UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRICA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del título de

Ingeniero Eléctrico

MODALIDAD: *INVESTIGACIÓN*

TEMA:

"MEJORA DEL CONTROL VEHICULAR DE LA AVENIDA 15 DE ABRIL DE LA CIUDAD DE PORTOVIEJO UTILIZANDO SEMAFORIZACIÓN INTELIGENTE CON ENERGÍA FOTOVOLTAICA"

AUTORES: **Jesús Antonio Palacios Cedeño**

Milton Fabián Bowen Sabando

TUTORA: PhD: Yolanda Llosas Albuerne

REVISOR: Ing. Mg. C. Lenin Cuenca Álava

2016

1. Dedicatoria

Dedico este trabajo de titulación con mucho orgullo y cariño en primer lugar a Dios por darme la salud y la fuerza necesaria para no desfallecer en mis caídas y siempre encontrar un motivo para salir adelante y seguir luchando por alcanzar mis metas.

A mi padre, a mi madre y a mis hermanos que siempre estuvieron ahí apoyándome y dándome fuerzas cuando la necesite.

A todos lo que me han acompañado en estos últimos años de superación y esfuerzos.

Gracias eterna, nunca me olvidaré.

Jesús Antonio Palacios Cedeño
AUTOR

"A todas aquellas personas que a través de los años le han dado sentido a mi vida, por el sólo hecho de existir y estar ahí acompañándome por los caminos del destino, los retos y desafíos a los que nos enfrenta cada día."

Agradecido eternamente.

Milton Fabián Bowen Sabando
AUTOR

2. Agradecimiento

En primer lugar, a nuestros padres, por todo su sacrificio y apoyo para que hoy pudiéramos ser los hombres y profesionales que somos, todo se lo debemos a ellos.
A nuestros hermanos por forjarnos un compromiso que jamás se podrá romper como un nombramiento y que nos obliga a superarnos a nosotros mismos.
A nuestras familias, que de una forma u otra también formaron parte y contribuyeron a nuestra formación.
A nuestro tutor por ayudarnos siempre con sus valiosas sugerencias y recomendaciones.
A nuestros profesores y personas que desde la dirección de la universidad hicieron posible la proeza de enseñarnos y formarnos en el temple de verdaderos profesionales.
No pudiéramos dejar de mencionar a los compañeros de aula por soportarnos todos estos años de estudios.
A todas aquellas personas que su nombramiento convertiría en interminable el trabajo; pero sin los cuales no hubiese sido posible llegar a graduarnos.

¡Gracias eterna a todos!

AUTORES **Jesús Antonio Palacios Cedeño**

Milton Fabián Bowen Sabando

3. Certificación del Director de Trabajo de Titulación.

CERTIFICACIÓN

Quien suscribe la presente señora PhD: Yolanda Llosas Albuerne docente de la Universidad Técnica de Manabí, de la Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Químicas; en mi calidad de Tutor del trabajo de titulación **"MEJORA DEL CONTROL VEHICULAR DE LA AVENIDA 15 DE ABRIL DE LA CIUDAD DE PORTOVIEJO UTILIZANDO SEMAFORIZACIÓN INTELIGENTE CON ENERGÍA FOTOVOLTAICA",** desarrollado por los profesionistas, Señor: Jesús Antonio Palacios Cedeño y señor: Milton Fabián Bowen Sabando; en este contexto, tengo a bien extender la presente certificación en base a lo determinado en el Artículo 8 del reglamento de titulación en vigencia, habiendo cumplido con los siguientes procesos:

- Se verificó que el trabajo desarrollado por los profesionistas cumple con el diseño metodológico y rigor científico según la modalidad de titulación aprobada.
- Se asesoró oportunamente a los estudiantes en el desarrollo del trabajo de titulación.
- Presentaron el informe del avance del trabajo de titulación a la Comisión de Titulación Especial de la Facultad.
- Se confirmó la originalidad del trabajo de titulación.
- Se entregó al revisor una certificación de haber concluido el trabajo de titulación.

Cabe mencionar que durante el desarrollo del trabajo de titulación los profesionistas pusieron mucho interés en el desarrollo de cada una de las actividades de acuerdo al cronograma trazado.

Particular que certifico para los fines pertinentes

PhD: Yolanda Llosas Albuerne
TUTOR

IV

4. Informe de revisor del Trabajo de Titulación

Luego de haber realizado el trabajo de titulación, en la modalidad de investigación y que lleva por tema: "**MEJORA DEL CONTROL VEHICULAR DE LA AVENIDA 15 DE ABRIL DE LA CIUDAD DE PORTOVIEJO UTILIZANDO SEMAFORIZACIÓN INTELIGENTE CON ENERGÍA FOTOVOLTAICA**", desarrollado por los señores: Jesús Antonio Palacios Cedeño con cédula 131226451-6 y señor: Milton Fabián Bowen Sabando con cédula No. 131027508-4, previo a la obtención del título de INGENIERO ELÉCTRICO, bajo la tutoría y control de la señora PhD: Yolanda Llosas Albuerne docente de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas y cumpliendo con todos los requisitos del nuevo reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica de Manabí, aprobada por el H. Consejo Universitario, cumplo con informar que en la ejecución del mencionado trabajo de titulación, sus autores:

Han respetado los derechos de autor correspondiente a tener menos del 10 % de similitud con otros documentos existentes en el repositorio

Han aplicado correctamente el manual de estilo de la Universidad Andina Simón Bolívar de Ecuador.

Las conclusiones guardan estrecha relación con los objetivos planteados

El trabajo posee suficiente argumentación técnica científica, evidencia en el contenido bibliográfico consultado.

Mantiene rigor científico en las diferentes etapas de su desarrollo.

Sin más que informar suscribo este documento NO VINCUILANTE para los fines legales pertinentes.

Firma: Ing. Mg. C. Lenin Cuenca Álava
REVISOR DEL TRABAJO DE TITULACION

5. Declaración sobre derechos de autores

Quienes firmamos la presente, profesionistas; Jesús Antonio Palacios Cedeño y Milton Fabián Bowen Sabando, en calidad de autores del trabajo de titulación realizado sobre "**MEJORA DEL CONTROL VEHICULAR DE LA AVENIDA 15 DE ABRIL DE LA CIUDAD DE PORTOVIEJO UTILIZANDO SEMAFORIZACIÓN INTELIGENTE CON ENERGÍA FOTOVOLTAICA**", hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o de parte de los que contiene este proyecto, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autores nos corresponden, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a nuestro favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6 ,8 ,19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento. Así mismo las conclusiones y recomendaciones constantes en este texto, son criterios netamente personales y asumimos con responsabilidad la descripción de las mismas

AUTORES

Jesús Antonio Palacios Cedeño

Milton Fabián Bowen Sabando

VI

6. Índice

CAPÍTULO 1. 1

1. Tema: 1

2. Planteamiento del problema 1

2.1. Formulación del problema 3

2.2. Objetivos: general y específicos 3

2.2.1. Objetivo general: 3

2.3. Delimitación espacial 4

2.4. Delimitación temporal 4

3. Inmersión inicial en el campo 4

4. Concepción del diseño del estudio 10

4.1. Nivel de investigación 10

4.1.2. Investigación descriptiva explicativa 10

4.1.4. Técnicas 11

5. Definición de la muestra inicial del estudio y acceso a esta 11

5.1. Población y muestra 11

Capítulo 2 13

6. Recolección, análisis de los datos e interpretación de los resultados 13

7. Elaboración del reporte de los resultados 21

7.1. Estudio para la introducción de los semáforos inteligentes en la ciudad de Portoviejo 23

7.2. Cálculo de la productividad normalizada (Pn) 24

7.3. Estudio de la tecnología 24

7.4. Impactos energéticos, ambientales y sociales 27

7.5. El impacto energético. 28

7.6. El impacto ambiental 29
7.7. El impacto social 30
8. Conclusiones 31
9. Recomendaciones 32
10. Presupuesto 33
11. Cronograma 34
12. Bibliografía 35
Anexo 1. Micro localización del proyecto 37
Anexo 2. Encuesta 44
Anexo 3. Entrevista 45
Anexo 4. Evidencias del trabajo realizado 46
Anexo 5. Características técnicas de los semáforos 47

7. Resumen

En el trabajo se muestra un estudio relacionado con la introducción de la tecnología asociada con los semáforos inteligentes alimentados con energía fotovoltaica. Se realiza un análisis conceptual relacionado con el tráfico vehicular, las tecnologías asociadas con la regulación y control del tránsito, especialmente a los semáforos y señales, los semáforos inteligentes, los sistemas automatizados y la iluminación del estado sólido. Se ofrece un análisis sobre la energía fotovoltaica y su aplicación en función de alimentar las tecnologías basadas en semáforos inteligentes. Se brindan los resultados de las encuestas realizadas para definir una aproximación respecto a la noción que tienen los choferes de taxi de la piquera del terminal terrestre, en relación con el adecuado funcionamiento de los semáforos y sobre el papel que ellos consideran pudiera jugar la tecnología fotovoltaica y los dispositivos de inteligencia artificial en la confiabilidad de la regulación y control del tránsito. Al propio tiempo se expone un resumen de los resultados de las entrevistas realizadas para obtener información y criterios especializados acerca de la repotenciación de los semáforos en la ciudad de Portoviejo, dirigida a los Oficiales de la ANT en la ciudad. Se muestra el estudio para la introducción de los semáforos inteligentes en la ciudad de Portoviejo, exponiendo los impactos energéticos, ambientales y sociales. Finalmente se muestran las conclusiones y recomendaciones, donde se señala la factibilidad para la introducción de la tecnología en la ciudad.

8. Summary

In the work is shown a study related to the introduction of technology associated with intelligent traffic lights powered by photovoltaic energy. A conceptual analysis related to vehicular traffic, the technologies associated with traffic regulation and control, especially to traffic lights and signals, intelligent traffic lights, automated systems and solid state lighting are carried out. It offers an analysis on photovoltaic energy and its application in order to feed technologies based on intelligent traffic lights. The results of the surveys are given to define an approximation regarding the notion that taxi drivers have in the terminal terminal, in relation to the proper functioning of traffic lights and the role they consider could play the photovoltaic technology And artificial intelligence devices in the reliability of traffic regulation and control. At the same time, a summary of the results of the interviews conducted to obtain information and specialized criteria about the repowering of traffic lights in the city of Portoviejo, addressed to ANT Officials in the city, is presented. The study is presented for the introduction of intelligent traffic lights in the city of Portoviejo, exposing the energetic, environmental and social impacts. Finally, the conclusions and recommendations are presented, which indicate the feasibility for the introduction of technology in the city.

CAPÍTULO 1.

1. Tema:

“MEJORA DEL CONTROL VEHICULAR DE LA AVENIDA 15 DE ABRIL DE LA CIUDAD DE PORTOVIEJO UTILIZANDO SEMAFORIZACIÓN INTELIGENTE CON ENERGÍA FOTOVOLTAICA”

2. Planteamiento del problema

En Ecuador se ha puesto en práctica una política encaminada a la introducción de nuevas tecnologías que eleven la actividad del control vial del transporte terrestre. En la provincia de Manabí los operativos realizados al control de la velocidad mediante la introducción de tecnologías de fotorradares, representa un aporte para evitar accidentes de tránsito. Se puede constatar que existe una reducción del incidente de mortalidad de casi un 50% en relación con el año 2014. La tecnología que había sido introducida en el año 2012 y calibrada en 2013, están sirviendo de mucho para la realización de las inspecciones por parte de la policía (Freire Danilo, 2015).

El equipamiento de fotorradar posee inteligencia artificial incorporada y pueden ser alimentados con energía generada por paneles fotovoltaicos, por lo que pueden ser instalados en sitios alejados de las redes eléctricas, propiciando además una solución sostenible al suministro de energía.

Actualmente se pretende introducir semáforos inteligentes en la ciudad de Portoviejo, con alimentación de energía por paneles fotovoltaicos.

El trabajo se justifica a partir de lo reflejado en el artículo 262 de la Constitución de la República de Ecuador se expresa que los gobiernos regionales autónomos planifican, regulan y controlan el tránsito y el transporte regional y el cantonal en tanto no lo asuman las municipalidades. En el artículo 264 se refrenda que los gobiernos municipales tendrán la competencia exclusiva de Planificar, regular y controlar el tránsito y el transporte público dentro de su territorio cantonal (Asamblea Constituyente, 2008a).

En el artículo 142 de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial en el inciso “a” se plantea: que incurren en contravención grave de primera clase y serán sancionados con multa del treinta por ciento (30%) de la remuneración básica

unificada del trabajador en general y reducción de 6 puntos en el registro de su licencia de conducir, el conductor que desobedezca las órdenes de los agentes de tránsito, o que no respete las señales manuales de dichos agentes, en general toda señalización colocada en las vías públicas, tales como: semáforos, pare, ceda el paso, límites de velocidad, cruce o preferencia de vías (Asamblea Constituyente, 2008b).

En el artículo 198 de la propia Ley se platea: que es un derecho de los peatones tener preferencia en el cruce de vía en todas las intersecciones reguladas por semáforos cuando la luz verde de cruce peatonal esté encendida (Asamblea Constituyente, 2008b).

Además, se justifica en función de reconocer que el semáforo está considerado por la Ley 3, como un dispositivo útil que puede ser utilizado a conveniencia por las autoridades para la regulación del tránsito.

La accidentabilidad del tránsito se ha convertido en una preocupación social que ha ido en aumento desde que a comienzos del siglo pasado, con el desarrollo experimentado en los medios y tecnologías del transporte, se comenzara a incrementar la velocidad de los vehículos en las vías, principalmente en los medios terrestres. En los últimos años se ha convertido en una de las principales causas de muerte y lesiones graves por politraumatismo. Esta situación ha motivado gran preocupación por las autoridades a todos los niveles y se han dedicado cuantiosos recursos en la articulación de políticas encaminadas a reducir el nivel de la accidentabilidad del tránsito.

Hace seis años en 2010 se registraron 20.031 heridos y 2.313 personas fallecidas en accidentes de tránsito. Ese mismo año, Ecuador registró una de las peores tasas de mortalidad en accidentes de tránsito de todo el continente con 28 muertes por cada 1000 habitantes. La provincia donde más siniestros se registraron fue Guayas (Coba Carlos, 2016).

En el año 2012 los accidentes de tránsito en Ecuador causaron la muerte de 13 personas al día y heridas a 136, siendo la primera causa de fallecimiento por razones externas (Abad Guillermo, 2012).

En el país se registraron durante el año 2014 un total de 38.658 siniestros del tránsito en las diferentes carreteras del país suramericano, mientras que en 2015 la cifra se redujo a 35.701, lo que muestra una reducción del 8%. El mismo porcentaje se redujo respecto a los fallecidos, pues en 2014 hubo 2.322 muertos y el año pasado la cifra

disminuyó. La tasa de mortalidad por cada 100 mil habitantes en 2015 fue de 12,94 mientras que en 2014 fue de 14,49 (Eskandani Alexis, 2016).

Entre las principales causas de siniestralidad de tránsito se encuentran: la falta de atención al conducir ya sea por dispositivos móviles o instalados en los autos; conducir superando los límites de velocidad; no respetar las señales de tránsito; y la conducción bajo la influencia de alcohol o estupefacientes (Eskandani Alexis, 2016).

En los últimos años la accidentabilidad del tránsito tiende al descenso y en ello interviene la voluntad inversionista en el país para introducir tecnologías de punta que propician el incremento del control del tránsito y la aplicación de medidas preventivas de la accidentabilidad.

2.1. Formulación del problema

Considerando lo anteriormente planteado el problema de la investigación radica en: ¿Cómo asegurar energéticamente la tecnología de control vehicular en la avenida 15 de abril de la ciudad de Portoviejo, mediante la introducción de sistemas fotovoltaicos autónomos?

2.2. Objetivos: general y específicos

2.2.1. Objetivo general:

Analizar el aseguramiento energético de la tecnología de control vehicular en la avenida 15 de Abril de la ciudad de Portoviejo, mediante la introducción de sistemas fotovoltaicos autónomos.

2.2.2. Objetivos específicos:

a) Realizar el estudio de la bibliografía relacionada con el tema.
b) Evaluar, el sistema de control vehicular y su alimentación energética en la avenida 15 de abril de la ciudad de Portoviejo.
c) Analizar la posible introducción de sistemas fotovoltaicos autónomos para garantizar el servicio eléctrico a las tecnologías de control vehicular en la avenida 15 de Abril de la ciudad de Portoviejo.
d) Estudiar el potencial solar en la ciudad de Portoviejo.
e) Ejecutar el análisis de factibilidad técnico, económico y ambiental.

2.3. Delimitación espacial

La investigación se la realizará en la avenida 15 de abril desde su intercepción con la calle Abdón Calderón hasta la intercepción con la calle Acacias de la ciudad de Portoviejo, dicha vía que posee doble sentido dividida por un parterre central. En la figura 1 se muestra una imagen y un mapa planimétrico con la ubicación del sitio de estudio en la intercepción de las calles 15 de Abril y Abdón Calderón. En el anexo 1 se muestra una secuencia con la micro localización del proyecto.

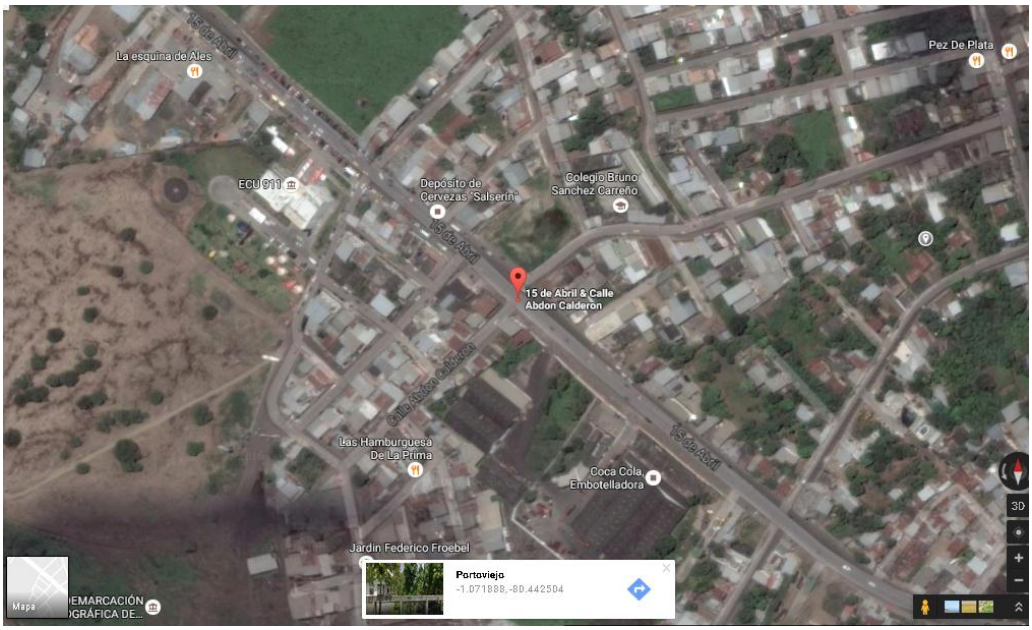


Figura 1. Ubicación del sitio de estudio

2.4. Delimitación temporal

El proyecto se realizó con información desde enero del 2010 a diciembre del 2015, ya que se cuenta con información actualizada que propicia entender de una manera más sencilla, la tecnología fotovoltaica y la sismicidad de la provincia de Manabí.

3. Inmersión inicial en el campo

3.1. El tráfico vehicular

El tráfico vehicular es el fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista. Se presenta con muchas similitudes en otros fenómenos como el flujo de partículas (líquidos, gases o sólidos) y el de peatones. En las ciudades, el tráfico vehicular se encuentra presente en casi todas las esferas de la actividad diaria de las personas, y

ocasiona numerosos fenómenos entre los que destacan especialmente los congestionamientos. Este fenómeno puede ser consecuencia del crecimiento Social, Económico, Político e Industrial de las ciudades, produciendo así la sobrepoblación de las pequeñas y grandes urbes (Mendez Alberto & Catalino, 2008).

Pero las complicaciones del tráfico no son causadas solamente por el crecimiento de la población, sino que intervienen otros factores asociados a su regulación. Con la ayuda de los semáforos inteligentes se logra cumplir un ciclo de cambio de señales continuo, que puede variar en función del desahogo eficiente del tránsito, agilizando el transporte al sitio de trabajo, casa u otros lugares especialmente en las horas pico, logrando aprovechar el tiempo, reducir el estrés, disminuir el cansancio, entre otras.

3.2. Tecnologías de semáforos

La palabra "semáforo" es de origen griego: «σῆμα (sema)», que significa señal, y «φόρος (foros)», que significa portador, es decir, semáforo es lo que "lleva las señales" (RAE, 2010).

En la antigüedad se les llamaba semáforo a las torres que se usaban para enviar señales, ya fuera por medio de fogatas o banderas para comunicar avisos urgentes sobre todo cuando se requería de ayuda de pueblos vecinos en caso de invasión enemiga o para anunciar la muerte de algún monarca en agonía (Bautista Rojas Carlos, 2016).

Luego estos dispositivos fueron conocidos técnicamente como señales de control de tráfico, son dispositivos de señales que se sitúan en intersecciones viales y otros lugares para regular el tráfico, y por ende, el tránsito peatonal (Clay Mcshane, 1999).

El 9 de diciembre de 1868 se instaló el primer semáforo en Londres. Fue diseñado por el ingeniero ferroviario John Peake Knight, quién se basó en las señales ferroviarias de la época. El primer semáforo fue muy diferente al actual, con dos brazos que se levantaban para indicar el sentido que tenía que detenerse, además usó lámparas de gas de colores rojo y verde para su uso nocturno. Sin embargo, este primer semáforo era manual por lo que requería que un policía lo controlase todo el tiempo. Este primer semáforo explotó tan solo un mes después, el 2 de enero de 1869, hiriendo de gravedad y causándole la muerte al policía que lo controlaba (Sturm Cony, 2011).

3.3. Las señales de tránsito

Pero el auge de las señales de tráfico está ligado al rápido aumento del tráfico automovilístico. El tráfico urbano brotó enormemente en Estados Unidos después de que Henry Ford introdujo el modelo T en 1908 y lo comenzó a producir en masa a partir de 1913. Fue diseñado por John Peake Knight. Por primera vez, los coches eran baratos y lo suficientemente confiables para los desplazamientos en masa (Clay Mcshane, 1999)

El 5 de agosto de 1914 se instaló el primer semáforo moderno, en Cleveland, Estados Unidos. Gestionaba el tráfico entre la avenida Euclid y la calle 105 Este. Contaba con luces rojas y verdes colocadas sobre unos soportes con forma de brazo. Además incorporaba un emisor de zumbidos como su antecesor inglés. Este semáforo se considera el primer semáforo eléctrico del mundo. El creador de este aparato fue James Hoge, quien patentó su creación en 1918 como "sistema municipal de control de tráfico" y era operado manualmente (Sturm Cony, 2011).

Desde entonces se comenzaron a realizar modificaciones y adaptaciones a los semáforos, como el uso de luces verdes y rojas, se agregó luego el amarillo en 1920, semáforos de cuatro vías, se automatizaron (para que ya no fueran operados a mano) y se empezaron a usar luces más eficientes (hasta los LEDs de hoy). Desde entonces se masificaron por todo el mundo, convirtiéndose en un estándar mundial (Sturm Cony, 2011).

3.4. Los sistemas automatizados (urbótica)

En los últimos años con el desarrollo tecnológico ha surgido el concepto de Urbótica que constituye el conjunto de sistemas automatizados que aporta diversos servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación. Gracias a la introducción de las nuevas tecnologías, la ciudad pasa a ser una ciudad activa: la tecnología se integra en el diseño inteligente de la ciudad y entonces, ésta es capaz de responder de forma más eficaz a las necesidades de las personas que la habitan (Valero Martha et al., 2014).

Uno de los problemas más importantes que se plantean en el desarrollo urbano de las ciudades, constituye el alto índice de accidentes de tráfico urbano donde se ven

involucrados tanto vehículos como peatones (un tercio de las víctimas de tráfico son peatones). En este contexto se ha desarrollado el semáforo inteligente, que resulta una aplicación urbótica destinada a mejorar la regulación semafórica y los flujos de peatones y vehículos en puntos claves o conflictivos de la trama urbana (Valero Martha et al., 2014).

Por su parte la inteligencia artificial ha ido ganando espacio de aplicación en las diferentes esferas de la vida de la sociedad (Carlos L, 2011). Una de las aplicaciones de relevancia se encuentra en los dispositivos para la regulación semafórica y los flujos de peatones y vehículos en puntos claves o conflictivos de las ciudades.

3.5. Iluminación de estado sólido (SSL)

Con la llegada de la segunda revolución en iluminación, denominada de estado sólido (SSL por las siglas inglesas de Solid- State Lighting), se han elevado las expectativas respecto al mejoramiento de la eficacia luminosa en los sistemas, es decir, la obtención de flujos luminosos determinados con un consumo cada vez menor de potencia eléctrica (Solano Rodríguez, 2012).

La SSL es relativamente reciente y debido principalmente a características tales como eficacia luminosa en constante mejora y larga vida, se convierte en una tecnología prometedora. Su empleo básicamente se refiere al manejo de diodos emisores de luz (LEDs, por el acrónimo inglés de Light- Emmiting Diode), que son dispositivos de estado sólido que liberan energía en forma de luz visible al fluir una corriente eléctrica a través de su estructura semiconductora.

En la actualidad se manejan dos tipos de LEDs, los convencionales y los LEDs de potencia, que poseen una mayor capacidad para disipar calor y soportar mayor corriente y flujo luminoso, según se puede observar en la tabla 1.

Tabla 1. Tipos de Leds y parámetros

Parámetros	LEDs convencionales	LEDs de potencia
Tensión de funcionamiento	2 - 4 V	1,8 - 3,8 V
Corriente de funcionamiento	20 – 30 mA	150/350/750 mA/1A
Potencia del LED	O,04 – 0,1 W	1/3/5… W*
Eficiencia luminosa	0,01- 30 Lm/W	50 - ≈ 150 Lm/W*

Fuente: Elaboración propia en base a (Solano Rodríguez, 2012)

A pesar de considerarse una tecnología emergente debido a sus recientes avances, ha llevado alrededor de medio siglo su desarrollo desde que se inventó el primer LED en 1962 (Humphryes Colin, 2008). Cabe mencionar que los Leds siempre han sido una opción atractiva en iluminación, sin embargo, en un principio estuvieron limitados a sólo algunos colores y a bajos niveles de brillo (Ribarich Tom, 2004).

Actualmente, los LEDs están disponibles en una variedad de colores y la mejora en sus características como fuente de iluminación, le ha permitido extender su uso a diversas aplicaciones tales como: usos decorativos, alumbrado público y señalización, por mencionar algunos.

3.6. La energía solar fotovoltaica

La energía solar se encuentra entre las más utilizadas de las energías renovables, que propicia el mejor aprovechamiento del recurso natural para producir energía eléctrica (Bassi P A, 2013).

Por su parte los sistemas fotovoltaicos que se encuentran disponibles para realizar su uso efectivo de la energía solar y convertirla en electricidad, se dividen en dos grandes grupos: sistemas autónomos sin conexión a la red y sistemas conectados a la red (Pep M, 2014).

Los sistemas autónomos sin conexión a la red constan de un sistema de captación solar (células solares dispuestas en paneles), las baterías para almacenar la electricidad generada en corriente continua y el sistema de control para asegurar el correcto funcionamiento de carga y descarga de las baterías. Estos sistemas fueron utilizados inicialmente en la carrera aeroespacial, luego para garantizar el suministro de electricidad en lugares donde no existe red eléctrica convencional en zonas rurales, y recientemente se han diseñado para luminarias públicas (Pep M, 2014) y otras aplicaciones novedosas como los semáforos inteligentes (Mendez Alberto & Catalino, 2008).

En la figura 2 se muestra una instalación de un semáforo inteligente alimentado por un sistema fotovoltaico autónomo.

Figura 2. Semáforo inteligente alimentado por un sistema fotovoltaico autónomo
Fuente: (Mendez Alberto & Catalino, 2008)

3.7. Semáforos inteligentes

Dentro de las ventajas que ofrecen los semáforos inteligentes se encuentran las siguientes (García Gerar Moises, 2013):

a) Mayor fluidez y eficiencia el tránsito en las principales intersecciones de la ciudad.
b) Se logra una identificación y control confiable de las infracciones de tránsito que dificulten la fluidez del mismo.
c) Se logran identificar a distancia las averías de los autos en la vía, permitiendo actuar rápidamente en su solución.
d) Se economiza la intervención física de los reguladores de tránsito.
e) Permite olas verdes cuando el tránsito resulta abundante.
f) Permite desvíos cuando el tránsito es muy caótico.

4. Concepción del diseño del estudio

4.1. Nivel de investigación

4.1.2. Investigación descriptiva explicativa

Se utilizará una investigación descriptiva, por cuanto se trata de obtener información acerca del control vehicular en la ciudad de Portoviejo y la aplicación de las fuentes renovables de energía para asegurar el funcionamiento de las tecnologías de control vehicular.

4.1.3. Método

La investigación implica un proceso de análisis y comprensión de la realidad y los problemas vinculados con las tecnologías que se utilizan para garantizar el control vehicular, así como el aprovechamiento de la energía solar en sistemas autónomos; en ese contexto se utilizarán los métodos empíricos permitiendo investigar la problemática, retomando experiencia de otros autores y trabajos relacionados con el control vehicular, y las tecnologías fotovoltaicas de sistemas autónomos con el fin de efectuar el análisis preliminar de la información y verificar la efectividad de las concepciones teóricas. Se pondrá en práctica la observación como método primario e instrumento universal de la investigación, lo que permitirá conocer la realidad de los entes y procesos teóricos de la investigación científica, el hipotético deductivo, dado a que otorgará validez y fiabilidad a la investigación.

Se utilizarán los métodos teóricos tradicionales, entre ellos: El método análisis-síntesis en el estudio de las referencias bibliográficas; El histórico-lógico para el ofrecimiento de pensamientos precisos relativos a la lógica del desarrollo científico-técnico en el tema que se estudia, así como las experiencias internacionales y de nuestro país. El método de inducción y deducción que permite a partir de la presencia del contenido del objeto de estudio, a la elaboración de conclusiones propias, posibilitando con ello ir ofreciendo las particularidades y las soluciones propuestas. El método teórico-matemático para demostrar desde la teoría, la eficacia del procedimiento técnico para el chequeo y control de los modelos vinculados con la aplicación de las tecnologías asociadas al control vehicular.

Se utilizarán las técnicas investigativas de revisión de documentos, textos, tesis, libros, periódicos, revistas, normas técnicas, páginas web y manuales, para la obtención de la información apropiada y clara para el buen desarrollo del tema abordado.

4.1.4. Técnicas

Las técnicas a utilizar serán las siguientes:

a. La encuesta que estará enfocada a los conductores de la Cooperativa de Taxi del terminal terrestre;
b. Las entrevistas se aplicarán a los Oficiales de la Policía Nacional de Tránsito y el personal técnico de la Empresa PORTOVIAL EP, que se desempeñan en el cantón de Portoviejo.
c. La bibliográfica que permitirá darle mayor relevancia científica a la parte teórica de la investigación;
d. La analítica que será aplicada para realizar un análisis exhaustivo de los resultados de la encuesta y las entrevistas;
e. La estadística que servirá para graficar los resultados de la encuesta y;
f. Las simulaciones con el sofware PVsyst en función del diseño técnico del sistema fotovoltaico autónomo.

5. Definición de la muestra inicial del estudio y acceso a esta

5.1. Población y muestra

Encuestas a los Oficiales de la Policía Nacional de Tránsito que se desempeñan en el cantón de Portoviejo, personal técnico de la Empresa PORTOVIAL EP, así como los conductores de la Cooperativa de Taxi del terminal terrestre.

Población y muestra: Los cálculos se realizaron según la ecuación 1.

(1)

N=118
P=0.5
Q=0.5
e= 0.1
Z=1.96

$$n = \frac{N Z^2 p q}{E^2(N-1) + Z^2 pq}$$

$$\frac{(1,96)^2 (0,5) (0,5) (118)}{(1,96)^2 (0,5) (0,5) + (118) (0,1)^2}$$

$$n = \frac{(3{,}92)\ (0{,}5)\ (0{,}5)\ (118)}{(3{,}92)\ (0{,}5)\ (0{,}5) + (118)\ (0{,}01)}$$

$$n = \frac{(3{,}92)\ (0{,}25)\ (118)}{(3{,}92)\ (0{,}25) + (118)\ (0{,}01)}$$

$$n = \frac{(0{,}98)\ (118)}{(0{,}98) + (1{,}18)}$$

$$n = \frac{(115{,}64)}{(1{,}18)}$$

$$n = 98$$

Donde:

n→ Tamaño de la muestra
Z→ Nivel de confianza
P→ Probabilidad de ocurrencia = 0.5
Q→ Probabilidad de no ocurrencia = 0.5
N→ Población o universo

Capítulo 2

6. Recolección, análisis de los datos e interpretación de los resultados

Fueron tabulados y cuantificados los resultados de 98 encuestas (ver el anexo 1) los conductores de la Cooperativa de Taxi del terminal terrestre.

Las encuestas se enfocaron a definir una aproximación respecto a la noción que tienen los choferes en relación con el adecuado funcionamiento de los semáforos y sobre el papel que ellos consideran pudiera jugar la tecnología fotovoltaica y los dispositivos de inteligencia artificial en la confiabilidad de la regulación y control del tránsito.

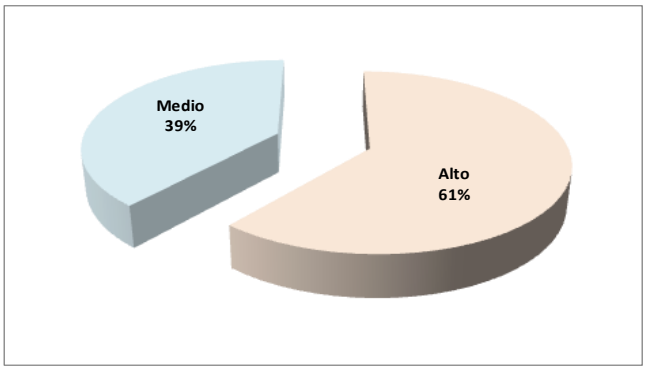
Pregunta 1 - ¿Qué papel usted les concede a los semáforos para la regulación y control del tránsito?

Criterios respecto a la importancia de los semáforos para la regulación y control del tránsito.

Opción	Frecuencia	%
Alto	60	61
Medio	38	39
Bajo	0	0
Muy bajo	0	0
Total	98	100

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación



Interpretación: Se pudo comprobar que el 61% de los conductores de vehículos encuestados opinan que es alta la importancia de los semáforos en la regulación y control del tránsito; mientras que un 39% considera que la importancia es media.

Análisis: En las sociedades modernas resulta prácticamente incuestionable la importancia de los semáforos para la regulación del tránsito peatonal y vehicular. Estas tecnologías constituyen dispositivos de señalización mediante los cuales se regula la circulación de vehículos y peatones en las vías, asignando el derecho de paso secuencialmente por las indicaciones de luces de color rojo, amarillo y verde, operadas por un controlador electrónico previamente programado. Se puede afirmar que el semáforo es un dispositivo útil para el control del tránsito y la seguridad de los usuarios del sistema de movilidad. Debido a la asignación prefijada o determinada por las autoridades de tránsito,

del derecho de vía para los diferentes movimientos en intersecciones y otros sitios de las vías. Este equipamiento ejerce influencia sobre el flujo del tránsito, por lo que resulta de vital importancia la selección del punto de instalación del control semafórico, para lo que se requiere un estudio puntual y zonal previo de las condiciones del tránsito. Los semáforos se usarán para desempeñar, entre otras, las siguientes funciones:

a) Interrumpir periódicamente el tránsito de una corriente vehicular o peatonal para permitir el paso de otra.
b) Regular la velocidad de los vehículos para mantener la circulación continua a una velocidad constante.
c) Controlar la circulación por carriles.
d) Eliminar o reducir el número y gravedad de algunos tipos de accidentes, principalmente los que implican colisiones perpendiculares.
e) Proporcionar ordenamiento del tránsito.

Lo analizado anteriormente demuestra que existen algunos choferes que no poseen una noción adecuada sobre la importancia de los semáforos para la regulación, control y seguridad del tránsito, situación que puede resultar preocupante cuando se analiza que estos compañeros por la naturaleza de su trabajo, influyen de manera importante en el comportamiento del tránsito vehicular en la ciudad, por lo que esta situación debe constituir un elemento de preocupación por parte de las autoridades de tránsito del territorio y de los directivos de la cooperativa de taxi del terminal terrestre.

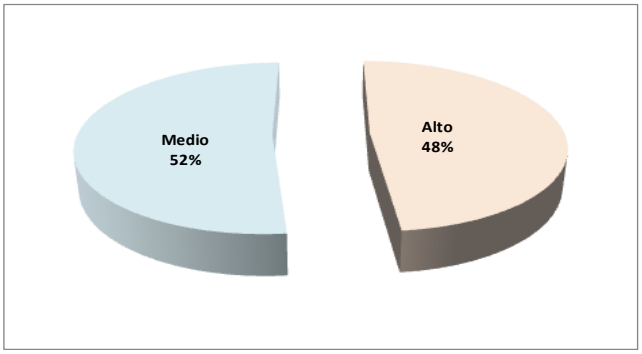
Pregunta 2 - ¿Qué papel usted considera que están jugando actualmente los semáforos en las actividades de regulación y control del tránsito?

Criterios respecto al papel que actualmente están jugando los semáforos en las actividades de regulación y control del tránsito.

Opción	Frecuencia	%
Alto	47	48
Medio	51	52
Bajo	0	0
Muy bajo	0	0
Total	98	100

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación



Interpretación: El 48% de los conductores encuestados opinaron que actualmente los semáforos están jugando un papel alto en la regulación y control del tránsito; mientras que el 52% plantea que es medio.

Análisis: Los semáforos que actualmente se encuentran instalados en la ciudad de Portoviejo corresponden a tecnología con más de treinta años de antigüedad, que para estos momentos y las actuales exigencias que demanda la regulación y control del tránsito se consideran obsoletas. Es por ello que más de mitad de los conductores de vehículos no considere que sea alto el papel que juegan actualmente los semáforos instalados en la regulación y control del tránsito.

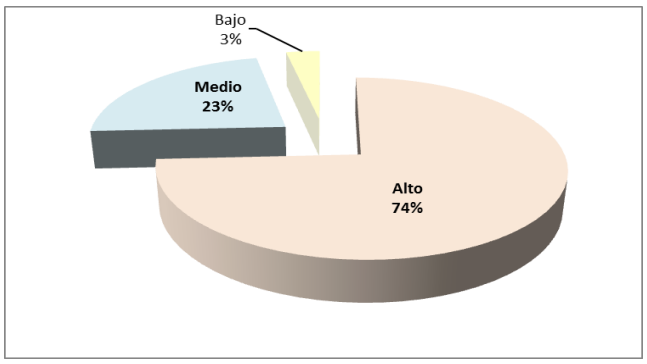
Pregunta 3 - ¿Qué nivel usted le concede a la necesidad de ampliar la señalización semafórica en la ciudad de Portoviejo?

Criterios respecto a la necesidad de ampliar la señalización semafórica en la ciudad de Portoviejo.

Opción	Frecuencia	%
Alto	73	74
Medio	22	23
Bajo	3	3
Muy bajo	0	0
Total	98	100

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación



Interpretación: El 74% de los choferes encuestados opinaron que resulta alta la necesidad de ampliar la señalización semafórica en la ciudad de Portoviejo; el 23% consideró que dicha necesidad es media y; el 3% planteó que es baja.

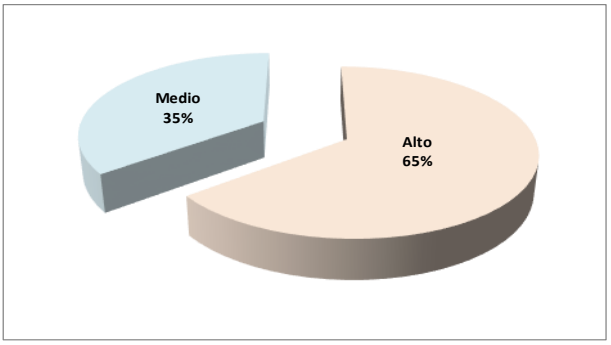
Análisis: Según un estudio de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (Flacso), que además determinó que la tasa anual de crecimiento del parque automotor es del 12 por ciento, se plantea que después de Quito, la ciudad de Portoviejo tiene el tránsito más caótico en Ecuador (Diario, 2010); son justamente las violaciones a las normas de tránsito, el creciente número de carros que ya suman más de 30000 y las calles en mal estado, los factores que complican el ya convulsionado tráfico vehicular. Estos elementos confirman la necesidad de repensar el diseño y la acción encaminada a la regulación y control del tránsito en la ciudad, pues el sistema que actualmente se encuentra vigente está

obsoleto y resulta anticuado, cuando los vehículos que circulaban en la ciudad no sobrepasaba la cifra de cinco mil.

Pregunta 4 - ¿Usted considera que se puede mejorar la tecnología de los semáforos en la ciudad de Portoviejo?

Criterios respecto a la posibilidad de mejorar la tecnología de los semáforos en la ciudad de Portoviejo.

Opción	Frecuencia	%
Alto	63	65
Medio	35	35
Bajo	0	0
Muy bajo	0	0
Total	98	100



Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

Interpretación: El 65% de los conductores encuestados opinaron que resulta alta la posibilidad de mejorar las tecnologías de los semáforos en la ciudad de Portoviejo; mientras que el 35% planteó que dicha posibilidad es media.

Análisis: Actualmente las tecnologías de control semafórico instaladas en la ciudad son viejas y están obsoletas. Poder contar con una gestión inteligente del tránsito vehicular aprovechando las bondades de la tecnología, resulta una necesidad en una sociedad donde se está produciendo un incremento exponencial en la cantidad de medios de transporte automotor que diariamente circulan, pues estos sistemas permiten tomar en cuenta el aforo vehicular; así como tiempos de recorrido y gestionar a través de la tecnología la repartición de los cruceros de acuerdo con la demanda. A pesar de la limitación financiera nada le impide a la ciudad de Portoviejo llevar a cabo el redimensionamiento tecnológico de los semáforos, pues como quiera las viejas tecnologías también tienen un costo elevado y por otro lado poseen un menor tiempo de vida útil, ofreciendo capacidades reducidas para las exigencias que actualmente demanda la regulación y control vehicular en una ciudad moderna.

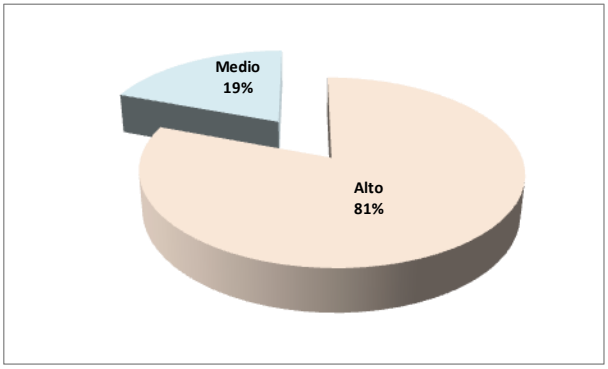
Pregunta 5 - ¿Usted considera que con el mejoramiento tecnológico de los semáforos inteligentes se puede reducir la cantidad de accidentes del tránsito en la ciudad de Portoviejo?

Criterios acerca de la posibilidad de reducir la accidentabilidad en la ciudad de Portoviejo mediante el mejoramiento tecnológico de los semáforos.

Opción	Frecuencia	%
Alto	79	81
Medio	19	19
Bajo	0	0
Muy bajo	0	0
Total	98	100

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación



Interpretación: El 81% de los choferes encuestados manifestaron que resulta alta la posibilidad de reducir la accidentabilidad del tránsito en la ciudad de Portoviejo mediante el mejoramiento tecnológico de los semáforos; mientras que un 19% opinó que dicha posibilidad es media.

Análisis: El Sistema Inteligente de Tránsito apunta a mejorar con tecnología la movilidad en la Ciudad y la prevención de los accidentes del tránsito. El sistema abarca nuevos instrumentos para el ordenamiento del tránsito y herramientas que facilitan la circulación dentro de la Ciudad. Incluyen un conjunto de funciones técnicas enfocadas a elevar el factor preventivo de la accidentabilidad del tránsito. Entre sus componentes se encuentran sensores y cámaras que son capaces de detectar las más mínimas violaciones o alteraciones del tránsito vehicular provocadas por los conductores de los vehículos, comunicando los resultados en tiempo real al centro de control que se encuentra en condiciones de atacar inmediatamente dichas violaciones y restablecer el cumplimiento de lo establecido en Ley Orgánica de Transporte Terrestre Transito y Seguridad Vial de Ecuador. Se puede afirmar sin ningún tipo de dudas que la instalación de la nueva tecnología en la ciudad de Portoviejo representa un importante paso de avance en la lucha por la reducción de los accidentes de tránsito.

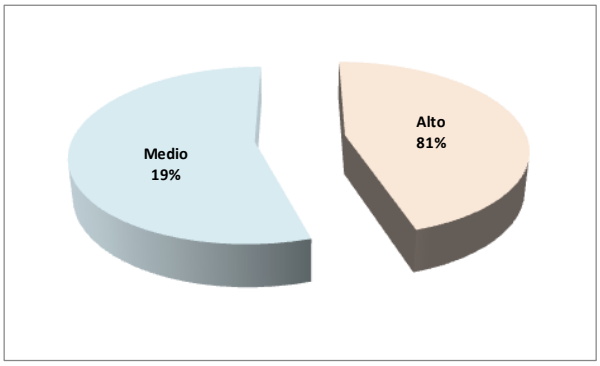
Pregunta 6 - ¿En qué nivel usted considera el comportamiento del servicio eléctrico para el funcionamiento de los semáforos en la ciudad de Portoviejo?

Criterios respecto al comportamiento del servicio eléctrico para el funcionamiento de los semáforos en la ciudad de Portoviejo.

Opción	Frecuencia	%
Alto	44	45
Medio	54	55
Bajo	0	0
Muy bajo	0	0
Total	98	100

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación



Interpretación: El 45% de los conductores de vehículos encuestados manifestaron que resulta alta la importancia de un funcionamiento estable del servicio eléctrico, para el funcionamiento de los semáforos; mientras que el 55% planteó que es medio.

Análisis: El equipo de semaforización que actualmente se encuentra instalado en la ciudad de Portoviejo, trabaja consumiendo energía eléctrica suministrada por el sistema nacional interconectado, por lo que cuando por cualquier situación se interrumpe el servicio los semáforos dejan de trabajar. Por otra parte se conoce que la generación básica en la provincia de Manabí es a partir del consumo de petróleo, por lo que la tecnología fotovoltaica puede contribuir directamente a la conservación de recursos naturales y evitar las emisiones de CO_2 a la atmósfera. Estas son razones que pueden justificar cualquier inversión que se realice para asegurar el funcionamiento confiable de los semáforos.

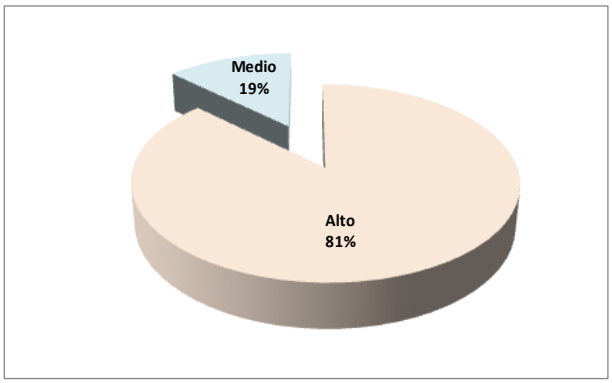
Pregunta 7 - ¿De su consideración usted cree que la tecnología fotovoltaica puede ser utilizada para asegurar el funcionamiento de los semáforos?

Criterios respecto a la consideración relacionada con la posible capacidad de la tecnología fotovoltaica para garantizar el funcionamiento ininterrumpido de los semáforos de la ciudad de Portoviejo.

Opción	Frecuencia	%
Alto	85	87
Medio	13	13
Bajo	0	0
Muy bajo	0	0
Total	98	100

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación



Interpretación: El 87% de los choferes encuestados manifestaron que es alta la capacidad de la tecnología fotovoltaica para asegurar el funcionamiento ininterrumpido de semáforos en la ciudad de Portoviejo; mientras que una minoría caracterizada por el 13% opinó que es media.

Análisis: Los resultados de dos proyectos realizados en la Universidad Técnica de Manabí durante el año académico 2014-2015 (Intriago Cedeño Gabriela & Susana, 2016) y (Quijije A Wilson S & Reina V Jefferson D, 2016), demostraron que la implementación de la energía solar fotovoltaica puede ofrecer una contribución alta en el ahorro de recursos y la eficiencia energética. Desde el año 2015 se desarrolla en la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas de la UTM, el proyecto denominado: "Sistema de Información Geográfica para el Desarrollo Sostenible" (SIGDES) (Rodríguez Gámez María, 2015), con el objetivo de impulsar el uso de las fuentes renovables de energía para alcanzar el desarrollo energético sostenible en la provincia de Manabí. Mediante la gestión de este proyecto se ha podido realizar el estudio del potencial solar de la provincia y se ha logrado comprobar que dicho potencial resulta factible para la generación de electricidad mediante la implementación de tecnologías fotovoltaicas. Para que se tenga una idea de la calidad e intensidad del potencial solar en el territorio, se ha podido calcular que la radiación solar promedio que incide en la provincia es equivalente a medio litro de petróleo por metro cuadrado día del espacio territorial, estos datos se han podido realizar a partir de las investigaciones realizadas en el proyecto SIGDES (Rodríguez Gámez María, 2015).

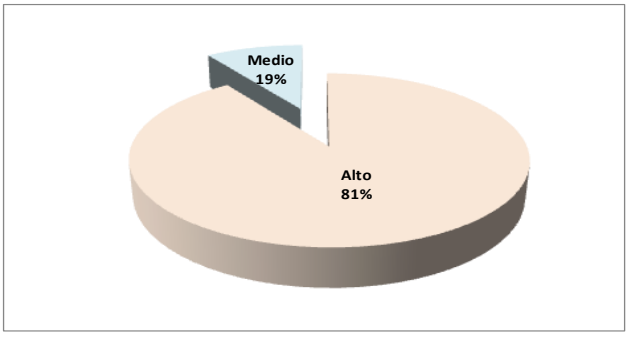
Pregunta 8 - ¿En qué nivel usted considera que influya la tecnología fotovoltaica para asegurar el funcionamiento de los semáforos en cualquier condición de la situación?

Criterios respecto a la capacidad de la tecnología fotovoltaica para asegurar el funcionamiento de los semáforos en cualquier condición de la situación.

Opción	Frecuencia	%
Alto	89	90
Medio	9	10
Bajo	0	0
Muy bajo	0	0
Total	98	100

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación



Interpretación: El 90% de los conductores encuestados considera que la tecnología fotovoltaica ofrece una alta capacidad para asegurar el funcionamiento de los semáforos en cualquier condición de la situación.; mientras que el 10% planteó que puede ser media.

Análisis: Los sistemas fotovoltaicos autónomos son tecnologías que poseen una elevada confiabilidad técnica en su funcionamiento, ello se ha demostrado en la infinidad de sistemas que se encuentran aislados en proyectos cósmicos, donde a pesar del cero mantenimiento las tecnologías siguen respondiendo a la destinación con que fueron concebidas en el proyecto. Por otro lado, el sistema tradicional interconectado suele interrumpirse automáticamente por seguridad ante la ocurrencia de un sismo intenso y luego de ocurrido el fenómeno natural las interrupciones pueden demorar días y hasta meses para su restablecimiento, provocando que durante el tiempo de las interrupciones los semáforos que dependen de dicho servicio se mantengan fuera de operaciones. La tecnología fotovoltaica de sistemas autónomos puede garantizar como ninguna otra, el funcionamiento ininterrumpido de los semáforos, incluso después de la ocurrencia de desastres naturales, pues no depende de las líneas eléctricas ni de la generación del sistema nacional interconectado y funcionan consumiendo el combustible solar con un costo virtual igual a cero, que no necesita ser abastecido del exterior.

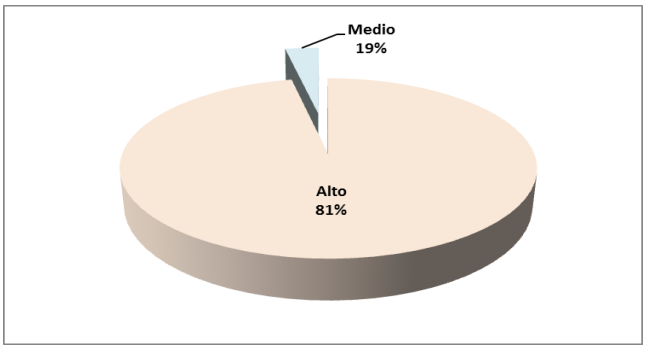
Pregunta **9 - ¿Considera usted que la introducción de los semáforos inteligentes en la ciudad de Portoviejo, puede contribuir al incremento de una actitud precautoria de los choferes en relación con las leyes del tránsito?**

Criterios respecto a la contribución de los semáforos inteligentes en función del incremento de una actitud precautoria de los choferes en relación con las leyes del tránsito.

Opción	Frecuencia	%
Alto	95	97
Medio	3	3
Bajo	0	0
Muy bajo	0	0
Total	98	100

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación



Interpretación: El 97% de los choferes encuestados plantearon que la introducción de los semáforos inteligentes en el sistema vial de la ciudad de Portoviejo, puede

experimentar una contribución alta en el incremento de una actitud precautoria de los choferes en relación con las leyes del tránsito; mientras que el 3% consideró que dicha contribución es media.

Análisis: Las tecnologías de los semáforos inteligentes no se limitan únicamente a la regulación del tránsito mediante el cambio de luces en función de un programa prefijado. Un sistema de semaforización inteligente cuenta con sensores y cámaras que pueden captar y trasmitir en tiempo real la situación operativa del tránsito en el lugar donde se encuentran instalados. La inteligencia artificial incorporada en estos sistemas es capaz incluso de detectar y notificar las infracciones y violaciones del tránsito cometidas por los choferes. Dichas prestaciones técnicas poseen la capacidad de elevar el control de la regulación del tránsito a niveles nunca antes logrados por otra tecnología. Todo ello puede contribuir al incremento de una actitud precautoria de los choferes en relación con las leyes del tránsito.

7. Elaboración del reporte de los resultados

Se realizaron 35 entrevistas especializadas a los Oficiales de la Policía Nacional de Tránsito que se desempeñan en el cantón de Portoviejo, personal técnico de la Empresa PORTOVIAL EP. Las entrevistas se perfilaron a obtener criterios especializados respecto al adecuado funcionamiento de los semáforos y sobre el papel que puede jugar la tecnología fotovoltaica y los dispositivos de inteligencia artificial en la confiabilidad de la regulación y control del tránsito.

La realización de las entrevistas permitió comprobar un grupo de elementos técnicos que justifican la realización del proyecto entre los que se pueden señalar los siguientes.

La repotenciación de los semáforos se justifica a partir de los siguientes elementos:

a. El equipamiento que actualmente se encuentra operando ya ha cumplido su vida útil.
b. Los actuales semáforos ya no se encuentran en condiciones de cumplir las necesidades de regulación de una ciudad en crecimiento que se desarrolla vertiginosamente.
c. Con la repotenciación de los semáforos se logra una mayor estética de la ciudad.

En relación con las ventajas técnicas de los nuevos semáforos se puede señalar lo siguiente:

a. Las luminarias LEDs son más modernas y poseen una mayor capacidad de iluminación, propiciando que las señales se perciban con más claridad y una mayor visibilidad.
b. Los controladores de los sistemas en los nuevos semáforos solares son adaptativos, permitiendo lograr una efectiva regulación del tránsito de forma automática y programada para diferentes horarios.
c. Se logra una mejor sincronización en las intercepciones.
d. Se pueden realizar múltiples aplicaciones.
e. Poseen cámaras automáticas sincronizadas al sistema, lo que permite un mayor control de la regulación del tránsito de manera permanente.
f. Poseen diversos sensores incorporados al sistema, que le permite el funcionamiento automático inteligente.
g. Ofrecen un mayor impacto, propiciando un clima de precaución en los conductores.
h. Garantizan una vida útil más prolongada.
i. Los mantenimientos son más espaciados y menos costosos.

Desde el punto de vista de la accidentabilidad en la ciudad pueden contribuir de la manera siguiente:

a. Mejoran la seguridad en circulación del tránsito.
b. Garantizan la regulación semafórica las 24 horas del día sin interrupciones, incluso en situaciones cuando colapsa el sistema convencional de alimentación de electricidad.
c. Garantizan una mayor descongestión del tránsito vehicular.
d. Se logra una regulación más segura de vehículo y peatones.
e. Logran reducir la accidentabilidad.

Desde el punto de vista ambiental pueden ofrecer las siguientes ventajas.

a. Incorporan el aprovechamiento de una fuente de energía renovable.
b. Logran contribuir con la preservación de recursos naturales al ahorrar combustible por concepto del consumo de electricidad.
c. Contribuyen a reducir las emisiones de CO_2 a la atmósfera.
d. Contribuyen al logro de una mayor eficiencia energética.

7.1. Estudio para la introducción de los semáforos inteligentes en la ciudad de Portoviejo

Como parte de los trabajos relacionados con el estudio para la introducción de los semáforos inteligentes en la ciudad de Portoviejo, se encuentra la evaluación del potencial solar. Estos estudios permiten valorar la posibilidad de aprovechamiento de la energía solar por parte de la tecnología fotovoltaica. En la figura 3 se muestra el mapa del potencial solar diario promedio anual en el cantón Portoviejo elaborado a escala cromática, de donde se obtuvieron los datos para realizar los cálculos energéticos requeridos.

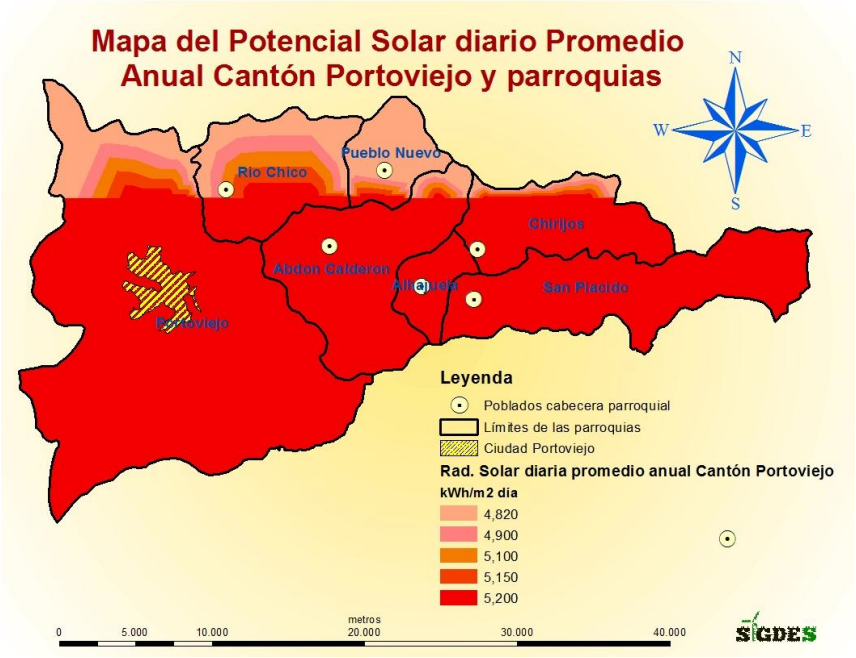


Figura 2. Mapa del potencial solar diario promedio anual en del cantón Portoviejo

Fuente: (Rodríguez Gámez María, 2015)

En la tabla 2 se muestra el cálculo de la radiación solar promedio por meses del año incidente en la ciudad de Portoviejo.

Tabla 2. Radiación solar promedio por meses del año

Prom. anual	Ener	Feb	Marz	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost	Sep	Oct	Nov	Dic
4,845	5,399	5,275	5,856	5,769	5,231	4,086	3,802	4,096	4,42	4,458	4,607	5,149

Fuente: (Rodríguez Gámez María, 2015)

Con los datos obtenidos se pudieron realizar los diferentes cálculos energéticos que son necesarios para lograr la introducción de la tecnología fotovoltaica en los semáforos inteligentes.

7.2. Cálculo de la productividad normalizada *(Pn)*

Otro de los datos que resulta necesario calcular es el relacionado con la productividad normalizada[1] y se ha realizado utilizando la ecuación 1.

$$Pn = Pspa * PFV * Acc * \eta t * \eta c \qquad (1)$$

Donde:

Pn→ productividad normalizada *(kWh/kWp día)*

Pspa→ potencial solar promedio anual *(kWh/m^2 día)*

PFV→ potencia fotovoltaica *(kWp)*

Acc→ área de captación solar de las células fotovoltaicas *(6,4m^2)*

ηt→ eficiencia técnica de los módulos (cuando se trata del silicio policristalino es igual al 13%. Si se trata del silicio monocristalino es igual al 16%)

ηc→ eficiencia promedio de captación de la radiación durante el ciclo de vida (86%)

En la tabla 3 se expone el cálculo de la productividad normalizada para la ciudad de Portoviejo según la radiación solar incidente en los meses del año.

Tabla 3. Cálculo de la productividad normalizada

Prom. anual	Ener	Feb	Marz	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost	Sep	Oct	Nov	Dic
4,316	4,810	4,699	5,217	5,139	4,660	3,640	3,387	3,649	3,938	3,972	4,104	4,587

Fuente: (Rodríguez Gámez María, 2015)

De esa manera se pudo comprobar que como promedio anual la *Pn=**4,316 kWh/kWp día.***

7.3. Estudio de la tecnología

Una de las barreras reconocidas internacionalmente para la penetración de las tecnologías basadas en fuentes renovables, resulta los precios que en el mercado pueden experimentar. En la actualidad las tecnologías referidas a los semáforos inteligentes alimentados en base a energía fotovoltaica se comercializan en módulos tecnológicos (Kit), que se pueden encontrar conformados técnicamente en función de un pedido específico.

[1] La productividad normalizada constituye un indicador que representa el resultado del cálculo sobre la cantidad de energía eléctrica que puede ser generada por cada kWp de tecnología fotovoltaica instalada en un día de operación. En ello juega un papel determinante la consideración del potencial solar incidente en el sitio de la instalación. Se expresa *(kWh/kWp día)*.

Para el caso de estudio consiste en un Kit de semáforo inteligente integrado según se expone en la tabla 4:

Tabla 4. Composición técnica del Kit de semáforo inteligente fotovoltaico

No	Componentes técnicos	Cantidad	Potencia unitaria	Potencia total del sistema
1	Módulos fotovoltaicos 12 V	8	150 W/p	1 200 W/p
2	Baterías de ciclo profundo (solares)	4	50 Ah	200 Ah
3	Semáforos de 300 mm	8	8 W	64 W
4	Cámaras foto digital	4	3 W	12 W
5	Inversor fotovoltaico DC-AC. 12 V-110 V	1	300 W	300 W
	Fuentes de poder	2	115-240 V	115-240 V
5	Caja de control automático PLC LOGO SIEMENES	1	110-240 V	110-240 V

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3 se expone la estructura técnica de un sistema de semáforo inteligente del tipo que se propone para instalar en la ciudad de Portoviejo y el funcionamiento de cada uno de sus componentes.

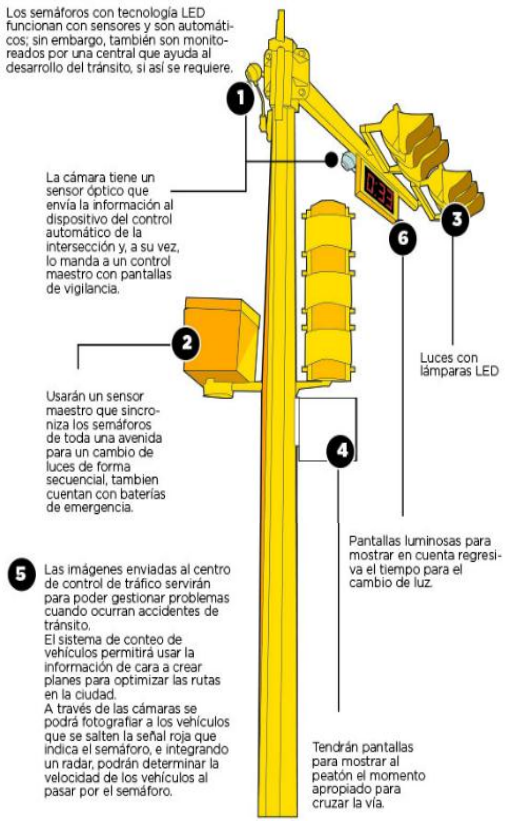


Figura 3. Estructura técnica de un sistema de semáforo inteligente.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4 se muestra un semáforo inteligente instalado en una intercepción de la ciudad de Manta.

Figura 4. Semáforo inteligente instalado en una intercepción en la ciudad de Manata

Fuente: Foto elaboración propia. 28/12/2016. Ciudad de Manta.

En la figura 5 se muestra la estructura de soporte del generador fotovoltaico, las baterías y el control automático, que está instalada muy cerca del sistema de semáforos inteligentes.

Figura 5. Estructura de soporte del generador fotovoltaico, las baterías y el control automático

Fuente: Foto elaboración propia. 28/12/2016. Ciudad de Manta.

En la figura 6 se muestra la fuente de poder y el inversor fotovoltaico de la instalación referida.

Figura 6. Fuente de poder e inversor fotovoltaico

Fuente: Foto elaboración propia. 28/12/2016. Ciudad de Manta.

En la figura 7 se muestra la caja de control automático del sistema.

Figura 7. Caja de control automático del sistema

Fuente: Foto elaboración propia. 28/12/2016. Ciudad de Manta.

7.4. Impactos energéticos, ambientales y sociales

Los estudios de impactos ambientales y sociales forman parte integrante de los trabajos que deben desarrollarse desde la etapa conceptual del proyecto, por cuanto de sus

resultados dependen los elementos que serán razonados por los decisores para asignar el financiamiento requerido para la inversión.

Se puede afirmar que existe una importante variedad de instalaciones que toman como base de funcionamiento el aprovechamiento de la energía solar. Cada diseño técnico está singularizado por un grupo de factores estrechamente relacionados con la sostenibilidad, entre los que se destacan los siguientes:

a) Los objetivos propios trazados para la inversión, que en el caso de los semáforos inteligentes está relacionado con la solución sostenible a un problema de seguridad vial;
b) Los problemas energéticos, económicos, ambientales y sociales que se resolverían con la instalación de la tecnología;
c) El impacto económico para el estado que se derivan del ahorro de recursos que aporta la introducción de la tecnología fotovoltaica.
d) Los beneficios ambientales que se derivan de la introducción de la tecnología;
e) Los beneficios sociales que se asocian con la introducción de la generación fotovoltaica.

Estos factores y otros que de manera particular pueden presentarse, implican que cada proyecto requiera una evaluación específica, justificándose los recursos que se invierten durante la elaboración de los estudios para la introducción de la tecnología.

7.5. El impacto energético.

El objetivo principal que desde el punto de vista energético se puede lograr con la introducción de los semáforos inteligentes está relacionado con el ahorro de energía de la red convencional que puede propiciar la tecnología fotovoltaica.

A pesar de que los sistemas de semáforo inteligente a base de LEDs son muy eficientes, uno de los sistemas como el propuesto puede estar consumiendo un promedio de 2 kWh día, que en un año puede estar presentando un consumo de 0,7 MWh. Estos resultados suponen que, en los 25 años del ciclo de vida de la tecnología fotovoltaica, se pueden estar ahorrando unos 17,5 MWh. Los cálculos se realizaron aplicando la ecuación 2.

$$AEcv = Ecd * ToA * Tvu \quad (2)$$

Donde:

AEcv→ Estimado de energía ahorrada en el ciclo de vida (MWh cv)

Ecd→ Estimado de energía consumida en un día de operación por el sistema (MWhdía)

ToA→ Tiempo de operación calculado para un año (365 días)

Tvu→ Tiempo de vida útil de la tecnología fotovoltaica (cv=25 años)

7.6. El impacto ambiental

El estudio de impacto ambiental se realiza con el objetivo de determinar el impacto al medio que se puede propiciar con la introducción de la tecnología fotovoltaica y estos deben ser estudiados en dos direcciones: los efectos negativos al ambiente del sitio donde se instala la tecnología; y los beneficios ambientales que se logran con la reducción del consumo de combustible fósil como consecuencias de la introducción de la tecnología fotovoltaica.

Los principales efectos ambientales negativos asociados a la introducción de la tecnología fotovoltaica, van a estar relacionados con la ocupación del espacio y la intrusión visual al paisaje que se causa con la introducción del equipamiento. La ubicación de los módulos fotovoltaicos crea un compromiso de ocupación del espacio.

Dada las características de los sistemas de semáforos inteligentes, la ocupación del espacio para la ubicación de la tecnología resulta mínimo, pues se habla de instalaciones pequeñas. La intrusión visual también es mínima al poderse ubicar en un sitio que no ofrezca compromisos visuales.

Entre los beneficios y ventajas ambientales que reporta la tecnología fotovoltaica se pueden señalar los siguientes:

a. No emite ruido en su funcionamiento;
b. No tiene partes móviles;
c. No necesita ser abastecida;
d. No emite gases contaminantes en su etapa de explotación.

Estas características la convierten en una valiosa solución tecnológica reductiva de impactos ambientales.

Se ha logrado conocer que el índice promedio de consumo de combustible fósil para la generación de electricidad es de 0,25 ton/MWh. Así como que por cada MWh de energía generada tomando como base el uso de los fósiles, se emiten a la atmósfera 0,9 ton de CO_2.

Si se consideran los datos señalados anteriormente se puede estimar que durante el ciclo de vida del sistema se pueden evitar emisiones de CO_2 a la atmósfera equivalentes a 15.75 ton. Los resultados se han obtenido aplicando la ecuación 3.

$$Eecv = AEcv * IEgc \quad (3)$$

Donde:

Eecv→ Emisiones de gases contaminantes evitadas en el ciclo de vida (ton CO_2 cv)

IEgc→ Indice promedio de emisiones de gases contaminantes por cada MWh generado (tonCO_2/MWh)

7.7. El impacto social

El impacto social constituye un elemento que difícilmente puede lograrse a través de las formas tradicionales de implementar la energía. La tecnología fotovoltaica permite como ninguna otra fuente, la relocalización del recurso energético muy próximo a los actores sociales que consumen la electricidad y este puede ser un elemento influyente para la adopción de nuevas posturas de consumo y responsabilidad en función de la preservación de los recursos y la adopción de patrones de utilización y gasto energético adecuados a las necesidades reales del trabajo y las personas.

La introducción de los semáforos inteligentes alimentados con tecnología fotovoltaica están perfilados a lograr una mayor seguridad vial, lo que quiere decir un incremento en la seguridad de los ciudadanos (conductores de vehículos y peatones) que usan las vías de comunicaciones terrestres, lo que se puede traducir en una reducción de la accidentabilidad con una disminución importante de fallecidos y heridos por este concepto, además del ahorro económico que se asocia al proyecto.

Las vidas humanas y la seguridad ciudadana en cualquiera de sus formas tienen valores inconmensurables, y de esta manera se puede valorar el impacto social del proyecto.

8. Conclusiones

1. El desarrollo tecnológico resulta un acontecimiento consustancial con el progreso de la sociedad. Las nuevas tecnologías de regulación vial se perfilan a lograr una mayor seguridad de la ciudadanía que usa las vías de comunicaciones terrestres, ya sea como conductores de vehículos, usuarios o peatones, logrando disminuir la accidentabilidad al propio tiempo que se logra incrementar el control automatizado y remoto de la circulación vial.

2. El nivel actual de la circulación vial en la ciudad de Portoviejo se ha incrementado en los últimos años y las tecnologías tradicionales no responden a los criterios actuales de regulación del tránsito. La introducción de los semáforos inteligentes en la ciudad de Portoviejo, está dirigida a incrementar la seguridad vial y garantizar la movilidad ciudadana y vehicular, en una ciudad que ha crecido en población y medios de transporte en circulación.

3. La instalación de los semáforos inteligentes en la ciudad de Portoviejo puede elevar el nivel de seguridad vial, al propio tiempo que se logra aplicar una fuente de energía sostenible con potencialidad de elevar la calidad y confiabilidad del servicio.

9. Recomendaciones

I. En el currículo de la carrera de Ingeniería Eléctrica el tiempo que se dedica al estudio de las aplicaciones renovables es insuficiente, especialmente en las diferentes tecnologías que aprovechan el potencial solar, por lo que puede resultar importante recomendar a la dirección de la carrera se se aumenten las horas lectivas para el estudio relacionado con la introducción de las tecnologías renovables, especialmente la fotovoltaica.

10. Presupuesto

Tabla Análisis del presupuesto

RUBRO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Recursos Humanos	2	450,00	900,00
Recursos Materiales			
Papel	1000	4,00	4,00
Impresión	100	6,00	6,00
Transporte	15	10,00	150,00
Otros gastos	15	5,00	75,00
Sub total			**1135,00**
12% IVA			**136,20**
TOTAL			**1271,20**

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

11. Cronograma

TIEMPOS / ACTIVIDADES	Semanas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Recopilación de información	x									
Aplicación de las técnicas		x								
Encuestas tabulación y análisis de datos			x							
Tema y planteamiento de problema				x						
Desarrollo del marco teórico					x					
Visualización del alcance de estudio						x				
Desarrollo y diseño de la investigación							x	x		
Definición y selección de la muestra y recolección y análisis de datos									x	
Reporte de los resultados (conclusiones y recomendaciones)										x

12. Bibliografía

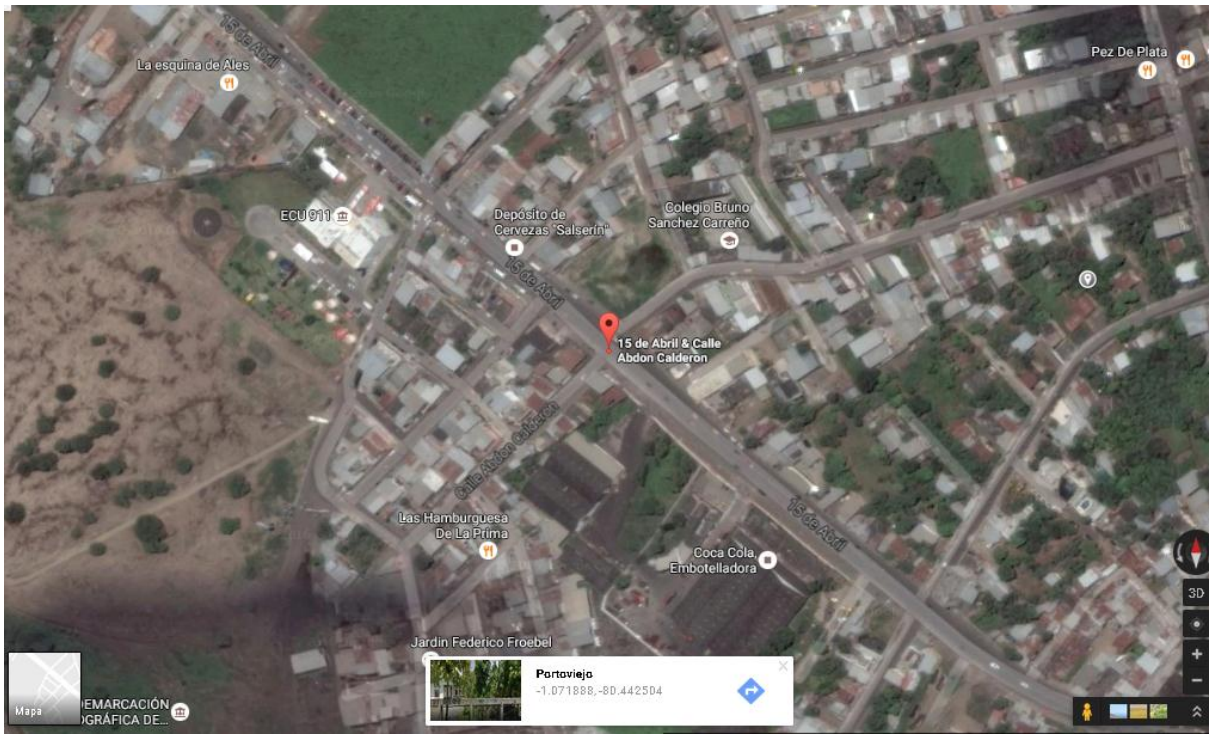
1. Abad Guillermo. (2012). 13 mueren al día en accidentes de tránsito. *El diario de la tarde, Consultado el 20 de agosto de 2016. Disponible en:* http://www.ultimasnoticias.ec/noticias/8645-13-mueren-al-dia-en-accidentes-de-transito-.html.
2. Asamblea Constituyente. (2008a). Constitución de la República del Ecuador. *Registro Oficial 449 de 20-oct-2008. Ultima modificación: 13-jul-2011. Estado: Vigente, Disponible en:* www.lexis.com.ec.
3. Asamblea Constituyente. (2008b). Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial. *Registro Oficial. Órgano del Gobierno del Ecuador. Año II - Nº 407. Of. No. SAN-2014-2083, Consultado el 20 de agosto de 2016. Disponible en:* www.registroficial.gob.ec
4. Bassi P A. (2013). Proyecto de central fotovoltaica-eólica para un máximo aprovechamiento de la energía renovable. *Proyecto para optar por el título de Ingeniería Civil Eléctrica, Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Técnicas y Matemética. Departamento de Ingeniería Eléctrica*.
5. Bautista Rojas Carlos. (2016). El origen del semáforo. *Algarabía., Consultado el 19 de agosto de 2016. Disponible en:* http://algarabia.com/desde-la-redaccion/el-origen-del-semaforo/.
6. Carlos L. (2011). Guía de Redes Inteligentes de Energía y Comunicación. *Dirección General de Industria, Minas y Energía. Consejería de Economía y Acienda de la Comunidad de Madrid. España, Fundación de la energía de la Comunidad de Madrid. Madrid ahora con energía. Disponible en:* www.fenercom.com.
7. Clay Mcshane. (1999). The origins and globalization of traffic control signals. *Journal of urban history, Vol. 25 No. 3, March 1999 379-404. © 1999 Sage Publications, Inc., Disponible en:* http://sites.tufts.edu/carscultureplace2010/files/2010/09/McShane-traffic-signals-1999.pdf.
8. Coba Carlos. (2016). Ecuador: Un sube y baja de accidentes. *Seguros 123, Consultado el 20 de agosto de 2016. Disponible en:* http://ecuador.seguros123.com/ecuador-sube-baja-accidentes/.
9. Diario, E. (2010). Después de Quito, Portoviejo tiene el tránsito más caótico en Ecuador. *El Diario Manabita de libre pensamiento, Consultado el 4 de diciembre de 2016. Disponible en:* http://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/150750-despues-de-quito-portoviejo-tiene-el-transito-mas-caotico-en-ecuador/.
10. Eskandani Alexis. (2016). Tasa de accidentes de tránsito en Ecuador registró en 2015 una reducción del 8%. *Agencia de Noticias Andes, Consultado 20 de agosto de 2016. Disponible en:* http://www.andes.info.ec/es/noticias/tasa-accidentes-transito-ecuador-registro-2015-reduccion-8.html.
11. Freire Danilo. (2015). En un 50% se ha reducido el índice de mortalidad por accidentes de tránsito en Manabí. *Ministerio del Interior, Consultado el 20 de agosto de 2016. Disponible en:* http://www.ministeriointerior.gob.ec/en-un-50-se-ha-reducido-el-indice-de-mortalidad-por-accidentes-de-transito-en-manabi/.
12. García Gerar Moises. (2013). Sistema de control de tránsito mediante semaforización inteligente con videocámaras. *Universidad Nacional Tecnológica del Cono Sur de Lima, Consultado el 19 de agosto de 2016. Disponible en:* http://www.monografias.com/trabajos100/semaforizacion-inteligente/semaforizacion-inteligente.shtml.
13. Humphryes Colin, J. (2008). Solid-State Lighting. *En MRS Bulletin. Vol.33. Abril, 2008*.

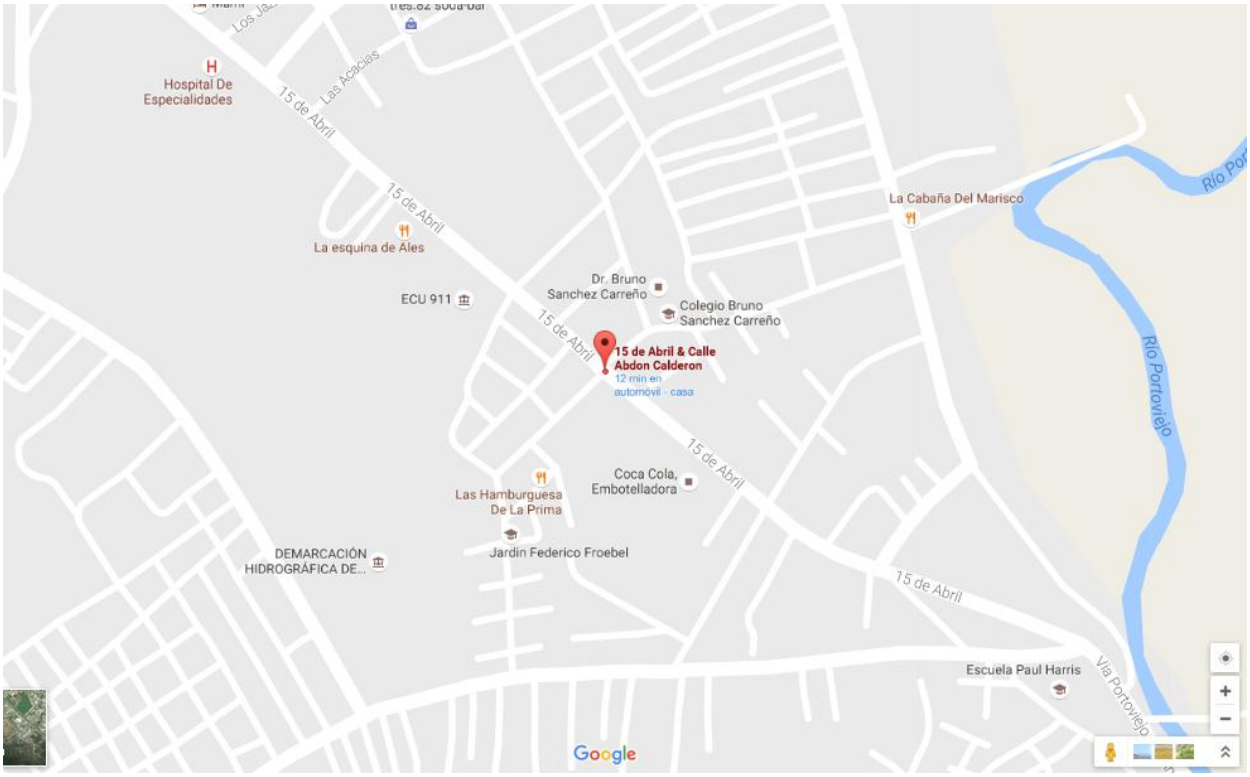
14. Mendez Alberto, & Catalino, P. (2008). Semáforos Ecológicos e Inteligentes. *Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre", Consultado el 19 de agosto de 2016. Disponible en:* http://www.monografias.com/trabajos56/semaforos-ecologicos-inteligentes/semaforos-ecologicos-inteligentes2.shtml.
15. Pep M. (2014). Energía solar fotovoltaica. *Energias renovables para todos. Haya Comunicación, editora de la revista de energías renovables. Con el patrocinio de Iberdrola, Disponible en:* www.energias-renovables.com.
16. RAE. (2010). Diccionario de la Real Academia Española. *Consultado el 19 de agosto de 2016. Disponible en:* www.rae.es.
17. Ribarich Tom. (2004). The top five global lighting technologies. *En Power Electronics Technology. Octubre, 2004*.
18. Rodríguez Gámez María. (2015). Sistema de Información Geográfica para el Desarrollo Sostenible" (SIGDES). *Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas de la Universidad Técnica de Manabí*.
19. Solano Rodríguez, V. (2012). Sistema de Alimentación con Fuente de Energía Híbrida para Aplicaciones de Semaforización Basado en LEDs de Potencia *Tesis de Maestria en Ciencias. Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Departamento de Ingeniería Electrónica, Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET). Cuernavaca, Morelos, México*.
20. Sturm Cony. (2011). El origen del semáforo. *Fayer Wayer, Consultado el 19 de agosto de 2016. Disponible en: https://*www.fayerwayer.com/2011/08/el-origen-de-el-semaforo/.
21. Valero Martha, Zamora Tomás, Pau Natividad, Cerdá María, Portoles Javier, & Enrique, A. (2014). Desarrollo urbótico del semáforo inteligente. Primeras experiencias en un living-lab urbano. *Instituto de Biomecánica de Valencia. Tau Cerámica, Consultado el 19 de agosto de 2016. Disponible en: file:///C:/Users/usuario/Downloads/Dialnet-DesarrolloUrboticoDelSemaforoInteligentePrimerasEx-4574871.pdf*.

Anexo 1. Micro localización del proyecto

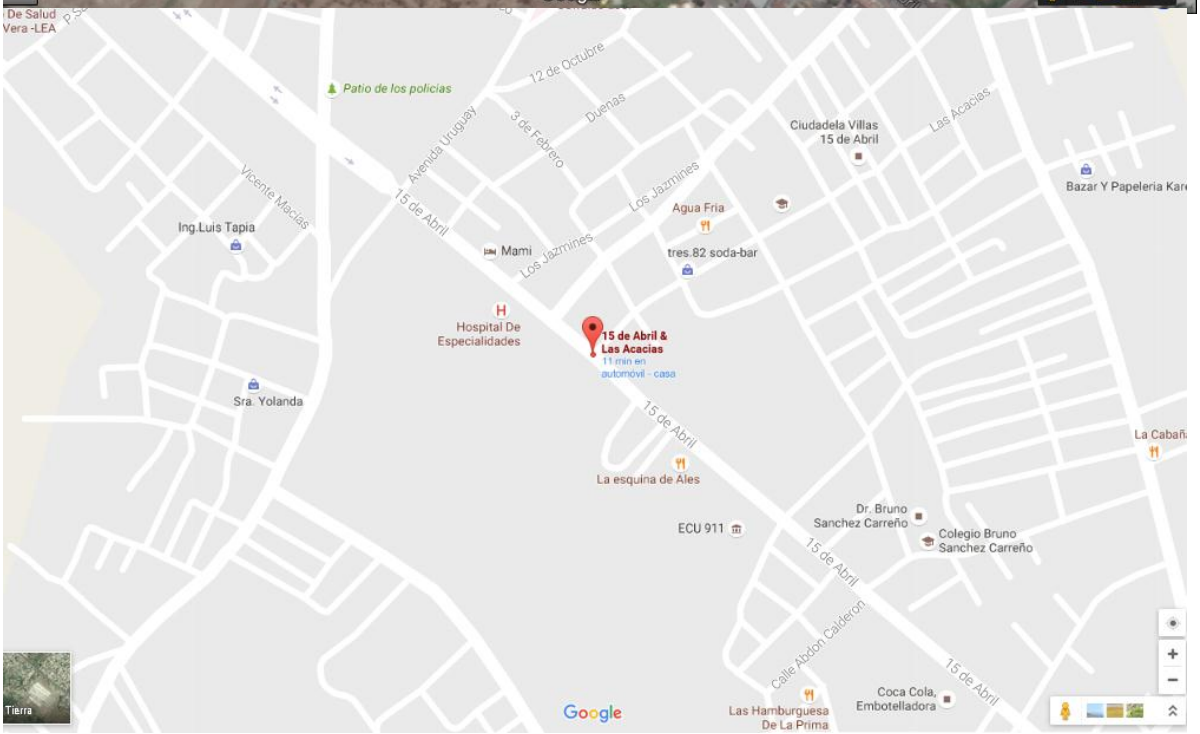
Lugar: Ciudad de Portoviejo

15 DE ABRIL Y ABDÓN CALDERÓN

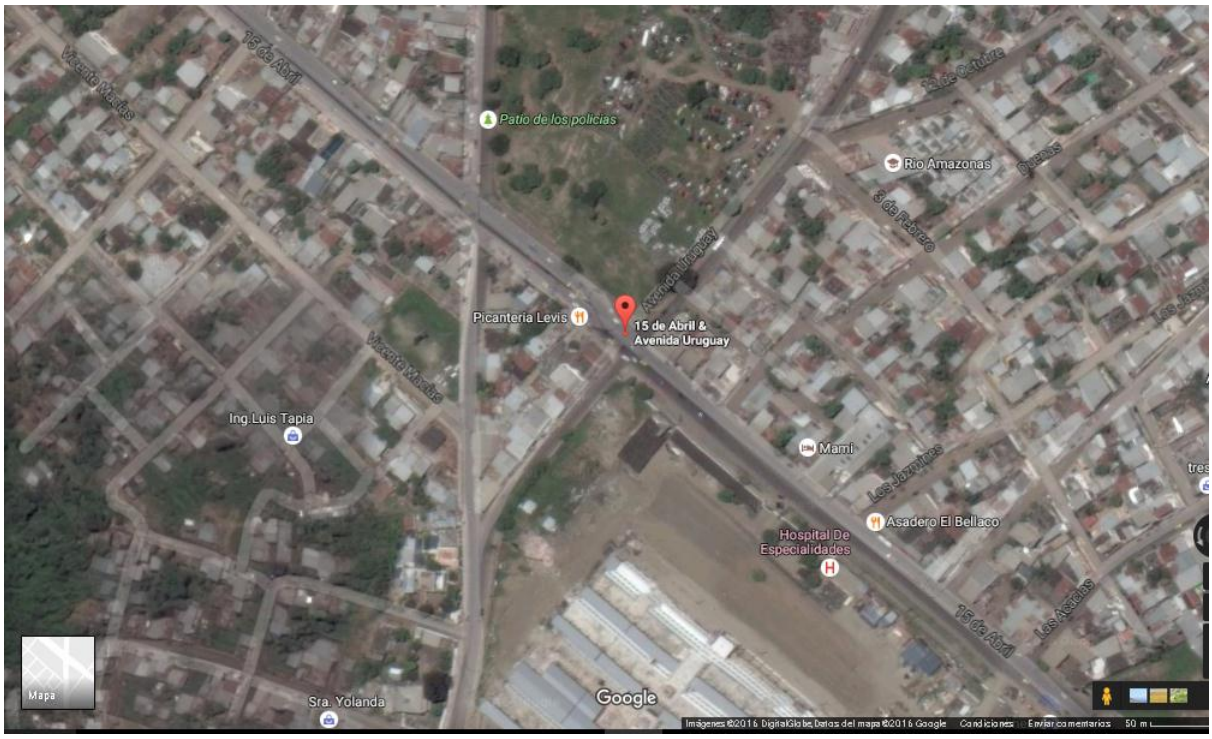


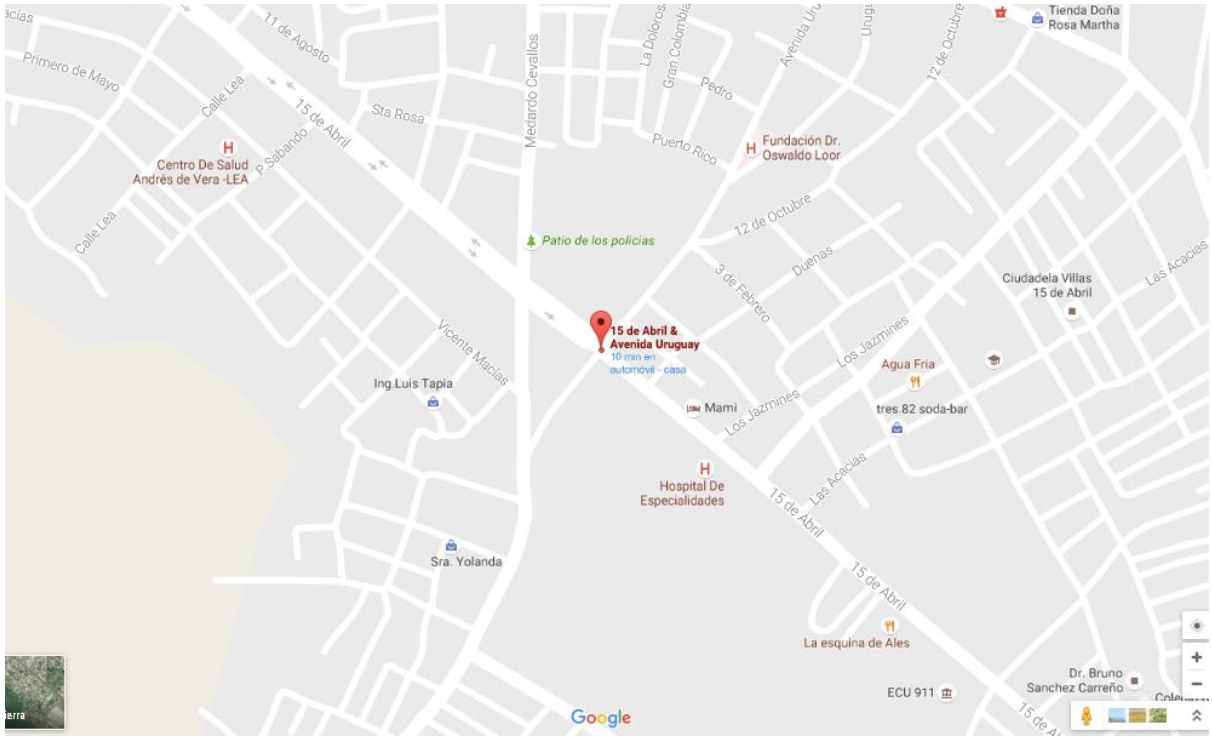


15 DE ABRIL Y LAS ACACIAS

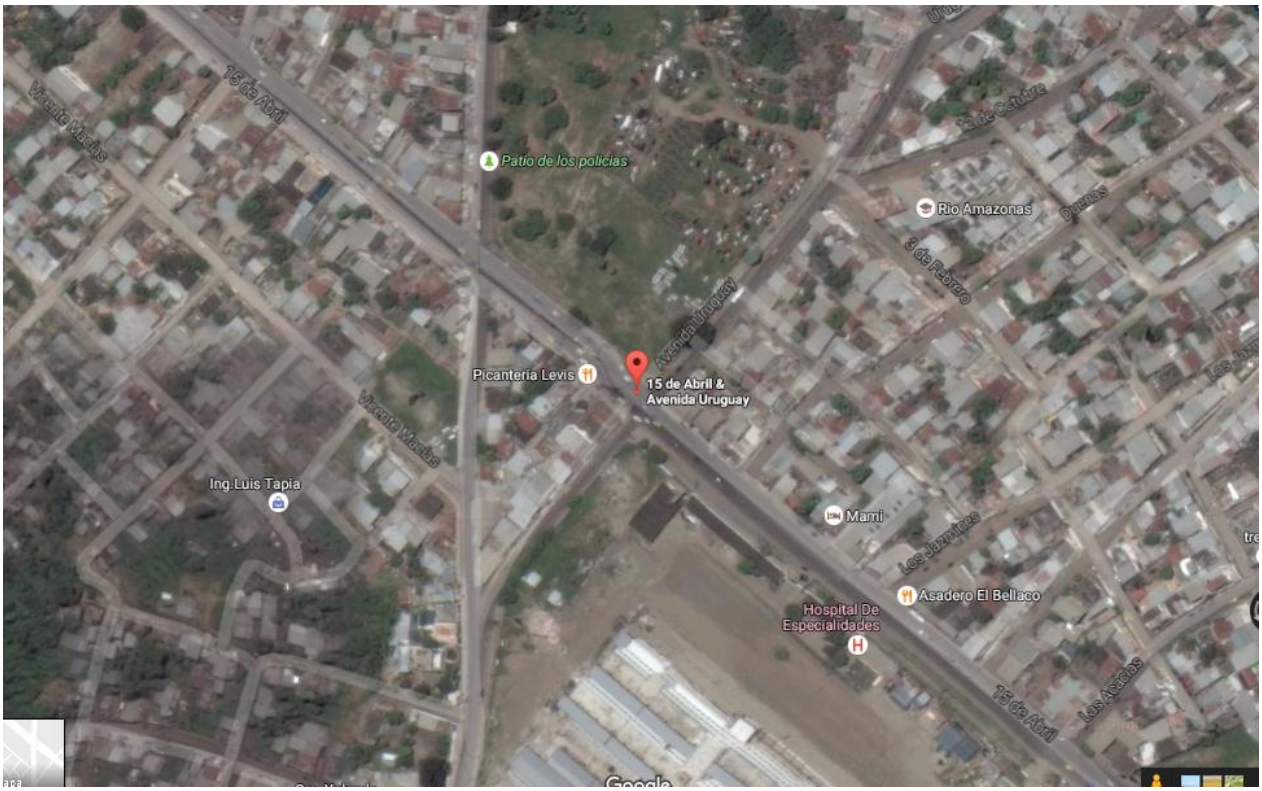


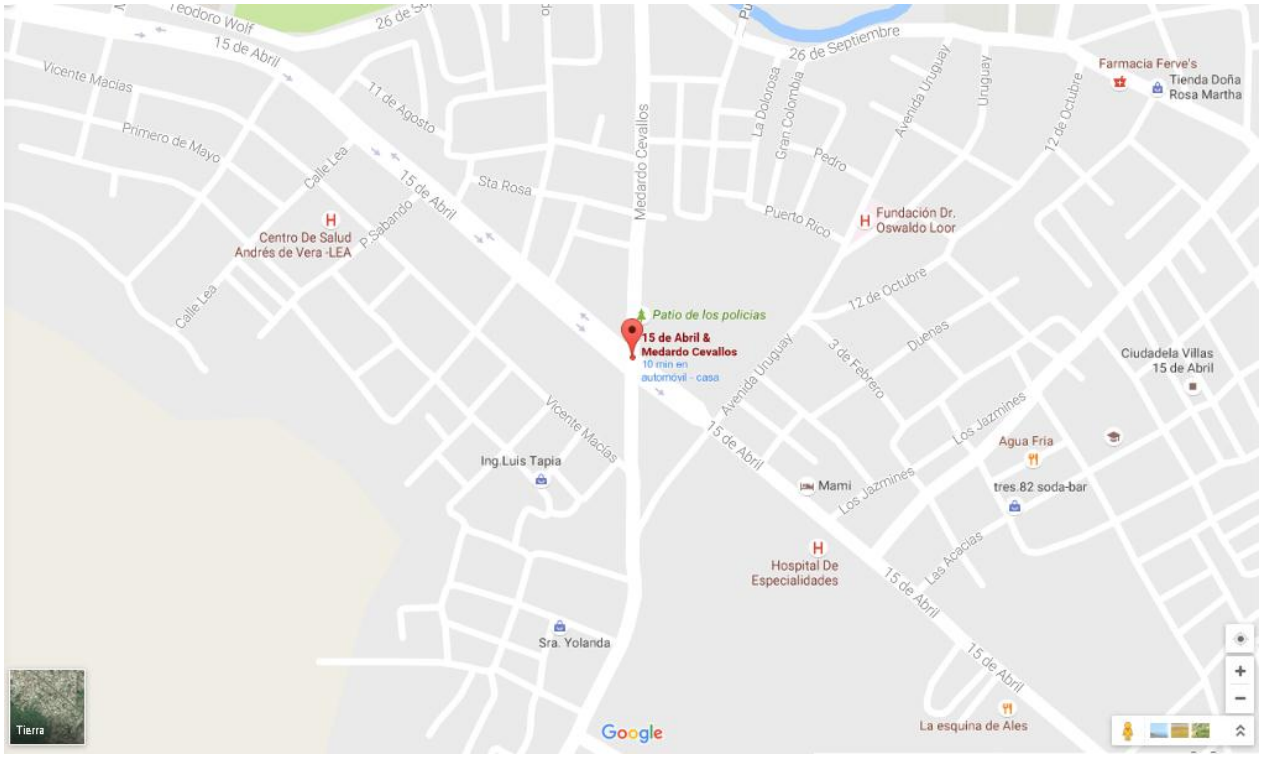
15 DE ABRIL Y AV. URUGUAY



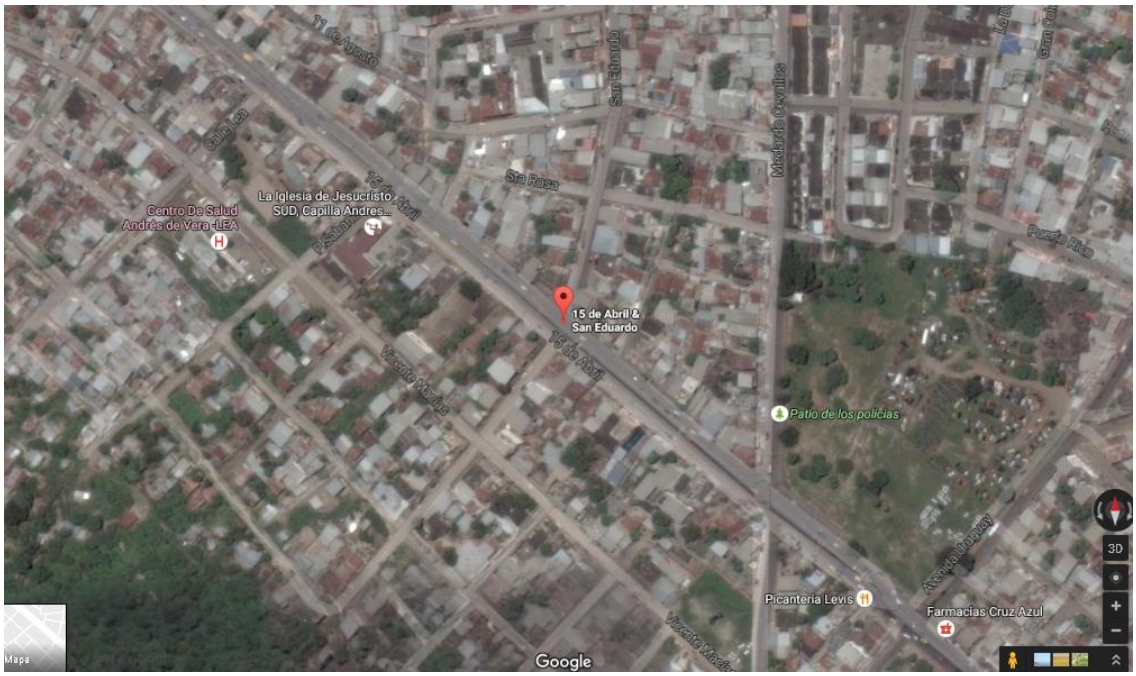


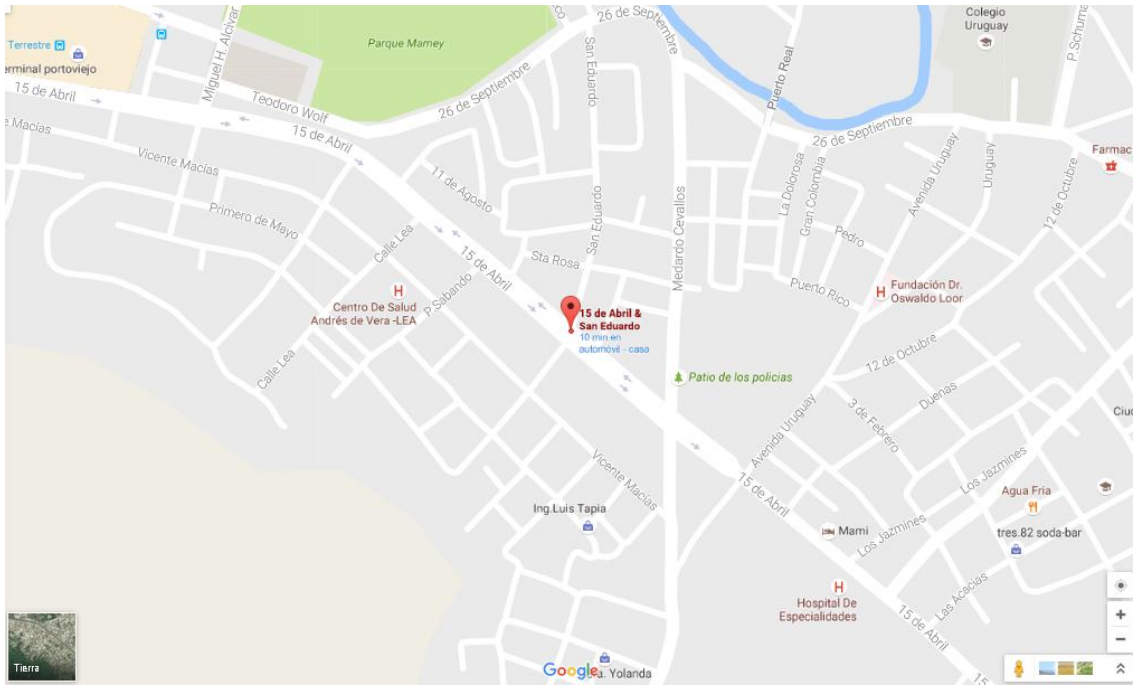
15 DE ABRIL Y MEDARDO CEVALLOS



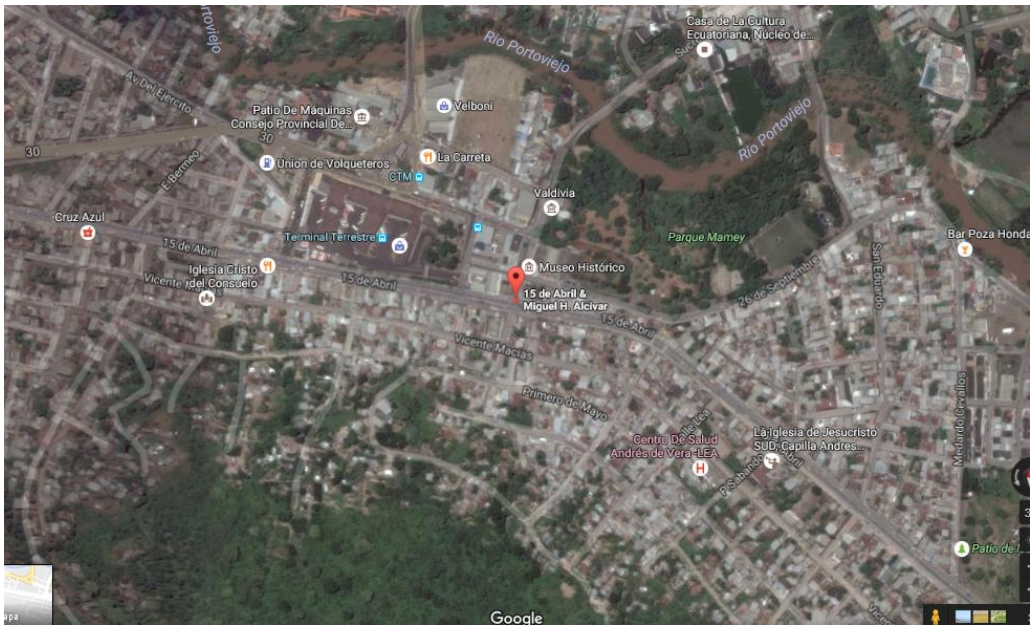


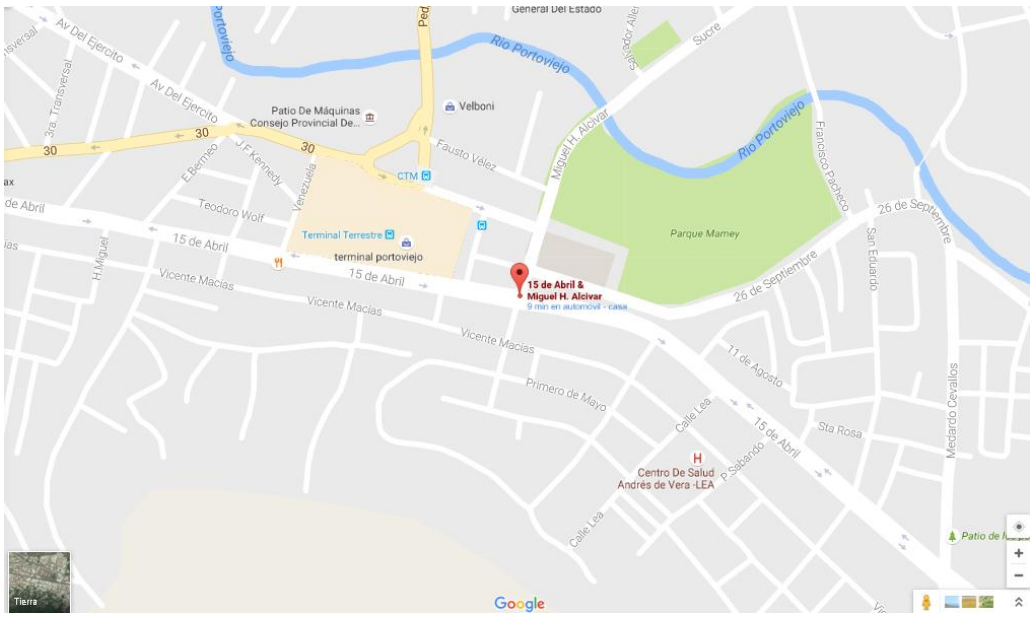
15 DE ABRIL Y SAN EDUARDO



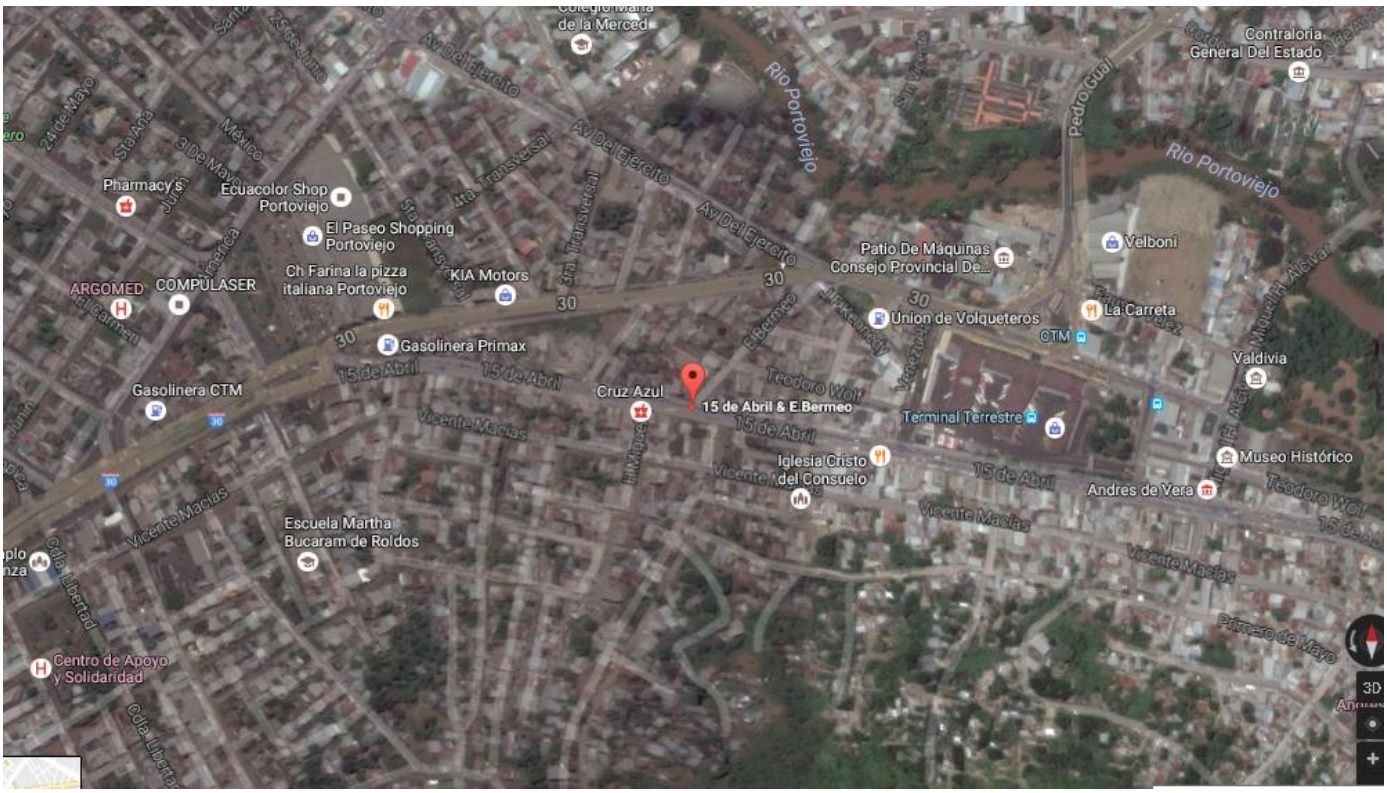


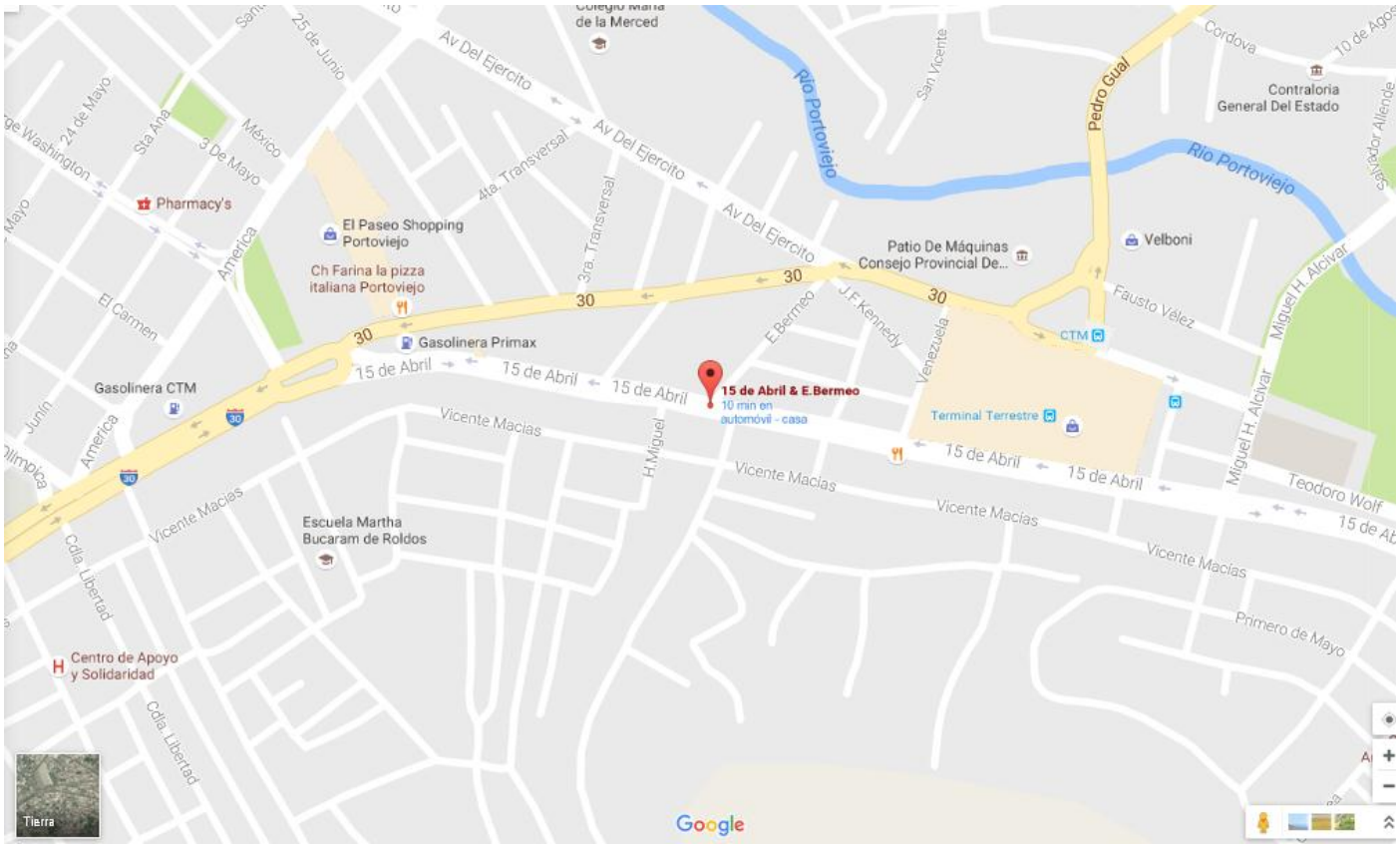
15 DE ABRIL Y MIGUEL H. ALCIVAR





15 DE ABRIL Y EMILIO BERMEO





Anexo 2. Encuesta

Lugar: Piquera de Taxi del Terminal Terrestre

Objeto de la encuesta: Definir una aproximación respecto a la noción que tienen los choferes de taxi de la piquera del terminal terrestre, en relación con el adecuado funcionamiento de los semáforos y sobre el papel que ellos consideran pudiera jugar la tecnología fotovoltaica y los dispositivos de inteligencia artificial en la confiabilidad de la regulación y control del tránsito.

1 - ¿Qué papel usted le concede a los semáforos para la regulación y control del tránsito?
Alto ( ), Medio ( ), Bajo ( ), Muy bajo ( ).

2 - ¿Qué papel usted considera que están jugando actualmente los semáforos en las actividades de regulación y control del tránsito?
Alto ( ), Medio ( ), Bajo ( ), Muy bajo ( ).

3 - ¿Qué nivel usted le concede a la necesidad de ampliar la señalización semafórica en la ciudad de Portoviejo?
Alto ( ), Medio ( ), Bajo ( ), Muy bajo ( ).

4 - ¿Usted considera que se puede mejorar la tecnología de los semáforos en la ciudad de Portoviejo?
Alto ( ), Medio ( ), Bajo ( ), Muy bajo ( ).

5 - ¿Usted considera que con el mejoramiento técnológico de los semáforos inteligentes se puede reducir la cantidad de accidentes del tránsito en la ciudad de Portoviejo?
Alto ( ), Medio ( ), Bajo ( ), Muy bajo ( ).

6 - ¿En qué nivel usted considera el comportamiento del servicio eléctrico para el funcionamiento de los semáforos en la ciudad de Portoviejo?
Alto ( ), Medio ( ), Bajo ( ), Muy bajo ( ).

7 - ¿De su consideración usted cree que la tecnología fotovoltaica puede ser utilizada para asegurar el funcionamiento de los semáforos en la ciudad de Portoviejo?
Alto ( ), Medio ( ), Bajo ( ), Muy bajo ( ).

8 - ¿En qué nivel usted considera que influya la tecnología fotovoltaica para asegurar el funcionamiento de los semáforos en cualquier condioción de la situación?
Alto ( ), Medio ( ), Bajo ( ), Muy bajo ( ).

9 - ¿Considera usted que la introducción de los semáforos inteligentes en la ciudad de Portoviejo, puede contribuir al incremento de una actitud precautoria de los choferes en relación con las leyes del tránsito?
Alto ( ), Medio ( ), Bajo ( ), Muy bajo ( ).

FECHA: _____

Encuestador: _____

Anexo 3. Entrevista

Lugar: Ciudad de Portoviejo

Objeto de la encuesta: Obtener información y criterios especializados acerca de la repotenciación de los semáforos en la ciudad de Portoviejo, dirigida a los Oficiales de la ANT en la ciudad.

1 - ¿Por qué usted considera que resulta necesario la repotenciación de los semáforos en la provincia de Manabí?

2 - ¿Cuáles son las diferencias técnicas entre los viejos y los nuevos semáforos?

3 - ¿Cuáles son las ventajas de los nuevos semáforos?

4 - Usted considera que la instalación de los nuevos semáforos puede contribuir a reducir la accidentabilidad en la ciudad de Portoviejo. ¿Por qué?

5 - ¿Por qué se le incorpora energía fotovoltaica a los nuevos semáforos?

6 - ¿Por qué usted considera que los nuevos semáforos pueden ser más eficientes y más eficaces?

FECHA: _____

Encuestador: _____

Anexo 4. Evidencias del trabajo realizado

Anexo 5. Características técnicas de los semáforos

SEMAFOROS LED

Características Técnicas

CARACTERISTICAS MECANICAS	
Cuerpo del semaforo:	Plastico, policarbonato, proteccion UV
Dimension Exterior:	200 o 300mm
Color exterior:	cuerpo negro, LED: verde, rojo y ambar
Accesos:	Desmontable a presion
Peso Total:	3Kg
Grado de proteccion:	IP65, junta de goma
Frontal:	Policarbonato antireflex con proteccion UV
Clases de cuerpo:	1 cuerpo, 2 cuerpos, 3 cuerpos, enlazables
CARACTERISTICAS ELECTRICAS Y OPTICAS	
Tension de alimentacion:	80 a 230Vac 50/60Hz; 15-50VAC-50Hz
Control Electronico:	Fuente de alimentacion estabilizada y protegida
Temperatura de trabajo:	>10ºC @ 80ºC
Angulo de vision:	Horizontal: >60º, Hacia abajo: <20º
Intensidad luminica:	>400cd/200mm, >800cd/300mm
Consumo de energia:	>8W
Vida util:	>10 años
Tiempo de trabajo:	100% ciclos de trabajo >48H
Regulacion Luminica:	Automatica, con sensor instalado (opcional)