



Diseño conceptual, formal y funcional de un vehículo de tracción humana como propuesta de movilidad urbana

Fecha de recepción del artículo: 7 de Mayo de 2016

Conceptual, formal and functional design of a human-powered vehicle as a proposal of urban mobility

Article receipt's date: May 7th 2016



SENA Regional Santander
Red de Conocimiento: Materiales para la industria
Centro Industrial del Diseño y la Manufactura – CIDM
Grupo de Investigación en Diseño, Manufactura, Construcción, Tic y afines.



Sergio Camilo Medrano Estupiñan

Tecnólogo en Diseño de Productos Industriales. Semillero de Investigación Diseño y Movilidad. Centro Industrial del Diseño y la Manufactura – CIDM. Servicio Nacional De Aprendizaje – SENA.

smedrano@misena.edu.co

Juan Sebastián Rojas Galvis

Tecnólogo en Diseño de Productos Industriales. Semillero de Investigación Diseño y Movilidad. Centro Industrial del Diseño y la Manufactura – CIDM. Servicio Nacional De Aprendizaje – SENA.

mrjuano@yahoo.com.co

Christian Javier Vera Jaimes

Maestrando en Diseño, Gestión y Dirección de Proyectos - Universidad Internacional Iberoamericana UNINI. Especialista en Control e Instrumentación Industrial – Universidad Pontificia de Bucaramanga UPB. Ingeniero Mecatrónico - Universidad Autónoma de Bucaramanga UNAB. Asesor Proyectos de I+D+i. Director Grupo de Investigación en Diseño, Manufactura, Construcción, TIC y afines - VESTIGIUM. Líder Dinamizador Tecnoparque Nodo Bucaramanga. Centro Industrial del Diseño y la Manufactura – CIDM. Servicio Nacional De Aprendizaje – SENA. cveraj@sena.edu.co

Juan Alexis Mejia Iguaran

Maestrando en Diseño, Gestión y Dirección de Proyectos con Especialización en Innovación y Producto – Universidad Internacional Iberoamericana UNINI. Diseñador Industrial – Universidad Industrial de Santander UIS. Docente Escuela Tecnológica del Oriente. Líder Sistema de Investigación y Desarrollo Tecnológico e Innovación SENNOVA - CIDM. Grupo de Investigación en Diseño, Manufactura, Construcción, TIC y afines - VESTIGIUM. Centro Industrial del Diseño y la Manufactura CIDM. Servicio Nacional De Aprendizaje SENA.

jmejiaiguaran@misena.edu.co

Julián Enrique Cely Cárdenas

Maestrando en Diseño, Gestión y Dirección de Proyectos - Universidad Internacional Iberoamericana UNINI. Especialización en Gerencia de Proyectos en Inteligencia de Negocios – Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano. Ingeniero de Sistemas – Universitaria de Investigación y Desarrollo UDI. Grupo de Investigación en Diseño, Manufactura, Construcción, TIC y afines - VESTIGIUM. Administrador Planta Docente y Directivo Docente del Departamento de Santander, Gobernación de Santander.

julianecc_1@misena.edu.co

Diseño conceptual, formal y funcional de un vehículo de tracción humana como propuesta de movilidad urbana.

Resumen

La población de América Latina ha migrado a las ciudades convirtiendo a urbanas las poblaciones actuales, resultando en una mayor concentración de personas y una disminución en la calidad de vida de estas debido a las dificultades de accesibilidad y movilidad. Además la falta de estrategias integrales de calidad implementadas por los gobiernos, han incentivado el uso de vehículos como solución a esta problemática. Evidenciando no solo problemas de movilidad sino además un incremento en la contaminación producida por emisiones nocivas provenientes de vehículos automotores, es que se plantea el diseño conceptual, formal y funcional de un vehículo de tracción humana como propuesta de movilidad urbana, por ende con cero emisiones contaminantes.

El desarrollo del proyecto plantea inicialmente un análisis de la problemática de movilidad urbana, como preámbulo y referente para el desarrollo de propuestas conceptuales de diseño que a través de una matriz de alternativas permitan la selección de la alternativa que cumpla con los requerimientos de diseño y las expectativas previamente identificadas en los potenciales usuarios de este tipo de vehículos. Definido el diseño conceptual del vehículo posteriormente se realiza un modelado de este y se efectúan análisis

Conceptual, formal and functional design of a human-powered vehicle as a proposal of urban mobility.

Summary

Latin American population has migrated to cities transforming to urban the currently population, resulting in a large concentration of people and a decrease in the living standard of them due to the difficulties of accessibility and mobility. Moreover, the lack of quality comprehensive strategies implemented by the government, have encourage the use of vehicles as a solution to this problem. Making not only the mobility problems clear but also the increase in the pollution produced by the harmful emissions coming from vehicles; it is considered a conceptual, formal, and functional design of a human-powered vehicle as a proposal of urban mobility, therefore with no polluting emissions.

The development of the project initially states an analysis of the urban mobility problem as a preamble, and regard for the development of conceptual proposals of design that through a matrix of alternatives allows the selection of the alternative that fulfills the requirements of design and the previously identified expectations in the potential customers for this type of vehicles. Once defined the conceptual design of the vehicle subsequently it is made its model, and the analysis to the aerodynamics and structure is also done with assisted tools by computer. The validation through the

a la aerodinámica y estructura con herramientas asistidas por computador. La validación a través del software CAD permite que el modelo seleccionado sea optimizado hasta obtener un modelo específico que permita su prototipado.

El resultado de la investigación permite tener el punto de partida para el desarrollo de una estrategia de movilidad urbana eco sustentable y que sea atractiva para los usuarios, permitiendo una posterior implementación.

Palabras clave

Vehículo tracción humana, Ecológico, Diseño y Modelado, Diseño Conceptual, Vehículo de Tracción Humana (VTH).

Introducción

En las últimas décadas la población ha migrado a las ciudades al punto que la mayoría de esta vive en centros urbanos, y en las próximas décadas cerca del 90% de la población de América Latina tendrá esta condición. Actualmente los sistemas de transporte público son uno de los elementos centrales que definen las dinámicas de desarrollo urbano, debido a que la movilidad urbana es determinante no solo para la productividad económica de la ciudad sino además para la calidad de vida de los ciudadanos y el acceso a servicios básicos de salud y educación. Los sistemas de transporte urbano masivo se han convertido en la única propuesta de parte del estado para contribuir en la reducción de emisiones que contribuyen al efecto invernadero y,

software, CAD, allows that the selected model will be optimized until obtaining a specific model that allows its prototyping.

The result of the investigation allows having the starting point for the development of an eco sustainable urban mobility strategy which will be attractive to users, letting a subsequent implementation.

Keywords

Human-powered vehicle, ecological, Design and modeling, Conceptual design, Human Powered Vehicle (HPV).

Introduction

During last decades, the population has migrated to the cities and most of the people live in urban centers and in the last decades almost the 90% of the population in Latin America will be in this condition. Nowadays, the public transportation systems are one of the main elements that define the dynamics of the urban development, due to the fact that the urban mobility is determining not only for the economic productivity of the city but also for the standard of people's lives and the access to the basic services such as health and education. The urban mass transportation systems have been transformed in the merely proposal of the State to contribute in the reduction of the emissions that contribute also to the greenhouse effect, and therefore, they are a very important area of the global



por lo tanto, son un ámbito importante de la lucha global contra el cambio climático. (Corporación Andina de Fomento, 2010)

Otro segmento que ha emergido como posible solución a esta problemática es el de las propuestas científico-tecnológicas que le apuestan al desarrollo de vehículos eléctricos (VE), vehículos eléctricos híbridos (VEH) y vehículos de emisión cero (VEC). Para el caso del VE el uso de uno o varios motores eléctricos requiere la implementación de una fuente externa o acumuladores de energía eléctrica (baterías), así como en el caso de los VEH que combinan un motor de combustión interna y una máquina eléctrica, a fin de alcanzar mejor desempeño y economía del combustible (Ciancio, y otros, 2013). Pero estas propuestas no representan una solución totalmente ecológica, debido a que los métodos de fabricación así como sus componentes son altamente tóxicos y difícilmente recuperables o reciclables.

En Latino América, los problemas de movilidad (accidentalidad vial, congestión de tránsito, inseguridad, polución, entre otros) están relacionados con el progresivo incremento del uso del transporte privado y el correspondiente decremento del uso del transporte colectivo, por ello algunas estrategias se enfocan en el incentivo al uso de nuevas alternativas diferentes al transporte público convencional y masivo o al uso de vehículos particulares. Con los anteriores referentes se precisa incentivar así como en las ciudades más desarrolladas del mundo, la movilidad urbana basada en la bicicleta.

El objetivo de este trabajo al evidenciar la problemática de los sistemas de movilidad urbana, la insostenibilidad ambiental y social de los modelos de movilidad

struggle against the climate change. (Corporación Andina de Fomento, 2010)

Another segment that has emerged as a possible solution to this problem is the one about scientific-technological proposals that opt to the development of electric vehicles (EV), hybrid electric vehicles (HEV) and Zero-emission vehicles (ZEV). In the EV case the use of one or more electric engines require the implementation of an external source or electric energy collectors (batteries) as well as in the HEV case that combine an internal combustion engine and an electric machine to have a better performance and economy of the fuel. (Ciancio, and others, 2013). However, those proposals do not represent an entirely ecologic solution, due to the fact that the manufacturing methods as their components are highly toxic and with difficulty returnable or recyclable.

In Latin America mobility problems (accidents rate, traffic jams, insecurity, and pollution, among others) are related to the constant progress of the use of the personal transportation and the subsequent reduction of the use of mass collective transportation, for this, some of the strategies are focused on motivating the use of new and different alternatives to the conventional public and mass transportation or to the use of personal vehicles. With the previous regarding it will be required to motivate the urban mobility in the developed cities as well as the urban mobility based on the bicycle.

The objective of this work is to show the urban mobility system problems, the environmental sustainability and the social models of the currently mobility models, which will be a preamble for the proposal

actuales, servirá como preámbulo para la propuesta de vehículo de tracción Humana basado en el desarrollo de diseños conceptuales como estrategia básica para la concepción de un modelo de movilidad urbana sostenible y no dependiente de los vehículos convencionales o sistemas de transporte urbano.

Movilidad Urbana

La posesión de un vehículo motorizado es un elemento clave para medir el nivel de accesibilidad, al tiempo que no poseerlo se convierte en un factor de exclusión social. Teniendo en cuenta esto se puede definir que existe un vínculo entre accesibilidad, exclusión social, movilidad, transporte y el poder desplazarse, lo que permite acceder a bienes, servicios, además de permitir la socialización y creación de redes y por ende una necesidad básica a suplir. (Lizarraga, 2012)

Este tipo de interpretaciones son las que no han permitido que esfuerzos de los gobiernos en apoyar estrategias de transporte masivo no resulten. Además de que la planificación de las ciudades no tengan una proyección a futuro y las estrategias regionales se centran en las necesidades inmediatas, como la construcción de ciudades hechas en función de los vehículos; altas cifras de contaminación ambiental y calidad de aire; y en imaginarios que aún perduran en el tiempo sobre el auto como ejemplo de velocidad, comodidad, seguridad y estatus social, permitiendo que el automóvil se posicionara como el protagonista de la movilidad llevando

of a human-powered vehicle based on the conceptual development design as a basic strategy to the conception of a sustainable urban mobility model but not dependent of the conventional vehicles or urban transportation system.

Urban Mobility

To own a motorized vehicle is a key element to measure the accessibility level and at the same time not to have one is a factor of social exclusion. Taking into account this, it can be said that there is a bond among accessibility, social exclusion, mobility, transportation and movement, which allows the access to goods, services, and in addition it allows the socialization and creation of networks and therefore a necessity to supply. (Lizarraga, 2012).

These kinds of interpretations are the ones that have prevented the efforts done by the governments to support mass transportation strategies without any result. Besides this, the planning of the cities do not have a projection to the future and the regional strategies are focused on the immediate needs, like the construction of cities built based on the vehicles; great numbers of environmental pollution and air quality; and in imaginary situations that still last in the time about the car as an example of speed, comfort, safety and social status, allowing the car could be placed as the protagonist of the mobility leading that people use erroneously and inefficient the urban transportation.



a que las personas hagan uso erróneo y poco eficiente del transporte urbano. (Cárdenas Quintero & Sarmiento García, 2014)

La infraestructura vial juega un papel importante en la elección de los sistemas de movilidad urbana, incluyendo en esto no solo la malla vial, sino factores adicionales como la dotación de preferencias de circulación para transporte colectivo, ciclistas y peatones, por ello algunos estudios analizan este factor como diferenciador para la inclusión social y determinante en la implementación de estrategias de movilidad alternativa a las convencionales. En la Figura 1 se presenta el comparativo de Prioridad en términos de kilómetros destinados para peatones y ciclistas entre ciudades de América Latina.

Figura 1. Prioridades para peatones y ciclistas

Áreas metropolitanas	peatón	ciclista (km)
Belo horizonte	0,5	20,0
Bogotá	2,4	291,3
Buenos Aires	5,4	93,0
Caracas	2,2	14,0
Ciudad de México	0,0	30,0
Curitiba	19,0	120,1
Guadalajara	2,5	0,0
León	1,2	54,3
Lima	1,7	59,0
Montevideo	1,0	8,4
Porto Alegre	0,7	0,0
Río de Janeiro	0,0	153,0
San José	1,0	0,0
Santiago	5,5	112,8
São paulo	7,4	40,2
Total	50,5	996,1

Fuente: Tomado (Corporación Andina de Fomento, 2010)

Si bien este comparativo evidencia una mejora significativa en la infraestructura

The road infrastructure plays an important role when choosing urban mobility systems, including in this one not only the highway networks, but also additional factors such as the endowment of traffic preferences for collective transportation, cyclists and pedestrians, due to this some studies analyze this factor as a differentiating to the social and determinant incorporation in the implementation of alternative mobility strategies to the conventional ones. In figure 1, it is shown the comparative chart of Priority in terms of kilometers destined to pedestrians and cyclists among Latin America cities.

Figure 1. Priorities for pedestrians and cyclists.

Source: Taken from (Corporación Andina de Fomento, 2010)

While this comparative chart evidences a significant improvement in the Colombian

Colombiana, este no es un referente escalable a otras ciudades del país que no tienen una estrategia y/o modelo claro de movilidad integral.

Analizando el tipo de vehículo utilizado para el transporte individual, se puede observar aun un bajo índice de uso de automóviles y motos versus el número de habitantes frente a otras ciudades de América Latina con infraestructuras viales mayores que facilitan el aumento del parque automotor, como se puede observar en la Figura 2.

Figura 2. Disponibilidad de vehículos para transporte individual

Área metropolitana	Automóvil	Motocicleta	Taxi	Moto-Taxis	Total	Automóvil/ Habitante	Moto/ habitante
Belo horizonte	1.074.808	215.922	7.891		1.298.621	0.22	0.04
Bogotá	792.951	116.433	48.907		1.126.723	0.10	0.01
Buenos Aires	4.285.312	470.000	45.500		4.800.812	0.32	0.04
Caracas	820.000	114.369	12.411		946.780	0.26	0.04
Ciudad de Mexico	5.592.293	108.420	182.998		5.883.711	0.29	0.01
Curitiba	774.738	124.522	4.711		903.971	0.27	0.04
Guadalajara	1.442.517	72.304	11.206		1.526.027	0.33	0.02
León	118.981	11.563	4.578		202.122	0.14	0.01
Lima	453.198	27.000	81.826	62.400	624.424	0.05	0.00
Montevideo	210.004	75.500	3.072		288.576	0.16	0.06
Porto Alegre	620.489	116.513	5.422		742.424	0.18	0.03
Río de Janeiro	2.290.902	226.563	36.069		5.553.534	0.21	0.02
San José	321.719	51.621	6.626		505.628	0.25	0.04
Santiago	819.174	22.634	26.909		868.717	0.14	0.00
São paulo	4.386.158	652.225	38.639		5.077.022	0.23	0.03
Total	24.070.244	2.405.589	516.765	62.400	27.054.998	0.23	0.02

Fuente: Tomado (Corporación Andina de Fomento, 2010)

Es evidente que una creciente demanda de movilidad en las grandes ciudades del mundo, sumado al aumento de la concentración de población en las grandes ciudades de países en desarrollo, se ha convertido en un gran reto para los gobiernos y desarrolladores de tecnología, además de que este crecimiento implica un crecimiento de emisiones de CO₂, ya que los vehículos de transporte emiten cerca del 25 % o más de los gases de efecto invernadero (GEI) a nivel global. (Ministerio de Cultura del Ecuador, 2009)

infrastructure, this is not a scalable guide to other cities in the country which do not have a strategy and/or clear model of comprehensive mobility.

By analyzing the kind of vehicle used for individual transportation, it can be seen even a low rate of use of automobiles and motorbikes versus the number of inhabitants from other cities in Latin America with large road infrastructures which facilitate the increase in the automotive fleet, as it is shown in Figure 2.

Figure 2. Availability of vehicles for individual transportation

Source: Taken from (Corporación Andina de Fomento, 2010)

It is clear that a growing demand of mobility in the big cities of the world joined to the increase of the population's concentration in the big cities of the developing countries has turned into a big challenge for the government and technology developers, in addition, this growth implies a growth of CO₂ emissions, due to the fact that vehicles emit about 25% or more of the greenhouse effect gases (GHG) globally. (Department of



Materiales y Métodos

El desarrollo de esta investigación tiene un planteamiento de tipo proyectivo, al proponer soluciones a una determinada situación a partir de un proceso previo de indagación e investigación basado en la simulación a través de sistemas asistidos por computador (CAD). El diseño conceptual y desarrollo del Vehículo de Tracción Humana (VTH) como propuesta de movilidad urbana contempla varios factores, entre ellos la aerodinámica, sistema de transmisión, soporte de vida y seguridad.

Criterios de Diseño

Criterio del usuario.

Los usuarios potenciales del VTH son personas mayores de 16 años, especialmente estudiantes universitarios y trabajadores entusiastas del deporte y medio ambiente. A través de la aplicación de una encuesta se consultó la percepción de estos, en la figura 3 se presenta el instrumento utilizado.

Figura 3. Encuesta de usuarios.

Preguntas		
1. Al Conducir por una calle o avenida ¿Qué es lo más importante para usted?	d	b
2. Al desplazarse por la ciudad como pasajero ¿Qué es lo más importante para usted?	d	d
3. A la hora de comprar un vehículo ¿Qué es lo mas importante para usted?	c,a,d	b,c,a
4. ¿ Como valora usted la investigación y el uso de fuentes de energía renovables?	d	c
5. ¿ Practica algún deporte?	No	a
6. ¿ Qué opina sobre tener que pelear para desplazarse por la ciudad?	d	c
7. Cuando usa el transporte público ¿Cuál son los lugares que frecuenta?	b,c,	a,b
8. A la hora de comprar un nuevo producto ¿ Cuál de estas características aprecia usted más?	b,h,j	b,d,a
9. ¿ Qué opina de tener que usar casco?	a	b
10. ¿Piensa que los autos deberían compartir la carretera con motocicletas, bicicletas y demás vehículos eléctricos?	d	d

Fuente: De los Autores.

Culture of the Ecuador, 2009)

Materials and Methods

The development of this research has a projective proposal, proposing solutions to a given situation from a previous process of investigation and research based on the simulation through computer assisted systems (CAD). The conceptual design and the development of the human-powered vehicle (HPV) as an urban mobility proposal includes several factors, among them, aerodynamics, transmission, and safety and life support systems.

Design Criteria

User's criteria

The potential users of the HPV are 16-year-old elderly, especially university students and enthusiastic workers of sports and environment. Their perception was consulted through the application of a survey, in the figure 3, it is shown the document used.

Figure 3. Survey applied to users.

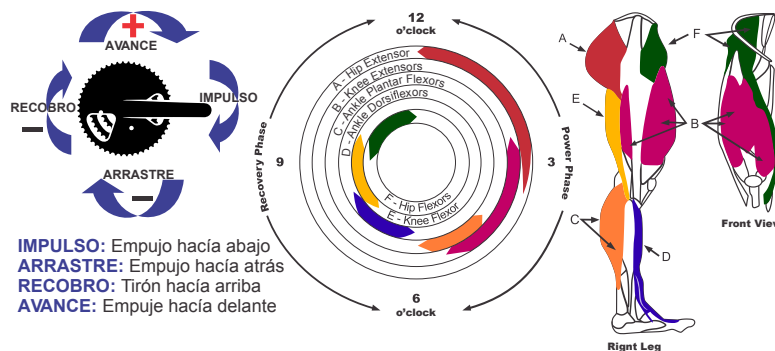
A continuación se relaciona el resultado de las encuestas realizadas:

- Para conducir lo más importante es: La maniobrabilidad
- Como pasajero lo más importante es: los dispositivos de seguridad
- Para comprar un vehículo nuevo lo que miran es: 1) El rendimiento del motor. 2) La facilidad de los controles. 3) Los dispositivos de seguridad.
- La mayoría confía en las energías alternativas. (80%)
- Un 65% de los encuestados practica algún deporte.
- La mayoría están dispuestos a pedalear para desplazarse, pero no lo harían debido a la geografía.
- A la hora de comprar un producto miran: La usabilidad, La funcionalidad y por último el diseño estético.

Biomecánica

El estudio de la mecánica del movimiento del pedaleo permite determinar los esfuerzos a los que se expone el usuario al realizarlo, en la figura 3 se puede observar el trabajo muscular en el pedaleo.

Figura 4. Fases del pedaleo



Fuente: Tomado (Cerro Rodríguez, 2014).

Source: From the authors.

Listed below, there are the results of the surveys:

- The most important aspect to drive is the manoeuvrability.
- As a passenger the most important things are the safety devices
- The most important aspects they take into account to buy a new car are: 1) The performance of the engine. 2) The easy use of the controls. 3) The safety devices.
- Most of them trust in alternative energies. (80 %)
- 65% of them practice a sport.
- The majority of them are willing to pedal to move, but they would not do it, due to the geography.
- When buying a product they take into account: The usability, functionality, and finally the stylish design.

Biomechanics

The study of the pedaling motion mechanics allows to determine the efforts to which the user is exposed when they pedal, in Figure 3, it is seen the muscular work of pedaling.

Figure 4. Pedaling phases

Source: Taken from (Cerro Rodríguez,

Haciendo un análisis dinámico amplio del trabajo realizado en movimiento como el pedaleo en actividades afines como el ciclismo, se evidencia la presencia de puntos críticos que pueden afectar la salud y calidad de vida. Estos puntos son: La columna vertebral, especialmente en la sección lumbar, las muñecas, las rodillas, los tobillos, el cuello y los hombros.

Los tobillos son articulaciones muy próximas al punto de transmisión de potencia del pie al pedal y por esta razón deben mantener fuerzas de tensión casi constantes con el fin de maximizar la magnitud de la potencia transmitida al vehículo, el sistema de pedaleo usado en la mayoría de estos vehículos tiene la gran desventaja de pasar por un momento llamado punto muerto en cada uno de los ciclos, creando una gran inercia muy difícil de romper que puede ocasionar lesiones por sobre esfuerzos al nivel del tobillo y de las rodillas.

La rodilla es uno de los más completos y extraordinarios mecanismos que se encuentran en nuestro cuerpo, su diseño le permite soportar ampliamente grados de esfuerzo muy elevados a los que se ve sometida, no obstante, lo importante no solo es importante la cantidad de fuerza sino la manera en que esta es aplicada, dada la complejidad de este mecanismo sus grados de libertad son limitados y forzarlos puede ocasionar graves e irreversibles lesiones. (Cerro Rodríguez, 2014). Por ello es de gran importancia el diseño de las bielas en los vehículos de tracción humana y especialmente en las bicicletas, crea puntos muertos en los ciclos de pedaleo que requieren una fuerza muy superior a la habitual para avanzar, pudiendo causar sobre esfuerzos en las rodillas.

La columna vertebral es el centro de

2014)

Making a comprehensive dynamic analysis of the work done in motion as the pedaling in related activities like cycling, it is seen the presence of critical points which may affect the health and quality of life. These points are: the vertebral column, particularly in the lumbar section, wrists, knees, ankles, neck and shoulders.

The ankles are joints very close to the point of power transmission from the foot to the pedal and for this reason, people should maintain tensed forces almost constant in order to maximize the extent of the transmitted power to the vehicle, the pedal system used in the majority of these vehicles has the great disadvantage to pass through moment called "deadlock" in each of the periods, creating a great inertia very difficult to break that can cause injuries due to the great efforts at the ankles and knees level.

The knee is one of the most complete and extraordinary mechanisms that are in our body, its design allows it to withstand widely degrees of effort very high to which it is subdued, however, it is not only important the amount of force but also the way in which it is applied, due to the complexity of this mechanism its degrees of freedom are limited and force them may cause serious and irreversible injuries. (Cerro Rodríguez, 2014). Therefore, it is very important the design of the connecting rods in human-powered vehicles and especially bicycles, they create "deadlock" in the pedaling periods that require a much higher force than usual to advance, causing extra strains in the knees.

The vertebral column is the gravitational center of the entire system, making necessary

gravedad de todo el sistema, haciendo necesario un gran esfuerzo en esta zona, sumado con el constante movimiento y la vibración que es transmitida desde las ruedas, por la base de la columna hasta el cerebro. La solución de diseño planteada es la redistribución de los pesos presentes en el VTH; situándolo al conductor en una posición más cómoda sobre un asiento ergonómico que proporcione soporte a la columna. En la figura 5 se puede observar la posición y ergonomía del asiento respecto del conductor.

Figura 5. Propuesta de posición del conductor



Fuente: De los Autores.

Diseño

El diseño a menudo es planteado como una actividad sistemática que permite identificar las necesidades del cliente y del mercado, controlando los procesos que consigue desarrollar el producto.

En la búsqueda de una identidad para las propuestas de los diseños conceptuales, se toma como base el anfibio Dendrobates Auratus como referente formal y base del

a great effort in this area, added to this the constant movement and vibration that is transmitted from the wheels, through the base of the vertebral column to the brain. The design solution proposed is the redistribution of the weight presents in the HPV, placing the driver in a more comfortable position on an ergonomic seat to provide support to the vertebral column. In figure 5 it can be seen the position and ergonomics of the seat for the driver.

Figure 5. Drivers position proposal.

Source: From the authors.

Design

The design is often proposed as a systematic activity which allows identifying the needs of the customer and the market, controlling the processes that permit to develop the product.

In the search for an identity for the proposals of the conceptual designs, it is

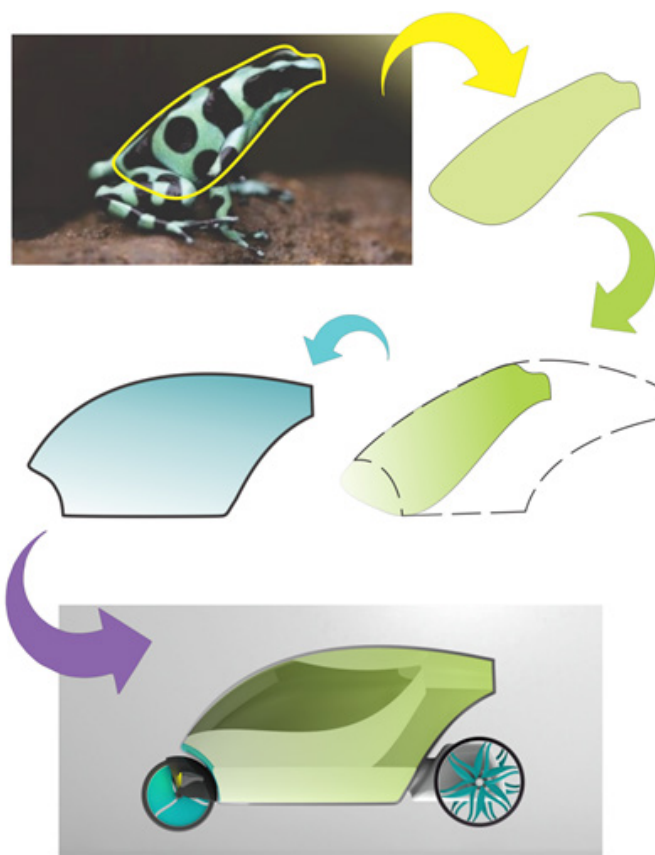


desarrollo del concepto de diseño. En la figura 6 se puede identificar el referente formal en el primer diseño de concepto planteado.

Figura 6. Referente Formal. Dendrobates Auratus

taken as a basis the Dendrobates Auratus amphibious as formal concerns and basis for the development of designing concept. In figure 6 it can be identified the formal concerning in the first design concept proposed.

Figure 6. Formal concerning Dendrobates



Fuente: De los Autores.

Auratus.

Source: From the authors.

Material

In the design of the VTH it is important to take into account that the materials must have a reasonably low density, so that they are not heavy, however, it must also be taken into account as much resistance and

Materials

In the HPV design it is important to note that the materials should have a reasonably low density, so they were not heavy, however, it must also be taken into account as much resistance and

un mínimo de material. Los posibles materiales a utilizar en el desarrollo de esta propuesta de vehículo se estudiaron basándose en sus características físicas, químicas, ergonómicas y demás aspectos que ayudan no solamente a descartar materiales, sino también a escoger el más indicado para la construcción del vehículo.

Posterior al análisis de materiales como el acero, aleaciones de acero, titanio, aluminio y fibra de carbono. La opción que presenta mejores prestaciones es la fibra de carbono el cual es el material de los últimos tiempos, es resistente, flexible y ultra ligero.

Discusión

Diseño de Concepto

En el desarrollo de productos y/o modelos, es indispensable definir claramente las especificaciones para generar un buen concepto de diseño, especialmente donde la definición de volúmenes preliminares y estructuras son determinantes a la hora de dar forma al producto. (Guerrero Valenzuela, Hernandis Ortuño, & Begoña Agudo, 2014)

El proceso de diseño según diversos autores es creativo e impredecible en la fase conceptual, y por tanto la obtención de una buena respuesta de diseño también lo es. En las figuras 7, 8 y 9 se plantean las opciones de diseño conceptual realizadas.

stability as possible using a minimum of materials. The possible materials to use in the development of this proposal of vehicle were studied on the basis of its physical, chemical, ergonomic features and other aspects that help not only to reject some materials, but also to choose the most suitable of them for the construction of the vehicle.

Subsequent to an analysis of materials such as steel, steel alloys, titanium, aluminum and Carbon Fiber, the option that presents the best benefits is the carbon fiber which is the most durable, tough, flexible and ultra light material nowadays.

Discussion

Conceptual design

In the development of products and/or models, it is essential to define clearly the specifications to generate a good design concept, especially where the definition of preliminary volumes and structures are determinant in the product shapes. (Guerrero Valenzuela, Hernandis Ortuño, & Begoña Agudo, 2014)

According to various authors, the process of designing is creative and unpredictable at the conceptual stage, and therefore, a good designing response. In figures 7, 8 and 9 can be seen the options of conceptual design carried out.



Figura 7. Diseño de Concepto 1

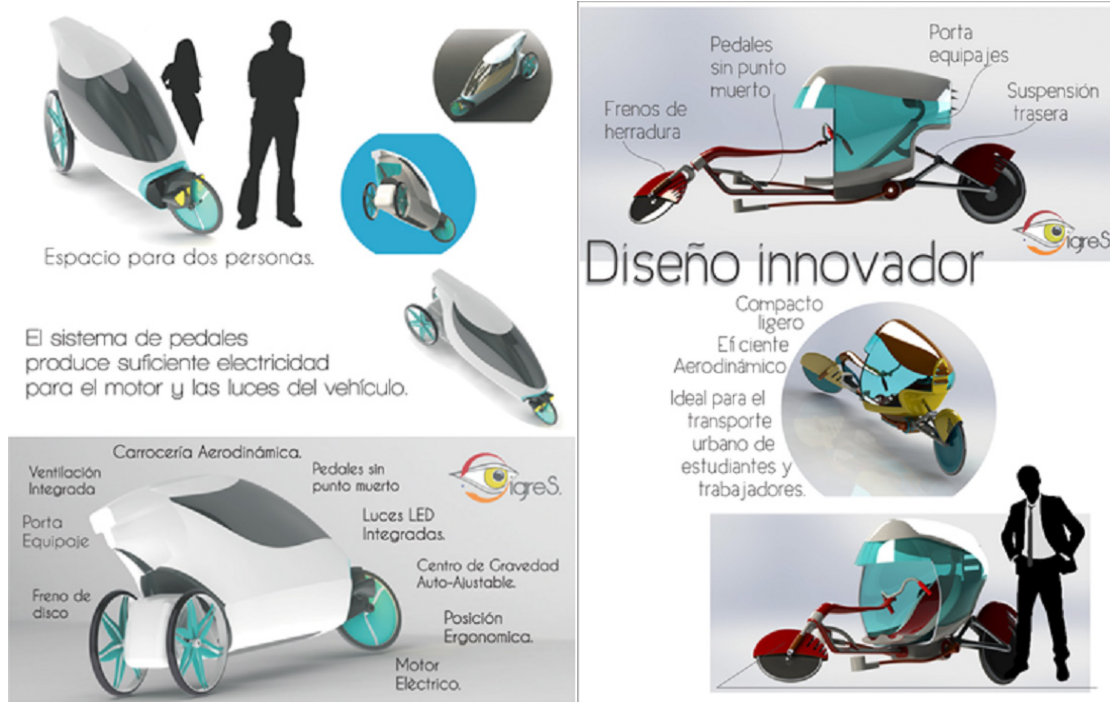


Fuente: De los Autores.

Figure 7. Conceptual design 1

Source: From the authors.

Figura 8. Diseño de Concepto 2



Fuente: De los Autores.

Figure 8. Conceptual design 2

Figura 9. Diseño de Concepto 3

Source: From the authors.



Fuente: De los Autores.

Figure 9. Conceptual design 3

Source: From the authors.

Para determinar la alternativa de diseño conceptual a seleccionar se establece una matriz de alternativas, en la cual se tienen en cuenta tres requerimientos junto con sus pesos acorde a los identificados en las encuestas realizadas.

To determine the alternative of conceptual design to select it is established a matrix of alternatives, in which three requests are taken into account, together with their weights according to what was identified in the surveys.

Tabla 1. Matriz de Alternativas

Requerimientos	Peso	Concepto 1	Concepto 2	Concepto 3
De uso	40	376	345	286
Funcionales	40	357	315	334
Formal – Estético	20	165	170	165
Total		8.98	8.30	7.85

Fuente: De los Autores.

Chart 1. Matrix of Alternatives

Source: From the Authors.

Mejoras y Validación en Software CAD

Seleccionada una alternativa se analizó el rediseño de la parte frontal de esta para darle así una mayor cualidad aerodinámica al VTH. En la figura 10 se pueden observar estas mejoras al diseño conceptual, que permiten no solo una mejora en la aerodinámica sino además una mayor fluidez al diseño.

Improvement and validation in the CAD Software

Selected an alternative, it was discussed the redesign of the front part of the HPV, to give it a greater quality aerodynamics. In figure 10 it can be observed these improvements in the conceptual design, which allow not only an improvement in



Figura 10. Mejoras del diseño conceptual

aerodynamics but also a greater fluency to the design.



Fuente: De los Autores.

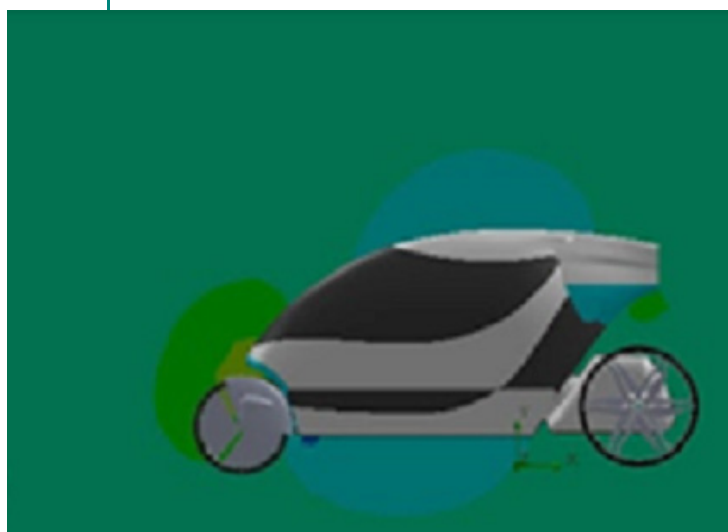
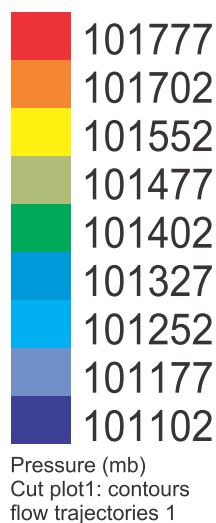
Figure 10. Conceptual design improvements.

Source: From the Authors.

Posteriormente se efectuaron pruebas aerodinámicas y de trayectoria de flujo a través del software CAD SolidWorks, las cuales pueden ser observadas en las figuras 11 y 12.

There were made subsequently aerodynamic tests and flow path through the CAD software SolidWorks, which can be observed in figures 11 and 12.

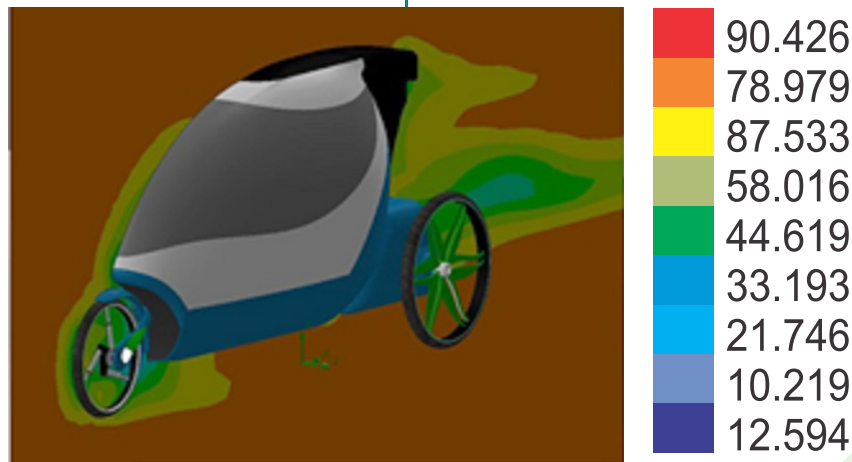
Figura 11. Validación Trayectoria de flujo



Fuente: De los Autores.

Figure 11. Validation of the Flow Path

Figura 12. Validación aerodinámica



Fuente: De los Autores.

Source: From the Authors.

Figure 12. Aerodynamics Validation

Source: From the Authors.

Las pruebas realizadas permitieron determinar puntos críticos mecánicos del diseño y establecieron parámetros confiables para realizar ligeras modificaciones que dieron solidez a la propuesta y además mejoraron el flujo de aire y la incidencia de este en la resistencia al movimiento que implica un mayor esfuerzo para el usuario.

The tests allowed us to determine critical mechanical points of the design and reliable parameters were established to perform small modifications that gave strength to the proposal and will also improve the air flow and the incidence of this in the resistance to movement that involves a greater effort for the user.

Resultados

Results

A partir de las pruebas y validaciones efectuadas al diseño seleccionado se realizó el diseño interior (asientos, tablero, palanca, pedales, entre otros) y se mejoraron los detalles estéticos del modelo.

From the tests and validations carried out to the selected design it was also designed the car interior (seats, dashboard, gearshift, pedals, among others) and there were improved the aesthetic details of the model.

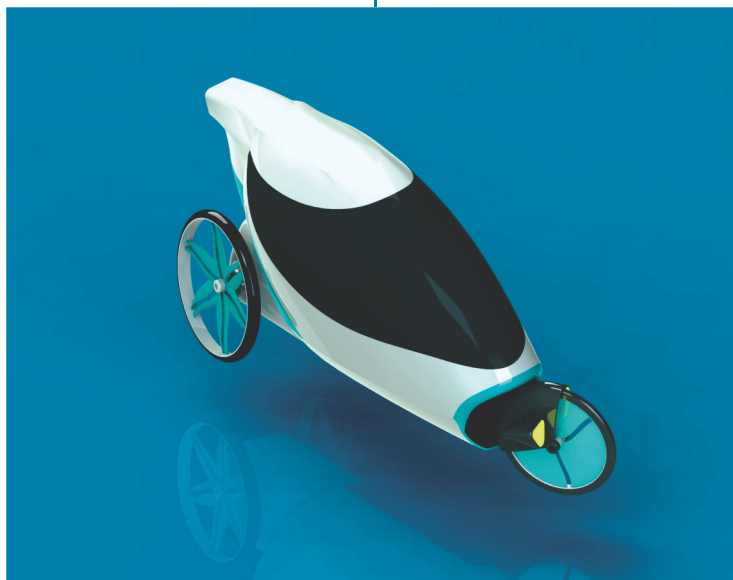
Posteriormente se implementó al modelo la fibra de carbono como material previamente seleccionado y se realizó el proceso de renderizado del diseño para obtener una simulación realista del

Subsequently, the carbon fiber was implemented in the model as the selected material and the rendering of the design



comportamiento tanto de luces, texturas y materiales en el modelo propuesto como se puede observar en las figuras 13 y 14.

Figura 13. Diseño final (frontal lateral)



Fuente: De los Autores.

process was carried out to obtain a realistic simulation of the behavior of lights, textures and materials in the proposed model as shown in figures 13 and 14.

Figure 13. Final design (front lateral)

Source: From the Authors.

Figura 14. Diseño final (posterior lateral)



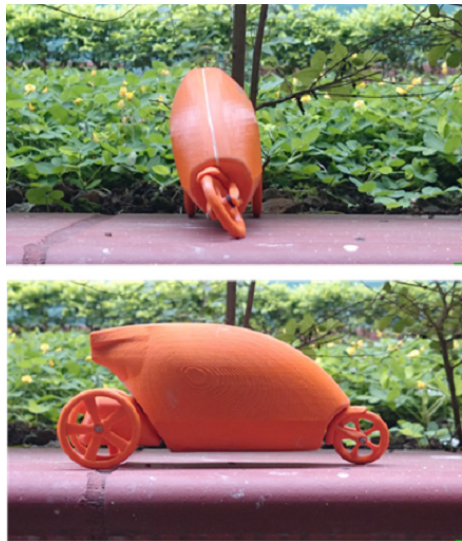
Fuente: De los Autores.

Figure 14. Final design (back lateral)

Source: From the Authors.

Por último se construyó el modelo del concepto funcional exacto a escala, a través de tecnología de Modelado de fusión por deposición (FDM) de material termoplástico ABS con una impresora 3D. En la figura 15 se observa el resultado del modelo a escala.

Figura 15. Prototipo formal a escala



Fuente: De los Autores.

Conclusiones

La expansión urbana descontrolada y la poca actuación del estado, conduce a situaciones indeseables para la movilidad de la mayoría de las personas.

El uso de herramientas CAD permiten un análisis fiable de bajo costo y validación de propuestas, versus la implementación y pruebas de prototipos reales.

La implementación de diseños conceptuales y su selección a través del análisis de alternativas, permite identificar

Finally the model of the functional concept was built exactly on scale, through the Fuse of Deposition Modeling (FDM) of thermoplastic material ABS with a 3D printer. In Figure 15 it is show the result of the scale model.

Figure 15. Formal Prototype on scale



Source: From the Authors.

Conclusions

The uncontrolled urban expansion and the few State actions lead to undesirable situations for most of the people's mobility.

The use of CAD tools allow a reliable analysis with low-cost and the validation of proposals, versus the implementation and testing of real prototypes.

The implementation of conceptual designs and its selection through the



de manera objetiva la propuesta más adecuada para realizar el diseño de detalle y posterior ingeniería.

El proceso de diseño debe tener la capacidad de plantear soluciones enfocadas esencialmente en el usuario/ consumidor, a través de la búsqueda exploratoria y experimental, además de contemplar la integración de los procesos de ingeniería con los procesos de diseño creativo para obtener modelos eficientes.

El vehículo deberá adaptarse ergonómicamente al usuario, comunicar claramente un mensaje eco sustentable, garantizar menores costos de mantenimiento y funcionamiento comparado con el sistema transporte masivo actual, y evitar estilos de vida sedentarios.

El alcance del proyecto debe extenderse no solo al resultado obtenido y consecución de los objetivos, además debe ser un punto de partida para la implementación de la estrategia de movilidad urbana alternativa que cree una conciencia generalizada de los beneficios de la movilidad a través de la tracción humana.

analysis of alternatives, allows identifying, in an objective way, the most suitable proposal to make the detailed design and subsequent engineering.

The designing process must have the ability to propose solutions focused essentially on the user/consumer, through the exploratory and experimental search; in addition to take into account the integration of the engineering processes with the creative design processes to obtain efficient models.

The vehicle must adapt itself ergonomically to the user; it must communicate clearly a message eco sustainable, ensure lower maintenance and maintenance costs compared to the current mass transportation system and avoid sedentary lifestyles.

The scope of the project must extend not only to the obtained results and achievement of the objectives; but also it must be a starting point for the implementation of the urban mobility alternative strategies that creates a general consciousness of the benefits of human-powered mobility.

Referencias Bibliograficas / Bibliographical References

Camacho Cañizares, Á. S., & Guevara Barros, E. X. (2014). Diseño e implementación del sistema de tracción y control eléctrico para un cross car biplaza turístico. Latacunga: ESPE.

Cárdenas Quintero, G. A., & Sarmiento García, E. A. (2014). Vehículo unipersonal eléctrico portable de micro-movilidad para la Generación (Y) en la ciudad de Bogotá. Bogota: Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.

Carreño Aguillón, E. d., Vacca Melo, E. A., & Lugo Ariza, I. (2012). Diseño y fabricación de un vehículo autónomo impulsado por energía solar. 16(32).

Cerro Rodríguez, B. (2014). Influencia de la biomecánica en las lesiones de rodilla del ciclista. Valladolid.

Ciancio, P., Peralta, M., Pico, L., Spina, M., Rossi, S., & Juan de la Vega, R. (mayo-agosto de 2013). Desarrollo de un vehículo experimental con sistema híbrido de energía. Ingeniería en Transporte, IV(2), 49-57.

Corporación Andina de Fomento. (2010). Observatorio De Movilidad Urbana Para América Latina. Panamericana Formas e Impresos S.A.

Guerrero Valenzuela, M., Hernandis Ortuño, B., & Begoña Agudo, V. (2014). Estudio comparativo de las acciones a considerar en el proceso de

diseño conceptual desde la ingeniería y el diseño de productos. Revista chilena de ingeniería, 22(3), 398-411.

Hoyos, J. F., & Montoya, A. F. (2013). Diseño y Ensamble de una Bicicleta Eléctrica, como Vehículo de Investigación y Aprendizaje Conceptual en Locomoción Eléctrica y Tecnologías Emergentes en Baterías. INGENIAR UPB.

Lizarraga, C. (Enero de 2012). Expansión metropolitana y movilidad: El caso de Caracas. EURE, 38(113), 99-125.

Ministerio de Cultura del Ecuador. (2009). Inter/secciones urbanas: Origen y contexto en América Latina. Quito: FLACSO.

Montezuma, R. (2009). El derecho a la vida en la movilidad urbana y el espacio público en América Latina: la necesidad de un reequilibrio entre los subsistemas motorizado y no motorizado. En M. d. Ecuador, Inter/secciones urbanas: Origen y contexto en América Latina (págs. 293-300). Quito: FLACSO.

Patiño Molina, F. J. (2012). Diseño y Construcción de un Vehículo de Tracción Humana para la competencia Uniandes 2011. Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana.

Ricote Berrocal, F. (2011). Estudio del sistema de tracción para el iCab2. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid.

Rojas Soto, G. (2013). Diseño Y Modelamiento De Un Velomovil Híbrido Humano-Electrico. Bogota: Universidad Nacional de Colombia.

