

Capítulo 69. Implementación de visión artificial en el análisis de eficiencia, ergonomía y estudio del trabajo para líneas productivas en calzado de personas diabéticas con base en la NOM-036-STPS-2018 y NMX-A-238-SCFI-2019.

Adriana Fragoso Mora
Juan Tomás Oliva Ramos
Rosalba Pérez Márquez
Ana Karen Merino Torres

Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
<https://doi.org/10.46990/iQuatro.2023.15.5.69>

Resumen

Implementar la medición automática para evaluar las condiciones ergonómicas con base en la NOM-036-1-STPS-2018 de posiciones operativas de trabajo, la eficacia de la línea de fabricación de calzado confort, así como el costeo por procesos productivos, a partir de un tablero digital mediante tecnología de visión artificial. El proceso de fabricación de calzado involucrado está orientado en brindar confort a personas diabéticas, por tanto, se toman como referencia la clasificación, especificaciones y métodos de prueba en base a la norma mexicana: NMX-A-238-SCFI-2019.

Análisis de eficiencia y productividad en la línea de producción por medio de visión artificial utilizado en el proyecto hace uso de Redes Neuronales Convolucionales (CNN) para el diagnóstico de videos in situ pertenecientes a la empresa caso de estudio. Dichas redes neuronales aplican un proceso de aprendizaje profundo con la finalidad de caracterizar los diversos movimientos de las manos del operario para en función de ello inferir en qué momento se toman los pares para ser inspeccionados y posteriormente identificar si fue segregado como producto no conforme o si se regresó a la banda como “conforme” a las especificaciones de calidad.

El impacto tecnológico para evaluar las condiciones ergonómicas de posiciones operativas, la eficacia de la línea de fabricación en calzado confort en base al estudio de trabajo involucrando los estándares de desempeño emitidos por la Organización Internacional del Trabajo OIT, así como el costeo por procesos productivos, a partir de la creación de un tablero digital con interfaz gráfica para la toma de decisiones informadas, gracias al análisis de datos en tiempo real.

Palabras clave

Ergonomía, manejo manual de cargas, pie diabético, visión artificial

Introducción

La empresa de calzado caso de estudio, asume la responsabilidad de su propia mejora continua en procesos y con la responsabilidad de garantizar la salud física e integridad ocupacional de sus colaboradores. Por tanto, el impacto tecnológico es pertinente y directo para colaboradores y personal operativo de la empresa con la aplicación de estándares de la NOM-036-1-STPS-2018 que permiten identificar factores de riesgo ergonómico por exposición, repetición y/o permanencia, para prevenir, corregir y eliminar posibles desafíos y alteraciones musculoesqueléticas en la anatomía, salud y seguridad derivadas por posturas no adecuadas para realizar actividades operativas durante la jornada laboral, con esto no sólo se impacta la salud integral en el trabajo sino por ende la calidad de vida integral de los trabajadores involucrados.

La ergonomía se centra en las personas y su interacción con herramientas, equipos, instalaciones, procedimientos, entornos y productos utilizados en el trabajo y la vida diaria. Esencialmente, se centra en cambiar todo lo que usan las personas y los entornos para adaptarse mejor a las capacidades, limitaciones y necesidades de individuos debido a esto la ergonomía es una de las preocupaciones de seguridad más comunes en el lugar de trabajo, porque el entorno no ergonómico puede causar varios problemas de salud. El síndrome del túnel carpiano, el dolor de espalda, la tendinitis y el resfriado y la gripe crónica (debido a una inmunidad disminuida) pueden ser el resultado de procesos ergonómicos inadecuados o inexistentes en el lugar de trabajo (Rojas, 2020).

La presente investigación contribuye con el análisis y aplicación de la NOM-036-1-STPS-2018 la cual evalúa factores de riesgo ergonómicos relacionados al manejo manual de cargas, dichos riesgos están relacionados con el rendimiento laboral de los operadores he aquí la importancia de tener en cuenta la ergonomía dentro de los puestos operativos de trabajo, ya que proporciona comodidad, seguridad y aumenta la productividad del trabajador, es por esto que se tiene presente que el objetivo de dicha norma es establecer los elementos para identificar, analizar, prevenir y controlar los factores de riesgo ergonómico en los centros de trabajo derivados del manejo manual de cargas, a efecto de prevenir alteraciones a la salud de los trabajadores.

Sobre esta línea de análisis los pies son una de las partes del cuerpo que mayor atención requiere; sobre todo, cuando se vive con una enfermedad como la diabetes. Por esto, es fundamental utilizar zapatos especializados. El calzado adecuado es parte integral del tratamiento de un paciente con diabetes, y más si hay alguna evidencia de neuropatía. Los zapatos para diabéticos están diseñados con un interior suave y ergonómico para proteger los pies sensibles y facilitarle su calidad de vida.

De acuerdo a lo anterior también se contribuirá con el análisis y aplicación de la NMX-A-238-SCFI-2019, la cual evalúa el calzado nuevo, a ser utilizado por la población con diabetes, dicho tipo de calzado pertenece al proceso productivo de línea calzado confort No.1704 que se fabrica en la empresa, la presente norma puede contribuir a la prevención de daño a los pies, debido principalmente a neuropatía (insensibilidad), originados por el uso de calzado inadecuado en personas que padecen esta enfermedad, dicho lo anterior se entiende la relevancia de esta norma en la elaboración de esta investigación.

Revisión de la Literatura

La fecha oficial del nacimiento de la Ergonomía como disciplina científica es el 12 de julio de 1949 (Edholm y Murrel, 1973; Lillo, 2000; Meister, 1999; Osborne, 1995; Pereda, 1993). Ese día se fundó en Londres un grupo interdisciplinario interesado en el estudio de los problemas laborales humanos. Este grupo, dirigido por un psicólogo inglés, K.F.H. Murrel (1908-1984), y formado por un conjunto de profesionales de la Psicología, la Medicina y la Ingeniería, se denominó Human Research Society. Posteriormente, el 16 de febrero de 1950, decidieron adoptar el término Ergonomía y cambiar su nombre por el de Ergonomics Research Society, denominación que mantienen actualmente. (Leiros, 2009) Wisner (1983) describió el concepto de ergonomía como un conjunto de conocimientos científicos necesarios para entender como las máquinas y dispositivos pueden ser utilizados con alta eficiencia, seguridad y confort (Colque, 2018).

El estudio de estas operaciones las realizó mediante la observación de los métodos utilizados por los obreros; de sus observaciones surgieron hipótesis para desarrollar mejores

procedimientos y formas para trabajar. Experimentó sus hipótesis apoyado por los empleados fuera del horario normal de trabajo; los métodos que comprobó mejoraban la producción; fueron puestos en práctica en el trabajo cotidiano, previa capacitación de los operarios (Gomez, Lopez, & Gamboa, 2017).

La asociación entre el trabajo y diversos tipos de enfermedades ocupacionales, incluidas las lesiones musculoesqueléticas, fue documentada por primera vez hace ya al menos tres siglos. Bernardino Ramazzini, un médico italiano, observó durante su práctica médica la prevalencia de determinados tipos de dolencias que estaban asociados a trabajos específicos realizados por la población tratada. Ramazzini describe en detalle sus observaciones en la publicación de 1700, *De morbis artificum diatriba* (Discurso sobre las enfermedades de los trabajadores). Este libro es considerado el principal antecedente histórico de la medicina del trabajo moderna y a Ramazzini se le tiene como el padre de la medicina del trabajo (Torres & Rodríguez, 2021).

Un factor importante a la hora de adaptar el trabajo al hombre es el estudio de las enfermedades ocupacionales. Un tratado sobre problemas físicos y también emocionales, relacionados directamente con el trabajo. Su autor, Bernardino Ramazzini (1633-1714), considerado el padre de la medicina ocupacional, describe Historia de la Ergonomía, cómo la Ciencia del Trabajo se basa en 52 ocupaciones distintas, vinculándolas con manifestaciones físicas concretas y prestando especial atención a las causas potenciales de daño y a los efectos a largo plazo de agentes tóxicos, posturas y tareas estresantes. Todo ello convierte esta publicación en un auténtico manual de prevención, otro de los pasos imprescindibles para fomentar la seguridad y la eficacia en el trabajo (Leiros, 2009).

La ergonomía se centra en dos ámbitos: el diseño de productos y el puesto de trabajo. Su aplicación al ámbito laboral ha sido tradicionalmente la más frecuente; aunque también está muy presente en el diseño de productos y en ámbitos relacionados como la actividad del hogar, el ocio o el deporte.

Ergonomía en el trabajo

En estricto sentido no existe ninguna "cosa" ergonómica, pues la calidad de tal depende de la interacción con el individuo, y no bastan las características del objeto per se. El diseño ergonómico del puesto de trabajo intenta obtener un ajuste adecuado entre las aptitudes o habilidades del trabajador y los requerimientos o demandas del trabajo. El objetivo final, es optimizar la productividad del trabajador y del sistema de producción, al mismo tiempo que garantizar la satisfacción, la seguridad y salud de los trabajadores (Fachal & Motti, 2016).

Metodología

Se desarrolló una investigación descriptiva, con un enfoque cuantitativo de corte transversal a partir de la NMX-A-238-SCFI-2019, la cual establece los requisitos mínimos del calzado para personas con diabetes que se comercializa en territorio nacional. Dichos requisitos considerarán cuatro aspectos principales, tales como: calidad, confort, desempeño e inocuidad.

El primer aspecto se refiere al cumplimiento con los requisitos de calidad de los materiales de suela, corte, forro, planta y plantilla, para favorecer el uso del calzado sin falla.

El segundo aspecto se refiere a los requisitos de confort de cada elemento de construcción del calzado para favorecer un clima apropiado en el interior del calzado y una sensación de bienestar al usuario.

El tercer aspecto se refiere a los requisitos de desempeño que debe cumplir el calzado completo para cumplir su función de calzado para personas con diabetes.

El cuarto aspecto se refiere al cumplimiento de los requisitos de inocuidad de los materiales de forro y plantilla, para evitar daño al usuario.

Esta norma puede coadyuvar a la prevención de daño a los pies, debido principalmente a neuropatía (insensibilidad), originados por el uso de calzado inadecuado.

Así mismo dicha Norma Mexicana incluye las especificaciones para el calzado nuevo a ser usado en clima frío y cálido por la población con diabetes, de acuerdo con los tipos A y B de pies de la población con diabetes bajo supervisión médica. Obsérvese (Tabla 69.1).

Tabla 69.1
Norma Mexicana NMX-A-238-SCFI-2019. Clasificación de pies de la población con diabetes

Tipo	Clasificación
A	Sin ulceración actual y sin antecedentes de ulceración
B	Sin ulceración actual, con antecedentes de ulceración
C	Con ulceraciones actuales

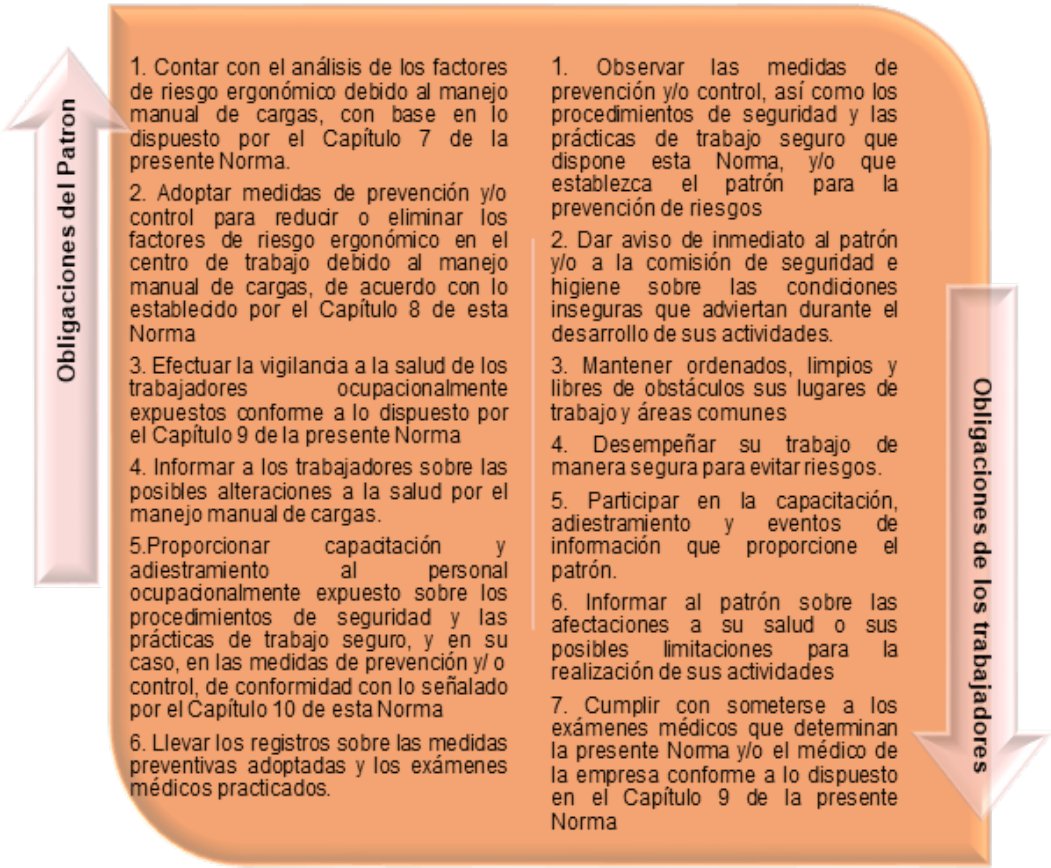
Esta Norma Mexicana incluye además las especificaciones de materiales, hormas, criterios de diseño y fabricación del calzado que a continuación se detallan por sección:

1. Corte: El diseño del calzado en el corte debe ser cerrado, cubriendo el pie hasta el empeine.
2. Espesor: Cuando se evalúe mediante el método de prueba NMX-A-214-1982, el espesor del corte debe ser de mínimo 1,20 mm y máximo 1,60 mm.
3. Forro: El forro puede ser de cuero sin acabado pigmentario, material textil o combinación de ambos, en color y tono claro, acolchado en su totalidad por material espumado.
4. Planta: La planta puede ser de material textil, celulosa, lámina de material sintético o la combinación de cualquiera de estos materiales.
5. Plantilla: La plantilla de contacto debe ser completa, removible, preformada de material espumado, con o sin cazoleta, con cubierta de cuero o material textil, o combinación de ambos materiales, en color y tono claro.
6. Suela: La suela debe ser de una sola pieza sin separación del tacón, de material sintético, sin huecos o ahorradores en la zona del metatarso y punta, con chaflán redondeado en el tacón de mínimo 5 mm.
7. Puntera o Casco: El calzado debe contar con una puntera de material termoplástico o termo formado y debe cubrir solo la parte frontal del calzado, que permita la libre flexión del pie.
8. Contrafuerte: El calzado debe contar con contrafuerte de material termoplástico o termo formable.

9. Horma: El calzado podrá ser fabricado utilizando hormas con los recios códigos EE, EEE, EEEE y EEEEE de acuerdo a lo especificado en las Tablas 69.7, 69.8, 69.9 y 69.10.
10. Cambrellón o espinazo: Si se integra este elemento, debe ser de material no metálico o estar integrado en la suela siendo del mismo material.
11. Producto terminado: El producto terminado puede estar construido en cualquier sistema de construcción y debe contener todos los elementos especificados en la NOMX-A-238-SCFI-2019.

Para la evaluación ergonómica se consideró la Norma Oficial Mexicana NOM:036-1-STPS-2018, la cual tiene como objetivo establecer los elementos para identificar, analizar, prevenir y controlar los factores de riesgo ergonómico en los centros de trabajo derivados del manejo manual de cargas, a efecto de prevenir alteraciones a la salud de los trabajadores. A continuación, se muestran las obligaciones del patrón y de los trabajadores que contiene dicha Norma Oficial Mexicana:

Imagen 69.1
Norma Oficial Mexicana NOM:036-1-STPS-2018.
Obligaciones del patrón y de los trabajadores



La NOM-036-STPS-2018 rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo donde existan trabajadores cuya actividad implique realizar manejo manual de cargas de forma cotidiana (más de una vez al día). Esta Norma no aplica en actividades de manejo manual de cargas menores a 3 kg.

Estimación del riesgo de actividades que impliquen levantamiento y descenso de carga.

• Levantamiento y descenso de carga: Aquellas actividades o tareas realizadas de forma manual, sin ayuda de maquinaria, que producen un momento-fuerza sobre la columna vertebral, y/o extremidades superiores e inferiores, sin importar la dirección. En el levantamiento la fuerza se realiza contra la gravedad y, a favor de ella, al bajar la carga. Norma Oficial Mexicana NOM-036-1-STPS-2018.

Tabla 69.2
Norma Oficial Mexicana NOM:036-1-STPS-2018. Actividades que impliquen levantamiento y descenso de carga

Estimación de riesgo	Gráfico	Indicadores			
		Segui- miento	Moderado	Critico	Critico
Peso de la carga y frecuencia		Menos de 25 kg	25 -50 kg	50 - 80 kg	Más de 80 kg
Distancia horizontal entre las manos y la parte inferior de la espalda		Cerca los Brazos	Brazos alejados del cuerpo	Brazos inclinados afuera del cuerpo	
Región de levantamiento vertical		por encima de la rodilla	por debajo de la rodilla	nivel de suelo o altura de cabeza	
Estimación de riesgo	Gráfico	Indicadores	Segui- miento	Modera- do	Critico
Restricciones posturales					
Acoplamiento mano-carga (elementos de sujeción)		Buen Agarre	Agarre regular	Mal Agarre	
Superficie de trabajo		Piso Seco en buenas condiciones	Piso Seco en malas condiciones	Piso contaminado y Húmedo	
Otros factores ambientales		Sin factor de Riesgo	Factor de riesgo	Dos o más factores de riesgo	

• Peso de la carga y frecuencia: este rubro dentro del Check list muestra una gráfica de estimación de valor que indica el grado de riesgo que puede sufrir el colaborador y se refiere al peso que está cargando la persona y la frecuencia con que lo carga. Verde: Este es el mejor escenario de acuerdo a los límites de masa máxima que el trabajador puede cargar según el rango de tiempo, lo cual indica una carga no máxima a los 25 kg. Amarillo: Este escenario mantiene un rango moderado, aunque aún está en una carga aceptable se debe mantener en observación, la carga se encuentra entre los 25 - 50 kg. Rojo: En este escenario ya se puede observar un patrón de riesgo puesto que la carga excede los 50 kg y se mantiene por un lapso de tiempo prolongado. Morado: Este escenario se observa un nivel crítico y de alto riesgo puesto que la carga ya excede los 80 kg.

- Restricciones posturales: este rubro dentro del Check list muestra el nivel de riesgo conforme a la postura que toma el cargador al momento de tomar la carga. Se indicará verde cuando los movimientos del trabajador no están obstaculizados. Se indica amarillo cuando el trabajador adopta posturas incómodas o forzadas durante el levantamiento de una carga debido al espacio disponible. Se indicará rojo en escenario crítico cuando la postura es restringida por ejemplo cuando el trabajo se realiza en áreas confinadas como una bodega.

- Otros factores ambientales: este rubro dentro del Check list muestra los posibles factores ambientales que pueden afectar al colaborador, como: temperaturas extremas; con fuerte circulación del aire; o en condiciones de iluminación extremas (demasiado oscuro o brillante) Si uno de éstos factores de riesgo está presente el color de la banda será naranja; Si dos o más factores de riesgo están presentes el color de la banda será rojo

Resultados

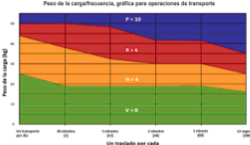
A partir del desarrollo de los instrumentos antes mostrados y de acuerdo a las normas de referencia se determinan los siguientes resultados:

El presente análisis contiene los requisitos mínimos del calzado para personas con diabetes que se comercializan en territorio nacional con base en los requerimientos técnicos establecidos en la NMX-A-238-SCFI-2019 referente a la construcción del calzado determinando las especificaciones técnicas desde la sección de corte hasta la construcción del producto terminado. El diagnóstico respectivo se realizó en primer lugar identificando el calzado confort para personas que padecen diabetes que se fabrica dentro de la empresa caso de estudio, el cual está registrado como el modelo 1704 calzado confort para caballero. Posteriormente se obtuvo una muestra tanto del zapato terminado como de piezas que lo conforman y se analizó cada uno de los criterios establecidos por la Norma NXM-A-238-SCFI-2019, identificando por medio de inspección visual por el método de triangulación de expertos la aprobación de cumplimiento con base en los criterios técnicos de la norma de referencia.

Referente a la aplicación de check list con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-036-1-STPS-2018, Factores de riesgo ergonómico en el Trabajo-Identificación, análisis, prevención y control. Parte 1: Manejo manual de cargas.

Se realizó la estimación del riesgo ergonómico por el levantamiento y transporte manual de cargas para evaluar las condiciones en que se realiza esta actividad, tiene el método siguiente:

Ejemplo de Check list de Levantamiento y Descenso de la carga

CHECK LIST TRANSPORTE DE CARGAS								
		Nombre: Ismael Porras Puesto Evaluado: Almacanista despachador y cobrador Estatura: 1.75 metros Peso: 83 kg Fecha de Evaluación: 20/oct/2022 Edad: 26 años Evaluador: Samantha Lopez						
		Estimación del riesgo de operaciones de transporte de cargas						
Área a Evaluar	Descripción de riesgo	Gráfico	Indicador de Norma (Debe ser: Requerimiento técnico)				Diagnostico de tarea realizada	Evidencia Fotografica
a) Peso de la carga y frecuencia		 Peso de la carga/frecuencia, gráfico para operaciones de transporte Un trabajador por celda (Distancia por hora)	Seguimiento	Adecuado	Critico	Critico	valor = 0 valor = 4 valor = 6 valor = 10 Indicar peso de la carga 0	
b) Distancia horizontal entre las manos y la parte inferior de la		 Cerca de los brazos Lejos de los brazos	Seguimiento	Adecuado	Critico	Critico	valor = 0 valor = 3 valor = 6 3	

Criterios que se consideran dentro del Check list de Levantamiento y descenso de la carga:

- a) Peso de la carga y frecuencia
- b) Distancia horizontal entre las manos y la parte inferior de la espalda
- c) Región de levantamiento vertical
- d) Torsión y flexión lateral del torso
- e) Restricciones posturales
- f) Acoplamiento mano-carga (elementos de sujeción)
- g) Superficie de trabajo
- h) Otros factores ambientales
- i) Criterios que se consideran dentro del Check list transporte de la carga:
- j) Peso de la carga y frecuencia
- k) Distancia horizontal entre las manos y la parte inferior de la espalda
- l) Carga asimétrica sobre el torso
- m) Restricciones posturales
- n) Acoplamiento mano-carga (elementos de sujeción)
- o) Superficie de trabajo
- p) Otros factores ambientales
- q) Distancia de transporte
- r) Obstáculos en la ruta

Figura 69.4
Ejemplo de Check list de Transporte de cargas

CHECK LIST DE LEVANTAMIENTO Y DECESO DE CARGA												
Estimación del riesgo de actividades que impliquen levantamiento y descenso de cargas				Nombre: Gerardo Rios Ruiz								
				Puesto Evaluado: Auxiliar de almacen en area de inspeccion de pidos		Edad: 22 años						
				Fecha de Evaluación: 17/Oct/2022		Peso: 65 kg						
				Evaluador: Samantha Lopez		Estatura: 1.68 metros						
Área a Evaluar	Estimación de riesgo	Gráfico	Indicador de Norma (Debe ser; Requerimiento técnico)				Diagnostico de tarea realizada				Evidencia Fotografica	
			Seguimiento	Moderado	Critico	Critico	valor = 0	valor = 4	valor = 6	valor = 10	Frecuencia	
a) Peso de la carga y frecuencia			menos de 25 kg	de 25 - 50 kg	de 50 - 80 kg	más de 80 kg	0				1 rollo de piel/ 5 minutos	
b) Distancia horizontal entre los brazos y la parte inferior de la espalda			Seguimiento	Moderado	Critico	Critico	valor = 0	valor = 3	valor = 6	valor = 9		
			Seguimiento	Moderado	Critico	Critico	valor = 0	valor = 1	valor = 3	valor = 9		

Las evaluaciones mostradas anteriormente se realizaron en un periodo de tiempo de 2 meses, comenzando el septiembre a octubre 2022 con un total de 28 personas evaluadas en cuatro distintas áreas: Embarque con (10) personas, Almacén con (10) colaboradores, Corte con (4) personas y Adorno con (4) personas con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-036-1-STPS-2018.

En simultáneo al análisis anterior, se realizaron los diagnósticos con la aplicación de técnicas de visión artificial aplicables para la eficiencia de las líneas productivas, se llevaron a cabo pruebas para identificar la técnica de visión artificial que fuera factible para lograr los objetivos de medición establecidos, ya sea a través de los movimientos de las partes del cuerpo y la medición de los productos en la banda de fabricación de calzado confort. Véase Figura 69.2.

Figura 69.2
Medición por partes del cuerpo humano



Sobre esta misma línea de evaluación a partir de visión artificial, otra de las técnicas exploradas consistió en detectar los movimientos de las manos del operario para en función de ello inferir en qué momento se toman los pares para ser inspeccionados y posteriormente identificar si fue segregado como producto no conforme o si se regresó a la banda como “conforme” a las especificaciones de calidad como lo muestra la Figura 69.3.

Figura 69.3

Detecciones de movimiento de los brazos



Para este tipo de medición se requirió aplicar la metodología siguiente:

1. Establecer la zona de la ubicación del operador (zona de trabajo) a medir con la finalidad de discriminar sobre otros trabajadores que puedan estar visibles a la cámara y, de esta forma, asegurar que solo se mida a la persona objeto del análisis.
2. Establecer la zona donde se toman los pares (zona de entrega de tarea) para ser procesados por el operario.
3. Detección de la presencia del operario en su zona de trabajo para medir el porcentaje de disponibilidad y compararlo con la planeación tomando en cuenta los suplementarios.
4. Identificar las coordenadas de ambas manos del operario en cada cuadro del video.
5. Identificar tiempo del inicio del ciclo de la operación cuando la persona coloca las manos en la zona mencionada en el punto 2.
6. Calcular el tiempo de ciclo en función de cada vez que se colocan las manos en la zona mencionada en el punto 2.
7. Dibujar en el video las zonas de detección de los brazos y la zona de trabajo y de la tarea.
8. Filtrar los falsos positivos, es decir, cuando la persona que acaba de colocar un material terminado en la zona de entrega de tarea es posible que a los pocos segundos vuelva a colocar las manos para acomodar mejor el material. El código incluye evitar los falsos positivos a partir de ese escenario.

Finalmente, con base en la medición de actividades de los movimientos de las partes del cuerpo del trabajador se verificó su capacidad para medir los indicadores. Se encontró que requiere un alto grado de estandarización del trabajo difícil de lograr por los operarios. Se revisó alternativamente la medición desde la banda para lo cual se tomaron imágenes de la misma. Obsérvese Figura 69.4.

Figura 69.4

Imagen seccionado para inspección en empresa



Discusión

Las organizaciones afrontan diariamente diversos retos y es pertinente que accedan a implementar nuevos procesos que detonen su competitividad. La aplicación de instrumentos de medición técnicos basados en normas oficiales mexicanas permite a las empresas determinar procesos de mejora continua que incrementan la calidad de sus productos y eficiencias de líneas productivas sin descuidar la salud ocupacional de sus colaboradores.

El establecimiento de procesos internos y estrategias que permitan la detección oportuna de lesiones musculo esqueléticas, así como factores determinantes en la jornada diaria del trabajador por permanencia y exposición propia de su ocupación, asegura un mejoramiento en la calidad de vida del mismo y permite a sus empleadores reducir factores de riesgo innecesariamente costosos si no se atienden de forma precisa y bajo el seguimiento médico adecuado. La investigación realizada, nos muestra el hallazgo más preponderante de nuestra cultura laboral, en cuanto a la identificación, uso, desarrollo y mejora continua de procesos productivos con la aplicación de tecnologías de visión artificial, permiten el desarrollo de innovación aplicada para la creación de valor in situ dentro de planta, sin descuidar la responsabilidad empresarial de salvaguardar la integridad física y ocupacional de los colaboradores impactando de forma directa en su calidad de vida y de sus familias por consecuencia.

Conclusiones

Actualmente, en México de acuerdo a cifras del INEGI, 2019 existe un riesgo de trabajo relacionado con lesiones musculo esqueléticas cada 58 minutos, dato alarmante por la falta de salud ocupacional al respecto en nuestros entornos de trabajo. Por tanto, el compromiso de nuestras investigaciones y aplicación de tecnología en el sector empresarial es potenciar la implementación de criterios técnicos en la NOM-036-1-STPS-2018 y NMX-238-A-SCFI-2019 que permitan la consecución de objetivos empresariales, proporcionando a los trabajadores un entorno ocupacional sano y sin consecuencias limitantes crónico degenerativas para su vida laboral.

Desde la perspectiva de la empresa, los resultados abonan al cumplimiento específico de responsabilidad al respecto a salvaguardar la integridad de sus colaboradores durante sus funciones productivas, proyectando expandir el diagnóstico al total de puestos operativos correspondientes a las Plantas 3, 4 y 5 de su grupo empresarial.

Algunas limitaciones del estudio, estriban en el diagnóstico de puestos para el total de los puestos operativos con el manejo manual de cargas para la Planta 1 y 2 en la empresa caso de estudio. Otra limitante refiere al contenido de la guía complemento para la mejor comprensión de la NOM-036-1-STPS-2018 y NMX-238-A-SCFI-2019, no es de cumplimen-

to obligatorio. No obstante, la guía consiste en un cuestionario se basa en el Cuestionario Nórdico de Kuorinka, su propósito es detectar la existencia de síntomas iniciales que todavía no se han constituido como una enfermedad, ayuda para recopilar información sobre dolor, fatiga o molestias corporales. El cuestionario podrá aplicarse a los trabajadores que realizan manejo manual de cargas en forma propositiva.

Referencias

- García, F. J. P. (2004). Intensificación del esfuerzo de trabajo en España. Cuadernos de Relaciones Laborales, 22(2), 117-135.
- Flores, C. (2001). Ergonomía para el diseño. Teoría y práctica: Diseño.
- Monjaraz, Z. M., & Ramos, M. E. S. (2017). Estudio sobre el impacto de los factores ergonómicos en la productividad en un estudio de caso. Jóvenes en la ciencia, 2(1), 1689-1693.
- Noma Oficial Mexicana NOM-036-1-STPS-2018. Diario Oficial de la Federación. www.dof.gob.mx/
- Noma Mexicana NMX-238-A-SCFI-2019. Diario Oficial de la Federación. www.dof.gob.mx/
- Papandreou, G, Zhu, T (2017). Towards Accurate Multi-person Pose Estimation in the Wild
- Papandreou, G, Zhu, T (2017). PersonLab: Person Pose Estimation and Instance Segmentation with a Bottom-Up, Part-Based, Geometric Embedding Model.
- Pazmiño Valencia, L. G. (2018). La seguridad y salud ocupacional en el sector de calzado de la provincia de Tungurahua (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias Administrativas. Carrera Organización de Empresas).
- Piñeda Geraldo, A. (2015). Ergonomía y antropometría aplicada con criterios ergonómicos en puestos de trabajo en un grupo de trabajadoras del subsector de autopartes en bogotá, d.c. colombia Revista Republicana, (3). Recuperado a partir de <http://ojs.urepublicana.edu.co/index.php/revistarepublicana/article/view/121>.
- Serrano-Villa, N., Rivera-Aguirre, L., Hernández-Flores, M. F., & Hernández-Pitalúa, D. (2019). Evaluación ergonómica y condición ambiental en una sala con computadoras, con base en las herramientas de la calidad. RINDERESU, 3(1-2),01.