

USO DE ENERGÍA SOLAR PARA MEDIOS ALTERNATIVOS DE TRANSPORTE EN ZONAS RURALES



USO DE ENERGÍA SOLAR PARA MEDIOS ALTERNATIVOS DE TRANSPORTE EN ZONAS RURALES

RenovaT Volumen 1 Núm. 1 pp. 49-63. Julio - Diciembre 2018 ISSN: 2619-2896 Recibido: 10-09-2018 Aceptado: 18-11-2018

David Cáceres Bayona¹

Resumen

El campo colombiano vive una situación de aislamiento derivada de la falta de infraestructura vial que posibilite su interacción con las principales zonas urbanas y la movilización de productos agrícolas. Por esta razón surge la iniciativa de desarrollar un sistema de transporte por cable aéreo (tarabita) alimentado por un sistema híbrido con energía solar fotovoltaica como fuente principal. Para lograr este objetivo, se llevó a cabo una investigación de condiciones sociales, situación de orden público, topografía y

economía de la comunidad a impactar. Con la problemática identificada y las variables de entrada definidas se llevó a cabo un proceso de diseño, caracterizado por una constante revisión y optimización de los resultados. Los diseños fueron revisados con base en documentación técnica, consultas con asesores expertos y pruebas realizadas en el prototipo de baja fidelidad, el cual fue construido con el fin de verificar el funcionamiento del sistema.

Palabras clave: Energía solar, medios alternativos de transporte, tarabita, fotovoltaicos, zonas rurales.

SOLAR ENERGY USE FOR ALTERNATIVE TRANSPORTATION IN RURAL AREAS

Abstract

The Colombian countryside is experiencing an isolation situation derived from the lack of road infrastructure that allows its interaction with the main urban areas and the mobilization of agricultural products. For this reason the initiative to develop a transport system by aerial cable

(tarabita) fed by a hybrid system with photovoltaic solar energy as the main source. To achieve this objective, an investigation of social conditions, public order situation, topography and economy of the community to impact was carried out. With the identified problem and the defined input variables, a design process was developed, characterized by a constant review and optimization of the results. The

¹Magister en Gobernanza Energética de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. Instructor investigador en el centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones del SENA Distrito capital. Correo: dlcaceres04@misena.edu.co

Para citar este artículo:

Cáceres, D. (2018). Uso de energía solar para medios alternativos de transporte en zonas rurales. *RenovaT* 1(1),49-63.

designs were reviewed based on technical documentation, consultations with expert advisors and tests performed on the low fidelity prototype, which was constructed in order to verify the operation of the system.

Keywords: Solar energy, alternative means of transport, tarabita, photovoltaic, rural areas.

Introducción

Una de las problemáticas álgidas que enfrenta la población del campo colombiano es la ausencia de vías para transportar sus productos e insumos y movilizarse para acceder a servicios básicos como educación y atención hospitalaria, (Corpoica, Minagricultura, Colciencias., 2016), (DANE, 2014), (Sociedad de agricultores de Colombia, SAC, 2004).

En el marco de los acuerdos de paz realizados entre el gobierno colombiano y el grupo insurgente de las FARC se espera una mayor atención por parte del estado hacia este sector vulnerable de la sociedad (DNP, 2010), (Gobierno de Colombia, 2016). Con la intención de aportar soluciones a la problemática de acceso a vías de comunicación, se realizó una propuesta de movilidad rural en el marco de la competencia fórmula SENA Eco+2017 (Fórmula ECO SENA, 2017).

Como resultado del ejercicio de pertinencia social del proyecto, la propuesta inicial de construcción de un prototipo transportable y adaptable a diferentes cables aéreos existentes, evolucionó en el diseño y construcción de una tarabita que

beneficie a una comunidad rural específica con carencia de medios eficientes para el transporte de carga y de personas. La comunidad seleccionada fue Zanjón Cardenas en la vereda San Jacinto del municipio de Gigante - Huila.

En este artículo se presentan los resultados del proceso de diseño y dimensionamiento de cada uno de los componentes de una tarabita ajustada a las necesidades de la comunidad rural seleccionada, bajo los preceptos de eficiencia energética y sostenibilidad ambiental, económica y social. Adicionalmente se presentan los resultados de la construcción de un prototipo de baja fidelidad que permitió simular una tarabita real, para identificar sus componentes, su disposición y su funcionamiento. Por último, se describe el proyecto implementado en la vereda de San Jacinto, como resultado final del proceso de diseño, pruebas y construcción.

Fundamento teórico

Los sistemas de transporte por cable aéreo se usan con fines recreativos en lugares turísticos o para el acceso a parajes de montaña. En la mayoría de estos casos unas estrictas normas de seguridad son establecidas para su diseño, operación, funcionamiento y mantenimiento, lo que desemboca en sistemas robustos con amplia fundamentación técnica (Arcay, Novales, & Rodríguez, 2003), (Sierra, 2017).

Este mecanismo de transporte también se implementa de manera artesanal en países

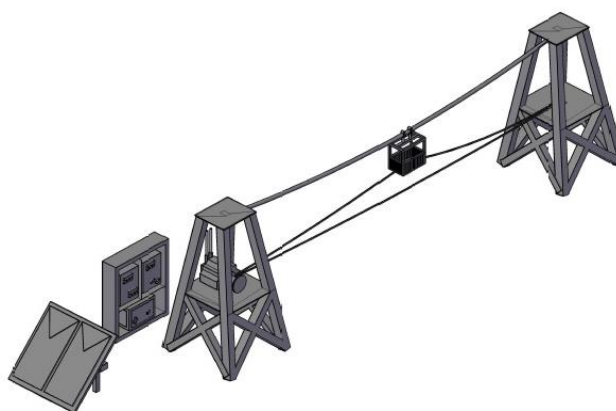
como como la India, Nepal, Ecuador, Perú y Colombia para resolver problemas de movilidad en lugares apartados con topografías agrestes (Tarabita Quito Ecuador), (Gravity Goods Ropeway in Nepal). En general el principio de su movimiento se basa en el uso de la gravedad o de sistemas manuales. En algunos casos más tecnificados la fuerza es obtenida de un motor de combustión interna.

En Colombia a este tipo de transporte se le conoce como Tarabita o Garrucha. De acuerdo con Caballero (Caballero, s/f) las primeras tarabitas en Colombia datan del siglo XVIII y se movilizaban gracias a la fuerza suministrada por personas o animales. En la actualidad, las tarabitas son construidas por personas de las comunidades campesinas de forma improvisada, debido a que no se cuenta con una normatividad que establezca un procedimiento de diseño y construcción (Ministerio de transporte, 2017).

La estructura básica de una tarabita consiste en dos torres de retención que dan soporte a los cables, la canastilla y el sistema motriz que proporciona la fuerza para moverla en los dos sentidos.

Las tarabitas en Colombia tienen como principal objetivo la movilización de personas, ya sea hacia los centros de salud, instituciones educativas (Larrotta, 2007) (Amézquita, 2012), o lugares de comercio de insumos y productos agrícolas (Gobernación del Huila, 2011). La pertinencia de estas soluciones se evidencia en la reducción de los tiempos de desplazamiento (Periódico su región, 2009), lo cual representa una ventaja económica en el caso del transporte de productos, además de la contundente implicación social.

Figura 1. Torres de retención, canastilla y cables de soporte y tracción



En el esquema se ilustra la composición básica de la tarabita considerada que se compone de dos torres de retención, la canastilla y los cables de soporte y retención.

Fuente: Elaboración equipo de desarrollo tarabita eléctrica - CEET, 2017.

Métodos

El trabajo presentado se basó en el análisis de información técnica: artículos, manuales, metodologías de diseño y tesis de grado. Se contó con la asesoría de expertos y se llevó a cabo trabajo de campo para entender la estructura y funcionamiento de las tarabitas y para reconocer la utilidad que representa este medio de transporte para los habitantes rurales. Se utilizó como instrumentos de recolección de datos la formulación de guías de entrevista, la recolección de Información técnica y el uso de guías de levantamiento de información en sitio (Calderón, Alzamora, & Del Águila, 2009). De esta manera la investigación aplicada se usó para solucionar un problema de movilidad en las zonas rurales.

La investigación para la definición del sitio de implementación, consistió en la búsqueda de comunidades que reunieran las siguientes características:

1. Zona rural con producción agrícola
2. Ausencia de infraestructura vial
3. Topografía agreste y cambiante
4. Zona o región afectada directamente por el conflicto armado
5. Comunidad organizada
6. Apoyo de las autoridades locales al proyecto

Después de investigar varias comunidades (Pantoja & Caceres, 2017) se define la comunidad de Zanjón Cardenas en el municipio de Gigante – Huila como el lugar adecuado para la implementación del proyecto, ya que reúne todas las características definidas. El desarrollo del

proyecto se plantea basado en las características de este sitio de construcción.

El proceso de desarrollo del proyecto fue planteado en cinco fases:

- a. Recopilación y análisis de información preliminar y establecimiento de bases y criterios de diseño.
- b. Elaboración de diseños: Planos, memorias de cálculo, listado de equipos, especificaciones técnicas.
- c. Construcción del prototipo de baja fidelidad.
- d. Construcción y puesta en servicio del proyecto.
- e. Realización de pruebas de funcionamiento.

Como resultado del análisis de información técnica y de las observaciones del trabajo de campo, se reconoce que el mayor avance en la tecnificación de estos sistemas artesanales de transporte es el uso de motores de combustión interna. Por esta razón, una de las motivaciones del proyecto es el reemplazo de dichos mecanismos, por sistemas eléctricos alimentados por energías renovables y la implementación de un sistema de mando automatizado para hacer más segura la operación.

Con el fin de abordar los diseños y la implementación de la tarabita propuesta, se definieron (4) cuatro sistemas constitutivos:

1. Sistema mecánico de tracción
2. Vehículo o Canastilla
3. Sistema de Control o Mando
4. Sistema híbrido de generación de energía

El diseño de cada sistema tuvo como principios transversales: la seguridad de las personas, la eficiencia energética, y la versatilidad y facilidad en el control.

En la sección de resultados exponemos la estructura definida para cada uno de estos sistemas.

Resultados y discusión

El dimensionamiento de los sistemas constitutivos de la tarabita requiere datos específicos del lugar de instalación y requerimientos de uso, información que ha sido obtenida en visitas de campo y solicitada a la alcaldía del municipio.

Sistema mecánico de tracción

El sistema mecánico de tracción es el encargado de impulsar la canastilla de la tarabita entre los puntos de carga y descarga a una velocidad controlada, garantizando tiempos de desplazamiento óptimos y el transporte seguro de personas y bienes.

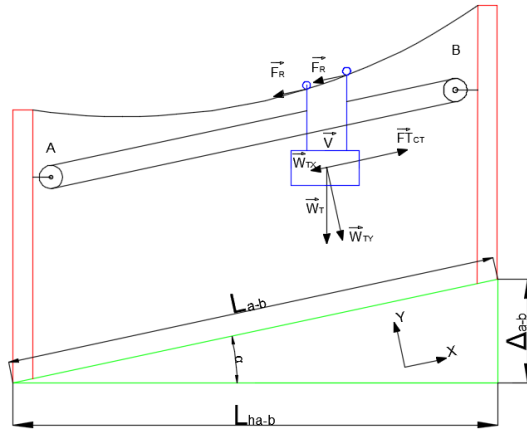
Para diseñar el sistema de tracción se debe partir de la identificación de unas variables de entrada, las cuales permitirán el dimensionamiento y selección de los componentes mecánicos. Basados en la

metodología de diseño planteada por Vargas (Vargas, 2011) se establecieron las variables de entrada presentadas a continuación.

Aplicando las consideraciones de diseño y realizando los respectivos cálculos, se dimensionaron el eje motriz, las chumaceras, el cable carril, el cable tractor y el conjunto motorreductor. Los resultados de los componentes más relevantes del sistema son resumidos en la tabla 2.

El factor de seguridad, para el cable carril es 4,01 y para el cable tractor es 7.2, estos valores se encuentran dentro de los límites establecidos por Emcocables (Emcocables, s/f) que define un rango para el cable carril entre 3.5 y 5 y para cables tractores entre 5 y 7 (Vargas, 2011).

Teniendo en cuenta las recomendaciones de los asesores Ecosol y Galvis & Galvis, compañías asesoras del proyecto, se optó por un sistema de tracción de arrastre con guaya sinfín, halada por un tren doble de poleas multicanal. Adicionalmente se incluye un freno de disco para incrementar la seguridad del sistema y un dispositivo de seguimiento mecánico que consta de una cadena y un tornillo sinfín, el cual nos permite determinar en qué punto del recorrido se encuentra la canastilla. El motorreductor será tipo sinfín corona.

Figura 2. Variables de entrada – Diseño sistema mecánico de tracción

Esquema que indica las variables de entrada para el diseño del sistema mecánico de tracción, Se incluye diagrama de fuerzas sobre la canastilla.

Fuente: Elaboración equipo de desarrollo tarabita eléctrica - CEET, 2017.

Tabla 1. Sistema mecánico de tracción - Variables de entrada.

Variable	Valor	Descripción
V_C	1.0 m/s	Velocidad de la canastilla
H_A	1079 m	Altura del punto A sobre nivel de referencia – Estación inferior
H_B	1179 m	Altura del punto B sobre nivel de referencia - Estación superior
Δ_{a-b}	100 m	Diferencia de alturas entre las estaciones
L_{a-b}	417.6 m	Distancia entre las estaciones
α	7° y 20°(*)	Angulo Pendiente entre A y B, °
Lh_{a-b}	402.8 m	Distancia horizontal entre A y B
W_T	500 Kgf	Peso total a transportar (carga + peso vehículo)

(*) En el trayecto entre A y B se pueden identificar claramente dos pendientes.

Una de 7° los primeros 218 m y de 20° los 198m restantes.

Fuente: Elaboración equipo de desarrollo tarabita eléctrica - CEET, 2017.

Tabla 2. Dimensionamiento de los componentes del sistema motriz

Variable	Valor	Unidades	Descripción
Cable Carril			
d_{cc}	0,75	in	Diámetro del cable carril
	6X7		Tipo de Construcción Cable Carril
	LANG		Tipo Torcido Cable Carril
	FIBRA		Alma del Cable Carril
	NEGRO		Acabado
$L_{a-b Total}$	434,00	m	Longitud Cable Carril
Cable Tractor			
D_{CT}	0,25	in	Diámetro del cable tractor
	6X19S		Tipo de Construcción cable tractor
	LANG		Tipo Torcido cable tractor
	FIBRA		Alma del Cable tractor
	NEGRO		Acabado
Moto-reductor			
n_m	87,2	RPM	Revoluciones por minuto eje motriz
T_m	537,3	N.m	Torque requerido motorreductor, N.m
P_m	4,9	kW	Potencia requerida motor, kW
D_{MR}	40	mm	Diámetro del eje del motorreductor, mm

Fuente: Elaboración equipo de desarrollo tarabita eléctrica - CEET, 2017.

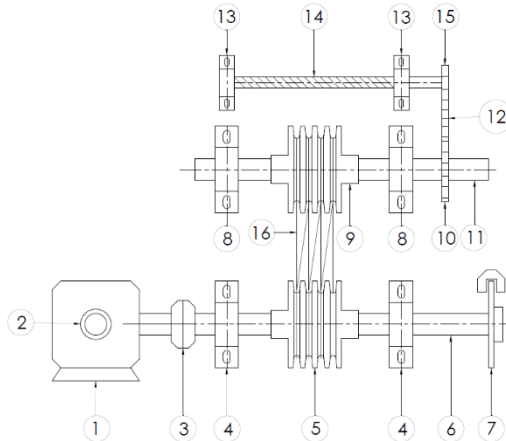


Figura 3. Diseño sistema mecánico de tracción

Fuente: Elaboración equipo de desarrollo tarabita eléctrica - CEET, 2017.

Tabla3: Elementos constitutivos del sistema mecánico de tracción diseñado

ITEM	DESCRIPCIÓN
1	MOTORREDUCTOR
2	ELECTROFRENO – SISTEMA DE FRENADO PRINCIPAL
3	ACOPLE
4	CHUMACERA –EJE MOTRIZ PRINCIPAL
5	POLEA MULTICANAL – EJE MOTRIZ PRINCIPAL
6	EJE MOTRIZ PRINCIPAL
7	FRENO HIDRAULICO – AUXILIAR
8	CHUMACERA – EJE MOTRIZ SECUNDARIO
9	POLEA MULTICANAL – EJE SECUNDARIO
10	PIÑON CONDUCTOR
11	EJE SECUNDARIO
12	CADENA
13	RODAMIENTO SISTEMA POSICIONAMIENTO
14	TORNILLO SIN FIN
15	PIÑON CONDUCTO
16	CABLE DE ACERO

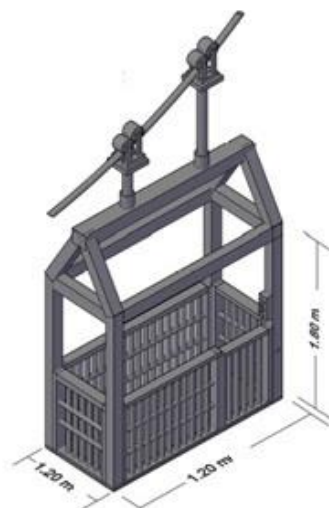
Fuente: Elaboración equipo de desarrollo tarabita eléctrica - CEET, 2017.

Vehículo-Canastilla

En el diseño fueron evaluados distintos tipos de materiales, buscando la optimización de la relación entre el peso de la canastilla y la seguridad de los pasajeros, por tanto, se optó por tubería rectangular de aluminio. El vehículo se suspenderá del cable carril mediante dos brazos de

diferente longitud que unidos a dos pares de poleas de empack, permitirán el deslizamiento. Como medida de seguridad se dispone de un seguro de traba para evitar la apertura accidental de la única puerta lateral de la canastilla.

Figura 4. Esquema de diseño y dimensiones de la canastilla.



Esquema general de diseño y dimensiones de la canastilla diseñada.

Fuente: Elaboración equipo de desarrollo tarabita eléctrica - CEET, 2017.

Sistema de Mando

Teniendo en cuenta los principios de autonomía y versatilidad en el uso de la tarabita, se define que el sistema de control debe ser inalámbrico y con carácter multipunto; es decir, que pueda ser operado desde la estación de salida, la canastilla y la estación de llegada.

La tarabita será controlada a través de tres botoneras con tres pulsadores cada una (derecha, izquierda y paro), que se comunicarán inalámbricamente en un sistema de radio frecuencia (RF) punto-multipunto. El modulo receptor controlará el sistema eléctrico de la tarabita por medio de relés. Los módulos contarán con una fuente auxiliar de energía consistente en mini paneles solares de 5 V y baterías, garantizando la energía de respaldo a la unidad de control.

Sistema de generación de Energía

Para el diseño del sistema híbrido de alimentación de energía, se parte de variables de entrada que dependen de los resultados obtenidos en el dimensionamiento del sistema motriz, los requerimientos de uso y las consideraciones específicas del lugar de instalación. A continuación, se muestran dichas variables.

Tabla 3. Variables de entrada Sistema de Generación de Energía

Variable	Valor	Unidad
Irradiancia lugar (Gigante, Huila) (NASA, Atmospheric Science Data Center, 2008)	4.08	kW/m ²
Potencia requerida del motor	5	kW
Tiempo de uso diario	2	Horas
Factor de sobredimensionamiento	30	%
Tensión nominal del sistema	48	V
Potencia de los módulos seleccionados	320	Wp
Tipo de batería	Sellada	
Diferencia de temperatura del lugar	10	°C
Tensión de red monofásica presente	120	V

Fuente: Elaboración equipo de desarrollo tarabita eléctrica - CEET, 2017.

Con las variables de entrada definidas y con el objeto de considerar diferentes opciones basadas en las tecnologías disponibles en el mercado, se realizó el

dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico DC, AC monofásico y AC trifásico, obteniendo las alternativas presentadas en la tabla 4.

Tabla 4. Resultados diseño

	DC	AC Monofásico	AC Trifásico
Número de módulos	16	18	12
Número de controladores	2	-	-
Número de baterías	4	4	8
Capacidad mínima c/batería (Ah)	450	530	530
Tensión de cada batería (V)	12	12	12
Número de inversores	-	1	2
Potencia mín. de cada inversor (W)	-	5400	1778
Observaciones adicionales	Unidad de transferencia automática junto con un regulador	Inversor híbrido con función de cargador/inversor y transferencia automática	Inversores con conectividad entre ellos para crear el desfase entre las líneas y función inteligente de administración de fuentes: solar, baterías y red

Fuente: Elaboración equipo de desarrollo Tarabita eléctrica - CEET, 2017.

La opción seleccionada es el sistema trifásico, puesto que los inversores son de reducción en los gastos. El sistema secundario de alimentación de energía que complementará el sistema híbrido, será la red eléctrica del sitio de instalación a 120

Prototipo de baja fidelidad

Como criterio de partida para la construcción del prototipo se tuvo en cuenta el uso de materiales recuperados o reciclados. Se dimensiona un sistema

menor potencia y el calibre de los conductores disminuye representando una fotovoltaico AC monofásico, alimentado por tres paneles fotovoltaicos de 140 Wp, 1 controlador de carga con corriente de entrada de 20 A, un inversor de 800 W y una batería de 12 V. El sistema alimentará un motorreductor de 370 W que transmitirá la fuerza a un sistema mecánico de poleas bicanal que emulan el funcionamiento del sistema de tracción establecido para el proyecto.

Figura 5. Prototipo de baja fidelidad.



Fotografía del prototipo de baja fidelidad implementado para realizar pruebas de laboratorio.

Fuente: Elaboración equipo de desarrollo tarabita eléctrica - CEET, 2017.

Conclusiones

El proyecto será pionero en Colombia y funcionará como un piloto para la

formalización teórica y subsecuente tecnificación de los sistemas de transporte por cable que se usan actualmente en las zonas rurales, esto tendría una implicación positiva

directa en la seguridad de los usuarios y en la eficiencia del funcionamiento de estos sistemas. Además, planteará una propuesta innovadora para ampliar las aplicaciones de las energías renovables en el marco de la ley 1715 para el fomento de las Energías alternativas (Congreso de Colombia, 2014).

Cada uno de los resultados presentados es ajustado al sitio de implementación en el Zanjón Cárdenas, sin embargo, puede ser replicable en otras locaciones y topografías, realizando las adaptaciones correspondientes.

Los diseños de cada sistema tuvieron un proceso evolutivo de constante revisión y optimización, proceso apoyado en los resultados de las pruebas realizadas con el prototipo de baja fidelidad, las consultas técnicas a los asesores expertos y la investigación documental y en campo. Este proceso permitió plantear mejoras a los diseños inicialmente propuestos tales como:

uso de poleas multi-garganta para reducir la fatiga del cable de tracción sinfín, inclusión de un freno de disco que servirá de soporte al freno electromagnético principal, implementación de un dispositivo de seguimiento mecánico, uso de variador de velocidad para garantizar una velocidad constante, uso de baterías de electrolito gelificado que minimizan riesgos asociados a la alta liberación de hidrógeno, y uso de módulos policristalinos de 320 Wp, que optimizan la relación potencia / área.

Como resultado de la gestión realizada por la Subdirección del CEET – SENA Distrito capital y la Gobernación del Huila, se aunaron los esfuerzos de entidades públicas como el SENA y la alcaldía de Gigante y de empresas privadas como Ecosol y Galvis & Galvis. Lo cual derivó en la implementación del proyecto que beneficia a una comunidad vulnerable la cual requiere soluciones de movilidad. En las siguientes figuras se puede observar el sistema implementado en funcionamiento.

Figura 6. Prototipo implementado en la vereda San Jacinto de Gigante Huila



Estación inferior del prototipo de tarabita eléctrica implementado en la vereda San Jacinto de Gigante Huila.

Fuente: Alcaldía de Gigante, Gigante amable, 2018.

Figura 7. Prototipo implementado en la vereda San Jacinto de Gigante Huila



Fotografía de las torres intermedias del Prototipo de tarabita eléctrica implementado en la vereda San Jacinto de Gigante Huila

Fuente: David Cáceres, 2018.

Figura 8. Prototipo implementado en la vereda San Jacinto de Gigante Huila – Sistema de tracción mecánica e inversor.



Fotografía del Sistema de tracción mecánica e inversor del prototipo implementado en la vereda San Jacinto.

Fuente: David Cáceres, 2018.

Los resultados positivos del proyecto se deben al esfuerzo de diferentes personas y entidades que colaboraron en cada de las etapas de diseño e implementación, por esta

razón se presentan agradecimientos a: La subdirección del Centro

de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones CEET del SENA regional

Distrito Capital, la alcaldía del municipio de Gigante, la Gobernación del departamento del Huila, las empresas Ecosistemas y Soluciones - Ecossol y Soluciones Integrales Galvis & Galvis, los instructores del Centro de Electricidad, Electrónica y

Telecomunicaciones y del Centro Metalmecánico que colaboraron con su asesoría y consecución de materiales y recursos, el equipo de desarrollo tarabita eléctrica del Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones CEET del SENA regional Distrito Capital conformado por aprendices del programa de Tecnología en Instalación y Mantenimiento de Sistemas Solares Fotovoltaicos.

Referencias bibliográficas

Amézquita, C. (2012). La tarabita de la discordia. *La Nación*.

Arcay, A., Novales, M., & Rodríguez, M. (2003). Transporte por cable. Tórculo Artes Gráficas.

Autoridades Zanjón cárdenas. (2017). Informe interno de planimetría de Zanjón Cárdenas. Huila.

Caballero, A. (s/f). La cabuya (o de cómo joder a la gente) Las tarabitas o cabuyas son el único medio de transporte seguro, rápido y eficaz que existe en Colombia. Revista Semana. Consultado el 27 de Agosto de 2017, de <http://www.semana.com/opinion/articulo/la-cabuya-o-como-joder-gente/48756-3>

Calderón, J., Alzamora, L., & Del Águila, E. (2009). Guía de Elaboración de proyectos de tesis doctoral. Lima - Perú.

Congreso de Colombia. (2014). Ley 1715 Por medio del cual se regula la integración de las Energías renovables no convencionales al Sistema energético nacional. Bogotá.

Corpoica, Minagricultura, Colciencias y Todos por un nuevo país. (2016). *Plan estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano (2017-2027)*. Bogotá.

Corpoica, Minagricultura, Colciencias. (2016). *Anexo 4 del PECTIA. Contexto general del PECTIA Mega-tendencias vinculadas a algunos aspectos del desarrollo agrícola*. Bogotá.

DANE (2014). *Censo Nacional Agropecuario*. Consultado el 16 de Junio de 2017, de <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/censo-nacional-agropecuario-2014>

Gobierno de Colombia (2004). *Decreto 1072 de 2004*. Consultado el 5 de Mayo de 2017. Por el cual se reglamenta el Servicio Público de Transporte por Cable de Pasajeros y Carga, capítulo IX: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=13070>

DNP. (2010). *Plan Nacional de Desarrollo Hacia la prosperidad democrática. Visión 2010-2014 Sector transporte*.

Ecossol (2017). Consultado el 21 de Septiembre de 2017, de <http://www.ecossol.co/>

Emcocables. (s/f). *Manejo, clasificación, factores de seguridad, usos y recomendaciones*.

Estudiantes viajando en tarabita o garrucha. (s.f.). Consultado el 28 de Agosto de 2017, de

- <https://www.youtube.com/watch?v=tNZWN AHfKUY>
- Fórmula ECO SENA. (2017). Consultado el 5 de Septiembre de 2017 de <http://www.sena.edu.co/es-co/comunidades/aprendices/Paginas/formulaSENAEco.aspx>
- Gobernación del Huila. (2011). *Dependencia de Agricultura y minería- Sitio web Gobernación del Huila*. Obtenido de "Se inaguran primeras Tarabitas en fincas cafeteras de Teruel": <http://www.huila.gov.co/dependencias/secretarias/agricultura-y-mineria/66281-se-inaguran-primeras-tarabitas-en-fincas-cafeteras-de-teruel>
- Gobierno de Colombia. (2016). Acuerdo Final para la Terminación del Conflicto y la Construcción de una Paz Estable y duradera. Bogotá.
- Gravity Goods Ropeway in Nepal. (s.f.). Consultado el 27 de Junio de 2017, de <https://www.youtube.com/watch?v=YAtIBXvnWFO>
- Larrot, G. ". (2007). *Cronica: Los niños del cable* . Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=z0nxSbftFq0&feature=related>
- Ministerio de Tecnologías de la información y las Comunicaciones. (05 de Mayo de 2014). *Sitio oficial de Gigante en Huila, Colombia*. Consultado el 30 de Abril de 2017, de http://www.gigante-huila.gov.co/informacion_general.shtml
- Ministerio de transporte. (2 de Mayo de 2017). Respuesta del ministerio de transporte circular Radicado No. 20174110254421 en relación con el DECRETO 1079 DE 2015. Bogotá, Bogotá Colombia.
- NASA, Atmospheric Science Data Center. (26 de Marzo de 2008). *Surface meteorology and Solar Energy*. Consultado el 10 de Julio de 2017, de RETScreen: Nempeque, M. P. (16 de Marzo de 2017). Lineamientos para dimensionamientos de Sistemas Solares Fotovoltaicos. (G. T. Boomerang, Entrevistador)
- Pantoja, A., & Caceres, D. (2017). *Estudio sobre el sitio de instalación del proyecto - Tarabita Eléctrica*. Bogotá.
- Periódico su región. (2009). Tarabita en Iquira Huila. Consultado el 08 de Julio de 2017, de: <https://www.youtube.com/watch?v=48FGT2RNoBs>
- Sierra, M. (5 de Junio de 2017). Presentación Teleférico Monserrate Bogotá-Colombia. (G. T. Boomerang, Entrevistador)
- Sociedad de agricultores de Colombia, SAC. (2004). *La infraestructura de transporte y la competitividad del sector agropecuario colombiano. Propuestas en materia de agenda interna al gobierno nacional*. Bogotá D. C.
- Tarabita Mindo Ecuador. (s.f.). Consultado el 27 de Agosto de 2017, de https://www.youtube.com/watch?v=tq98kh_Kmu0
- Vargas, A. (2011). *Diseño y construcción de un sistema de transporte de carga por medio de cables para topografía de gran pendiente, Escuela de ingeniería, Departamento de Ingeniería Mecánica*. Medellín: universidad EAFIT.