



Subsistema de  
**Universidades  
Politécnicas**



**Agenda  
Ciudadana**  
de ciencia, tecnología e innovación



## **PROYECTO: BICICLETA GENERADORA DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA ALUMBRADO PÚBLICO.**

**RETO: CAMBIO CLIMATICO.**

**Autores:** *LUIS ÁNGEL RODRÍGUEZ MEDINA<sup>1</sup>, JESÚS FRANCISCO RODRÍGUEZ GONZÁLEZ<sup>2</sup>,  
JOSÉ DANIEL VELAZQUEZ LIRA<sup>3</sup>.*

*Universidad Politécnica de Sinaloa, Programa académico de Ingeniería en Energía, Carretera municipal  
libre Mazatlán Higuera Km 3, Colonia Genaro Estrada C.P. 82199 Mazatlán, Sinaloa; México. Telefono:  
(669)180-0695.*

[2013030559@upsin.edu.mx<sup>1</sup>](mailto:2013030559@upsin.edu.mx)

[2013030535@upsin.edu.mx<sup>2</sup>](mailto:2013030535@upsin.edu.mx)

[2013030536@upsin.edu.mx<sup>3</sup>](mailto:2013030536@upsin.edu.mx)

*Mazatlán, Sinaloa a 01 de octubre de 2015.*

## I. INTRODUCCIÓN.

La principal fuente de obtención de energía eléctrica a nivel nacional en México proviene de los hidrocarburos que para el año 2012 se importaron alrededor de 28'369,000 toneladas [1]. En el estado de Sinaloa se encuentran localizados dos termoeléctricas que aprovechan la energía del combustóleo que es importado de otros países.

El combustóleo es la principal fuente de energía eléctrica del país y el estado de Sinaloa cuenta con dos termoeléctricas que trabajan a base de este tipo de combustible. El aumento en la generación de energía eléctrica en el noroeste del país va a una tasa del 6.5 % anual, lo que indica que se demanda cada vez más combustóleo. El aumento de las emisiones de dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) es proporcional al porcentaje de azufre del combustóleo y a la cantidad de combustóleo usado para la generación de energía. El combustóleo usado en el territorio mexicano es en parte producido por las refinerías mexicanas (PEMEX) y otra parte es importada, tratando de abastecer la demanda. El porcentaje de azufre de la mezcla mexicana va del 3.3 – 3.9 % y para la mezcla importada ronda por 1.7 %. [2]

La contaminación ambiental es abundante dentro del país gracias a que la principal manera de obtención de energía es a partir de la combustión de combustibles fósiles. En Sinaloa el 70 % de la energía eléctrica obtenida es a partir de termoeléctricas que trabajan con combustóleo [3]. Esto supone un gran porcentaje de contaminación ambiental, tanto de dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) como de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ).

Una de las principales demandas energéticas es el alumbrado público, el cual llega a ser una demanda del 50 % con respecto a la demanda energética total. Una vez que la puesta de sol comienza a ponerse, la demanda de energía eléctrica se acrecienta de manera abrupta en la cual debe de ponerse en operación máxima las termoeléctricas. Con esto supone una contaminación continua de gases de efecto invernadero (GEI).

El 4 % de la energía eléctrica consumida a nivel nacional es del sector de servicios. De acuerdo con los valores de la agencia internacional haciendo un pequeño ajuste

podemos obtener el total de las emisiones generadas para el sector servicio. Nos da un total de alrededor de 33.85 millones de toneladas de CO2 para el año del 2012. [4]

La carga eléctrica que genera la iluminación eléctrica se representa en la Ilustración 1, donde queda explicito que a partir de las 18 horas del día, se acrecienta la demanda eléctrica, gracias a la puesta en operación del alumbrado público, lo cual para el medio ambiente es terrible, porque supone una grandísima contaminación ambiental además de una alza de los precios por potencia demandada (\$/kWh).

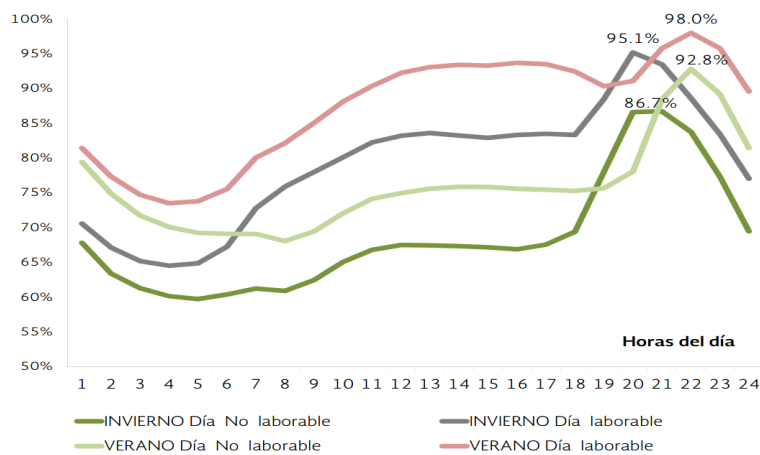


Ilustración 1: Curva característica de la carga horaria con respecto a la demanda máxima 2012. [6]

## II. PLANTEAMIENTO.

El cambio climático está a un paso de llegar a ser irreversible. Esto debido a que las maneras de obtención de energía para el confort del ser humano no son en su totalidad limpia o amigable con el medio ambiente. Aspectos económicos, sociales o políticos entran en juego puesto que desagradan en su mayoría o en su parcialidad por no ser una propia y adecuada forma de obtener energía que a la sociedad convenga en todos los aspectos ya mencionados. Pero de cierta manera no deja de ser un abuso humano dirigido hacia el medio ambiente, que se encuentra en un calentamiento global desmedido.

De acuerdo a datos reportados por el Sistema Meteorológico Nacional, la incrementación de temperatura se ha dado de manera clara anualmente, comparando con el año de 1961 hasta 2012, como se muestra en la Ilustración 2. Donde los puntos rojos indican una temperatura igual o mayor al de 38 °C, una temperatura menor a esta indica confort dentro del medio ambiente. Se logra observar un aumento en las temperaturas máximas que se registraron en el municipio de Culiacán, Sinaloa. [5]

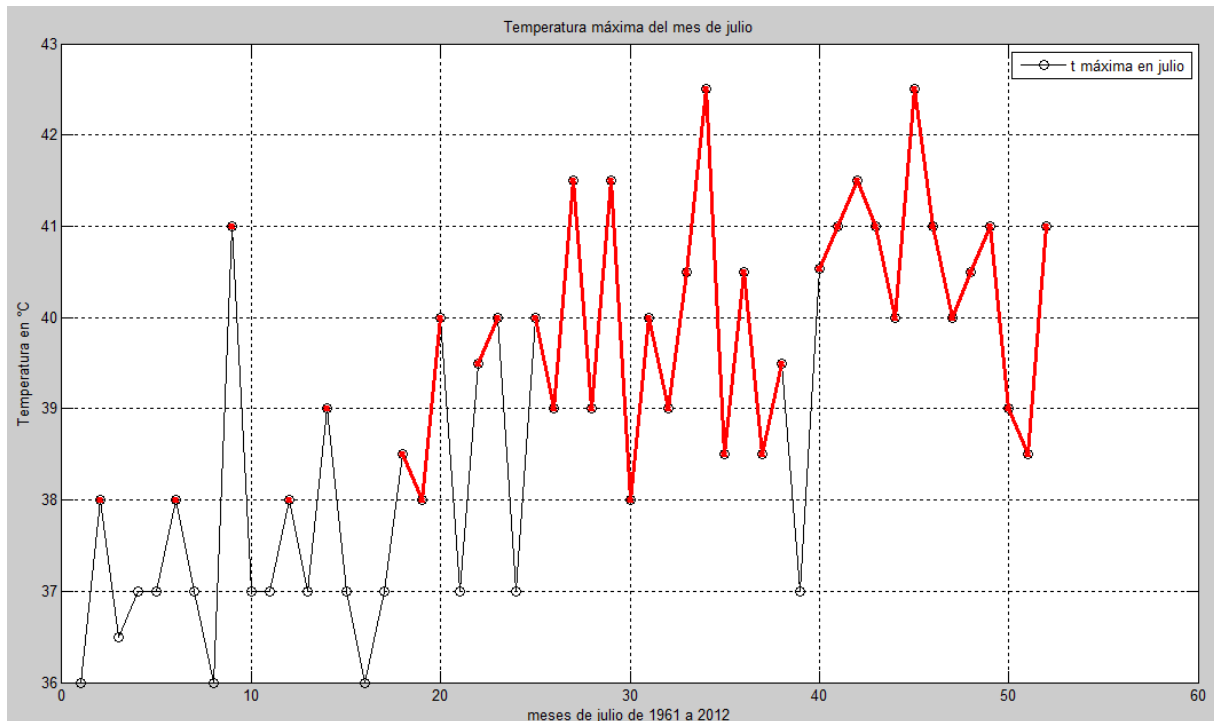


Ilustración 2: Temperaturas máximas registradas en los meses de julio de 1961 a 2012. Datos recabados en página oficial del Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Gráfica hecha en Matlab.

### III. PROPUESTA

La solución, consta de pocas partes de las cuales no requieren de mucho mantenimiento. Las partes de la bicicleta está constituido por, una bicicleta estática, un generador (puede ser un alternador de automóvil), una banda de automóvil (para poder unir las revoluciones de la bicicleta hacia el generador), un inversor de corriente CD-CA.

Una bicicleta es un instrumento para hacer ejercicio, en la que creas un movimiento cinético a partir de las piernas, aplicando fuerza hacia los pedales se ejerce un par de torsión en ellos y de esta manera la energía mecánica se transfiere hacia las ruedas, y de esta forma no se pierde la oportunidad de aprovechar la energía mecánica que se ejerce al pedalear, para aprovecharla en energía eléctrica. [6]

Una bicicleta es un instrumento para hacer ejercicio, en la que creas un movimiento cinético a partir de las piernas, aplicando fuerza hacia los pedales se ejerce un par de torsión en ellos y de esta manera la energía mecánica se transfiere hacia las ruedas, y de esta forma no se pierde la oportunidad de aprovechar la energía mecánica que se ejerce al pedalear, para aprovecharla en energía eléctrica. [6]

Un alternador de automóvil es una máquina eléctrica síncrona, debido que la frecuencia de la corriente eléctrica que produce va de acuerdo a la frecuencia mecánica que es suministrada (revoluciones del pedaleo). La energía convertida (eléctrica) que se produce depende básicamente de las revoluciones suministradas, la cantidad de polos del alternador, la corriente de campo que se le suministra. [7]

Para sacar las revoluciones por minuto del rotor se encuentra la ecuación 1. Pero, se debe de contemplar que, la llanta de la bicicleta contiene un velocímetro que da el valor de la velocidad a la que iría la bicicleta. Para una velocidad media de 17 km/h, se contempla los siguientes valores:

$R_{pm_{ll}}$  = revoluciones por minuto de la llanta.

$V_{lb}$  = velocidad lineal de la bicicleta: 17 km/h

$R$  = radio de la llanta: 0.25 m

$r$  = radio de la polea del alternador: 0.03 m

$$rpm_{ll} = \frac{(V_{lb}) \left( \frac{1000m}{1km} \right) \left( \frac{1h}{3600s} \right) \left( \frac{1rev}{2\pi rad} \right) \left( \frac{60s}{1min} \right)}{R} \quad (1)$$

Sustituyendo valores quedaría:

$$rpm_{ll} = \frac{\left( 17 \frac{km}{h} \right) \left( \frac{1000m}{1km} \right) \left( \frac{1h}{3600s} \right) \left( \frac{1rev}{2\pi rad} \right) \left( \frac{60s}{1min} \right)}{0.25m} = 180.375 \frac{rev}{min}$$

Bajo la deducción de que la llanta y la polea del alternador corren por la misma banda, que va a una velocidad de 17 km/h, indica que se hace el mismo planteamiento de la ecuación 1 para la polea del alternador salvo que el radio de la polea del alternador

cambia. Esto para saber las revoluciones medias a la que trabaja y con esto establecer la potencia convertida.

$$rpm_{ll} = \frac{\left(17 \frac{km}{h}\right) \left(\frac{1000 m}{1 km}\right) \left(\frac{1 h}{3600 s}\right)}{0.03 m} \left(\frac{1 rev}{2\pi rad}\right) \left(\frac{60 s}{1 min}\right) = 1503.13 \frac{rev}{min}$$

Un automóvil cuando está encendido se encuentra entre 1500 – 2000 rpm, y posee un voltaje de 14 volts y una corriente directa con intensidad de 45 Amperios. Para determinar la potencia entregada por el alternador se utiliza la siguiente fórmula:

$$P = IV \quad \therefore P = (14 \text{ volts})(45 \text{ amperios})(1 \text{ hora}) = 630 \text{ Watts.} \quad (2)$$

En Mazatlán se han instalado sitios recreativos para actividad física. Alrededor de 20 parques de este tipo se han implementado en el puerto de Mazatlán. Considerando que los Mochis, Culiacán y el puerto, son las principales municipios del estado de Sinaloa y que en cada uno de estos municipios se instalaran dos bicicletas estáticas para generación de energía eléctrica por parque. Además de eso, se comprueba que las personas salen a hacer actividad física de entre 18 – 20 horas del día y con esto se tomaría como dato para llevar a cabo los siguientes cálculos. La generación de energía eléctrica se expresa con la siguiente ecuación.

$$E_{tb} = (P) \left(2 \frac{h}{día}\right) \left(365 \frac{día}{1 \text{ año}}\right) (\text{cantidad de bicicletas}) \quad (3)$$

Sustituyendo valores, la Energía total producida durante un año sería:

$$E_{tb} = \left(630 \frac{W}{bicicleta}\right) \left(2 \frac{h}{día}\right) \left(365 \frac{día}{1 \text{ año}}\right) \left(2 \frac{bicicletas}{parque}\right) (60 \text{ parques}) = 55.188 \frac{MWh}{año}$$

De acuerdo a la Prospectiva del sector eléctrico 2013 – 2027, la región noroeste produce 2,485 MW, a partir de una termoeléctrica convencional (a base de gasóleo) y éstas poseen una contaminación de 0.144 Kg/KWh. En base a esto se hace un balance de contaminación que se deja de hacer con la generación de energía eléctrica de las bicicletas estáticas.

$$CC = \left(55188 \frac{KWh}{año}\right) \left(0.144 \frac{Kg}{KWh}\right) = 7947.072 \frac{Kg}{año} \quad (4)$$

El resultado es de 7.9 Toneladas de CO<sub>2</sub>, pero las termoeléctricas de igual manera emanan dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) que es más peligroso (para los seres vivos) que el dióxido de carbono que generan el calentamiento global. [8]

#### IV. PERTINENCIA.

El cambio climático tiene una tendencia a generarse por dos maneras naturales y antropogénicas. El verdadero problema, es que desde la revolución industrial que se dio a finales del siglo XIII, además del creciente aumento de la población que demandaba mejores condiciones de vida se han aumentado los gases de efecto invernadero. En México todo esto comenzó en los años 30 del siglo XX. Desde entonces se ha visto un creciente aumento en la cantidad de gases de efecto invernadero, hasta en la actualidad que se ha vuelto un problema realmente serio. Todos estos problemas tienen varios factores, pero el principal interviene con la mala conciencia del ser humano y su manera de obtener energía barata y fácil para satisfacer necesidades básicas y justificar el confort que provee la tecnología.

A lo largo del país y del globo terráqueo se han visto grandes sequías, un aumento irracional de la temperatura media, catástrofes que se relacionan con el cambio climático. En nuestro país como ya se ha mencionado se cuenta como base de obtención de energía eléctrica, los combustibles fósiles y con las nuevas implementaciones de Gas natural para las plantas generadoras de electricidad, supone que los combustibles fósiles se seguirán usando un buen tiempo, y con ella aun seguirá la contaminación ambiental.

Dentro del Noroeste del país se ha resentido el cambio climático, sobre todo en verano, que es cuando los rayos solares inciden directamente con la superficie terrestre y gracias a los gases de efecto invernadero, estos rayos solares logran quedarse encapsulados dentro de un espacio que comprende, la tierra y estos gases (de 1 –



8,500 metros sobre el nivel del mar). Esto crea un calentamiento sobre el terreno que comprende el hábitat del ser humano, lo que le obliga a encender un aire acondicionado para tener el confort de contrarrestar la temperatura generada por el efecto invernadero, lo que genera una demanda mayor de energía eléctrica y una mayor quema de combustibles fósiles, lo que aumentaría los gases de efecto invernadero, volviéndose una ciclo vicioso.

## V. CONCLUSION.

La solución planteada evita en un porcentaje la emisiones de gases de efecto invernadero de tal manera, que una vez que la demanda energética comienza a aumentar durante el día que comprende las horas de 18 – 23 horas del día, el uso de la bicicleta generadora de energía eléctrica tiene como plan contrarrestar la demanda eléctrica a estas horas, implementando estos generadores en parques donde se vea concurrida las personas. Un ejemplo muy claro es que en Mazatlán, Sinaloa se han implementado parques recreativos para hacer ejercicio, en donde la gente asiste todos los días. Cabe señalar que, las personas concurren en estos parques de las 18 – 21 horas del día a hacer actividad física, en donde los parques carecen de bicicleta para hacer ejercicio, de tal manera que afectaría positivamente varios puntos, que estaría en pro y bienestar del cambio climático, sector salud, económico, psicológico y turístico.

- Salud: por qué al incurrir en estos tipos de sitios donde la actividad física sea el principal tema, beneficiaría a que la salud de las personas cambie positivamente, gracias a que es más fácil quemar calorías en bicicleta, y está energía ejercida para adelgazar o mejora la salud sería utilizada para generación de electricidad. Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), la obesidad es la quinta causa de mortandad en el mundo. Además de acuerdo a la revista Forbes México, México es el primer lugar de obesidad en el mundo, gracias a que carece de lugares recreativos para hacer actividad física.

De acuerdo con la fórmula para el gasto calórico 30 minutos.

$0.046 \times \text{peso en kilogramo} \times 2.2 \times \text{minutos en practica} = \text{kilocalorias quemadas. [9]}$

- Económica: por qué la energía que se emplea para quemar grasa, es utilizada para generación de electricidad, en donde si se hace un estudio de balance energético, arrojaría datos que expresasen un ahorro de combustible lo que beneficia a México al evitar la quema de combustible para generación de electricidad.
- Medio ambiente: El medio ambiente juega un papel sumamente importante durante la implementación de bicicletas estáticas, ya que éste se ve afectado de manera positiva, al dejar de emitir CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub>. Todos ellos afectan de manera negativa a los seres vivos, la fauna, flora o incluso a los seres humanos. El ser humano tiene la capacidad de adaptarse a su entorno, pero las plantas y animales no, y este cambio climático que estamos generando nosotros está provocando la extinción de especies que dentro de pocos años ya no existirán.
- Psicológico: los aspectos psicológicos intervienen de manera parcial en conjunto con el sector salud, una persona que hace ejercicio se auto-acepta y el autoestima sube, de tal manera que afectaría positivamente con el ambiente social que lo rodea. Según la revista Muy Interesante, dedicada a la publicación de artículos de investigación que tocan temas de salud y psicología menciona que el ir periódicamente a un lugar recreativo a respirar aire fresco y darse un tiempo para descansar o hacer una actividad física aumenta la capacidad de socializar con las personas de manera que afecta positivamente las relaciones familiares y sociales. Además de crear un vínculo fuerte dentro de una familia.
- Turístico: Una ciudad que está preocupada por el medio ambiente, y el bienestar de sus habitantes, es una ciudad que atrae la vista de los demás para visitar. *“El gobierno es bueno cuando hace felices a los gobernados y atrae a los que viven lejos” Confucio.*

## VI. BIBLIOGRAFÍA.

- [1] I. E. Agency, «Reporte estadístico de combustibles fosiles de México 2012.,» 2012.
- [2] L. T. M. y. M. J. M. Samudra Vijay, «CÁLCULO DE EMISIONES DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA POR USO DE COMBUSTIBLES FÓSILES EN EL SECTOR ELÉCTRICO MEXICANO.,» Abril 2004.
- [3] I. N. d. E. y. Geografía., «ANUARIO ESTADÍSTICO DE SINALOA.,» 2012.
- [4] I. e. agency, CO2 EMISSIONS FROM FUEL COMBUSTION Highlights, France: [www.iea.org](http://www.iea.org), 2014.
- [5] S. M. N. (SMN)., «DATOS CONTENIDOS EN LA BASE DE DATOS CLIMATOLÓGICA, A JULIO 2014.,» Culiacan, sinaloa méxico, 1014.
- [6] S. d. Energía., «PROSPECTIVA DEL SECTOR ELÉCTRICO 2013-2027.,» México, 2013.
- [7] S. J. Chapman, Máquinas Eléctricas., MC GRAW HILL..
- [8] R. G. Monzón, Observatorio de la electricidad, España: WWF España, 2015.
- [9] P. R. F., Bicicleta generadora de electricidad a bajas RPM., Chile: Universidad Tecnológica Metropolitana del estado de Chile, 2009.
- [10] J. O. F. R. C. F. Núñez Rodríguez, «DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE BICICLETAS ESTÁTICAS.,» bucaramanga., 2011.
- [11] P. R. F., Bicicleta generadora de energía a bajas rpm, Chile: Universidad Tecnologica Metropolitana del estado de Chile., 2010.