de trabajo PU y KM.

Prueba de muestra única						
	Valor de prueba = 200cm altura carros porta materiales en estaciones PU y KM					
	t _{calculado}	gl	Sig. (σ) bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Amáx.BV	-1,304	82	,196	-1,07157	-2,7058	0,5627

Fuente: Elaboración propia

➤ **Regla de decisión**

- Si, $|t_{\text{calculado}}| < |t_{\text{crítico}}|$ y $\text{Sigma } (\sigma) > \text{alfa } (\alpha) \rightarrow$ se cumple H_0
- $|1,304| < |1,992|$ y $0,196 > 0,05 \rightarrow$ se cumple H_0 .

Tabla 7.b4

Relación dimensional entre A.HS y altura de carros porta materiales en las estaciones de trabajo PU y KM.

Prueba de muestra única						
	Valor de prueba = 200cm altura carros porta materiales en estaciones PU y KM					
	t _{calculado}	gl	Sig. (σ) bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
A.HS	-125,469	82	,000	-60,68614	-61,6483	-59,7240

Fuente: Elaboración propia

➤ **Regla de decisión**

- Si, $|t_{\text{calculado}}| < |t_{\text{crítico}}|$ y $\text{Sigma } (\sigma) > \text{alfa } (\alpha) \rightarrow$ se cumple H_0
- $|125,469| > |1,992|$ y $0,000 < 0,05 \rightarrow$ no cumple H_0 .

➤ **Conclusión**

Mediante este análisis estadístico se determinó que, la hipótesis alterna (H_1) se cumple en la relación altura Codo-Suelo (A.CS) y la altura de las mesas de trabajo en las dos estaciones, esto demuestra que existe una diferencia significativa en la que las alturas de las mesas de trabajo son mayores a la altura Codo-Suelo (A.CS), resultado que nos permite comparar con la Tabla 6 (Tipos de trabajo y alturas optimas del plano de trabajo) y determinar que es necesario mantener dicha diferencia, sin embargo, no es suficiente para determinar si existen

movimientos de los brazos que superen los ángulos de confort, pues desarrollan movimientos también en la recepción o almacenaje de materiales en su entorno, a pesar que en el análisis del alcance máximo del brazo vertical (Amáx.BV) con relación a las alturas de los carros porta materiales nos proyecta resultados positivos de diferencias significativas, al otro extremo, las diferencias significativas entre la altura hombro – suelo (A.HS) nos proporcionan valores negativos, es decir, demuestran que existen flexiones severas superando los



ángulos de confort de los brazos demostrado con el método ERIN.

c). Pruebas de hipótesis para determinar la existencia de diferencias significativas entre antropometría y geometría que afecten el segmento corporal cuello en las estaciones de trabajo PU y KM.

➤ **Formulación de la hipótesis**

Hipótesis Nula: $H_0 \rightarrow$ No existen diferencias significativas entre las dimensiones antropométricas y geométricas en las estaciones de trabajo PU y KM que afecten el segmento corporal cuello.

Hipótesis alterna: $H_1 \rightarrow$ Si existen diferencias significativas entre las dimensiones antropométricas y geométricas en las estaciones de trabajo PU y KM que afecten el segmento corporal cuello.

➤ **Nivel de significancia de la prueba**

- Alfa (α) = 0,05

➤ **Elección estadística**

- Variable dependiente \rightarrow Valor antropométrico
- Variable independiente \rightarrow Valor geométrico

➤ **Cálculos**

Si, $|t_{calculado}| < |t_{crítico}|$ y $\text{Sigma } (\sigma) > \text{alfa } (\alpha)$
 \rightarrow se cumple H_0 .

Tabla 7.c1

Relación dimensional entre A.OS y altura de pantalla de control en las estaciones de trabajo PU.

Prueba de muestra única						
	Valor de prueba = 167cm altura pantalla de control en máquina PU.					
	tcalculado	gl	Sig. (σ) bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
A.OS	-22,073	82	,000	-11,43012	-12,4603	-10,4000

Fuente: Elaboración propia

➤ **Regla de decisión**

- Si, $|t_{calculado}| < |t_{crítico}|$ y $\text{Sigma } (\sigma) > \text{alfa } (\alpha) \rightarrow$ se cumple H_0
- $|22,073| > |1,992|$ y $0,000 < 0,05 \rightarrow$ no cumple H_0 .

Tabla 7.c2

Relación dimensional entre A.OS y altura de la pantalla de control en las estaciones de trabajo KM.

Prueba de muestra única						
	Valor de prueba = 173cm altura pantalla de control en máquina KM					
	tcalculado	gl	Sig. (σ) bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
A.OS	-33,659	82	,000	-17,43012	-18,4603	-16,4000

Fuente: Elaboración propia



➤ **Regla de decisión**

- Si, $|t_{calculado}| < |t_{crítico}|$ y $\text{Sigma } (\sigma) > \text{alfa } (\alpha) \rightarrow$ se cumple H_0
- $|33,659| > |1,992|$ y $0,000 < 0,05 \rightarrow$ no cumple H_0 .

➤ **Conclusión**

Finalmente, observamos en estos factores estadísticos que, en los dos casos se rechazan las hipótesis nulas (H_0), por lo tanto, existen diferencias significativas como se manifiesta en la hipótesis alternativa (H_1) entre la altura ojo – suelo (A.OS) y la altura máxima de las pantallas de control, cabe mencionar, que estas alturas están tomadas como referencia el borde superior de las pantallas.

En el siguiente apartado, dedicado al área de Construcción CVT analizaremos las relaciones dimensionales antropométricas y geométricas del mismo modo que se efectuó en la sección anterior.

En el Área de Construcción CVT se evaluó al 100% de la población a través de los dos métodos propuestos anteriormente y se determinaron las siguientes relaciones:

Tabla 8

Relaciones dimensionales antropométricas y geométricas según los segmentos corporales en las estaciones de trabajo SAV 1, SAV 2 y SAV 3 en el área de Construcción CVT

Segmento corporal	Dimensiones antropométricas				Dimensiones geométricas de las estaciones de trabajo			
	Amáx.BD	Amáx.BL	An.CC	An.HH	Profundidad alcance de materiales	Lateralidad herramientas	Lateralidad botoneras	Ancho KUK
Tronco	Amáx.BD	Amáx.BL	An.CC	An.HH	Profundidad alcance de materiales	Lateralidad herramientas	Lateralidad botoneras	Ancho KUK
Brazo	Amáx.BV	A.HS	A.CS		Altura mesa de trabajo	Altura de materiales carros porta materiales	Altura de materiales en maquinaria	
Muñeca	No determinado para este estudio				No existe dimensión geométrica relevante para relación			
Cuello	A.OS				Altura pantalla de control			

Fuente: Elaboración propia

a). Pruebas de hipótesis para determinar la existencia de diferencias significativas entre antropometría y geometría que afecten el segmento corporal tronco en las estaciones de trabajo SAV.

➤ **Formulación de la hipótesis**

Hipótesis Nula: $H_0 \rightarrow$ No existen diferencias significativas entre las dimensiones antropométricas y geométricas en las

estaciones de trabajo SAV que afecten el segmento corporal tronco.

Hipótesis alterna: $H_1 \rightarrow$ Si existen diferencias significativas entre las dimensiones antropométricas y geométricas en las estaciones de trabajo SAV que afecten el segmento corporal tronco.

➤ **Nivel de significancia de la prueba**

- Alfa (α) = 0,05



➤ **Elección estadística**

- Variable dependiente → Valor antropométrico
- Variable independiente → Valor geométrico

Si, $|t_{calculado}| < |t_{crítico}|$ y $\text{Sigma } (\sigma) > \text{alfa } (\alpha)$ → se cumple H_0 .

El valor *crítico* está determinado en la **Tabla t Student de dos colas** de acuerdo con el grado de libertad de la muestra.

➤ **Cálculos**

Tabla 8.a1

Relación dimensional entre Amáx.BD y profundidad de materiales en maquinaria en las estaciones de trabajo SAV primera etapa.

Prueba de muestra única						
	Valor de prueba = 62cm profundidad de materiales en máquina SAV1, SAV2 y SAV3					
	t _{calculado}	gl	Sig. (σ) bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Amáx.BD	-,392	23	,699	-,19167	-1,2042	,8209

Fuente: Elaboración propia

➤ **Regla de decisión**

- Si, $|t_{calculado}| < |t_{crítico}|$ y $\text{Sigma } (\sigma) > \text{alfa } (\alpha)$ → se cumple H_0
- $|0,392| < |2,069|$ y $0,699 > 0,05$ → se cumple H_0 .

Tabla 8.a2

Relación dimensional entre Amáx.BD y profundidad de materiales en maquinaria en las estaciones de trabajo SAV segunda etapa.

Prueba de muestra única						
	Valor de prueba = 66cm profundidad materiales en máquina SAV1, SAV2 y SAV3					
	t _{calculado}	gl	Sig. (σ) bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Amáx.BD	-8,563	23	,000	-4,19167	-5,2042	-3,1791

Fuente: Elaboración propia

➤ **Regla de decisión**

- Si, $|t_{calculado}| < |t_{crítico}|$ y $\text{Sigma } (\sigma) > \text{alfa } (\alpha)$ → se cumple H_0
- $|8,563| > |2,069|$ y $0,000 < 0,05$ → no cumple H_0 .

Tabla 8.a3

Relación dimensional entre Amáx.BD y profundidad en carros porta materiales en las estaciones de trabajo SAV.

Prueba de muestra única						
	Valor de prueba = 105cm profundidad carros porta materiales					
	t _{calculado}	gl	Sig. (σ) bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Amáx.BD	-88,238	23	,000	-43,19167	-44,2042	-42,1791

Fuente: Elaboración propia

➤ **Regla de decisión**

- Si, $|t_{\text{calculado}}| < |t_{\text{crítico}}|$ y $\text{Sigma } (\sigma) > \text{alfa } (\alpha) \rightarrow$ se cumple H_0
- $|88,238| > |2,069|$ y $0,000 < 0,05 \rightarrow$ no cumple H_0 .

Tabla 8.a4

Relación dimensional entre Amáx.BL y lateralidad máxima de herramientas y botoneras en las estaciones de trabajo SAV.

Prueba de muestra única						
	Valor de prueba = 110cm lateralidad máxima de herramientas y botonera en estaciones SAV					
	t _{calculado}	gl	Sig. (σ) bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Amáx.BL	-89,933	23	,000	-49,48750	-50,6258	-48,3492

Fuente: Elaboración propia

➤ **Regla de decisión**

- Si, $|t_{\text{calculado}}| < |t_{\text{crítico}}|$ y $\text{Sigma } (\sigma) > \text{alfa } (\alpha) \rightarrow$ se cumple H_0
- $|89,933| > |2,069|$ y $0,000 < 0,05 \rightarrow$ no cumple H_0 .

Tabla 8.a5

Relación dimensional entre An.HH, An.CC y ancho máximos de los espacios KUK las estaciones de trabajo SAV.

Prueba de muestra única						
	Valor de prueba = 95cm ancho máximo de espacios KUK en estaciones SAV					
	t _{calculado}	gl	Sig. (σ) bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
An.HH	-156,277	23	,000	-54,09375	-54,8098	-53,3777
An.CC	-97,055	23	,000	-46,45625	-47,4464	-45,4661

Fuente: Elaboración propia

➤ **Regla de decisión**

- Si, $|t_{\text{calculado}}| < |t_{\text{crítico}}|$ y $\text{Sigma } (\sigma) > \text{alfa } (\alpha) \rightarrow$ se cumple H_0
- $|156,277| > |2,069|$ y $0,000 < 0,05 \rightarrow$ no cumple H_0 . (An.HH)
- $|97,055| > |2,069|$ y $0,000 < 0,05 \rightarrow$ no cumple H_0 . (An.CC)

➤ **Conclusión**

Se puede observar en la regla de decisión de la Tabla 8.a1 que se cumple la hipótesis nula, así mismo se corroboró con el método ERIN que los operadores realizan flexiones ligeras para alcanzar los materiales en el desarrollo de las actividades en la primera etapa de construcción a diferencia de lo que sucede con el alcance de materiales en la segunda etapa donde los operadores realizan

flexiones moderadas y así lo corrobora la estadística de la tabla 8. a2. Algo semejante ocurre con los alcances máximos laterales y profundidades de los carros porta materiales que describen diferencias significativas produciendo movimientos más severos al realizar giros en el tronco para alcanzar determinadas herramientas. Por otra parte, los espacios KUK mantienen una relación



positiva con el ancho hombro – hombro y ancho codo – codo.

b). Pruebas de hipótesis para determinar la existencia de diferencias significativas entre antropometría y geometría que afecten el segmento corporal brazo en las estaciones de trabajo SAV.

➤ **Formulación de la hipótesis**

Hipótesis Nula: $H_0 \rightarrow$ No existen diferencias significativas entre las dimensiones antropométricas y geométricas en las estaciones de trabajo SAV que afecten el segmento corporal brazo.

Hipótesis alterna: $H_1 \rightarrow$ Si existen diferencias significativas entre las dimensiones antropométricas y geométricas en las estaciones de trabajo SAV que afecten el segmento corporal brazo.

➤ **Nivel de significancia de la prueba**

- Alfa (α) = 0,05

➤ **Elección estadística**

- Variable dependiente \rightarrow Valor antropométrico
- Variable independiente \rightarrow Valor geométrico

➤ **Cálculos**

Si, $|t_{\text{calculado}}| < |t_{\text{crítico}}|$ y $\text{Sigma } (\sigma) > \text{alfa } (\alpha)$
 \rightarrow se cumple H_0 .

Tabla 8.b1

Relación dimensional entre A.CS, y altura de mesa de trabajo de las estaciones de trabajo SAV.

Prueba de muestra única						
Valor de prueba = 122.5cm altura de mesa de trabajo en estaciones SAV						
	tcalculado	gl	Sig. (σ) bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
A.CS	-13,771	23	,000	-13,17292	-15,1518	-11,1941

Fuente: Elaboración propia

➤ **Regla de decisión**

- Si, $|t_{\text{calculado}}| < |t_{\text{crítico}}|$ y $\text{Sigma } (\sigma) > \text{alfa } (\alpha) \rightarrow$ se cumple H_0
- $|13,771| > |2,069|$ y $0,000 < 0,05 \rightarrow$ no cumple H_0 .

Tabla 8.b2

Relación dimensional entre Amáx.BV, A.HS y altura de carros porta materiales en las estaciones de trabajo SAV.

Prueba de muestra única						
Valor de prueba = 200cm altura carros porta materiales en estaciones SAV						
	tcalculado	gl	Sig. (σ) bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Amáx.BV	2,653	23	,014	3,32083	,7312	5,9104
A.HS	-53,961	23	,000	-57,34583	-59,5442	-55,1474

Fuente: Elaboración propia



➤ **Regla de decisión**

- Si, $|t_{\text{calculado}}| < |t_{\text{crítico}}|$ y $\text{Sigma } (\sigma) > \text{alfa } (\alpha) \rightarrow$ se cumple H_0
- $|2,653| > |2,069|$ y $0,014 < 0,05 \rightarrow$ no cumple H_0 . (Amáx.BV)
- $|53,961| > |2,069|$ y $0,000 < 0,05 \rightarrow$ no cumple H_0 . (A.HS)

Tabla 8.b3

Relación dimensional entre Amáx.BV, A.HS y altura de materiales en máquina en las estaciones de trabajo SAV.

Prueba de muestra única						
Valor de prueba = 166						
	t _{calculado}	gl	Sig. (σ) bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Amáx.BV	29,813	23	,000	37,32083	34,7312	39,9104
A.HS	-21,968	23	,000	-23,34583	-25,5442	-21,1474

Fuente: Elaboración propia

➤ **Regla de decisión**

- Si, $|t_{\text{calculado}}| < |t_{\text{crítico}}|$ y $\text{Sigma } (\sigma) > \text{alfa } (\alpha) \rightarrow$ se cumple H_0
- $|29,813| > |2,069|$ y $0,000 < 0,05 \rightarrow$ no cumple H_0 . (Amáx.BV)
- $|21,968| > |2,069|$ y $0,000 < 0,05 \rightarrow$ no cumple H_0 . (A.HS)

➤ **Conclusión**

De modo similar a lo que observamos en la relación dimensional entre la altura Codo – Suelo y Altura de la mesa de trabajo en el área de Construcción PLT se encuentran diferencias significativas con superioridad dimensional de las mesas de trabajo, estos resultados nos permiten proyectar cuáles serán las diferencias dimensionales óptimas que debe existir entre los operadores postulantes a trabajar en estas dos áreas, no suficiente analizamos las estadísticas de la Tabla 8.b2 y Tabla 8.b3 y se contrastan los resultados entre los alcances máximos del brazo vertical (Mmáx.BV) y la altura del hombro – suelo (A.HS) al determinarse que los operadores alcanzan a tomar los materiales ya sea en la máquina o carros porta materiales pero produciendo flexiones severas que superan los ángulos de confort

de los brazos con relación a la altura de los hombros.

c). Pruebas de hipótesis para determinar la existencia de diferencias significativas entre antropometría y geometría que afecten el segmento corporal cuello en las estaciones de trabajo SAV.

➤ **Formulación de la hipótesis**

Hipótesis Nula: $H_0 \rightarrow$ No existen diferencias significativas entre las dimensiones antropométricas y geométricas en las estaciones de trabajo SAV que afecten el segmento corporal cuello.

Hipótesis alterna: $H_1 \rightarrow$ Si existen diferencias significativas entre las dimensiones antropométricas y geométricas en las estaciones de trabajo SAV que afecten el segmento corporal cuello.



➤ **Nivel de significancia de la prueba**

- Alfa (α) = 0,05

➤ **Elección estadística**

- Variable dependiente → Valor antropométrico

- Variable independiente → Valor geométrico

➤ **Cálculos**

Si, $|t_{\text{calculado}}| < |t_{\text{crítico}}|$ y $\text{Sigma } (\sigma) > \text{alfa } (\alpha)$
→ se cumple H_0 .

Tabla 8.c1

Relación dimensional entre A.OS y altura de pantallas de control en las estaciones de trabajo SAV.

Prueba de muestra única						
	Valor de prueba = 163cm altura máxima de pantalla de control en estaciones SAV					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
A.OS	-3,704	23	,001	-4,38333	-6,8314	-1,9353

Fuente: Elaboración propia

➤ **Regla de decisión**

- Si, $|t_{\text{calculado}}| < |t_{\text{crítico}}|$ y $\text{Sigma } (\sigma) > \text{alfa } (\alpha)$ → se cumple H_0
- $|3,704| > |2,069|$ y $0,001 < 0,05$ → no cumple H_0 .

➤ **Conclusión**

Se cumple la hipótesis alterna (H_1), además se corroboró a través del método ERIN que producen movimientos del cuello ligeros para una visualización completa de la pantalla de control, aunque en algunas ocasiones tienden a girar el cuello para mantener el ritmo de trabajo lo que podría producir un aumento en el nivel de riesgo en dicha zona.

2.5 Modelo de contratación ergonómico basado en la estatura como dimensión antropométrica.

Para determinar los rangos óptimos en el que los aspirantes a desempeñarse como operadores – constructores en las áreas de Construcción PLT y Construcción CVT mantengan una relación dimensional sin

generar daños, lesiones o trastornos musculoesqueléticos durante su actividad laboral se desarrolló un análisis estadístico a través de cuartiles que permiten segmentar los datos **Altura Codo – Suelo (A.CS)** en cuatro partes iguales y los estándares antropométricos, es decir, entre los percentiles 5 y 95 donde excluimos al 5% de los individuos más grandes o más pequeños de la población estudiada (Hans Edward Seyd Velasco, 2004) para comparar con las dimensiones propuestas en la Tabla 6 *Tipos de trabajos y alturas óptimas del plano de trabajo*. Esta comparación se fundamenta en los resultados obtenidos en las secciones anteriores donde se determinó que existen diferencias significativas entre las dimensiones antropométricas y geométricas.



Finalmente, determinado los cuartiles de la altura codo – suelo (A.CS) se procedió a determinar los rangos óptimos de percentiles de la **Estatura (E)** que será la base fundamental del modelo de contratación ergonómico.

De acuerdo con la Tabla 6 ya mencionada, nos manifiesta que para un *trabajo de precisión* debe existir una

diferencia entre 0 y 10 cm superior a la altura del codo, por lo tanto, nos referiremos a las alturas máximas de la mesa de trabajo de la máquina KM del área de Construcción PLT y SAV en la primera etapa en el área de Construcción CVT ya que en las tres máquinas se encuentran los mismos valores de altura de mesa de trabajo. Ahora bien, las alturas de las mesas de trabajo se distribuyen de la siguiente manera:

Tabla 9

Alturas de mesas de trabajo en las áreas de Construcción PLT y Construcción CVT

Alturas de las mesas de trabajo	
Construcción PLT (KM)	Construcción CVT (SAV)
117 cm	122,5 cm

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10

Estadísticos de la Altura Codo – Suelo en el área de Construcción PLT

Estadísticos		
A.CS		
N	Válido	83
	Perdidos	0
Percentiles	5	101,4800
	25	104,2500
	50	107,2000
	75	109,5000
	95	114,0800

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11

Estadísticos de la Altura Codo – Suelo en el área de Construcción CVT

Estadísticos		
A.CS		
N	Válido	24
	Perdidos	0
Percentiles	5	103,5250
	25	105,1750
	50	108,7250
	75	112,2375
	95	121,4250

Fuente: Elaboración propia



Con la información estadística de la Tabla 10 y la Tabla 11 observamos que aquellas personas que se encuentren entre los percentiles 50 y 95 mantendrán una relación dimensional hombre – máquina en el área de Construcción PLT, mientras que aquellos aspirantes para el área de Construcción CVT deben estar entre los percentiles 75 y 95, tomando como referencia una diferencia dimensional entre 0 y 10 cm entre la altura de la mesas de trabajo y la altura Codo – Suelo, estos resultado nos permite afirmar que existen diferencias significativas entre los segmentos corporales y segmentos

Tabla 12

geométricos de la maquinaria y su entorno de trabajo en las áreas estudiadas, además se corrobora uno de los objetivos del estudio que manifiesta “conocer si los trabajadores realizan movimientos inefectivos debido a la discordancia dimensional,” así también da lugar a determinar un modelo de contratación ergonómico que permita cuidar la salud de los trabajadores.

Así pues, determinamos los rangos óptimos de la **Estatura (E)** como base principal para el modelo de contratación ergonómico comparando con los percentiles de Altura Codo – Suelo.

Estadísticos de la Altura Codo – Suelo y Estatura en el área de Construcción PLT con relación a la altura de la mesa de trabajo

Estadísticos			
		A.CS	ESTATURA
N	Válido	83	83
	Perdidos	0	0
Percentiles	50	107,2000	166,8500
	60	107,8200	168,2400
	70	108,1800	170,0300
	80	110,4500	171,5600
	90	112,0600	174,1800
	95	114,0800	176,4400

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13

Estadísticos de la Altura Codo – Suelo y Estatura en el área de Construcción CVT con relación a la altura de la mesa de trabajo

Estadísticos			
		A.CS	ESTATURA
N	Válido	24	24
	Perdidos	0	0
Percentiles	75	112,2375	173,3750
	85	113,9750	177,1125
	95	121,4250	185,5000

Fuente: Elaboración propia



Finalmente, se determinaron los rangos óptimos de la dimensión antropométrica **Estatura** que permitirá desarrollarse a los operadores en un ambiente de trabajo más seguro en el área de Construcción PLT y Construcción CVT cumpliendo con la información inicial de mantener las alturas óptimas de las mesas de trabajo con relación a la altura Codo – Suelo y el tipo de trabajo.

3 Conclusiones

Las evaluaciones antropométricas se realizaron al 95,5% (N=107) de la población total (N=112) de los cuales el 99% pertenecen al género masculino y el 1% al género femenino perteneciente al Área de Construcción PLT, así también se aplicó el método ERIN al 42,8% (N=48) de la población total de los operadores, esto hace referencia a que por su categoría no están expuestos el 100% de los operadores en el área de Construcción PLT a realizar operaciones en las estaciones de trabajo PU y KM. Además, los participantes se encuentran en un rango de edad entre 24 y 57 años, es decir forman parte de la población laboral (Hans Edward Seyd Velasco, 2004).

Mediante la aplicación de los métodos planteados (Antropometría y Método ERIN) y confirmados a través de significancia estadística las discordancias dimensionales se asocian resultados importantes extraídos de la Evaluación del Riesgo Individual de acuerdo con el nivel de

riesgo, es así como, en el área de Construcción PLT el 50% de los operadores - constructores que efectúan actividades en las estaciones de trabajo PU y KM presentan estar expuestos a un Nivel de Riesgo Medio, el 12,5% expuesto a un Nivel de Riesgo Alto y el 37,5% restante únicamente desarrolla sus actividades con un Nivel de Riesgo Bajo.

En el área de Construcción CVT se presentan datos muy similares primando el Nivel de Riesgo Medio con un 83,3%, seguido de un Nivel de Riesgo Bajo en el 12,5% de la población total y finalmente el 4,2% está propenso a ser afectado por un Nivel de Riesgo Alto. Es importante destacar que la discordancia dimensional no tiene como principal fuente la relación directa hombre – máquina, sino se ve reflejado en los complementos que conforman las estaciones de trabajo como son los carros porta materiales en las dos áreas.

De esta manera se concluye que la elaboración de un modelo de contratación basado en las dimensiones antropométricas aplicado a las empresas manufactureras de producción de neumáticos nos proporcionaría resultados exitosos en el proceso de reclutamiento de personal al momento de generar una compatibilidad dimensional entre el operador y los puestos de trabajo, de este modo la ejecución de las actividades serán más efectivas ya que los movimientos corporales se encontrarán dentro de los ángulos de confort evitando tensiones o sobrecargas posturales tomando



en cuenta que están expuestos a frecuencias considerablemente altas de movimiento durante su jornada laboral, además de disminuir el riesgo de ser afectados por enfermedades profesionales de Trastornos Musculo-esqueléticos (TME) a lo largo su desempeño laboral.

En consecuencia y de acuerdo con lo observado en el campo, es necesario y posible realizar cambios en el entorno de trabajo para disminuir el nivel de riesgo ergonómico en los operadores actuales en las áreas estudiadas, sin embargo, no es posible realizar los cambios en la maquinaria por lo que, *el modelo de contratación determina las dimensiones antropométricas estructurales óptimas del cuerpo con la finalidad que al transformarse en dimensiones antropométricas funcionales se adapten a los espacios de trabajo formando una relación dimensional entre la geometría de la forma y la antropometría.*

Además, a través de la observación directa se detectó que al existir una discordancia dimensional no solo afectaría la salud de los trabajadores, el desempeño de las actividades y de la productividad, sino que también podrían existir pérdidas económicas al momento de verse el operador en incapacidad de no alcanzar los materiales

Referencias

Alfredo Álvarez Valdivia, I. N. de S. e H. en el T. (INSHT. (2015). Alcance máximo en el plano sagital.

por las alturas que superan las capacidades físicas de los trabajadores principalmente en los carros porta materiales.

Por lo anterior expuesto, el caso de estudio podría derivar a investigaciones futuras, como verificar si la contextura corporal y los somatotipos pueden formar parte del modelo de contratación ergonómico debido a que los trabajadores están realizando constante transporte de materiales.

4 Agradecimiento

A las personas quienes brindaron todo su tiempo durante las evaluaciones, así como también a los directivos y supervisores de tan magnífica empresa quienes confiaron y apoyaron para que se efectúe el proyecto.

Un agradecimiento afectuoso a mi Directora de Proyecto, Ing. Paulina Espinoza por su esfuerzo y apoyo.

Así también, al Ing. Fausto Rovalino Tello quien me ha brindado su apoyo con base a su experiencia.

De manera especial el agradecimiento a mis Padres y Familia por su apoyo incondicional durante todo el proceso de carrera.



Armando Ortiz Prad, Y. T. P. (2009). Uso de factores antropométricos y ergonómicos en la evaluación de un puesto de trabajo.

Carmen Negrete García, R. M. M. (2002). Base de Datos Antropométricos y Maniquí Parametrizado: Herramientas Para Diseño con Criterios Ergonómicos, 12.

Daniela Verónica Lema Barrera. (2013, July). *Comparación estadística de medidas antropométricas entre mestizos, indígenas y afro ecuatorianos de la Región Sierra del Ecuador*. Universidad San Francisco de Quito, Quito.

Dirección del Seguro General de Riesgos de Trabajo. (2016). *Enfermedades Profesionales: Periodo Enero - Diciembre, 2014-2015* (Documento Excel). Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. Retrieved from Excel.

Dr. Harold Valero Cruz, D. W. S. G. (2005). Trastornos Musculoesqueléticos Relacionados con las Condiciones de Trabajo de Estibadores y Operadores de Equipos Montacargas en el Puerto de La Habana.

Dr. Roberto Hernández Sampieri, D. M. del P. B. L. (2010). *Metodología de la investigación* (Quinta Edición). Mexico: McGRAW-HILL.

El Mercurio. (2012, November 26). Lesiones y accidentes afectan al trabajador. Retrieved from <http://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/lesiones-y-accidentes-afectan-al.html>

El Mercurio. (2014, June 7). Cinco enfermedades más comunes en el trabajo. Retrieved from <http://www.elcomercio.com/actualidad/enfermedades-laborales-iess-ecuador-lumbalgia.html>

Elizabeth Pérez Mergarejo, Y. R. R. (2011). Ergonomía y simulación aplicadas a la industria, XXXII.

Elvia Luz Gonzáles, R. A. C. (2007). Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana: México, Cuba, Colombia, Chile. Retrieved from



https://www.researchgate.net/publication/31722433_Dimensiones_antropometricas_de_la_poblacion_latinoamericana_Mexico_Cuba_Colombia_Chile_R_Avila_Chaurand_LR_Prado_Leon_EL_Gonzalez_Munoz?enrichId=rgreq-47a8ad1d891ef5fcfd4572772c190422-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMxNzIyNDMzO0FTOjIyNTgyMDUxMDU2MDI1NkAxNDMwODUxMjEzNTM1&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf

Ergonomia e Higiene Industrial. (2007, Diciembre). Trabajo muscular: El trabajo muscular en las actividades laborales. Retrieved from <http://algodeergonomia.blogspot.com/2007/12/trabajo-muscular-el-trabajo-muscular-en.html>

H. Congreso Nacional, C. de L. y codificación. (2012, September 26). Código de Trabajo.

Hans de Ridder, A. S., & Timothy Olds, M. M.-J. (2011). *Protocolo internacional para la valoración antropométrica*. España.

Hans Edward Seyd Velasco, G. A. S. B. (2004). Caracterización y Evaluación del diseño de puestos de trabajo para la población de conductores de transporte de carga terrestre en el departamento de Cundinamarca – Colombia.

Instituto Argentino de Normalización. (2000, Abril). Normar Argentina, IRAM 3800: Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional.

Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. (2014). Informe de rendición de cuentas 2014.

Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. (2016, March). Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo.

Instituto Ecuatoriano de seguridad Social, S. G. de R. de T. (1986, November 17). Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo.



- Joachim Vedder, W. L. (n.d.). *Ergonomía: Herramientas y Enfoques*.
- Jordi Valldeoriola Roquet, D. R. G. (n.d.). *Metodología de la investigación*.
- José Luis Melo. (2009). *Ergonomía práctica: Guía para la evaluación ergonómica de un puesto de trabajo* (Primera edición).
- José Manuel de la Fuente Martín, F. R. S. (n.d.). *Concepción y Diseño del Puesto de Trabajo*.
- Laboratorio de Producción - Facultad de Ingeniería Industrial, E. C. de I. J. G. (2009). *Diseño Antropométrico de Puestos de Trabajo*.
- Landeta Rodríguez, J, V. L., O. (2010). El estudio de casos como metodología de investigación científica en dirección y economía de la empresa. Una aplicación a la internacionalización, *Vol. 16*.
- Mónica García Solarte, C. B. D. (2015). Efectos del miedo en los trabajadores y la organización. Retrieved from http://ac.els-cdn.com/S0123592315000613/1-s2.0-S0123592315000613-main.pdf?_tid=717723fc-9e06-11e7-91fe-00000aab0f26&acdnat=1505913797_f898f2af0a55e054c0a200ab0d146456
- Niloy J. Mitra, Y. Z. (2014). *Ergonomic-driven Geometric Exploration and Reshaping*.
- Organización Internacional de Trabajo. (1994). *Convenio Relativo a la Discriminación en Materia de Empleo y Ocupación*, (C.111.-). Ginebra.
- Pedro Barrau, P. R. M. (1999). *Ergonomía 1: Fundamentos* (Tercera Edición).
- Pedro Barrau, P. R. M., & Enrique Gregori, J. B. (1999). *Ergonomía 3: Diseños de puestos de trabajo* (Segunda edición).
- Ricardo Montero Martínez, Y. R. R., & Silvio Viña Brito. (2010). ERIN: Un método observacional para evaluar la exposición a factores de riesgo de desórdenes músculo-esqueléticos.



Secretaría General Comunidad Andina. (2005a, October). Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Secretaría General Comunidad Andina. (2005b, October). Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Sinercó, S. de S. L. y M. A. (2010). Buenas prácticas para el diseño ergonómico de puestos de trabajo en el sector metal.

Tipos de Ergonomía. (2015). Retrieved from <http://normas-ohsas18001.blogspot.com/2014/02/tipos-de-ergonomia.html>

Tosi Mora Karla, S. G. M. (2016). *Factores de riesgo de trastornos músculo-esqueléticos en el personal que labora en la empresa PASAMANERÍA S.A. CUENCA, 2016.* Universidad de Cuenca, Cuenca.

Lista de tablas

Tabla 1
Número de operadores evaluados antropométricamente de acuerdo con el puesto de trabajo

Tabla 2
Medidas antropométricas y abreviaturas

Tabla 3
Dimensiones geométricas máximas de maquinaria sujeta a evaluación en el área de Construcción PLT

Tabla 4
Dimensiones geométricas máximas de maquinaria sujeta a evaluación en el área de Construcción CVT

Tabla 5
Dimensiones geométricas máximas de carros porta materiales sujetos a evaluación que conforman la estación de trabajo

Tabla 6
Tipos de trabajo y alturas óptimas del plano de trabajo

Tabla 7
Relaciones dimensionales antropométricas y geométricas según los segmentos corporales, en las estaciones de trabajo de maquinaria PU – KM en el área de Construcción PLT

Tabla 7.a1
Relación dimensional entre el Amáx. BD y profundidad de alcance de materiales en maquinaria



Tabla 7.a2

Relación dimensional entre Amáx.BD y profundidad de alcance de materiales en carros porta materiales en las estaciones de trabajo PU y KM.

Tabla 7.a3

Relación dimensional entre Amáx.BL y lateralidad de alcance de botoneras y herramientas en las estaciones de trabajo PU.

Tabla 7.a4

Relación dimensional entre Amáx.BL y lateralidad de alcance de botoneras y herramientas en las estaciones de trabajo KM.

Tabla 7.b1

Relación dimensional entre A.CS y altura de mesa de trabajo en las estaciones de trabajo PU.

Tabla 7.b2

Relación dimensional entre A.CS y altura de mesa de trabajo en las estaciones de trabajo KM.

Tabla 7.b3

Relación dimensional entre Amáx.BV y altura de carros porta materiales en las estaciones de trabajo PU y KM.

Tabla 7.b4

Relación dimensional entre A.HS y altura de carros porta materiales en las estaciones de trabajo PU y KM.

Tabla 7.c1

Relación dimensional entre A.OS y altura de pantalla de control en las estaciones de trabajo PU.

Tabla 7.c2

Relación dimensional entre A.OS y altura de la pantalla de control en las estaciones de trabajo KM.

Tabla 8

Relaciones dimensionales antropométricas y geométricas según los segmentos corporales en las estaciones de trabajo SAV 1, SAV 2 y SAV 3 en el área de Construcción CVT

Tabla 8.a1

Relación dimensional entre Amáx.BD y profundidad de materiales en maquinaria en las estaciones de trabajo SAV primera etapa.

Tabla 8.a2

Relación dimensional entre Amáx.BD y profundidad de materiales en maquinaria en las estaciones de trabajo SAV segunda etapa.

Tabla 8.a3

Relación dimensional entre Amáx.BD y profundidad en carros porta materiales en las estaciones de trabajo SAV.

Tabla 8.a4

Relación dimensional entre Amáx.BL y lateralidad máxima de herramientas y botoneras en las estaciones de trabajo SAV.



Tabla 8.a5

Relación dimensional entre An.HH, An.CC y ancho máximos de los espacios KUK las estaciones de trabajo SAV.

Tabla 8.b1

Relación dimensional entre A.CS, y altura de mesa de trabajo de las estaciones de trabajo SAV.

Tabla 8.b2

Relación dimensional entre Amáx.BV, A.HS y altura de carros porta materiales en las estaciones de trabajo SAV.

Tabla 8.b3

Relación dimensional entre Amáx.BV, A.HS y altura de materiales en máquina en las estaciones de trabajo SAV.

Tabla 8.c1

Relación dimensional entre A.OS y altura de pantallas de control en las estaciones de trabajo SAV.

Tabla 9

Alturas de mesas de trabajo en las áreas de Construcción PLT y Construcción CVT

Tabla 10

Estadísticos de la Altura Codo – Suelo en el área de Construcción PLT

Tabla 11

Estadísticos de la Altura Codo – Suelo en el área de Construcción CVT

Tabla 12

Estadísticos de la Altura Codo – Suelo y Estatura en el área de Construcción PLT con relación a la altura de la mesa de trabajo

Tabla 13

Estadísticos de la Altura Codo – Suelo y Estatura en el área de Construcción CVT con relación a la altura de la mesa de trabajo

Lista de Figuras

Figura 1

Dimensiones antropométricas mínimas para gestión de datos relacionados con el diseño del puesto de trabajo.