

La industria 4.0 en apoyo a empresarias sociales del tramo 2 del tren maya

Industry 4.0 in support of social entrepreneurs of section 2 of the maya train.

Wendy Argentina de Jesús Cetina López¹

Elsy Verónica Martín Calderón²

RESUMEN

En la Zona de Camino Real Campeche, existen varios grupos de mujeres o empresarias sociales dedicadas principalmente a la elaboración de artesanías. La actividad artesanal conlleva el esfuerzo físico para la elaboración de los productos que se comercializan en la zona. Ese tipo de actividad repetitiva impacta en la salud de las artesanas, generalmente ocasionando fatiga, desgaste, e incluso el engrosamiento del recubrimiento alrededor de los tendones, lo cual se traduce como síndrome del dedo en gatillo. Este síndrome puede ser tratado mediante la ocupación de una férula, que podría evitar la intervención quirúrgica, sin embargo, el proceso de fabricación de la férula implica la mano de obra de especialistas, así como la ocupación de un material termoplástico que no se consigue con facilidad en el medio. La Industria 4.0 ofrece la posibilidad de simplificar el proceso de fabricación de las férulas; ocupando el diseño asistido por computadora y la manufactura aditiva. En este trabajo se analizan 2 métodos de fabricación para la elaboración de férulas, que pueda simplificar el proceso y hacer más accesible este tipo de productos a las artesanas de la región, que fabrican sus productos con miras a su comercialización en el tramo 2 del Tren Maya.

PALABRAS CLAVES: Impresión 3D, Dibujo Asistido por Computadora, Dedo en Gatillo.

Fecha de recepción: 29 de julio, 2024.

Fecha de aceptación: 26 de septiembre, 2024.

¹ Doctora en Ciencias de la Administración, con Maestría en Educación y Desarrollo Humano y Licenciatura en Arquitectura. Profesora de Tiempo Completo del Tecnológico Nacional de México/ITS Calkiní, Campeche, del programa educativo de ingeniería industrial. E-mail: wacetina@itescam.edu.mx <https://orcid.org/0009-0000-6546-3362>

² Maestra en Planificación de Empresas y Desarrollo Regional con Licenciatura en Ingeniería Industrial. Profesora de Tiempo Completo del Tecnológico Nacional de México/ITS Calkiní, Campeche, del programa educativo de ingeniería industrial, E-mail: evmartin@itescam.edu.mx y elsymartin@hotmail.com <https://orcid.org/0009-0003-6312-0448>

ABSTRACT

In the Camino Real Campeche area, there are several groups of women or social entrepreneurs dedicated mainly to the production of crafts. The artisanal activity involves physical effort to produce the products that are sold in the area. This type of repetitive activity impacts on the health of artisans, generally causing fatigue, wear, and even thickening of the coating around the tendons, which translates into trigger finger syndrome. This syndrome can be treated by using a splint, which could avoid surgical intervention, however, the process of manufacturing the splint involves the labor of specialists, as well as the use of a thermoplastic material that is not achieved with ease in the middle. Industry 4.0 offers the possibility of simplifying the splint manufacturing process; occupying computer-aided design and additive manufacturing. In this work, two manufacturing methods to produce splints are analyzed, which can simplify the process and make this type of product more accessible to the artisans of the region, who manufacture their products with a view to marketing them on section 2 of the Train. Maya.

KEYWORDS: 3D printing, Computer Aided Drawing, Trigger Finger.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de actividades repetitivas puede tener un impacto en la salud de los trabajadores, esto puede percibirse con mayor frecuencia cuando se trata del desarrollo de actividades manuales como es el caso de las actividades realizadas por las artesanas. La fatiga, el desgaste, las operaciones repetitivas son condicionantes que apoyan el síndrome del dedo en gatillo ó tenosinovitis que se refiere al engrosamiento del recubrimiento alrededor de los tendones que resulta en una condición estenosante (Flores, et al; 2015). Este síndrome se presenta principalmente en mujeres a partir de los 40 años, uno de los tratamientos con mejores resultados es la ocupación de férulas elaboradas con termoplástico, sin embargo, este material no se consigue con facilidad y puede generar reacciones alérgicas en algunas personas; por otra parte, las férulas tienen que ser personalizadas considerando las características antropométricas del paciente.

En este sentido, la Industria 4.0 ofrece múltiples alternativas para la simplificación de los procesos, la sustitución de materiales, lo cual representa una oportunidad de innovar e impactar en la calidad de vida de las mujeres que trabajan de forma artesanal.

Una de las estrategias que aporta estos elementos tecnológicos, es el diseño asistido por computadora que ofrece diversas opciones para diversificar los métodos de creación y fabricación de los productos y procesos, la versatilidad del diseño asistido por computadora, permite la incorporación de técnicas que apoyan la redefinición de las capacidades de producción; como es el caso de la manufactura por adición o la impresión 3D, que es un conjunto de procesos que producen objetos a través de la adición de material en capas que corresponden a las sucesivas secciones transversales de un modelo 3D (Autodesk Inc; 2021). Lo anterior implica la ocupación de herramientas que pertenecen a la 4ta. Revolución industrial o Industria 4.0.

Por otra parte, la ingeniería de métodos incluye el diseño, la creación y la selección de los mejores métodos de fabricación, procesos, herramientas, equipos y habilidades para manufacturar un producto con base en las especificaciones desarrolladas por el área de ingeniería del producto (Nebel y Freivalds, 2009). La ingeniería de métodos implica la utilización de la capacidad tecnológica. Esto hace que las mejoras en la producción sean constantes. Se determina el cómo o la manera de realizar una actividad o proceso de producción de bienes o servicios, encontrando aplicación en diversas áreas de la industria o de los servicios (Durán, F; 2007).

La industria 4.0 en apoyo a empresarias sociales del tramo 2 del tren maya

De acuerdo con lo anterior la ingeniería de métodos, el diseño asistido por computadora y la tecnología aditiva; permiten mejorar los procesos de producción ya sea de bienes o servicios, sin importar el sector productivo que se esté trabajando. Esto hace posible el desarrollo de este proyecto que promueve la mejora del método de fabricación de férulas que ayuden en el tratamiento de la tenosinovitis estenosante de la mano o dedo en gatillo; que es un padecimiento que afecta al 36% de la población de mujeres a partir de los 40 años (Flores, et al; 2015).

Teniendo como objetivo general: Simplificar y sustituir el proceso de fabricación y el material termoplástico con el que son fabricadas las férulas auxiliares en el tratamiento del síndrome del dedo en gatillo, ocupando herramientas de la Industria 4.0 como son el diseño asistido por computadora y la impresión 3D. Este objetivo implica:

1. Documentar el método manual y el método que utiliza la impresión 3D para la realización de férulas.
2. Ocupar el software de diseño asistido por computadora para el diseño de las férulas que permita la inmovilización de la vaina flexor, el tendón, la polea A1 y la vaina sinovial de la mano afectada.
3. Realizar la impresión de la pieza.
4. Documentar los resultados obtenidos.

Dentro del análisis de los procesos de producción se busca identificar materiales, equipos, herramientas y métodos que apoyen la eliminación de desperdicios (tiempo, materiales), disminuyan la fatiga, monotonía y los riesgos que corre un trabajador al realizar alguna actividad. La simplificación y mejora de los métodos de producción también contribuye a la calidad del producto y que este pueda llegar a un mayor número de usuarios o clientes.

Se pretende mejorar el método de fabricación de las férulas no articulares utilizadas en el tratamiento del dedo en gatillo, mediante la ocupación de las herramientas de la Industria 4.0 (el diseño asistido por computadora y la impresión 3D), haciendo accesible esta tecnología, para la personalización de dichas férulas y como apoyo a personas que tengan este padecimiento, en grupos de artesanas o empresarias sociales del tramo 2 del Tren Maya, ubicadas en la zona de Camino Real Campeche.

JUSTIFICACIÓN

La ingeniería de métodos involucra observar y conocer en detalle la forma en que un trabajo se efectúa, recopilando y organizando los datos e información relevante sobre el proceso y determinando sistemáticamente mejoras al mismo. El estudio de métodos se centra en determinar cómo se realiza un trabajo, con el fin de hacerlo más simple, eficaz y rápido, considerando que las tareas o actividades pueden ser realizadas por un solo operario o por un grupo, utilizando herramientas, equipo o maquinaria. (Baca-Urbina, G et al; 2014).

Durán, F (2007) menciona que: “La ingeniería de métodos proporciona un paquete de herramientas de análisis que permite asimilar y comprender las leyes y los elementos que intervienen en el proceso productivo y la manera cómo se puede hacer uso de aquello, para mejorar la productividad y, a la vez, brindar un mejor servicio a la sociedad. La aplicación de estos conceptos en el ámbito de los servicios de la salud no debe ser una novedad ni verse como algo fuera del contexto”.

Dentro de las consideraciones técnicas para la aplicación o análisis de la ingeniería de métodos se encuentran la automatización o computarización de las actividades de un proceso, evidentemente el diseño asistido por computadora (CAD) es una estrategia que puede ser aplicada con estos fines, al ser una técnica de análisis, y una manera de crear un modelo del comportamiento de un producto aun antes de que se haya construido (Rojas y Rojas, 2006).

La industria 4.0 en apoyo a empresarias sociales del tramo 2 del tren maya

El diseño (CAD) se utiliza en casi todas las industrias, en proyectos tan dispares como el diseño de paisajes, la construcción de puentes, el diseño de edificios de oficinas y la animación de películas. Con los programas CAD 2D o 3D, se puede realizar diferentes tareas, como crear un modelo 3D de un diseño, aplicar materiales y efectos de iluminación, documentar el diseño con cotas y otras anotaciones. Con características como las nubes de puntos, se puede añadir un contexto real a los dibujos para crear un gemelo digital o recrear objetos físicos en los diseños (Autodesk Inc; 2021).

Uno de los softwares de CAD, que ofrece un entorno intuitivo es SolidWorks que es una solución de diseño tridimensional completa que integra un gran número de funciones avanzadas para facilitar el modelado de piezas, crear grandes ensamblajes, generar planos y otras funcionalidades que le permiten validar, gestionar y comunicar proyectos de forma rápida, precisa y fiable (Gómez S, 2019).

El programa SolidWorks permite imprimir de forma directa al generar archivos STL, un formato muy aceptado de impresión en 3D (Zarate R, 2016). Lo cual, hace posible la generación de prototipos físicos, mediante la adición de material en capas que corresponden a las sucesivas secciones transversales de un modelo 3D ó manufactura por adición (Autodesk Inc; 2021).

Por lo tanto, el software SolidWorks puede ser utilizado para simplificar el proceso de diseño y fabricación de las férulas auxiliares en el tratamiento del padecimiento de la tenosinovitis estenosante de la mano o dedo en gatillo.

La tenosinovitis se refiere al engrosamiento del recubrimiento alrededor de los tendones que resulta en una condición estenosante, que al ocurrir a nivel de los dedos produce el dedo en resorte/gatillo (Flores, et al; 2015). Según Chaves (2008), "el paciente al flexionar o reextender activamente los dedos, presenta un chasquido doloroso o no asociado a hiperestesia en la palma de la mano que proviene de los tendones flexores del dedo que tiran bruscamente a través de una porción de polea A1 tensada de la vaina del flexor".

Un tratamiento que, apoya la disminución de los síntomas del dedo en gatillo es el uso de férulas elaboradas con un material termoplástico que, no se consigue con facilidad. La férula es fabricada por el personal médico ó un especialista del área de la salud, utilizando un método de fabricación manual, realizado en el tiempo de una consulta médica. Por la dificultad para conseguir el material, la férula es entregada en comodato al paciente que lo requiere.

Las condiciones anteriores pueden mejorarse al ocupar el diseño asistido por computadora y la impresión 3D, acelerando el proceso y mejorando la calidad de las piezas resultantes lo que haría posible atender a un mayor número de pacientes.

En el caso concreto, de las empresarias sociales del Camino Real, al realizar operaciones manuales en la elaboración de los productos que comercializan, la tendencia a presentar el síndrome del dedo en gatillo es alta, lo que afecta la productividad de la organización y afecta la calidad de vida de estas mujeres.

Una de las tecnologías presentes en la Industria 4.0 es la manufactura aditiva o impresión 3D; esta tecnología está avanzando a pasos agigantados en el mundo de la fabricación, sobre todo resulta una muy notable ventaja cuando el producto no se ha empezado a fabricar y se desea obtener una primera imagen real o prototipo, verificar su forma, identificar los pequeños errores que pueden presentarse, en el caso de ser diseñada para mejorar su modelo antecesor. Al tener la posibilidad de comprobar si el nuevo diseño cumplirá con los requisitos de tamaño y forma en su lugar de trabajo e incluso definir una producción en serie donde al cliente se le da a conocer cómo será su producto antes de comenzar la producción y si este decide hacer una modificación en el diseño, que no suponga una gran pérdida de esfuerzo y dinero (Sánchez Zamora, N., & Lira Hernández, I. A. 2020). Por otro lado, la impresión 3D o manufactura aditiva permite producir pequeños lotes de productos personalizados que ofrecerán ventajas tales como diseños más ligeros con mayor rendimiento, ideales para la industria aeroespacial y automotriz o para el área de la salud; no obstante, para la

manufactura aditiva es imprescindible contar con un sistema de escáner para obtener un modelo 3D digital (Suárez, J. C., Salazar, F. F., Nava, I. F., & Hernández, R. H.; 2019).

La versatilidad del modelado permite una mayor precisión para generar el producto que realmente satisfaga las necesidades del cliente incluyendo la personalización requerida para una correcta adaptación antropométrica.

METODOLOGÍA

En este trabajo se realizó un análisis comparativo entre el método de fabricación de las férulas utilizando un hidrocolador y la manufactura por adición o la impresión 3D. Este análisis se realizó ocupando los diagramas de flujo de operaciones, donde se puede observar, la secuencia de las operaciones, los materiales, herramientas y los tiempos necesarios para la fabricación de un producto. Por otra parte, será necesario seguir el proceso del diseño (CAD) para adaptar las férulas a las características antropométricas de los pacientes que presente el trastorno reumático del dedo en gatillo. De igual manera se pretende realizar un muestrario de férulas considerando las medidas antropométricas que predominan en la región. El proceso general implicó:

- Establecer los requisitos del paciente.
- Especificar el diseño.
- Modelos computacionales, lo cual conlleva: realizar el diseño conceptual, realizar el diseño detallado, evaluar el diseño, verificación del diseño.
- Validación del diseño.

Lo anterior, dará como resultado férulas personalizadas que puedan ser ocupadas por pacientes con el trastorno reumático del dedo en gatillo, así como evaluar el impacto y las limitaciones funcionales en la vida diaria, es decir, que el uso de las férulas no limite la participación de las personas en sus actividades diarias.

Para completar el análisis se ocupó la metodología de la ingeniería de métodos, de manera concreta el estudio del método que incluye la elaboración de diagramas de flujo de las operaciones. Estos diagramas son representaciones gráficas de los procesos, representan una herramienta útil, para estudiar y analizar los procesos con detenimiento e identificar qué aspectos se pueden mejorar. Los diagramas ofrecen la ventaja de presentar la información de una manera visual de forma que, se puede conocer cómo se desarrolla el proceso, de forma rápida. La diagramación de procesos permite tener una visión global de la organización, ya que expresa gráficamente las relaciones entre las actividades y permite obtener una primera idea sobre los procesos que se desarrollan en la misma (Sanchis Gisbert, R. 2020).

En los diagramas de procesos de operaciones se ocupa simbologías y conexiones que indican el flujo del proceso como lo hace ver Solís (S/F); en los diagramas puede distinguirse el encabezado, el cuerpo del diagrama y el cuadro de resumen; así como el establecimiento de los tiempos para la realización de cada una de las operaciones que implican la fabricación de las férulas. Posteriormente se realizó la comparación de los resultados obtenidos; utilizando principalmente el cuadro de resumen que aporta información relacionada al proceso.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La primera etapa consistió en la documentación del método manual, para lo cual fue necesario observar detenidamente el trabajo realizado por especialistas en fisioterapia. En la figura 1, se

La industria 4.0 en apoyo a empresarias sociales del tramo 2 del tren maya

muestra la secuencia de las operaciones para la fabricación de férulas utilizando material termoplástico al cual se le denominó método actual.

En la figura 1, se puede ver que con el método actual se realiza un total de 9 eventos, de los cuales 7 corresponden a las operaciones que realiza el operario o fisioterapeuta y 2 tiempos de espera o demoras que corresponden a la espera del calentamiento del material termoplástico para ser moldeado, así como el tiempo necesario del material para que enfríe y se concluya la pieza.

Considerando el análisis anterior el tiempo total fue de 17 minutos y 19 segundos. La siguiente etapa fue replicar el proceso utilizando las herramientas del diseño (ocupar el software de diseño asistido por computadora para la elaboración de las férulas que permita la inmovilización de la vaina flexor, el tendón, la polea A1 y la vaina sinovial de la mano afectada; por último, realizar la impresión de la pieza en 3D, como se muestra en la figura 2.

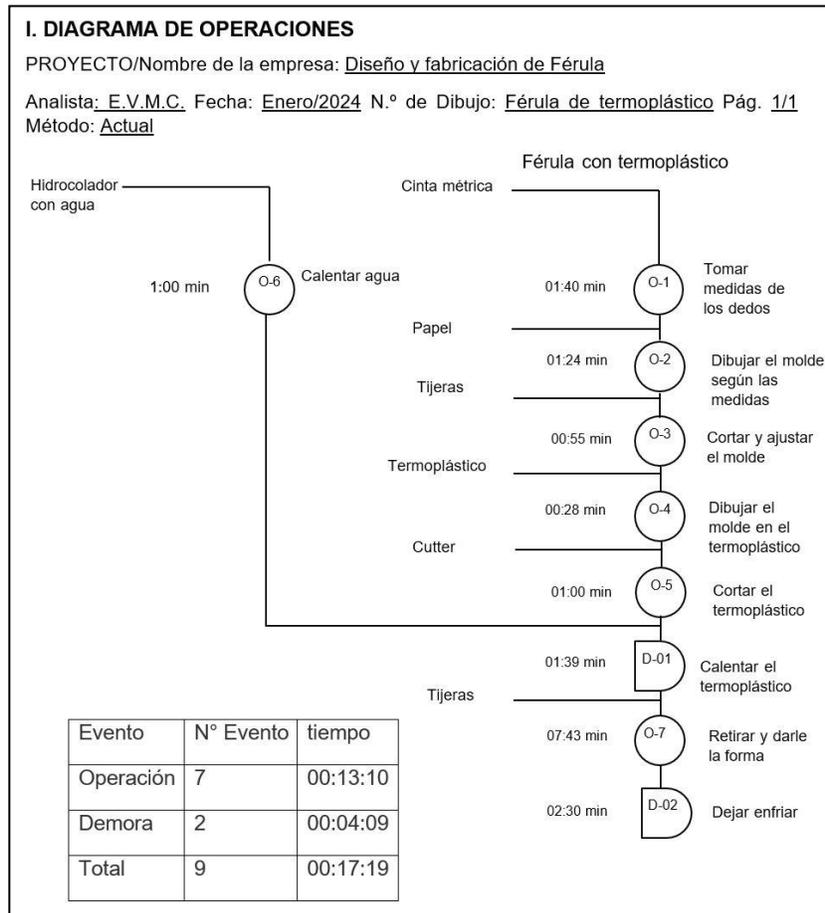


Figura 1. Diagrama de operaciones del método actual o fabricación manual de férula con termoplástico. Fuente: Elaboración propia.

La industria 4.0 en apoyo a empresarias sociales del tramo 2 del tren maya

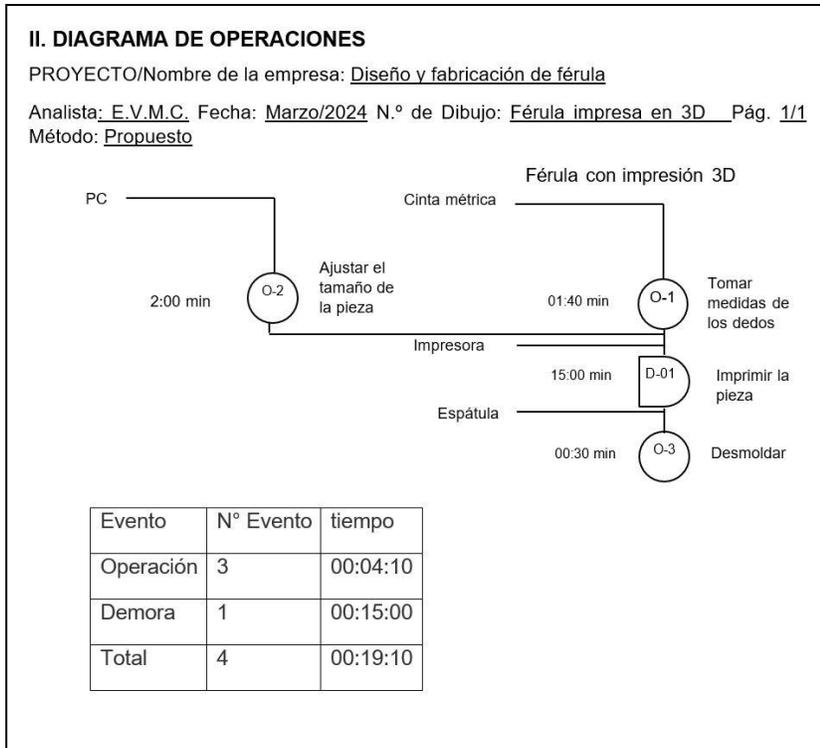


Figura 2. Diagrama de proceso de operaciones con el método propuesto o impresión 3D. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2, se puede observar el diagrama de proceso de operaciones que corresponde al método propuesto que implica el diseño e impresión 3D de las férulas, en el proceso se tiene un total de 4 eventos, de los cuales 3 corresponden a operaciones y una demora que implica el tiempo de la impresión en 3D. Al realizar ambos procesos se obtuvieron los valores que se muestran en la figura 3.

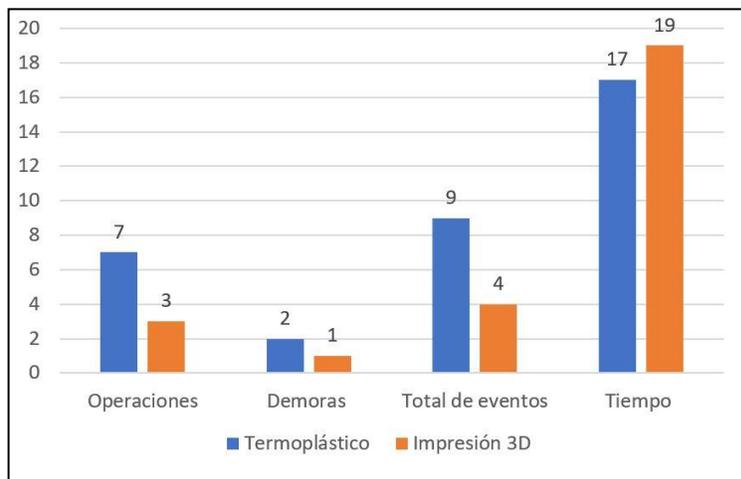


Figura 3. Gráfica Comparativa de los principales valores obtenidos al replicar los 2 procesos de fabricación. Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, en la figura 3, se puede apreciar que, con el método propuesto, fue posible disminuir un 44% el total de eventos. Aunque el método propuesto implica un incremento en el tiempo de producción, representa la disminución de las actividades realizadas por el operario, mismo que favorece el acoplamiento de actividades; lo que según Niebel y Freivalds (2009) permite al operario realizar otras actividades o manejar más de una máquina.

El método propuesto presenta varias ventajas, entre las que se pueden mencionar las siguientes:

- Reducción del tiempo de trabajo por parte del operario o terapeuta.
- El material de aporte para la realización de la impresión de la pieza es fácil de conseguir. Los materiales más utilizados para impresión en 3D, son el ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) y PLA (ácido poliláctico). Ambos materiales cuentan con la rigidez necesaria para la impresión de una pieza funcional.
- Es posible ocupar diferentes tipos de material para la realización de la impresión, lo cual permite una mejor adaptación a pacientes con piel sensible o que resulten alérgicos al material termoplástico que se ocupa en el método tradicional.
- Una vez obtenido el diseño de la pieza, es posible escalarlo, lo cual permite modificar las medidas y que esta pueda adaptarse a diferentes pacientes.
- La ocupación del software de diseño asistido permitió realizar adecuaciones a la férula, hasta obtener un modelo que responda a la inmovilización de la vaina flexor, el tendón y la polea afectada; mismo que permite la reducción de la inflamación y por ende a la reducción del dolor.

Sin embargo, también hay que notar que el método propuesto presenta algunas desventajas las cuales se comentan a continuación:

- Requiere de la ocupación de equipo especializado para el diseño de la pieza los cuales son: (un equipo de computo con capacidad para la ejecución del software de diseño y una impresora 3D para la obtención de las piezas).
- Se requiere que el personal tenga el conocimiento necesario para operar la impresión en 3D.
- Otra desventaja es el incremento del tiempo de fabricación de las piezas.

Hasta el momento se ha realizado la verificación y validación de las férulas, por 2 instancias: la primera por fisioterapeutas en ejercicio de una clínica de rehabilitación ubicado en Mérida, Yucatán, México. Y la segunda instancia que apoyo en la validación de la férula fueron 2 pacientes que accedieron a complementar su tratamiento con la ocupación de las piezas realizadas.

La primera paciente corresponde a una mujer de 53 años con antecedentes de diabetes tipo 2, diagnosticada con una electromiografía que indicó síndrome de túnel de carpo en mano derecha y síndrome del dedo en gatillo en el dedo anular de la mano derecha y dedo medio en mano izquierda. La primera recomendación del especialista fue la realización de una cirugía.

La segunda paciente de 49 años con antecedentes de hipertensión arterial, su diagnóstico fue realizado con un equipo de electromiografía, el cual arrojó síndrome de túnel de carpo en mano

La industria 4.0 en apoyo a empresarias sociales del tramo 2 del tren maya

derecha con recomendación de cirugía y dedo en gatillo del dedo medio de la mano derecha y dedo medio en mano izquierda.

Ambas pacientes ocuparon las férulas impresas, experimentando la notable disminución del dolor, así como la desinflamación de la articulación después de 2 meses de uso. Demostrando que el diseño de las férulas cumplió su función y fue posible ocuparlas en la realización de actividades cotidianas como son: cocinar, escribir, realizar actividades domésticas, dormir, utilizar el teléfono móvil y realizar otras actividades manuales. En ambos casos se descartó la realización de la cirugía.

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Mediante la ocupación de las herramientas de la Industria 4.0, como son el diseño asistido por computadora y la impresión 3D, fue posible modificar el método para la fabricación de férulas que apoyen el tratamiento del dedo en gatillo o tenosinovitis, siendo este un padecimiento que es más frecuente en personas del género femenino que realizan actividades manuales como es el caso de las artesanas que realizan productos de forma manual. El padecimiento suele presentarse por la realización de actividades repetitivas. Y es controlado mediante sesiones de fisioterapia y con la ocupación de una férula que es fabricada por el personal médico en el tiempo de una consulta.

En este trabajo se analizó el método de fabricación y se realizó una propuesta para la simplificación de dicho método; realizando el diseño de la férula, ajustándola a los requerimientos para que pueda darse la inmovilización y la desinflamación del dedo afectado.

El método propuesto logra simplificar las actividades que realiza el operario o fisioterapeuta, sin embargo, incrementa el tiempo de fabricación de la pieza; este punto podría contrarrestarse al contar con un muestrario de férulas, que considere las tendencias antropométricas de la zona, teniendo la posibilidad de que el paciente pueda probar la férula al momento de la consulta y posteriormente reponer la férula que corresponda a la medida seleccionada.

El método propuesto presenta, ventajas y desventajas, las desventajas pueden ser subsanadas mediante la capacitación del personal o la subcontratación del proceso de impresión, de igual forma la realización del muestrario acelera los tiempos de entrega de las férulas, a las pacientes diagnosticadas.

La siguiente fase del proyecto implica la realización de un muestreo para determinar las tendencias antropométricas de las manos de las artesanas de la zona y de esta manera considerar la impresión de las férulas que representen las medidas de tendencia central de la población encuestada.

Las férulas impresas permiten la realización de actividades cotidianas, así como aquellas relacionadas con otras actividades manuales, lo cual permitió la desinflamación de las articulaciones y la disminución del dolor.

REFERENCIAS

- Baca-Urbina G et al (2014) Introducción a la Ingeniería Industrial, Editorial Patria, Segunda edición ebook, 176-185.
- Durán F (2007) Ingeniería de Métodos Globalización: Técnicas para el Manejo Eficiente de Recursos en Organizaciones Fabriles, de Servicios y Hospitalarias consultado en https://www.academia.edu/34727817/Libro_INGENIERIA_DE_METODOS_Freddy_Alfonso_Dur%C3%A1n

La industria 4.0 en apoyo a empresarias sociales del tramo 2 del tren maya

- González, S. G. (2019). El gran libro de SolidWorks. Barcelona (España): MARCOMBO, EDICIONES TÉCNICAS,
- Kanawaty G. (1998) Introducción al estudio del trabajo, Oficina Internacional del Trabajo, Cuarta Edición, segunda impresión.
- Niebel y Freivalds (2009) Ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo, Editorial Mc Graw Will, Duodécima edición, 1-15
- Suárez, J. C., Salazar, F. F., Nava, I. F., & Hernández, R. H. (2019). Industria 4.0 y manufactura digital: un método de diseño aplicando ingeniería inversa. Ingeniería, 24(1), 6-28.
- Sanchis Gisbert, R. (2020). Diagramación de procesos. Recuperado el 13 de junio de 2024, de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/144115/Sanchis%20-%20Diagramaci%C3%B3n%20de%20Procesos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Solis (S/F). Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP). Recuperado el 13 de junio de 2024 de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/57280494/Dop-Dap-Dam-Bimanual1-Corregido_PAG_26-libre.pdf?1535753530=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDIAGRAMA_DE_OPERACIONES_DEL_PROCESO_DOP.pdf&Expires=1718323132&Signature=F1DOI59JEiEPebMryyb~Dwu0PhQ45SCjK72sJi-aBNMrUqe1zuU16rYQfQuGUoSj5VjnMuCEW8BJdVbTV2CSriJOPuNnrrzrNftbmOKwSdo2iorMP725i-mZRI74haCdFqf2116CE3Lyr39R05DEDBwApRbLPxjq8uDuAqnFitLB~i8APp2koG6CJm8UCz1nA-Z1ewYifFyO1e23t8G~oHYWN5GFutU8-gnzXH0U8UqWTOcXEgG6WyqoRyNhYiC0~dwaf0yOsgxqDPMXKZUBI6XLASD7Qj-9-Mj24J5n1ybRZ6M8XNI-Gxx8xzu~bSK9L5dQlhB265BaEV0Mxk1A_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
- Cháves (2008). Tenosinovitis estenosante del tendón flexor (dedo en resorte). Medicina Legal de Costa Rica, 25 (1), 59-65. Recuperado el 17 de enero de 2022, de http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152008000100007&lng=en&tlng=es
- Flores, et al. (2015). Tenosinovitis estenosante digital en pacientes de un Hospital Universitario. Comunidad y Salud, 13(1), 29-37. Recuperado en 26 de enero de 2022, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-32932015000100005&lng=es&tlng=es
- Rojas Lazo, Oswaldo, & Rojas Rojas, Luis (2006). Diseño asistido por computador. Industrial Data, 9(1),7-15. [fecha de Consulta 25 de Enero de 2022]. ISSN: 1560-9146. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81690102>
- Sánchez Zamora, N., & Lira Hernández, I. A. (2020). La manufactura aditiva como potenciador de los sistemas productivos. INVENTUM, 15(28), 104–112. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.15.28.2020.104-112>). La manufactura aditiva como potenciador de los sistemas productivos. INVENTUM, 15(28), 104–112. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.15.28.2020> 104-112
- Autodesk Inc. (2021) recuperado de <https://www.autodesk.mx/solutions/3d-printing>
- Zarate R. (2016) Diseño y simulación de una impresora 3d reprop compatible con solidworks y Mastercam en <http://200.188.131.162:8080/jspui/handle/123456789/279>

