

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



COMEC

**Análisis del sistema de transportador de techo para el ensamblaje de
bicicletas en la empresa “Minerva”**

Title

*Analysis of the roof conveyor system for the assembly of bicycles in the
company "Minerva"*

Angel Joaquin Cabrera Pérez. Universidad Centra “Marta Abreu” de las Villas, Cuba.
ajcp9211@gmail.com

Resumen:

En este trabajo se desarrolla un análisis sobre un transportador de techo. Este equipo está siendo utilizado para transportar en una línea de producción en la fábrica de ciclos “Ángel Villarreal Bravo” Minerva. Actualmente una parte de la línea de este equipo no está siendo utilizada y es necesario utilizar la misma en otra parte de la fábrica. De esta manera puede ser obtenido un ahorro de espacio, cadenas y energía. En el trabajo se hace una caracterización del transportador, se determina una metodología de diseño y tiene lugar una comparación entre ambos escenarios. La proposición que se hace es totalmente factible de realizar y será de mucha utilidad para la fábrica.

Abstract:

In this work an analysis about a roof conveyor is developed. This equipment is being used in order to the conveying of parts in a production line the Minerva cycles fabric. At this time one tail of this conveyor is not used and it is necessary to use such a tail in another place. By this way and spare of space, chains and energy could be obtained. In the work an analysis of the conveyor is made, a design methodology determined and a comparison between both conveyors take place. The proposition which is made in this work is very easy to make and will be very useful for the fabric.

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

Palabras Clave: Transportador; Fábrica; Metodología; Diseño.

Keywords: *Conveyor; Fabric; Methodology; Design.*

1. Introducción

La Revolución Industrial o Primera Revolución Industrial fue el proceso de transformación económica, social y tecnológica que se inició en la segunda mitad del siglo XVIII en Gran Bretaña, que se extendió unas décadas después a gran parte de Europa occidental y Estados Unidos, y que concluyó entre 1820 y 1840. Durante este periodo se vivió el mayor conjunto de transformaciones económicas, tecnológicas y sociales de la historia de la humanidad desde el Neolítico, que vio el paso desde una economía rural basada fundamentalmente en la agricultura y el comercio a una economía de carácter urbano, industrializada y mecanizada [6].

Se produjeron consecuencias que se pueden esquematizar de manera sencilla en los siguientes aspectos:

1. Demográficas: Traspaso de la población del campo a la ciudad (éxodo rural), migraciones internacionales, crecimiento sostenido de la población, grandes diferencias entre los pueblos y dependencia económica.
2. Económicas: Producción en serie, desarrollo del capitalismo, aparición de las grandes empresas (sistema fabril) e intercambios desiguales
3. Sociales: Nace el proletariado, nace la cuestión social.
4. Ambientales: Deterioro del ambiente y degradación del paisaje, explotación irracional de la tierra. [10]

Posteriormente han ocurrido procesos también muy importantes en el desarrollo industrial de la sociedad que han sido llamados de diversas maneras, pero sin dudas este primer proceso dio un vuelco en todos los sentidos al desarrollo social.

La Revolución Industrial marca un punto de inflexión en la historia, modificando e influenciando todos los aspectos de la vida cotidiana de una u otra manera. La producción tanto agrícola como de la naciente industria se multiplicó a la vez que disminuía el tiempo

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



de producción. A partir de 1800 la riqueza y la renta per cápita se multiplicó como no lo había hecho nunca en la historia pues hasta entonces el PIB per cápita se había mantenido prácticamente estancado durante siglos En palabras del premio Nobel Robert Lucas [10]:

“Por primera vez en la historia, el nivel de vida de las masas y la gente común experimentó un crecimiento sostenido (...) No hay nada remotamente parecido a este comportamiento de la economía en ningún momento del pasado.”

Como se ha señalado este proceso comenzó en Europa y particularmente en Inglaterra a mediados del siglo XVIII y se extendió a otros países de Europa, Japón y a los Estados Unidos hasta principios del siglo XX y dio inicio a un crecimiento gigantesco de la producción industrial que demandaba de enormes cantidades de materia prima y de manipulaciones de productos que ya no podían trasladarse manualmente ni por transportación animal.

Se mecanizaron las industrias y el transporte. En las minas y dentro de las industrias comenzaron a surgir diversos sistemas de transportación continua (tanto a granel como unitarias). Con el surgimiento de la producción en masa de automóviles a principios del siglo XX en los Estados Unidos se multiplicaron las cadenas de montaje, muchas de las cuales estaban compuestas también por transportadores de techo o aéreos. El uso de estos sistemas se extendió después a la producción de carne, donde gran cantidad de animales se sacrifican y sus componentes son colgados de ganchos que se mueven por medio de una cadena o cable, donde se le realizan operaciones.

Todos estos factores se vieron multiplicados en el transcurso de los conflictos bélicos y sobre todo durante las dos guerras mundiales que se sucedieron en el siglo pasado.

En Cuba se produjo desde inicios del siglo XX una explosión en el crecimiento de varias industrias [6]:

- La industria azucarera pasó de una producción con un nivel de mecanización muy bajo a una rama que llegó a producir 5 000 000 de toneladas por zafra en los años 50 y

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”**



**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**

donde se introdujeron una gran cantidad de transportadores continuos de sólidos a granel, tanto para la manipulación de productos como de materia prima.

- En la rama niquelífera se llevaron a cabo grandes inversiones, las cuales se acentuaron sobre todo en el período de las confrontaciones bélicas. Aquí también se emplean gran cantidad de transportadores de sólidos a granel
- La industria del cemento también tuvo crecimientos importantes en este medio siglo y dentro de la misma también se emplean transportadores continuos de sólidos a granel.

Todos estos crecimientos se produjeron sobre todo a partir de inversiones extranjeras, principalmente norteamericanas.

Pero ninguna de estas ramas emplea masivamente los transportadores de techo. Solo en la provincia de Pinar del Río existían algunos transportadores de techo para la transportación de mineral en los yacimientos de cobre.

En el país los transportadores de techo han sido empleados en las empresas productoras de artículos electrodomésticos, un ejemplo de ello es la fabricación de refrigeradores en la empresa INPUD de Santa Clara, inaugurada por el comandante Ernesto Guevara en la década de los 60 con tecnología Checa.

Posteriormente en esta provincia de Villa Clara, en Santa Clara fue construida una fábrica para producir bicicletas. La empresa Minerva fue de una gran utilidad en el período especial, cuando colapsó todo el sistema de transporte público en Cuba, a raíz de la desaparición del campo socialista y la caída brusca del abastecimiento de petróleo a la isla. La bicicleta se convirtió casi en el único medio de transporte de los trabajadores hacia sus centros de trabajo. Se adquirieron miles de ciclos en China y al mismo tiempo se comenzaron a producir bicicletas en el país, con vistas a disminuir la importación de las mismas.

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



En este largo camino se han cometido errores y ha habido aciertos. El colectivo de la empresa ha logrado que la producción se mantenga y que incluso se desarrolle, aún dentro de las más adversas condiciones. Actualmente las producciones se han modernizado, sin llegar a ser una industria de punta en el mundo, con calidades modestas pero aceptables. Se satisface una parte de la demanda nacional de las denominadas bicicletas “montañas” de 18 velocidades. Se avanza en la producción de bicicletas eléctricas de transporte personal y en triciclos y bicicletas eléctricas y se contribuye al servicio a los enfermos mediante la producción de sillas de ruedas, entre otras producciones importantes.

Uno de los aspectos en que ha habido variaciones ha sido la capacidad de producción, sobre todo debido a la variación en los abastecimientos de la materia prima.

El equipo objeto de estudio de este trabajo es un transportador de techo, mediante cadenas doblemente articuladas en el que se manipulan las gomas de la bicicleta montadas en llanta y se transportan hacia puestos de trabajo donde los operarios ensamblan estas gomas con los demás componentes de la bicicleta.

Los transportadores de techo han adquirido un gran auge en el mundo debido al crecimiento a gran escala de la producción en cadena de diversos tipos de equipos. Constituyen una clase especial de transportadores ya que en su funcionamiento difieren sustancialmente de los demás.

En el conjunto de transportadores de una empresa de montaje pueden existir distintos tipos de transportadores de techo, atendiendo al producto a manipular, su masa y tamaño, así como la distancia entre los productos.

Son transportadores unitarios y sus principales ventajas son la diversidad de operaciones que pueden realizarse sobre ellos, la complejidad de las trazas que pueden enfrentar, el ahorro de espacio en el piso de la nave, la facilidad de mantenimiento, el bajo consumo energético y sobre todo el hecho de la gran posibilidad de automatización de su

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



funcionamiento. Los elementos a fabricar pueden ser pre-ensamblados en líneas de alimentación y acoplar las diversas líneas secundarias a la principal en el lugar y el momento preciso mediante circuitos programados automáticamente.

Básicamente este equipo consta de una estructura que se monta principalmente sobre el techo de la fábrica, aunque los puestos de trabajo de los operarios están a la altura del hombre. Sobre esta estructura se monta un órgano de tracción, que puede ser cable o cadena biarticulada. Ambos elementos poseen la flexibilidad suficiente para adaptarse a las trazas más complejas y trasladarse a lo largo de la nave de montaje, con cambios de dirección de hasta 90^0 , tanto en la dirección vertical como horizontal. Para propiciar estos cambios sin dificultad es que se emplean el cable y la cadena doblemente articuladas.

Al órgano de tracción se le adicionan ganchos o carritos que transportan los productos para trasladarlos a los puestos de trabajo. Sobre la traza de trabajo se pueden desarrollar diversas operaciones tales como la pintura, la limpieza o el decapado de los componentes.

La productividad de estos equipos se mide por la cantidad de elementos que pueden entregar a la producción en una unidad de tiempo. Esta producción depende a su vez de la velocidad del equipo, la cual posee sus límites superiores, como se verá más adelante y de la distancia o paso entre los productos, que también posee valores mínimos que no pueden violarse para evitar el choque entre un producto y otro, esto depende a su vez de la forma y dimensiones del producto y de la inclinación de los tramos inclinados de la traza.

En cuanto al equipo objeto de estudio, inicialmente se pensó en la transportación con una traza más larga, de manera que se pudieran instalar puestos de trabajo intermedios. Posteriormente se ha concebido el sistema con una estación de alimentación y una única estación de ensamblaje con varios puestos de trabajo. Esto ha dado como resultado que una parte de la traza (por cierto, de una longitud bastante importante) ha resultado sobrante, con una trayectoria más larga y que es innecesaria en el trabajo, un tiempo mayor de recorrido (aunque por otra parte se ha empleado como almacén móvil de

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



componentes) pero con la utilización de una mayor cantidad de cadena, que puede ser empleada como repuesto de la que se utiliza en el transportador, bastante escasa en los almacenes de la empresa. Lo más importante es que con la aplicación del trabajo debe producirse un ahorro en el consumo de energía ya que incluso, la parte de la traza que se desea eliminar está en la zona cargada del transportador.

❖ Al objeto de estudio se le plantea el siguiente problema:

La traza del transportador principal de ensamblaje de bicicletas de la fábrica de ciclos Minerva posee un tramo que no se emplea en la producción y solamente funge como almacén de partes.

❖ Hipótesis:

Si se hace un correcto análisis de la línea principal en el ensamblaje de bicicletas de la fábrica de ciclos Minerva, de Santa Clara se puede optimizar el empleo del espacio y lograr ahorros de energía en la transportación.

❖ Objetivo general:

Optimizar la utilización de la longitud en el transportador de techo de la línea de ensamblajes de bicicletas de la fábrica de ciclos Minerva con vistas a lograr ahorros en el espacio y en el consumo de energía.

❖ Objetivos específicos:

1. Analizar todas las características inherentes a los transportadores de techo, como el empleado en esta industria.
2. Definir una metodología de cálculo y utilizarla en hojas trabajo Excel para poder simular el funcionamiento del transportador actual y el que resulte de la modificación.
3. Recomendar a la industria medidas a emplear para llevar a cabo la modificación.

2. Metodología

Para el desarrollo del trabajo se cuenta con la información brindada por el cliente, la bibliografía necesaria para la revisión bibliográfica y se dispone de computadora para

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

los cálculos y escritura del documento a presentar. Se hizo uso de hojas de cálculo Excel para facilitar la obtención de resultados claves para el trabajo tal cómo la velocidad; la cantidad de piezas por hora; la resistencia de la cadena, demanda energética y la potencia con las que trabajará el transportador propuesto y el que existe actualmente en la empresa..

3. Resultados y discusión

El transportador que se utiliza se califica como equipo que lleva la carga, en los cuales el carrito, que este caso en particular son ganchos con los dispositivos de suspensión para las cargas, están fijados al órgano de tracción y se desplazan siempre juntos con éste por la traza de la vía a lo largo de la cual se mueve el órgano de tracción [1]. Este equipo costa de 136 m de cadena biarticulada, se implementa en un área de ensamblaje, donde se trabaja en la fabricación de bicicletas MTB 24”x18 velocidades con parrilla y cesta. Para este caso en particular lo que se trasladará en el transportador aéreo serán las gomas en sus llantas, del modelo de bicicleta antes mencionado; las cuales tienen un peso de 27 N y un diámetro de 640 mm. El esquema de la traza del transportador se muestra en la figura 2.1; la productividad del diseño es de 200 piezas/hora y el espaciamiento entre los trolleys ganchos es de 650 mm.

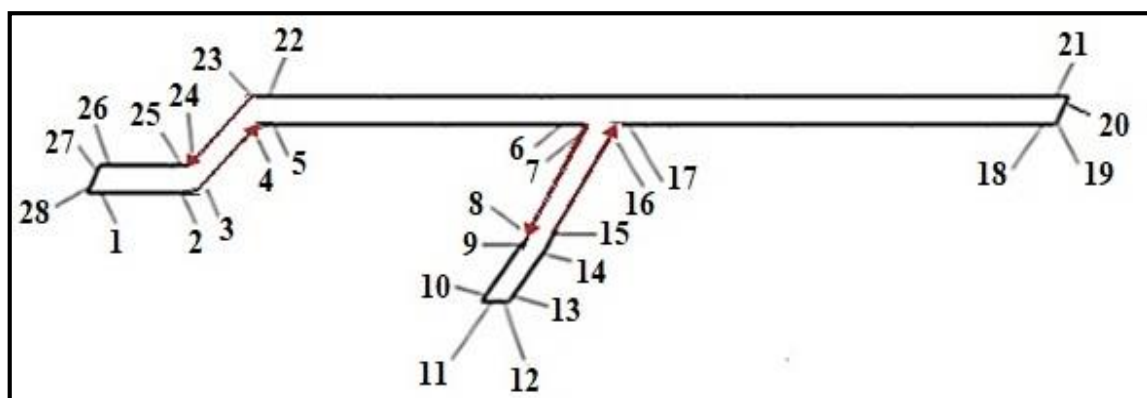


Figura 2.1. Esquema para el cálculo del transportador de techo conductor de la carga.

✚ Descripción de la traza

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”

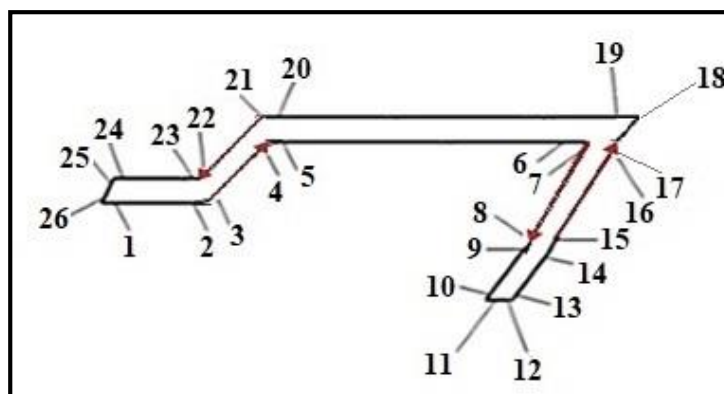


DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

Todos los tramos son horizontales, excepto el 3-4; el 15-16; el 7-8 y el 23-24, que poseen una inclinación de 45° (señalados en rojo en el esquema). Los dos primeros son ascendentes y los otros dos son descendentes. Todos los tramos están normalmente cargados, excepto el 3-4; el 5-6 y el 7-8.

En el presente capítulo se propone la posibilidad de realizar cambios estructurales en el transportador aéreo, instalado en la empresa, ya que este fue diseñado en un principio con el objetivo de colocar dos áreas de ensamblaje en distintos lugares de la nave, pero luego se han ido cambiando los planes de la empresa y ya esa idea no les es factible, provocando esto que el transportador de techo instalado hoy en día conste con un aproximando de 40 m de transportador sobrante, lo cual trae como consecuencia un mayor gasto de energía y una pérdida de espacio en la nave, el cual puede ser utilizado en otras tareas y además también puede utilizarse la cadena sobrante como repuesto.

El transportador de techo propuesto consta con un total de 96 m de transportador (40 m menos que el original), 96 m de cadena biarticulada, el mismo posee una capacidad de carga de 200 g/h, con una velocidad de 0.07 m/s y la longitud máxima ($b_{\text{máx}}$) de la carga a lo largo del transportador es de 650 mm.



Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



Figura 3.1. Esquema para el cálculo del transportador de techo conductor de la carga.

Tabla comparativa de los parámetros fundamentales determinados para el escenario actual y el propuesto.

Parámetros Fundamentales de Cálculo	Escenario actual	Escenario propuesto
Tensión máxima en un punto determinado de la traza (N)	$S_{\text{máx}} = S_{23} = 3361.91$	$S_{\text{máx}} = S_{21} = 2968.53$
Cálculo de comprobación de la cadena $S_{\text{máx}} \leq [S]/g$	$3361.91 \text{ N} < 3815 \text{ N}$	$2968.53 \text{ N} < 3815 \text{ N}$
Tiraje efectivo en [N].	2164.96	1727.12
Velocidad del órgano de tracción (m/s)	0.07	0.07
Potencia (Kw)	0.36	0.28

4. Conclusiones

1. Los transportadores de techo pertenecen al grupo de los transportadores continuos de transportación unitaria y poseen ventajas importantes con respecto a otros transportadores, tales como, ahorro de espacio y energía y amplias posibilidades de automatización del sistema.

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



2. En la metodología de los transportadores de techo se definen cuatro parámetros de importancia: la velocidad; la cantidad de piezas por hora; la resistencia de la cadena y la demanda energética.
3. La instrumentación de la metodología en hojas de cálculo Excel permite establecer distintos escenarios para el trabajo del mismo y elegir aquel que más convenga de acuerdo con el parámetro de optimización necesario.
4. Es evidente que en la instalación actual existe un excedente de longitud de la cadena al estarse utilizando una sección de la traza que no tiene utilidad, lo cual redundará en un aumento de la longitud de cadena, un espacio innecesariamente ocupado y en un incremento en el consumo de energía. Numéricamente hablando se puede decir que con la modificación se ahorran 40 metros de cadena, un espacio de 20 metros de longitud en el cual se pudieran instalar otros equipos y 0.1 kW hora.

5. Referencias bibliográficas

1. Alexandrov, M.; Aparatos y máquinas de elevación y transporte; p18-32, Ed. MIR, Moscú, 1984.
2. American Conveyor Group, Inc. [citado del 12 de mayo del 2005]. Disponible en: <http://www.acgconveyors.com/catalog/5.50.10.10.html>.
3. Armax. [citado del 20 de abril del 2005]. Disponible en: <http://www.armaxconveyors.co.uk/pdf/armaxslat.pdf#searchslat%20conveyor>.
4. Catálogo de la Chain Belt. USA, (2010).
5. Catálogo del transportador teleférico CLZ-01 de la línea de ensamblaje de rueda. (2014).
6. Chaves Palacio, Julián «Desarrollo tecnológico en la primera revolución industrial». Revista de Historia, Cuba, 2014.
7. García Abreu, D. (1987); Transporte de Materiales de la Industria Azucarera, (Ed. ISPJAM.), La Habana, Cuba.
8. García de la Figal, J.; Grúas, elevadores y montacargas, I.S.P.J.A.E., La Habana, 1990.

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



9. Hidalgo Reina, P., Pérez Castellanos, E. (2001); Equipos de Transporte Industrial, (Universidad Central, Marta Abreu de Las Villas), Santa Clara, Cuba.
10. Lucas, Robert E. (2015). The Industrial Revolution. Federal Reserve Bank of Minneapolis. Tomado de Wikipedia.
11. McCloskey, Deidre (2014). Roderick Floud y Paul Johnson, ed. Review of The Cambridge Economic History of Modern Britain. Times Higher Education Supplement,
12. Mc Donald, W.; Equipment selection criteria conveyors, p 26-28, New York, 2009.
13. Monorraíles y transportadores aéreos. [citado del 18 de mayo del 2015] Disponible en:http://www.spanco.com/pages_sp/wsmonorails.php
14. Nikolai Nikolaevich R. y Vladimir Ilkovich D.; Transportador teleférico de empuje; (1992).
15. Omni Metalcraft Corp. [citado del 18 de abril del 2008]. Disponible en: [http://www.omni.com/downloads/pdf/sect-19 atconveyors.pdf#20conveyor'](http://www.omni.com/downloads/pdf/sect-19_atconveyors.pdf#20conveyor).

16. Oriol García José M; Máquinas de Transporte Continuo; Ciudad de la Habana. Editorial: Pueblo y Educación. 1988.
17. Pérez Castellanos, E. (2009); Equipos de Transporte Continuo, (Universidad Nacional de Ingeniería), Managua, Nicaragua.
18. Spivakovsky, and Diachov.; Conveyors and related equipment, Ed. MIR, Moscú, 1985.

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu