

Alternativa sustentable de transporte para el impulso de la producción regional

Elsy Verónica Martín Calderón¹

Wendy Argentina De Jesús Cetina López²

Claudia Leticia Cen Che³

Resumen

Las innovaciones incrementales consisten en pequeñas modificaciones y mejoras que contribuyen en un marco de continuidad al aumento de la eficiencia o de la satisfacción del usuario o cliente de los productos y procesos. Consisten también en cambios de productos o procesos “insignificantes”, menores o que no involucran un suficiente grado de novedad, refiriéndose esta novedad a la estética u otras cualidades subjetivas del producto.

La innovación incremental se produce cuando se agrega (quita, combina, resta o suplanta) una parte a un producto o servicio. Este tipo de innovación resulta ideal para iniciar cambios en donde se presenta resistencia a las costumbres sociales, culturales o que impactan directamente en la economía de los usuarios locales de productos o servicios con cierto nivel de arraigo. Como es el caso del transporte urbano y el transporte de elementos propios de las labores artesanales, en los municipios del estado de Campeche, en donde los costos, los usos y costumbres han instituido el uso de los mototaxis como un medio de transporte urbano y de carga. En los estados de la península de Yucatán, un mototaxi se define como una motocicleta unida a una plataforma con bancas para sentarse y una lona que le sirve de cubierta.

En este trabajo de investigación se tuvo un primer alcance físico, adaptando un motor eléctrico a una bicicleta de rodada 24, lo cual permitió datar rendimientos y con estos datos, poder implementar el mismo tipo de motor a un triciclo reciclado de carga, como una alternativa de transporte regional sustentable, que permita desplazar carga ligera en las comunidades del interior del estado de Campeche.

Este tipo de trabajo responde a la problemática de la región, para apoyar el transporte urbano local, de forma disruptiva con el propósito de fortalecer a las empresarias sociales de Camino Real Campeche, buscando alternativas amigables con el ambiente y que, puedan ser socialmente aceptados.

Las metodologías utilizadas en el desarrollo de este trabajo fueron la combinación del diseño asistido por computadora, el mantenimiento correctivo y el denominado “Triángulo de la ecología” que pretende estimular la participación ciudadana, desde el ámbito del hogar, en la lucha contra la degradación del planeta mediante la reducción, la reutilización y

¹ Maestra en Planificación de Empresas y Desarrollo Regional, Profesora de Tiempo Completo, Tecnológico Nacional de México/ITS Calkiní, Campeche. evmartin@itescam.edu.mx y elsymartin@hotmail.com

² Doctora en ciencias de la Administración, Profesora de Tiempo Completo, Tecnológico Nacional de México/ITS Calkiní, Campeche. wacetina@itescam.edu.mx

³ Doctora en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa; Profesora de Tiempo Completo, Tecnológico Nacional de México/ITS Calkiní, Campeche. cenche@itescam.edu.mx

el reciclaje de los productos que se consumen; con lo cual se pudo generar un prototipo que pueda servir para mejorar las condiciones del transporte de insumos, materias primas y productos; así como presentar una alternativa de transporte urbano en las poblaciones del interior del estado de Campeche.

Conceptos clave: 1. Alternativa de transporte, 2. innovación, 3. impulso regional.

Introducción

Los usos y costumbres relacionados con el tema de transporte en los municipios del interior del Estado de Campeche, han instituido que la modalidad para el transporte urbano y de carga ligera sea por medio de uso del triciclo de carga y con el uso de mototaxis, estos últimos surgiendo en los años 90 como un transporte emergente. El tricitaxi es un triciclo de carga con bancas para sentarse y una cubierta de lona que sirve de parasol; una adecuación similar es el mototaxi (Avilez, 2017). Estos vehículos alternativos son utilizados para el traslado de personas o para trasladar insumos, materiales, mercancías o cualquier elemento que no sobrepase la capacidad de los vehículos mencionados.

El vehículo con mayor aceptación en la zona es el mototaxi, por permitir la reducción del esfuerzo físico, la disminución de los tiempos de traslado y el aumento en la capacidad de carga; sin embargo, esta modalidad de transporte genera cierto tipo de inconvenientes tales como la emisión de contaminantes (emisión de calor, humos y ruido) provocado por la ocupación de motores de combustión interna que ocupan gasolina para su funcionamiento. Sin embargo, en los últimos años el costo del combustible ha ido en incremento esto ocasiona también un incremento considerable en la tarifa o precio del traslado.

El aspecto que se consideró en este proyecto es la posibilidad de reducir, reutilizar y reciclar los residuos sólidos urbanos que surgen de los triciclos abandonados o en desuso que se encuentran en los traspacios de las casas de la zona.

El reacondicionamiento de los triciclos abandonados se puede dar utilizando las técnicas que ofrece el mantenimiento correctivo y con esto generar la recuperación y reutilización de estos elementos, del mismo modo, es posible realizar la adaptación de un motor eléctrico, que ofrezca la posibilidad de reducir el nivel de emisiones de ruido, calor y humos, así como la disminución de los costos que genera el consumo de gasolina que es ocupado en los mototaxis. La obtención de un vehículo eléctrico representa una innovación incremental y genera la posibilidad de utilizar de manera razonable la energía eléctrica, como una alternativa que puede ser ocupada por las artesanas de la Zona de Camino Real Campeche, para el traslado de insumos, materiales y productos terminados al tramo 2 del Tren Maya.

El tema del transporte urbano en la ciudad de Calkiní Campeche, resulta ser de interés, desde diferentes puntos de vista entre los que se encuentran: el ámbito económico, social, cultural y sobre todo ambiental. La búsqueda de alternativas de transporte sustentables en los cuatro ámbitos representa una oportunidad para generar un cambio en el paradigma tecnológico.

El uso de tecnologías limpias beneficia a la población en general, sin embargo, en una primera instancia se pretende implementar el proyecto en grupos de mujeres artesanas de

la región, lo cual permitirá el traslado de materiales de trabajo, enseres domésticos, mercancías y otros artículos útiles para el desempeño de sus actividades diarias, de manera alterna se podría reducir los costos que implica los traslados, desde los puntos de abastecimiento de materias primas hasta los talleres artesanales o de los talleres a los puntos de venta.

Antecedentes

Para el 2020 el municipio de Calkiní contaba con 59,232 habitantes, según el INEGI (2020), de los cuales 30,062 son mujeres, siendo esta la población mayoritaria, por lo que es necesario establecer estrategias que apoyen el empoderamiento y su desarrollo.

El municipio de Calkiní se ubica al Noreste del Estado de Campeche, limita al sur con el municipio de Hecelchakán, al Norte y al este con el Estado de Yucatán y al Oeste con el Golfo de México. Presenta una altitud de 10 metros sobre el nivel del mar. Tiene una extensión territorial de 1,966.57 km². Representa el 3.45% de la superficie del Estado de Campeche.

El municipio de Calkiní cuenta con 16 localidades: Calkiní como cabecera municipal; Nunkiní y Bécál como Juntas Municipales; Concepción, Bacabchén, San Antonio Sahcabchén, Santa Cruz Pueblo y Tepakán como Comisarías Municipales; y el resto de las localidades como San Agustín Chunhuás, X'kacoch, Pucnachén, Santa María, Santa Cruz Ex hacienda, San Nicolás, Tankuché e Isla Arena son agencias municipales, también en su territorio cuenta con Asentamientos Humanos:

La Fátima, Xnohlán y Chagnichén y 6 rancherías los cuales cuentan con una población nómada y por lo tanto, sin servicios básicos.

De acuerdo al INEGI (2021) el clima predominante en Calkiní es cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (98.75%) y semiseco muy cálido y cálido (1.25%), con precipitaciones pluviales de 700 – 1 100 mm y con temperaturas que oscilan entre los 26 - 40°C, las temperaturas más altas se registran en los meses de abril y mayo, mientras que las más bajas en los meses de enero y febrero cuando se pueden registrar temperaturas que van de 13 a 18°C. Otra característica importante en Calkiní es su fisiografía donde predomina la presencia de llanuras rocosa.

Según datos del INEGI (2020) arrojados por el Censo Económico 2019, los sectores económicos que concentraron más unidades económicas en Calkiní fueron Industrias Manufactureras (1,147 unidades), Comercio al por Menor (965 unidades) y Servicios de Alojamiento Temporal y de Preparación de Alimentos y Bebidas (323 unidades).

Por otro lado, el crecimiento y distribución geográfica de la población genera que los desplazamientos locales de la población requieran de la ocupación de servicios de transporte. Sin embargo, en la gran mayoría de las poblaciones peninsulares no se cuenta con un sistema de transporte urbano y regularizado.

En ese sentido, en la península de Yucatán una alternativa de transporte emergente fue el tricitaxi que es un triciclo de carga con bancas para sentarse y una cubierta de lona que sirve de parasol (ver imagen 1); posteriormente surge el mototaxi que es una moto unida a una plataforma con bancas para sentarse y una lona que le sirve de cubierta.

Si al principio fue el tricitaxi, en los pueblos al norte de Campeche –Tenabo, Hecelchakán, Calkiní y Hopelchén-, se calcula que, tras la carreta, el primer triciclo que se adquirió fue en la década de 1940. Inicialmente transportaba familias, luego, con el correr del tiempo, se convirtió en un servicio de transporte. Mientras que, en Peto, Yucatán, los tricitaxis comenzaron a laborar debido al despegue de la emigración petuleña en 1980, y el progresivo olvido del campo yucateco. En Playa del Carmen, Quintana Roo, en el 2017 se cumplen 40 años de que los tricitaxis ofrecen sus servicios de transporte: en zonas aledañas del centro de Playa, en la Quinta Avenida, los tricitaxistas cargan equipaje y pasean a turistas. Los tricitaxistas fueron el transporte “ecológico” durante la década de 1990 y la primera década del siglo XXI, lo cual era un atractivo de los pueblos peninsulares, ayudaban a que la gente se trasladara dentro de las poblaciones mientras que se resguardaran de los rayos del sol, refrescándose con el viento suave y observando el paisaje.

Imagen 1. Tricitaxis



Fuente: Elaboración propia.

Actualmente quedan muy pocos tricitaxis en los pueblos: en menos de un lustro, el auge del mototaxi los ha orillado a su fin, pues la gente prefiere la rapidez de un mototaxi, en vez de la lenta seguridad del tricitaxi. Con el mototaxi, aunque se escapa de los rayos del sol, se genera la contaminación auditiva y contaminación por emisión de humos y calor; aunado a un incremento en la tarifa por traslado, por el consumo de combustible que implican estos vehículos (Avilez, 2017).

Tanto el tricitaxi como mototaxi, pueden ser utilizados como vehículo de transporte o de carga, y es considerado para distancias cortas dentro de las poblaciones de la península de Yucatán. Estos tipos de vehículos se han popularizado y representan un ingreso familiar y al mismo tiempo una alternativa de transporte local; aunque en muchas localidades no tienen una regulación, impactan directamente en la población y su calidad de vida.

Por lo anterior surge la necesidad de realizar innovaciones incrementales que apoye la modernización y la sustentabilidad de este tipo de medio de transporte.

Recuperar, reducir y reutilizar son las premisas básicas que deben emplearse al momento de buscar la sustentabilidad de alguna actividad productiva, en este sentido es posible recuperar la estructura de los triciclos utilizados, lo anterior ayuda a reducir la cantidad de residuos sólidos urbanos que se generan cuando estos elementos son abandonados. Por otro lado, es importante la reutilización de este tipo de residuos para minimizar su acumulación en los depósitos de residuos municipales.

Promover la reutilización no solamente ayuda en la parte ambiental, sino también promueve el ámbito económico al utilizar un recurso que ya se tiene.

Otro punto, a considerar es el crecimiento poblacional y la ausencia de un servicio de transporte público formalizado y regularizado.

Por lo tanto, la adaptación de un motor eléctrico a un triciclo de carga y medir su desempeño como alternativa de transporte podría apoyar a impulsar la producción al permitir trasladar insumos, materiales y productos terminados y facilitar este proceso en los grupos de empresarias sociales que se encuentran en la región de Camino Real Campeche; para tal efecto se consideró el siguiente marco teórico.

Reducir, reutilizar, reciclar y el mantenimiento correctivo.

Reducir, reutilizar y reciclar, denominado “Triángulo de la ecología” pretende estimular la participación ciudadana, desde el ámbito del hogar, en la lucha contra la degradación del planeta mediante la reducción, la reutilización y el reciclaje de los productos que se consumen (Lara, 2008). Este mismo autor sugiere la jerarquía de estos 3 elementos, considerando el reducir y reutilizar como los 2 primeros aspectos a considerar, por lo tanto, si se opera la reducción y la reutilización es posible que el reciclaje ya no tenga que verificarse, puede minimizarse o incluso podría ya no ser necesario. Estos preceptos básicos también pueden verse desde el punto de vista de la economía; buscando la generación de una economía circular que promueva una producción de bienes y servicios más sostenible —empleando menos tiempo y energía, y reduciendo los desperdicios—, y que aspire a dar una segunda vida a esos productos controlando así la reducción de residuos (Ramos, 2018).

El triángulo de la ecología también es conocido como la filosofía de las 3Rs, y busca prevenir y reducir la generación de residuos, promover la reducción, fomentar la valorización de los materiales y productos en la fase de posconsumo mediante su prevención, reutilización, reciclaje, así como el compostaje y valorización energética (Aguilar y Köfalusi, 2008).

De acuerdo con el autor Lecitra (2010), la estrategia de las 3Rs, apoya la disminución de la generación de residuos urbanos, mejorar los hábitos de consumo y a la implantación de nuevos sistemas de distribución que impulse la reutilización de los elementos. Por último, el reciclaje implica una serie de procesos industriales que, partiendo de unos residuos originarios y sometidos a tratamientos físicos, químicos o biológicos dan como resultado la obtención de una serie de materiales que se introducen nuevamente en el proceso productivo.

Esta estrategia aborda los problemas del medio ambiente relacionados al consumo. 1) Reducir la presión sobre los recursos naturales que proporcionan las materias primas para

la fabricación de todo tipo de bienes; 2) Reducir la contaminación provocada por los residuos de basura y los costos que demanda el tratamiento de estos (Carrera, Carrera y Yance ; 2016).

Esta filosofía, se puede aplicar como estrategia para la reducción, reutilización y reciclaje de las estructuras de los triciclos de carga, para la disminución de este tipo de residuos, aunque el metal es un elemento que puede ser reciclado, la reutilización de la estructura puede favorecer su ocupación como alternativa de transporte urbano.

La estrategia mencionada anteriormente, puede reforzarse con la recuperación y mantenimiento correctivo que puede ser aplicado a las estructuras metálicas de estos triciclos de carga, que fueron abandonados.

El mantenimiento correctivo, implica la corrección de las averías o fallas, cuando éstas se presentan. Es la habitual reparación tras una avería que obligó a detener la instalación o máquina afectada por el fallo (García, 2009); el mantenimiento correctivo, entonces es aquel que se lleva a cabo después que ocurre una falla y restablece el equipo a un estado en el que puede realizar la función requerida: Se realiza cuando el equipo es incapaz de seguir operando (Loaiza, 2019); este concepto se puede aplicar a la recuperación de las estructuras metálicas de los triciclos de carga, para que estos puedan seguirse utilizando y abonar al propósito de la reducción de los residuos que pertenecen a este rubro.

El mantenimiento correctivo contempla el conjunto de actividades conducentes a la corrección de fallas y anomalías en los equipos a medida que se van presentando y con la maquinaria fuera de servicio (García,2006), este tipo de mantenimiento implica la efectiva y eficiente utilización de los recursos materiales, económicos, humanos y de tiempo (Loaiza, 2019); lo cual es aplicable a los triciclos de carga que ya se encuentran abandonados y que pueden recuperarse para darle un segundo uso y con esto promover la reutilización de dichos elementos, dentro de esta serie de actividades para su recuperación se encuentran: la limpieza, eliminación de puntos de corrosión, lijado y pintura para reacondicionar la estructura.

La filosofía de recuperar, reutilizar y reciclar; así como la ocupación de las herramientas del mantenimiento correctivo, pueden ser de utilidad para generar una alternativa de transporte urbano en el municipio de Calkiní, Campeche, que promueva la reducción, reutilización y reciclaje de los residuos sólidos provenientes de los triciclos de carga y que al mismo tiempo impulse la sustentabilidad del transporte urbano, al disminuir el índice de ruido, emisiones y costos que implica el trasladarse de un punto a otro dentro de la población. Lo anterior se puede lograr al adaptar un motor eléctrico a un triciclo de carga y mejorar los aspectos de sustentabilidad en el transporte urbano.

El diseño asistido por computadora y el desarrollo de innovaciones.

El diseño asistido por computadora (CAD) representa una de las herramientas que permite la utilización de los recursos materiales, económicos, humanos y de tiempo con mayor eficiencia. Los sistemas CAD permiten realizar el diseño de productos y componentes a través de gráficos interactivos, por lo que es posible generar varias vistas de los componentes y ensambles; se puede obtener vistas en tres dimensiones las cuales pueden ser ampliadas, rotadas y cortadas por secciones, lo que permite a clientes y profesionales que intervienen

en el diseño y manufactura formarse una idea del producto en cuestión, facilitando todas las posibles modificaciones y eliminación de defectos, antes de que el producto sea manufacturado y puesto en el mercado (Erazo-Arteaga, 2022).

El desarrollo del producto comienza con la identificación de una necesidad industrial o una necesidad de la sociedad, basado en las demandas del mercado. Este proceso puede diferenciarse en dos grandes etapas, la etapa de diseño y la etapa de fabricación. Los procesos relacionados con el CAD son a la vez un subconjunto del proceso de diseño y los procesos CAM son un subconjunto del proceso de manufactura (Pérez-Rodríguez, Simeón-Monet & Trinchet-Varela, 2019); En este sentido los procesos relacionados con los sistemas CAD incluyen el tratamiento de las propiedades del material de la pieza, el análisis por elementos finitos, el dimensionado, las tolerancias, la modelación CAD del ensamble, la documentación y el dibujo CAD.

Lo anterior resulta útil para la identificación de cambios o modificaciones que puedan realizarse al producto con el fin de ofrecer un mejor desempeño; en ese sentido la innovación debe ser entendida como una de las causas del desarrollo económico, como un proceso de transformación económica, social y cultural, y que implica la introducción de nuevos bienes y servicios en el mercado, el surgimiento de nuevos métodos de producción y transporte, la consecución de la apertura de un nuevo mercado, la generación de una nueva fuente de oferta de materias primas y el cambio en la organización en su proceso de gestión (Schumpeter (1942) en Suárez, 2018). Este mismo autor distingue la importancia de la innovación, afirmó que el desarrollo económico es impulsado por la innovación mediante un proceso dinámico, en el cual las nuevas tecnologías sustituyen a las viejas (“destrucción creativa”). Las innovaciones «radicales» crean cambios importantes, mientras que las «incrementales» avanzan continuamente en el proceso de cambio. En este sentido las innovaciones incrementales permiten ir ajustando el cambio tecnológico para una mejor aceptación social y cultural.

Actualmente, el diseño asistido por computadora es una herramienta básica que permite realizar esas modificaciones. Como sería el caso de la introducción de un motor eléctrico al triciclo de carga, donde la cotidianidad de su uso permitiría la adopción de una tecnología que pueda facilitar los traslados locales, disminuir el esfuerzo físico que se realiza al utilizar el elemento mecánico, así como también la disminución de los costos que implica el transporte dentro de la localidad.

Metodología

Considerando los preceptos de recuperar, reutilizar y reciclar, apoyados con el mantenimiento correctivo y las herramientas del diseño asistido por computadora, es posible realizar la adaptación de un motor eléctrico sin escobillas a un triciclo de carga para innovar de manera incremental un triciclo de carga y que este pueda ser ocupado como medio de transporte de materiales, insumos y producto terminado por los grupos de empresarias sociales de la región de Camino Real Campeche; la ocupación de este tipo de vehículo permitirá reducir los residuos sólidos de los triciclos de carga que ya fueron abandonados, disminuir el esfuerzo físico que realizan las mujeres al trasladar sus materiales e insumos;

así como disminuir los costos de dichos traslados; eliminar las emisiones de ruido, los humos y calor que generan los motores de combustión en caso de ocupar un mototaxi.

Para lograr lo anterior se ocuparon técnicas del diseño asistido por computadora y el mantenimiento correctivo para reducir, reutilizar y reciclar la estructura del triciclo lo cual implicó las siguientes actividades.

- Elaboración del diseño de un prototipo ocupando las herramientas del diseño asistido y la simulación en 3D.
- Identificación y recuperación de la estructura de un triciclo de carga, y su restauración con técnicas de mantenimiento correctivo.
- Adaptación del motor eléctrico y los componentes para su funcionamiento.
- Medición del desempeño (rendimiento real en uso) y cálculo del consumo de energía, así como el costo por kilowatt/hora de energía eléctrica.

La recuperación del triciclo de carga se realizó, utilizando las herramientas de mantenimiento correctivo y la estructura de los diagramas de flujo de operaciones; siendo una de las bases principales para la mejora de los procesos ocupados por los ingenieros industriales. Los diagramas de flujo son representaciones gráficas de un algoritmo o de una secuencia de acciones rutinarias. Se basan en la utilización de diversos símbolos para representar operaciones específicas con el fin de identificar los detalles del proceso (Palacios, 2002).

El proyecto distingue los procesos de: diseño, manufactura y ensamble. El proceso de diseño incluye la planimetría de todo el elemento, considerando el dibujo a trazo limpio (o mano alzada) de las diferentes propuestas. Esta primera etapa consiste en dibujar el prototipo sin emplear ningún instrumento auxiliar, simplemente con la mano y el lápiz. Se trata de un dibujo sin escala, pero sí con proporciones. Implica la libertad de expresar ideas de forma rápida y entendible; permite realizar representaciones gráficas del entorno, así como proyecciones de ideas o conceptos procedentes de la imaginación; posibilita una inmediatez a la hora de expresarse, dotando de identidad propia a los trazos realizados (Espejo, 2019).

Los bosquejos resultantes pueden ser formalizados ocupando algún programa de diseño asistido (CAD) es también utilizado en el marco de procesos de administración del ciclo de vida de productos. Estas herramientas se pueden dividir básicamente en programas de dibujo 2D y de modelado 3D. Las herramientas de dibujo en 2D se basan en entidades geométricas vectoriales como puntos, líneas, arcos y polígonos, con las que se puede operar a través de una interfaz gráfica. Mientras que el modelado 3D añaden superficies y sólidos (Ibarlucea, 2018), en el programa SolidWorks es posible ocupar las herramientas 2D y las 3D, lo cual permite identificar con claridad cada parte del diseño.

Con el diseño concluido el siguiente paso es la recuperación de la estructura metálica del triciclo de carga, para eso se aplicarán técnicas de mantenimiento correctivo que implica, limpieza, eliminación de puntos de corrosión, lijado y pintura; lo cual puede ser documentado utilizando el diagrama de proceso de operaciones. Mientras que, para la adaptación del motor eléctrico a la estructura metálica del triciclo de carga, las técnicas básicas de ensamble resultan de gran utilidad.

Por otro lado, para medir el desempeño del prototipo se ocupó un check list que se define como: “Un instrumento que revisa de forma ordenada el cumplimiento de procedimientos que se llevan a cabo” (Morán & Ramos, 2018), estos mismos autores afirman que este instrumento está formado por un cuestionario que contiene información clara y concreta que facilita recolección, la respuesta y análisis de datos.

Para la medición del desempeño se considera un análisis comparativo de los datos que puedan recabarse con la checklist elaborada y las especificaciones técnicas que promete el motor eléctrico. A continuación, se presentan los resultados parciales obtenidos hasta el momento con relación a la alternativa que se propone.

Resultados

Este proyecto fue sometido al programa del Tecnológico Nacional de México en la convocatoria 2023: proyectos de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación; alcanzando financiamiento para la realización de las actividades, por lo que se procedió a la recuperación y adaptación de un triciclo de carga.

Con el programa SolidWorks fue posible realizar el modelado 3D del prototipo del triciclo original: este modelo será de utilidad para determinar la ubicación de idónea de la batería y los elementos que complementan el motor eléctrico.

De manera simultánea se realizaron trabajos dentro de la comunidad para localizar una estructura de triciclo de carga abandonado con el objetivo de realizar la recuperación y la restauración de dicha estructura como se muestra en la imagen 2. Dentro de los elementos que se podrían rescatar aplicando técnicas del mantenimiento correctivo se encontraron: la estructura metálica (cuadro y canasta) telescópico, las mazas delanteras, el eje del centro donde se ubican los pedales y los brazos de los pedales. Dentro de las piezas dañadas se encontraron: frenos, asiento, llantas, recámaras, rines, rayos, pedales y loderas. Al aplicar el mantenimiento correctivo, fue posible obtener un triciclo funcional como se muestra en la imagen 3.

Imagen 2. Triciclo localizado en traspatio



Imagen 3. Triciclo restaurado.

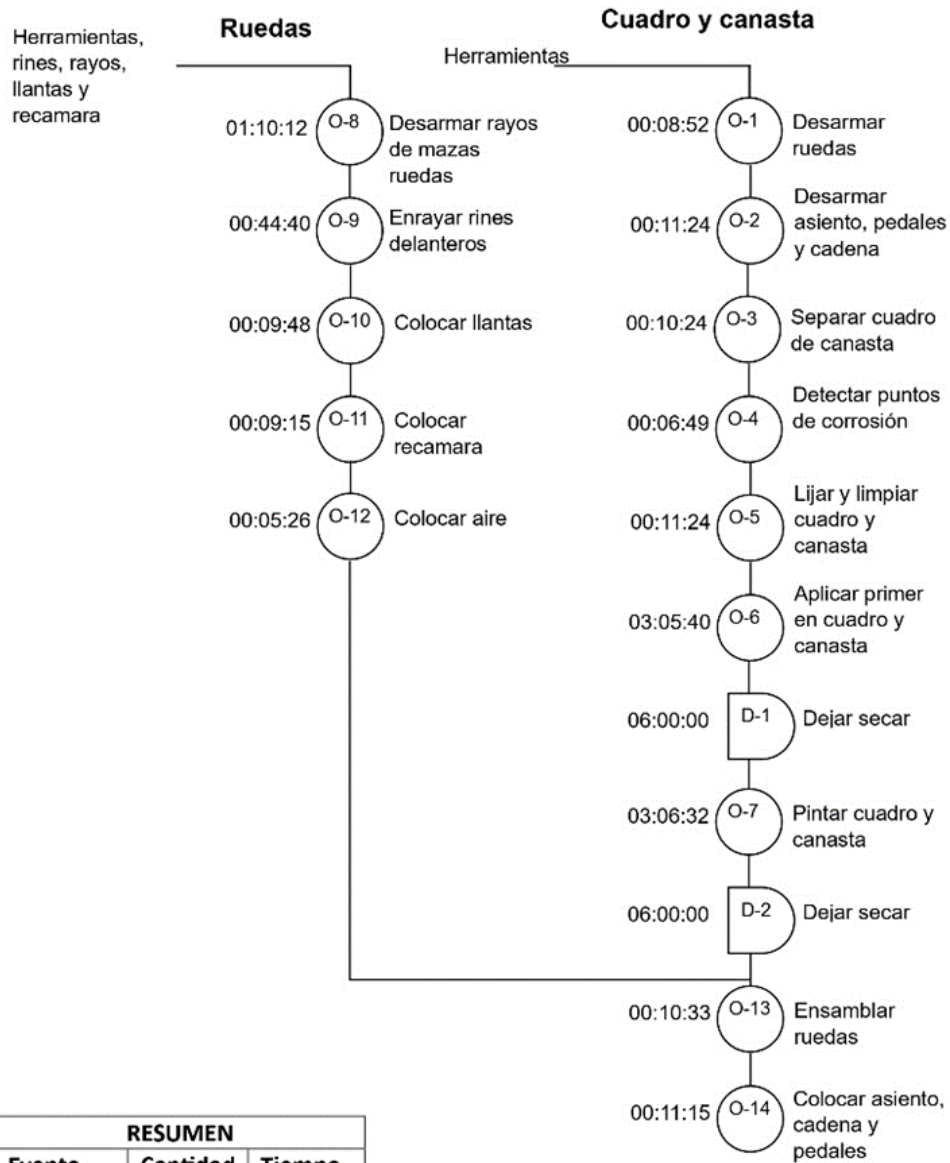


Fuente: Elaboración propia.

Las actividades realizadas para el mantenimiento correctivo se pueden resumir en el diagrama de flujo de operaciones que corresponde a la restauración del elemento:

Gráfico 1. Diagrama de flujo de operaciones

Proyecto: Restauración
 Nombre del producto: triciclo de carga Modelo: 01
 Numero de diagrama No. 01 Método: actual
 Analista: W.A.C Núm. de Pag 1/1



RESUMEN		
Evento	Cantidad	Tiempo
Operación	14	09:42:14
Demora	2	12:00:00

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en el gráfico 1, para el proceso de recuperación del triciclo de carga fue necesario establecer 14 operaciones con un tiempo total de 21:42:14, considerando los

tiempos de secado del anticorrosivo aplicado en la estructura y la pintura final de todo el elemento. Las operaciones que consumen más tiempo fueron las relacionadas con la aplicación de anticorrosivo (elemento esencial para detener el deterioro de la estructura metálica) y la pintura lo cual garantiza la protección de la estructura además de añadir nueva vida a las piezas. Otro punto crítico que se observó en el proceso de restauración son las demoras relacionadas con el secado del anticorrosivo y pintura, estas demoras podrían reducirse al ocupar hornos de secado; sin embargo, el proceso se realizó utilizando herramientas manuales.

La estructura fue encontrada en un traspatio en la localidad de Becal, Calkiní, Campeche, presentando signos de corrosión y con varias piezas inservibles como se puede ver en la imagen 2. El resultado de la restauración es un triciclo de carga totalmente funcional, como se muestra en la imagen 3, al que se le puede adaptar un motor eléctrico brushless sin escobillas para rueda trasera, con una potencia de 1500whatts y batería de litio de 48V y 10Ah, de acuerdo con las especificaciones este motor debe tener el siguiente rendimiento:

Tabla 1. Rendimiento del motor según las especificaciones del fabricante

Concepto	Dato
Tiempo de carga	4-5 horas
Autonomía	25km
Velocidad máxima	55km/h
Carga	250kg

Fuente: Elaboración propia con datos del fabricante

En la tabla 1, se observan datos relacionados con el desempeño que promete el fabricante de los motores, es importante aclarar que, aunque se tienen varias opciones en la red para la adquisición del motor eléctrico y sus componentes, se eligió un fabricante mexicano, para garantizar la disponibilidad de piezas, así como el servicio de asesoría remota para el correcto ensamble de los elementos. En la tabla 1, se observa el concepto de autonomía, lo cual se refiere al rango de kilómetros o distancia que puede recorrer un vehículo eléctrico con la carga máxima de su batería y hasta que ésta se agota por completo, incidiendo la climatología, la situación siempre cambiante del tráfico, los desniveles, la velocidad y los cambios de ritmo impuestos por el conductor (Pérez, 2022).

Las pruebas de rendimiento se realizaron considerando una etapa previa, que implicó la adaptación de un motor eléctrico, del mismo fabricante, de 350whatts y batería de litio de 36V y 6Ah a una bicicleta reconstruida de rodada 24, como se puede ver en la imagen 4, la cual fue provista de un motor eléctrico y batería de litio con las siguientes características:

Tabla 2. Rendimiento del motor eléctrico en bicicleta reconstruida rodada 24.

Concepto	Dato
Tiempo de carga	2-3 horas
Autonomía	20km
Velocidad máxima	38km/h
Carga	150kg

Fuente: Elaboración propia con datos del fabricante

Imagen 4. Bicicleta reconstruida rodada 24 con motor eléctrico (modelo para la medición longitudinal del rendimiento).



Fuente: Elaboración propia

Esta primera etapa inició en marzo de 2018, con un estudio longitudinal de 6 años, en los que se pudo medir y evaluar el funcionamiento del motor eléctrico y los componentes bajo las condiciones propias del ambiente predominante en Calkiní, Campeche y sus comisarias. . Al predominar las llanuras en el suelo de Calkiní fue una condición favorable para probar el desempeño del prototipo.

Considerando la información anterior, se realizaron ensayos de desempeño de los cuales se obtuvo la siguiente información:

- El tiempo de descarga de la batería de litio, considerando el modo de espera o stand by fue de 3 meses a partir de la fecha de carga.
- El tiempo de carga de 0 a 100% fue de 3 horas en promedio conectando el elemento a una toma de corriente convencional de una casa habitación de 110V.
- El costo de la energía eléctrica en el municipio de Calkiní en 2018 fue de \$0.757 pesos por KW/h por lo que cargar la batería por completo implicaba \$2.271 pesos.
- Considerando el costo actual de la energía eléctrica en el municipio de Calkiní que es de \$0.866 pesos por KW/h según la Comisión Nacional de Electricidad; implicando un costo de carga al 100% de \$2.598 pesos. Las tarifas vigentes del servicio del mototaxi en la ciudad de Calkiní oscilan entre los \$10.00 y \$20.00 dependiendo de la distancia, el costo es por ocupante o por la dificultad que implique los elementos a trasportar.

- Para mantener la autonomía del prototipo es importante, realizar el arranque auxiliado con pedaleo y con una aceleración suave, en terrenos relativamente planos.
- El rendimiento de la batería se realizó con elementos de menor rendimiento que consideraba una autonomía inicial de 20 a 30km, y un motor capaz de alcanzar 38km/h:

Tabla 3. Años de uso y la autonomía registrada

Año	Autonomía
1 (2018)	20 km
2 (2019)	19 km
3 (2020)	18 km
4 (2021)	15 km
5 (2022)	10 km
6 (2023)	8 km

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la tabla 3, la autonomía del prototipo fue bajando con el tiempo, sin embargo, cumplió con la especificación de no requerir ningún tipo de mantenimiento adicional, a la carga de la batería, los componentes tales como el display o pantalla de indicación de carga, el controlador y la batería y el motor resistieron el uso convencional que implicaba la exposición al sol, lluvia y las condiciones de humedad que se tienen en la zona; el prototipo fue utilizado en promedio de 5 a 6 días por semana con un uso regular que implicaba un desplazamiento de 8 a 9 kilómetros diarios; por lo que las sesiones de carga no se realizaban todos los días, cargando la batería cada 2do o 3er día, para garantizar que se pueda mantener la autonomía del prototipo, el peso máximo al que fue sometido fue de 150Kg; manteniendo el desempeño esperado.

Conclusiones

En el municipio de Calkiní es fácil localizar triciclos de carga que fueron abandonados, se puede ocupar las técnicas del mantenimiento correctivo para reacondicionarlos y adaptarle un motor eléctrico brushless sin escobillas y libre de mantenimiento, esto permite contar con un vehículo alternativo con capacidad para transportar elementos que no sobrepasen la capacidad de carga. La ocupación de estos triciclos de carga abandonados permitiría reducir la cantidad de residuos sólidos que surgen de las estructuras en desuso.

Con ayuda de las herramientas 2D y modelado 3D fue posible visualizar el diseño del triciclo de carga y ubicar los controladores necesarios en lugares estratégicos para optimizar el espacio disponible del triciclo.

Los motores eléctricos brushless sin escobillas no emiten ruido, humos y calor; aparte de que son libres de mantenimiento; es decir no requieren de cambios de aceite, bujías o filtros para mantenerse funcionando correctamente.

Al comparar la tarifa mínima de un mototaxi que es de \$10.00 pesos, con el costo de una carga completa que es de \$2.60 pesos, el costo del transporte para los usuarios se reduce un 70.4%, suponiendo que el servicio se ocupe una sola vez en el día.

La medición del desempeño se realizó ocupando un checklist para el registro de la distancia recorrida y las condiciones de carga de la batería. Es importante considerar que estos son los resultados parciales del proyecto en donde su ocupación fue doméstico; por lo que queda pendiente las pruebas de desempeño ocupando un motor y batería con características más altas y capaz de mover un peso mayor. Teniendo como objetivo ocuparlo para el transporte de insumos, materias primas o productos terminados de las empresarias sociales de la región.

Fue posible aplicar los principios de recuperar, reutilizar y reciclar los triciclos de carga abandonados y también la participación de las empresarias sociales en las labores de recuperación y pruebas del prototipo.

La operación del prototipo es intuitiva y permitiría un avance importante para los grupos de empresarias sociales que quieran ocuparlo para el transporte de elementos que no sobrepasen su capacidad, reduciendo los costos de transporte, minimizando el esfuerzo físico que se realizaría al ocupar un triciclo de carga convencional, y finalmente reduciendo las emisiones y residuos propios de los motores de combustión.

Referencias

- Aguilar y Köfalusi** (2008) Prevención y Gestión Integral de los Residuos en México con un enfoque de las 3Rs (Reducir. Reutilizar. Reciclar), Revista Calidad Ambiental, volumen X I V número 3, ITESM y SEPOMEX, ISSN:1405-1443, Recuperado el 31 de enero de 2023, https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/573573/DocsTec_6572.pdf?sequence=1
- Avilez, G.** (2017). Teoría del mototaxi peninsular; fecha de recuperación 19/Enero/2023. <https://noticaribe.com.mx/2017/09/01/teoria-del-mototaxi-peninsular-por-gilberto-avilez-tax/>
- Carrera, M., Carrera, B. y Yance, C.** (2016): "Las 4R como estrategias de conservación ambiental", Revista DELOS: Desarrollo Local Sostenible, n. 27 (octubre 2016). Recuperado 18 de Febrero de 2023 En línea: <http://www.eumed.net/rev/delos/27/4R.html> ; <http://hdl.handle.net/20.500.11763/delos274R>
- Electropedaleo** – venta de bicicletas eléctricas y kits de conversión. (n.d.). Retrieved from <https://www.electropedaleo.com.mx/>
- Erazo-Arteaga, Víctor A.** (2022). El diseño, la manufactura y análisis asistido por computadora (CAD/CAM/CAE) y otras técnicas de fabricación digital en el desarrollo de productos en América Latina. Información tecnológica, 33(2), 297-308. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642022000200297>
- Espejo Torres, R. M.** (2019). Potenciar el Dibujo a Mano Alzada en 2ºESO utilizando trainings. Ice.

- García O;** (2006) El Mantenimiento General administración de empresas, Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia; Recuperado el 31 de enero de 2023 de <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1297/1/RED-70.pdf>
- García S** (2009), Mantenimiento Correctivo, Organización y gestión de la reparación de averías; Editorial RENOVETEC; Recuperado el 31 de enero de 2023, de <http://www.renovetec.com/mantenimientoindustrial-vol4-correctivo.pdf>
- Ibarlucea Parada, M.** (2018). Diseño asistido por ordenador de un hidroala y estudio hidrodinámico y estructural mediante simulaciones computacionales.
- INEGI** (2021) Anuario estadístico y geográfico de Campeche 2021, Fecha de recuperación 28 de junio de 2023 en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/areasgeograficas/resumen/resumen_04.pdf
- INEGI** (2020) Censo económico 2019, Fecha de recuperación 31 de enero de 2023 en: [https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/calkini?redirect=true#:~:text=Seg%C3%BAn%20datos%20del%20Censo%20Econ%C3%B3mico,y%20Bebidas%20\(323%20unidades\).](https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/calkini?redirect=true#:~:text=Seg%C3%BAn%20datos%20del%20Censo%20Econ%C3%B3mico,y%20Bebidas%20(323%20unidades).)
- Lara** (2008) REDUCIR, REUTILIZAR, RECICLAR Elementos: Ciencia y cultura, enero-marzo, año/vol. 15, número 069 Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México pp. 45-48 Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal ISSN (Versión impresa): 0187-9073 MÉXICO. Redalyc.org. Recuperado el 31 de enero de 2023, de <https://www.redalyc.org/pdf/294/29406907.pdf>
- Lecitra, M.** (2010). Reducir, Reutilizar y Reciclar: El problema de los residuos sólidos urbanos; Grupo de Estudio Internacionales Contemporáneos ISSN 1853-1873; Recuperado el 31 de enero de 2023, de <https://geic.files.wordpress.com/2010/10/reducir-reutilizar-y-reciclar.pdf>
- Loaiza, A.,** (2019). GESTIÓN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN LAS INSTALACIONES UNIVERSITARIAS PÚBLICAS DE LA COSTA ORIENTAL DEL LAGO. Revista de Investigación en Ciencias de la Administración ENFOQUES, 3(9),15-31. [fecha de Consulta 18 de Julio de 2023]. ISSN: . Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=621964639002>
- Morán, J. A., & Ramos, V. C.** (2018). El Checklist como herramienta del Sistema de Gestión de calidad y la competitividad en la operadora de Transporte Terrestre Urbano del Cantón Milagro (Bachelor's thesis). Fecha de recuperación 26 de julio de 2023 en <http://repositorio.unemi.edu.ec/handle/123456789/4023>
- Palacios A** (2002). Investigación Administrativa. 1ed. Instituto Latinoamericano de Investigación y Capacitación Administrativa, San José, Costa Rica.
- Pérez, A.** (2022). ¿Cuál es la autonomía de los coches eléctricos? Los más destacados y todo lo que debes saber. Recuperado el 28 de julio de 2023, de Auto Bild España website: <https://www.autobild.es/practicos/cual-autonomia-coches-electricos-destacados-todo-debes-saber-1089273>

- Pérez-Rodríguez, R., Simeón-Monet, R. E., & Trinchet-Varela, C. A.** (2019). La gestión de la innovación en el centro de estudios cad/cam. *Ciencias Holguín*, 25(4),22-34. [fecha de Consulta 19 de Julio de 2023]. ISSN: . Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181562362003>
- Ramos, V.** (2018) 4 R para mejorar el planeta, *Gas actual*, ISSN 9950-0892, N°. 147 (abril-junio), 2018, págs. 44-45; recuperado el 18 de febrero de 2023 de https://www.sedigas.es/uploads/gasactual/archivos/46/doc/es/gasactual147_web.pdf
- Rodríguez C.** (2012) Innovación Incremental e Innovación Radical o Disruptiva y Sus Ejemplos. Blogs EOI, Escuela de Organización Industrial, en <https://www.eoi.es/blogs/carollirenerodriguez/2012/03/08/innovacion-incremental-e-innovacion-radical-o-disruptiva-y-sus-ejemplos/> (Fecha de recuperación 18/01/2023).
- Suárez, R.** (2018) “Reflexiones sobre el concepto de innovación” *Revista San Gregorio* 2018. ISSN 1390-7247; ISSN: 2528-7907 recuperado el 19 de marzo de 2023 en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6839735.pdf>