



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL

1

**PROYECTO DE ALUMBRADO PÚBLICO SUSTENTABLE
PARA LA ZONA CENTRO DE LA CIUDAD DE TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO**

TESIS

QUÉ PARA OBTENER EL GRADO DE:
LICENCIADO EN PLANEACIÓN TERRITORIAL

PRESENTA:

ULYSSES ANDRÉ AGUILAR VARGAS

DIRECTORES DE TESIS:

L. PL. T. FRANCISCO OCAÑA CHÁVEZ

M. E. U. R. ISIDRO ROGEL FAJARDO



TOLUCA DE LERDO, ESTADO DE MÉXICO, NOVIEMBRE DE 2014.

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS

A DIOS PADRE, HIJO Y ESPÍRITU SANTO que ilumina mi camino, me llena de bendiciones y fortaleza para salir adelante y darme la oportunidad de vivir.

A NUESTRA MADRE SANTÍSIMA que me llena de luz y amor para seguir adelante.

A mi abuelo Andrés Aguilar Roldan que siempre me dio buenos consejos y siempre será mi ejemplo a seguir, DIOS te bendiga en donde estés.

A mis padres Juan Antonio Aguilar Castillo y Ma. Del Carmen Aida Vargas Gómez que con todo su cariño y consejos me han hecho un hombre de valores, y permitirme haber cursado una carrera que es la herencia más valiosa que puedo tener, gracias.

A mis hermanos Edwin Iván Aguilar Vargas y Melissa Aguilar Vargas, es una etapa más y superar los obstáculos que se ponen frente a uno, los quiero.

A mis familiares que me dieron consejos importantes y los tome en cuenta.

A mis amigos y amigas que me apoyaron durante mi carrera y darme la confianza de compartir buenos momentos.

A mis maestros Francisco Ocaña Chávez e Isidro Rogel Fajardo que me apoyaron en la realización de la tesis y tener paciencia para orientar mi investigación.

Sin todas estas personas no hubiese logrado esta etapa de mi vida, gracias por haber estado en los momentos más importantes y precisos.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	6
CAPÍTULO I. EL ALUMBRADO PÚBLICO SUSTENTABLE EN LA PLANEACIÓN TERRITORIAL	19
1. URBANISMO	20
2. PLANEACIÓN URBANA	21
2.1. PLANIFICACIÓN Y CIUDAD	21
3. SUSTENTABILIDAD	22
4. URBANISMO SUSTENTABLE	24
5. SERVICIOS PÚBLICOS E INFRAESTRUCTURA.....	26
6. ALUMBRADO PÚBLICO.....	28
7. ENERGÍA RENOVABLE SOLAR FOTOVOLTAICA.....	33
7.1. CONCEPTOS Y TIPOS DE ENERGÍA SOLAR RENOVABLE	33
7.2 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ALUMBRADO PÚBLICO.....	35
8. REFLEXIONES EN TORNO AL ALUMBRADO PÚBLICO Y LA PLANEACIÓN TERRITORIAL	36
CAPÍTULO II. EXPERIENCIAS INTERNACIONALES Y NACIONALES DE CIUDADES CON ENERGÍAS RENOVABLES	39
1. CASOS REFERENTES AL ALUMBRADO PÚBLICO	40
1.1 ENERGÍAS RENOVABLES EN ARGENTINA	40
1.2. POTENCIAL ENERGÉTICO EN COLOMBIA.....	42
1.3. PRODUCCIÓN ENERGÉTICA EN BRASIL	43
1.4. ZONA GEOGRÁFICA DE CHILE	44
1.5. PARTICIPACIÓN ENERGÉTICA DE VENEZUELA	45
1.6. AVANCES DE AHORRO ENERGÉTICO EN MÉXICO.....	46
2. APORTACIONES INTERNACIONALES Y NACIONALES EN TORNO AL ALUMBRADO PÚBLICO.....	47
CAPÍTULO III. SITUACIÓN URBANO-AMBIENTAL DE LA ZONA CENTRO DE TOLUCA.....	50
1. DELIMITACIÓN	51
1.1 LOCALIZACIÓN DE ZONA DE ESTUDIO	53
1.2 POBLACIÓN TOTAL DE LA ZONA CENTRO DE TOLUCA	54
1.3 USOS DE SUELO Y TENENCIA DE LA TIERRA	55
2. CLIMA	56
2.1. PRECIPITACIÓN	57
3. SITUACIÓN ACTUAL EN MÉXICO.....	57
3.1. ALUMBRADO PÚBLICO A NIVEL MUNICIPAL.....	58
3.2. ANÁLISIS SOBRE LA SITUACIÓN ACTUAL DE ALUMBRADO PÚBLICO EN LA ZONA CENTRO DE TOLUCA	61

4. REFLEXIONES Y APORTACIONES	69
CAPÍTULO IV.- PROPUESTA DE ALUMBRADO PÚBLICO SUSTENTABLE DE LA ZONA CENTRO DE LA CIUDAD DE TOLUCA	72
1. DEFINICIONES GENERALES	73
1.1 PLAN, PROGRAMA, PROYECTO	73
2.1. ALCANCES, OBJETIVOS Y ACCIONES.	74
2.2. ELEMENTOS DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO	75
2.2.1. MODULO FOTOVOLTAICO	76
2.2.2. REGULADOR DE CARGA.....	77
2.2.3. ACUMULADORES Y TIPOS DE BATERÍAS	78
2.2.4. INVERSOR	79
2.2.5. ILUMINACIÓN LED.....	80
2.2.6. EMPRESAS SUSTENTABLES NACIONALES E INTERNACIONALES	81
2.3. PROPUESTAS DE ALUMBRADO PÚBLICO SUSTENTABLE	82
2.3.1. IMAGEN OBJETIVO	83
2.3.2. MARCO GENERAL	85
2.3.3. PROPUESTA “A”	86
2.3.4. INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO	88
2.3.5. RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN.....	88
2.4. PROPUESTA “B”	88
2.4.1. INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO	89
2.4.2. RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN.....	90
2.4.3. VENTAJAS DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO SOLAR	90
2.4.4. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO	90
2.4.5. RUTAS Y CRITERIOS DE MANTENIMIENTO	92
2.4.6. NORMAS	93
2.5. CONCLUSIONES	94
2.6. RECOMENDACIONES	98
BIBLIOGRAFÍA	100
ANEXOS	103
GLOSARIO	104
ENTREVISTAS	105
MAPAS.....	107
MAPA 1. TRAZA URBANA DEL MUNICIPIO DE TOLUCA	107
MAPA NO. 2 POLÍGONO DE ESTUDIO.....	108

MAPA 3. PROPUESTA DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL POLÍGONO DE ESTUDIO	109
MAPA 4. ZONAS PARA MANTENIMIENTO EN LA ZONA DE ESTUDIO	110

Introducción



Introducción

La planeación es una disciplina importante que se ha vuelto fundamental en la solución de las problemáticas en ciudades, es por ello que la planeación territorial tiene el carácter de multidisciplinaria, le competen investigaciones de índole urbano, es entonces que dentro del mismo se debe reflejar la sustentabilidad, que es un equilibrio entre el medio ambiente y el espacio urbano considerando el aspecto económico, social, ambiental que conlleva el mantener una ciudad en equilibrio, y con ello aumentando la calidad de vida de la población que habita en ciudades.

Para determinar que la sustentabilidad se desarrolla significativamente en los temas urbanísticos se toma en cuenta su crecimiento de las ciudades, así como la importancia del cuidado del ambiente dentro de la ciudad, por lo tanto una ciudad sustentable toma en cuenta elementos como el servicio público del alumbrado ya que este, puede llegar a ser sustentable ofreciendo una mejor calidad de vida a sus usuarios.

Para Marquardt (2006), un hecho fundamental en la historia del ambientalismo fue la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente Humano que tuvo lugar en Estocolmo, Suecia en el año de 1972, en esta conferencia se dieron los inicios de lo que más tarde se reconocería como sustentabilidad, durante la misma no sólo se habló de la protección del medio ambiente sino de algo mucho más amplio, la relación entre aspectos ambientales y temas económicos relacionados con el capital y el crecimiento del empleo.

El mismo autor menciona también que, en 1983 las Naciones Unidas crean la Comisión Mundial de Ambiente y Desarrollo dirigido por Gro Harlem Brundtland, primer ministro de Noruega en aquel momento. En este grupo fueron los informes emitidos, lo que se identificó por primera vez la importancia de evaluar cualquier iniciativa sustentable desde tres enfoques: el económico, el ambiental y el social.

Como señala Bonilla, (2011), en 1996 tuvo lugar la II Conferencia de las Naciones Unidas sobre los Asentamientos Humanos-Hábitat II donde se trató sobre como la Agenda 21 de la sustentabilidad se podría aplicar en la planeación urbana; entonces se dieron los pasos para la aplicación de una agenda urbana ambiental a nivel global. Lo que destaca es que la Agenda 21 tiene ocho aspectos para fomentar y promocionar en aras de la sustentabilidad urbana, de los cuales para el caso de la zona centro de Toluca se retoman los sistemas sustentables de energía en los asentamientos humanos.

Desde la posición de Rogers (2001) las ciudades actuales consumen tres cuartas partes de la energía mundial, el ser humano ha modificado el ambiente para su beneficio; sin embargo, también ha contribuido a perjudicar el ambiente y este a su

vez ha sufrido un serio impacto en las actividades sociales a medida que ha avanzado la tecnología. Por ello la sustentabilidad trata de desarrollar una gestión equitativa de los recursos, es un concepto que involucra la dimensión económica, social y ambiental, estas dimensiones, deben estar presentes en todo proyecto de urbanismo que ostente ser sustentable.

De acuerdo a Calvente (2007) hoy en día el término “sustentabilidad” ha sufrido ciertas transformaciones a lo largo del tiempo hasta que se llegó al concepto moderno, de acuerdo a esto se logra una nueva configuración en las tres dimensiones centrales del desarrollo sustentable, que son lo económico, social y ambiental, estas dimensiones están ligadas para desarrollar un equilibrio en torno a la actividad humana y con ello una ciudad pueda funcionar correctamente.

El Gobierno del Estado de Tamaulipas (2012), de acuerdo con la Secretaría de Energía (SENER), y la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CNUEE), la prestación de este servicio público se ha convertido en una de las tareas fundamentales de los gobiernos municipales en virtud de que el consumo de energía eléctrica absorbe un alto porcentaje de sus recursos presupuestales, el ofrecer un alumbrado público eficiente se vuelve cada vez más difícil por el incremento en el costo del servicio. El servicio de alumbrado público se asocia al grado de progreso material del municipio, forma parte de su imagen. Constituye un servicio básico para el conjunto de la población y requiere de una planeación adecuada y una administración moderna en términos de sistemas y equipos¹.

Un estudio realizado por EurObserv´ER (2011), el sector energético a nivel mundial destaca sobre todo en países Europeos y otros como Japón, en 1998 se realizó un estudio sobre la capacidad eléctrica instalada de celdas fotovoltaicas y se obtuvo que los países más sustentables en este aspecto son Japón con una capacidad instalada de 133.3 MW, Estados Unidos con 127.9 MW, Alemania con una capacidad de 53.9 MW, para el caso de México su capacidad fue de 12.0 MW, para 1999, países como Japón su crecimiento fue de 190.0 MW, en cambio México su capacidad fue de solo 12.9 MW².

Por otra parte para Contreras (2004), afirma que el potencial de los sistemas de energía solar se ha demostrado en los proyectos de electrificación rural realizados en todo el mundo, en especial el de los sistemas solares domésticos, crece la importancia económica de los sistemas fotovoltaicos gracias a la constante disminución de sus precios, así como por la experiencia en su aplicación en otros sectores, como los servicios sociales y comunales, la agricultura y otras actividades productivas capaces de repercutir en el desarrollo, en muchos programas de electrificación rural en los países en desarrollo se incluye la iluminación pública, en

¹ Secretaría de Energía, SENER y Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, CNUEE.URL: <http://seduma.tamaulipas.gob.mx/wp-content/uploads/2011/11/guia-municipios.pdf>

² EuroObserv´ER (2011) URL: http://www.euroobserv-er.org/pdf/BaroFV2010_sp.pdf

algunos casos ésta sirve para extender las horas de trabajo de los mercados o la jornada laboral una vez que ha oscurecido.

Se considera que los sistemas de energía solar para alumbrado público mejoran cada día su calidad, eficiencia y atractivo para ser próximamente la principal aplicación en el alumbrado de áreas públicas, los efectos principales en la instalación del sistema de iluminación producida por los sistemas solares públicos de calidad son el ahorro de tiempo y de trabajo, extensión del horario de actividades domésticas, aumento de seguridad, aumento de las actividades sociales, disminución de incendios accidentales, más salud e higiene, más actividades recreativas por mencionar algunas.

En relación a García (2012) el gobierno tiene como objetivo cambiar el alumbrado público de México a la última tecnología en iluminación sin inversión alguna, con retroactivo de ahorros, así mismo, el su Programa de Ahorro Garantizado también puede generar energía eléctrica para autoconsumo mediante la implementación de tecnologías sostenibles como son los paneles solares y los biodigestores, el programa promete una solución total que elimina los contenidos materiales y emisiones en el sistema de alumbrado público.

Para este caso el alumbrado público en el año del 2010 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Estrategia Nacional de Energía, con el nombre de Proyecto Nacional de Eficiencia Energética en Alumbrado Público Municipal por la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, con el fin de incrementar la eficiencia de los municipios que soliciten la sustitución de sus sistemas de alumbrado público por sistemas más eficientes de uso de la energía, así como de las energías renovables, particularmente las de eficiencia térmica y de utilización de energía solar, entre otras. Dentro de su Estrategia Nacional de Energía tiene como ejes rectores los cuales son brindar seguridad energética, eficiencia económica y productiva y sustentabilidad ambiental, teniendo como base la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, además del Plan Nacional de Desarrollo, entre otros.

El proyecto antes mencionado se caracteriza por ser estandarizado para México, autofinanciable y sostenible con un reactivo de ahorros garantizado para los municipios, el autor dijo que no hay ninguna razón por la cual las ciudades no podrían ser sostenibles, existe la tecnología y el capital disponible, es sólo una cuestión de adecuar la estructuración de los proyectos de una manera sostenible, de igual forma un problema que ha enfrentado en los municipios es la falta de capacitación, hizo una llamada a las universidades a capacitar los trabajadores.

Ramírez (2009) declara que la planeación territorial es importante para entender la relación que tiene la sociedad con el espacio geográfico, se toma como herramienta para discernir y analizar alternativas de solución para el funcionamiento en el desarrollo sustentable de la Ciudad de Toluca³.

Es importante reconocer que las ciudades dependen de energías de origen fósil, entre otros, los problemas que enfrentan son el agotamiento por las reservas naturales, lo que genera una dificultad de abastecimiento y contaminación por señalar solo algunos, se deben considerar otras fuentes de energía para propiciar una calidad en los servicios que brindan las ciudades, siendo así un problema que le concierne al planificador, estos son los motivos que propician a realizar una propuesta que conlleve a una solución en el uso eficiente del alumbrado público.

Ramírez (2009) postula que en la dimensión económica, el desarrollo urbano en este aspecto debe ser económicamente viable, significa que no deberá comprometer más recursos que los estrictamente necesarios en los proyectos o investigaciones de desarrollo y a la vez éstos deben aportar una ventaja económica a la ciudad y a sus habitantes, donde evidentemente se incluye la generación de empleos y elevar la competitividad de la urbe, con la intención de generar equidad económica entre la sociedad⁴.

Para Ramírez (2009) la sustentabilidad ambiental es la que ha de ocasionar el mínimo impacto sobre el medio ambiente y el territorio, debe desarrollarse la ciudad proponiendo consumir la cantidad menor de recursos y energía y generar la menor cantidad posible de residuos y emisiones.

Expone el mismo autor, dentro de la dimensión social, un proyecto urbanístico debe contemplar al bienestar de la sociedad, por ello se debe exigir que cualquier proyecto urbano que se quiera denominar sustentable, responda a las demandas sociales de su entorno, mejorando la calidad de vida de la población, y asegurando la participación ciudadana en el diseño del proyecto.

El autor comenta, se considera que dicha sustentabilidad se ha desarrollado para involucrarse en los aspectos urbanos, ya que hoy en día las ciudades son un punto de desgaste tanto social, ambiental como económico, esto se origina si no se efectúa la sustentabilidad para un equilibrio en las ciudades a partir de las tres dimensiones.

Desde un enfoque territorial en el ámbito nacional y estatal se ha avanzado en el tema de eficiencia energética en alumbrado público, sin embargo a la mayoría del territorio nacional no se le ha dado la importancia necesaria para su aplicación, por

³ URL: <http://www.slideshare.net/kikegoncen/planeacion-territorial1>.

⁴ Ramírez (2009), "Enfoques de desarrollo sostenible y urbanismo" URL: <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num7/art42/art42.pdf>

ello el abastecimiento en cuanto al servicio público es un tema de importancia de tal forma que el territorio reacciona conforme a un eficiente o deficiente servicio, donde el municipio de Toluca no es la excepción, donde se observa un deterioro e inadecuado servicio de las luminarias pues esto conlleva que no se abastezca satisfactoriamente a la población.

La falta de alumbrado público deficiente afecta a la sociedad es así que existe inseguridad, accidentes viales, por lo que el alumbrado público requiere de una adecuada planificación para su funcionamiento, sabiendo que el uso de la energía renovable reduce costos económicos, por lo que el uso del alumbrado público con energía eléctrica tiene deficiencias reflejando una inadecuada cobertura de la iluminación en relación con su distancia de instalación.

El tema de servicios públicos y en particular de alumbrado público es de importancia creciente, esto se refiere en lo fundamental a la eficiencia energética que debe desarrollarse en el territorio, dentro de la población, ser capaz de proporcionar al territorio y a la población un alumbrado público eficiente, que en este caso se trata del Municipio de Toluca, aclarando que la zona de estudio se delimitara en la zona centro del municipio, tomando en cuenta que se conforma por las actividades importantes como político-administrativas siendo así ubicación de servicios, educativos, además de ser el lugar central de la ciudad donde interactúa la población y se dan relaciones culturales.

De acuerdo al Programa Sectorial de Coordinación Metropolitana del gobierno del Estado de México (2006) el servicio de alumbrado público es deficiente e insuficiente; además, los Ayuntamientos han generado adeudos con la empresa suministradora de electricidad por incumplimiento del pago de los consumos energéticos, por lo que el sistema de alumbrado público en la Ciudad de Toluca necesita nuevos sistemas eficientes para el ahorro y suministrar adecuadamente el alumbrado público⁵.

En términos generales del sector económico la falta de eficiencia energética en el alumbrado genera un derroche económico innecesario de recursos, mayor gasto a causa del uso de la energía eléctrica en alumbrado público y por lo tanto se tendría que optimizar el suministro de energía eléctrica buscando opciones para dicho suministro.

Desde un punto de vista social el problema de la zona centro de Toluca se observa en la deficiencia energética del suministro de alumbrado público para la sociedad, las calles no se iluminan de forma proporcionada generando espacios oscuros, lo que conlleva riesgo para toda la población. Ha faltado consolidar lo que se programa

⁵ Programa Sectorial de Coordinación Metropolitana, URL: <http://transparencia.edomex.gob.mx/copladem/informacion/sectoriales/Programa%20Sectorial%20Coordinacion%20%20Metropolitana.pdf>.

en los Planes de Desarrollo Estatales, en los Programas Nacionales como el Programa de Eficiencia Energética, lo cual los resultados no son los observados.

En otros aspectos se dice que hoy en día el país se ha preocupado por generar una eficiencia energética a partir de la sustitución de sistemas eficientes en el alumbrado público y la Zona Centro del Municipio de Toluca no es la excepción ya que se ve afectado por una falla en el sistema energético que se usa, sin mencionar el sistema energético a nivel nacional, así su incremento económico en cuanto al uso de este recurso energético, afectando a la economía de la ciudad además de un problema que va de la mano con el medio ambiente y el aspecto social.

Tomando en cuenta que los servicios públicos no funcionan satisfactoriamente la Organización Mundial de la Salud realizó un estudio en el 2009 sobre los accidentes ocurridos y se observó que alrededor de un millón de individuos mueren cada año, por lo que la falta de alumbrado público es un factor de riesgo; el alumbrado público es por tanto un servicio necesario para la ciudad, los investigadores llegaron a las conclusiones analizando datos de 14 estudios sobre los efectos del alumbrado público en la seguridad vial, ellos encontraron que el alumbrado público redujo el total de accidentes entre un 32 y un 55 por ciento, y los accidentes con lesiones fatales en un 77 por ciento⁶.

México ha retomado el uso de la energía solar en el alumbrado público lo que implica el camino a la sustentabilidad de las ciudades. En esta parte se destaca que la energía solar ha tomado un fuerte crecimiento en Europa, siendo así un Continente que se compone de países desarrollados, le interesa la sustentabilidad de sus ciudades y sobre todo la calidad de vida de sus habitantes. Un buen sistema de alumbrado público solar puede influir en la extensión de la jornada laboral derivado de una adecuada cobertura de iluminación, por lo que la investigación se ve interesada en desarrollar un análisis en el alumbrado público actual.

Si se efectúa un adecuado uso del alumbrado público en la Zona Centro de la Ciudad de Toluca, se reducen problemas de accidentes viales y de inseguridad, además de darle a la ciudad un sentido sustentable, propiciando un equilibrio económico, social y ambiental, el territorio sería beneficiado con un abastecimiento del uso del alumbrado público sustentable.

Tomando en cuenta la parte económica se menciona su reducción de costos en el uso del alumbrado público sustentable, además de que la inversión que se realiza, a corto, mediano plazo se ven los resultados del ahorro económico por parte del gobierno, cuando ese dinero destinado al pago de la energía eléctrica se puede usar para el mantenimiento del alumbrado público sustentable, lo que encamina a una ciudad hacia un sistema de alumbrado público sustentable.

⁶ URL: <http://www.amazings.com/ciencia/noticias/020309b.html>

Para que una ciudad sea sustentable se requieren de elementos que reduzcan efectos económicos, sociales y ambientales como la calidad de aire, entre otros, y la energía solar adquiere lo sustentable. Por tanto en México, en algunos casos, el sistema de alumbrado público solar se encuentra en comunidades rurales y muchos de ellos fueron instalados por medio de programas gubernamentales de electrificación rural.

Entonces si esto está funcionando en comunidades rurales sin duda puede funcionar en la zona de estudio donde la infraestructura está al alcance de los habitantes, además de que es un proyecto de beneficios económicos, sociales y ambientales como se está viendo en países desarrollados.

El tema de propuesta sobre el alumbrado público sustentable de la ciudad de Toluca se delimita sobre las calles Andrés Quintana Roo con esquina Lerdo de Tejada, Lerdo de Tejada con cruce con calle Primo de Verdad, la Calle Primo de Verdad con calle Santos Degollado, Santos Degollado en cruce con Ignacio López Rayón, Ignacio López Rayón para cerrar con Andrés Quintana Roo, enseguida se presentan ciertos factores que corresponden a criterios de funcionalidad que son necesarios en el alumbrado público para su análisis.

La avenida José María Morelos y Pavón es importante vía de tránsito, por lo que es indispensable para un análisis sobre el alumbrado público, además de ubicarse la Sala Felipe Villanueva, el Museo de la Estampa así como también el Santuario de La Merced, mencionando también las actividades comerciales sé que se desarrollan en dicha avenida. Por otra parte la calle Ignacio López Rayón tiene influencia comercial hacia el centro además de ubicarse el Cosmovitral. En la calle Santos Degollado concentra la Plaza España en donde existe una concentración social de tipo cultural además de ubicarse el Santuario del Carmen por otra parte en la calle Primo de Verdad el Museo de Bellas Artes en uno de los puntos con más atracción de la zona de estudio por lo que el sistema de alumbrado público debe de ser eficiente. La calle Lerdo de Tejada tiene relación con el Teatro Morelos, el Museo José Ma. Velasco, el Museo Felipe S. Gutiérrez además del Museo Joller Luis, la interacción social es indispensable en estos puntos, por otra parte en la calle Andrés Quintana Roo tiene cierta atracción por parte de la Alameda Parque Cuauhtémoc.

Una situación por la que se enfoca al área de estudio es por la heterogeneidad del sistema de alumbrado público, donde el mantenimiento no es el adecuado, por lo que se requiere un buen sistema para evitar problemas en accidentes viales, problemas de inseguridad y aumentar la iluminación de la trayectoria por parte de los automóviles y personas por las calles. Otro factor de interés es la iluminación hacia las banquetas, ya que no se aprecia esa característica en los postes de alumbrado público.

En este contexto, el objetivo general y particulares que establecen, son los siguientes:

Elaborar un proyecto de alumbrado público sustentable a partir del uso de energía solar fotovoltaica en la Zona Centro de la ciudad de Toluca.

- Analizar el marco conceptual enfocado al urbanismo y la energía renovable solar fotovoltaica.
- Revisar experiencias nacionales e internacionales con respecto al uso del alumbrado público solar.
- Elaborar un diagnóstico urbano-ambiental de la zona centro de la ciudad de Toluca sobre el alumbrado público.
- Generar una propuesta para la optimización del alumbrado público de la zona centro de la Ciudad de Toluca.

En este sentido, la pregunta de investigación que orientará esta investigación es la siguiente: ¿La implementación de un proyecto de alumbrado público solar es una propuesta factible para la generación de energía eléctrica en la zona centro de la ciudad de Toluca?

Con base en una investigación deductiva se desarrolla la metodología como producto de un proceso constante de investigación, para Cortés e Iglesias (2004), la investigación científica surge de la necesidad del hombre de dar solución a los problemas más acuciantes de la vida cotidiana, de conocer la naturaleza que lo rodea y transformarla en función de satisfacer sus intereses y necesidades, el carácter de la investigación científica es creativo e innovador aplicando lo último del conocimiento científico.

Se parte de una investigación deductiva que conlleve el desarrollo del tema de forma general para terminar con un análisis específico. La metodología nos enseña a dirigir determinado proceso de manera eficiente y eficaz para alcanzar resultados deseados y tiene como objetivo darnos la estrategia a seguir en el proceso, Cortés e Iglesias (2004).

Dentro de los enfoques se encuentra el enfoque cualitativo: es una vía de investigar sin mediciones numéricas, tomando encuestas, entrevistas, descripciones, puntos de vista de los investigadores, reconstrucciones los hechos, no tomando en general la prueba de hipótesis como algo necesario, Cortés Iglesias (2004).

Como afirman Cortés e Iglesias, (2004) se resaltan algunos aspectos de la investigación son:

- Surgimiento de la IDEA, el TEMA o el AREA que se desea investigar.

- Seleccionar el lugar dónde desarrollar el estudio.
- Elección de los participantes en el proceso de estudio.
- Revisión del lugar de estudio.
- Realización del trabajo de campo de la investigación.
- Diseñar la Investigación. Bosquejo del conjunto de los componentes (Tema, problema, objetivos, etc. es la dimensión estratégica del proceso de investigación.)
- Confección o selección del Instrumento.
- Etapa de la Recopilación de la Información.
- Procesamiento de la Información para su posterior análisis.
- Método del Análisis de Datos.
- Confección Final de los Resultados de la Investigación.
- Creación del Informe Final.

Cuadro 1. Matriz metodológica

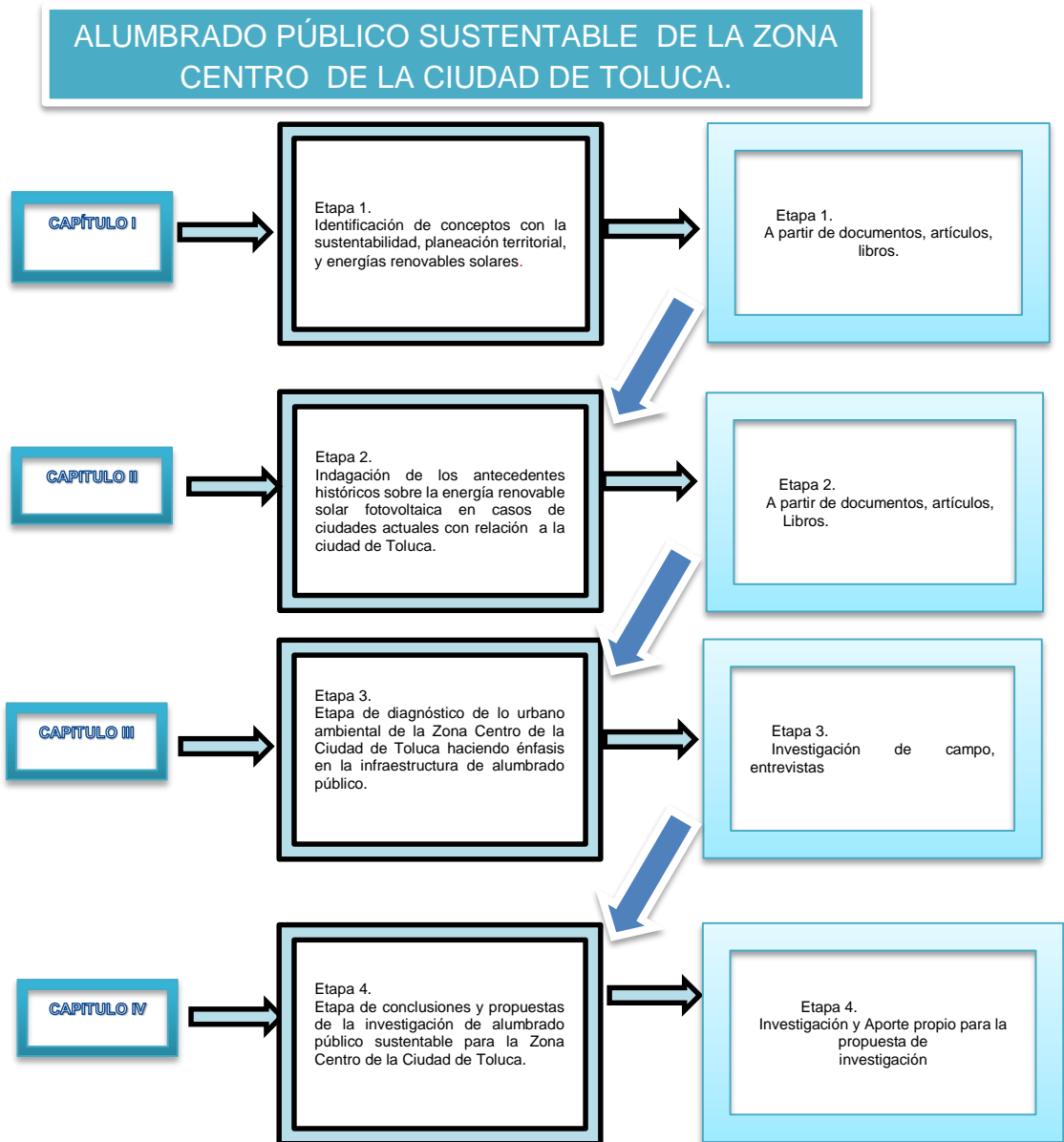
VARIABLE	INDICADORES	FUENTE DE INFORMACIÓN	TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN
Población	Población total. Población beneficiada con alumbrado público. (2010)	Censo de población INEGI 2005, 2010. SCINCE.	Investigación documental
Políticas e instrumentos	Programas Proyectos Reglamentos Políticas <i>Plan Nacional de Desarrollo Urbano.</i> <i>Plan de Desarrollo Estatal.</i> <i>Plan de Desarrollo Municipal.</i> <i>Programa Sectorial de Coordinación Metropolitana del gobierno del estado de México.</i> <i>Proyecto Nacional de Eficiencia Energética en Alumbrado Público Municipal.</i> <i>BANDO MUNICIPAL 2013</i> <i>Reglamento de la Ley de Planeación del Estado de México y Municipios.</i>	Secretaría de Energía. Gobierno del estado de México Gobierno del Municipio de Toluca. Normas Oficiales Mexicanas.	Investigación documental

	<p><i>Norma oficial mexicana nom-001-sede-2012 instalaciones eléctricas (utilización)</i></p> <p><i>Programa de Fomento de Sistemas Fotovoltaicos en México-pro solar.</i></p> <p><i>La Estrategia Nacional de Energía (ENE) 2013-2027.</i></p>		
<p>Red de energía y servicios</p> <p>Gestión</p>	<p>Sistema de alumbrado actual:</p> <p>Focos funcionales</p> <p>Focos sin funcionar</p> <p>Numero de Postes</p> <p>Transformadores alimentadores en el área.</p> <p>Distancia entre postes</p> <p>Tipo de poste (madera, concreto, metal)</p> <p>Color del poste</p> <p>Cableado aéreo o subterráneo</p> <p>Tipo de luz (blanca o ámbar)</p> <p>Angulo de iluminación</p> <p>Altura de los postes</p> <p>Empresas suministradoras</p> <p>Área de iluminación a la vialidad</p> <p>Tipo de foco</p> <p>Área de iluminación a la banqueta</p> <p>Análisis de campo.</p> <p><i>Gestión de recursos destinados al alumbrado público.</i></p> <p><i>Gestión de recursos destinados al alumbrado público.</i></p>	<p>Comisión Federal de Electricidad.</p> <p>Ayuntamiento del Municipio de Toluca.</p>	<p>Investigación de campo y estadístico</p>

Fuente: Elaboración propia.

La matriz presentada consta de indicadores que fundamentan la investigación de tesis presentada, así como las fuentes de información y el tipo de investigación.

Esquema 1. Metodología



El esquema presentado es fundamental de la investigación puesto que se describen las etapas y su forma de ejecución, es por ello que el capítulo I contiene los conceptos referentes para sustentar la investigación sobre el alumbrado público solar, para el capítulo II, los antecedentes históricos sobre la aplicación de las energías renovables es primordial ya que es un punto de partida para el alumbrado público en las ciudades.

El capítulo III referente a la situación actual de la zona de estudio se enfoca en los aspectos territoriales, económicos y ambientales en relación con el alumbrado público, para el capítulo IV se presenta la propuesta de alumbrado público solar y se concentra en un modelo a seguir para las ciudades en este caso la zona centro de la ciudad de Toluca.

Capítulo I. El alumbrado público sustentable en la planeación territorial



Capítulo I. El alumbrado público sustentable en la planeación territorial

En este capítulo se parte de una revisión general de las características que generan que el área de estudio tenga problemas con el abastecimiento del alumbrado, siendo así se centra en recalcar en los conceptos importantes para el entendimiento del tema investigación. Se expresa lo que es el urbanismo, la sustentabilidad y sus elementos, dentro del contexto del alumbrado público.

El análisis de la sustentabilidad en las ciudades responde a la necesidad de la generación de un alumbrado público eficiente para la población que conlleve a la iluminación eficaz y eficiente que no genere altos costos económicos. Sin antes mencionar la importancia que le compete a la planeación territorial en estos temas de sustentabilidad.

1. Urbanismo

Hoy en día el urbanismo se ha convertido en una disciplina para entender las ciudades y los problemas que día a día se ven, ya que actualmente se enfrentan diversos obstáculos dentro de las ciudades y no es posible abarcar todos a la vez. El propósito de este apartado es revisar literatura que con sus aportaciones le ha dado relevancia en cuestión de temas de urbanismo, para aportar en las nuevas tendencias que día a día van cambiando. Así como lo afirma Ascher (2004:93):

“El neo urbanismo se apoya en una gestión más reflexiva, adaptada a una sociedad compleja y a un futuro incierto. Elabora múltiples proyectos de naturaleza variada, intenta que sean coherentes, diseña una gestión estratégica para su puesta en marcha conjunta y tiene en cuenta en la práctica los acontecimientos que se producen, la evolución prevista, los cambios que se avecinan, revisando, si es necesario, los objetivos definidos o los medios dispuestos en un principio para su realización.”

Adicionalmente, el neo urbanismo plantea que los servicios públicos urbanos tienen la tendencia un proceso de individualización, por lo que el urbanismo evoluciona a tal grado que el recurrir a nuevas tecnologías se vuelve una opción benéfica para las nuevas tendencias del urbanismo.

En relación a Ducci (1989) el urbanismo se proyecta para la sociedad, de modo que se da prioridad al bienestar colectivo por encima de los intereses particulares. En análisis se puede decir que el urbanismo debe de reflejar la calidad de las ciudades. De modo que la ciudad se debe adaptar a los cambios que efectúa el urbanismo y esos cambios son efectuados por la misma sociedad que se interesan por un bien común. En conclusión conforme las ciudades se desarrollan de modo social, territorial, económica, y ambiental, el urbanismo va cambiando constantemente y con ello el planteamiento de nuevas soluciones se generan para

el bienestar de la sociedad, siendo así el urbanismo un modo de representar a las ciudades en su estructura y comportamiento.

2. Planeación urbana

Para González, (s/d) ⁷ el proceso de planeación urbana debe comprender, además de la sola distribución física del espacio, los aspectos económicos, sociales y culturales que se generan en el ámbito urbano y que tienen alguna incidencia en el crecimiento de las ciudades, es por ello que la distribución de los problemas urbanos están en toda la ciudad, que siendo un proceso constante de análisis la ciudad evoluciona conforme a los aspectos sociales, económicos, políticos y otros factores.

De acuerdo a la SEDESOL (2011), la planeación urbana es un proceso continuo y permanente de análisis de la situación actual y de previsión de los escenarios futuros para el desarrollo de los asentamientos humanos de tipo urbano, entonces la planeación urbana identifica y dimensiona los problemas de una ciudad, además de prever los requerimientos urbanos futuros, así también propone una estrategia acordada para el crecimiento de la ciudad a largo plazo buscando el desarrollo social, económico, urbano y sustentable.

Sin duda la planeación urbana comprende un desarrollo tanto social, económico y ambiental, siendo así un referente para la ciudad. Para Torres y Maldonado, (2011) el desarrollo es el proceso que permite a una nación, a la región, a las comunidades locales y a los individuos residentes en ellas, el logro de un bienestar social óptimo basado en una convivencia humana equitativa, sostenible y armónica, y en un proceso técnicamente posible, económicamente viable, socio-culturalmente aceptable, y ambientalmente adaptable.

Por otra parte para el mismo autor se entiende por planificación urbano-regional el procedimiento o metodología útil para la toma de decisiones y para la acción cuando las personas, familias y organizaciones de una ciudad o región requieren tener un control adelantado de los hechos por ellos previstos, uno de los resultados más famosos de la planificación es el plan.

2.1. Planificación y ciudad

Indica Ducci (1989) que la planificación es un sistema encaminado a determinar la acción futura, según una secuencia definida de etapas, además de ser un método para plantear y resolver los problemas sociales que se materializa en obras concretas y es producto del trabajo de un equipo. Entonces se puede considerar

⁷ • González, Ligia (s/f) "Planeación Urbana. Planeación económico-espacial
URL:<http://www.juridicas.unam.mx/publica/librev/rev/rap/cont/83/pr/pr12.pdf>.

que el urbanismo ha generado lo que hoy en día se le llama planificación de ciudades, y para ello el autor llama a esto el urbanismo moderno.

“Ratifica Ducci, (1989:94) la Planificación urbana es una disciplina formada por un conjunto de ciencias técnicas y arte que tiene como meta plantear la estructura urbana: zonificar, localizar y dosificar áreas y servicios en la forma más efectiva y económica. Para ello se deben considerar aspectos geográficos, ecológicos, económicos, sociales y políticos y de esta manera establecer instrumentos jurídicos y administrativos”.

Ducci (1989) declara que la ciudad es fundamentalmente un lugar de intercambio. En primer lugar, de intercambios materiales, es el lugar más favorable para la distribución de los productos manufacturados e industriales, y para el consumo de bienes y servicios domésticos.

Si bien se menciona que el urbanismo tiene un interés más colectivo que individual sin duda muchos investigadores concuerdan en que el urbanismo considera a la población, es entonces que el urbanismo se puede decir que es aquel elemento que conforma a la ciudad para su desarrollo tanto social, político, económico, ambiental; por lo que el urbanismo se considera como multidisciplinaria ya que no se enfoca en un solo problema de la ciudad si no que su objetivo principal es la ciudad y los problemas que se viven a diario.

Dado que el urbanismo es esencial para el desarrollo de las ciudades, le conciernen temas como las energías renovables dentro de la ciudad, así como el alumbrado público, para su eficiencia y ahorro. Así también se mencionaron características principales del urbanismo, permitirá un análisis sobre el alumbrado público y determinar su importancia.

La planeación toma un lugar muy importante en las energías renovables ya que dicho tema forma parte de los aspectos económicos, sociales, ambientales, abarcando problemáticas de índole sustentables. Para el caso de las ciudades, conforma todo lo mencionado anteriormente, es donde se reflejan los aspectos tanto sociales, económicos, políticos, ambientales, que con ello se desarrollan ideas cuyo fin es el equilibrio y solución a problemas generados por las actividades realizadas por la sociedad.

3. Sustentabilidad

Esta parte de la investigación está integrada por conceptos relacionados con la sustentabilidad además de la planeación territorial, eficiencia energética, servicios públicos y otros conceptos importantes para la integración de la investigación.

“Desde el punto de vista económico, la sustentabilidad es la habilidad de lograr una prosperidad económica sostenida en el tiempo, protegiendo al mismo tiempo los sistemas naturales del planeta y proveyendo una alta calidad de vida para las personas. Este término se plantea como un concepto moderno de la sustentabilidad siendo así el generador de un equilibrio entre la economía la sociedad y el ambiente pero lo que es interesante es que no todos están de acuerdo con dicho equilibrio, además se destaca que “lo que esencialmente se busca a partir de la sustentabilidad es avanzar hacia una relación diferente entre la economía, el ambiente y la sociedad. No busca frenar el progreso ni volver a estados primitivos. Todo lo contrario, busca precisamente fomentar un progreso pero desde un enfoque diferente y más amplio, y ahí es donde reside el verdadero desafío” Calvente (2007: 3-4).

Si bien la sustentabilidad tiene distintos enfoques los cuales se centran en el equilibrio de las ciudades, en su punto de vista económico bien dice que busca una calidad de vida para las personas pero también para las ciudades ya que la sociedad vive ella. Esta investigación parte de un análisis general que haga posible la aplicación de la eficiencia energética en el alumbrado público en el centro histórico de Toluca. Es de suma importancia mencionar que las energías renovables son aptas para desarrollarse e integrarse en un alumbrado público que se ostente como sustentable.

Se entiende que la sustentabilidad es un sistema que consta de tres ejes importantes para la sustentabilidad del hombre, además nos permite comprender de qué forma estas partes interactúan y se regulan entre sí. De acuerdo con Bazant, (2009), la sustentabilidad comprende un desarrollo económico a largo plazo, opuesto a la noción actual de crecimiento económico a corto plazo para maximizar ganancias sin importar las repercusiones ambientales. En otras palabras, el desarrollo sustentable es la integración de los aspectos económicos, sociales y ambientales a fin de producir bienes y servicios.

Entonces se dice que la sustentabilidad urbana es el desarrollo de una ciudad que conlleve un equilibrio ambiental, económico y social a largo plazo, por lo que desarrolla estrategias para un equilibrio en las ciudades, también es fundamental la concientización de la sociedad para preferencias sustentables en la ciudad para desarrollar una armonía en el espacio urbano.

Estipula Calvente (2007) que la sustentabilidad es la habilidad de lograr una prosperidad económica sostenida en el tiempo protegiendo al mismo tiempo los sistemas naturales del planeta y proveyendo una alta calidad de vida para las personas.

Es entonces que el concepto a utilizar es de Bazant ya que comprende que la sustentabilidad en la ciudad requiere de tiempo para que se desarrolle eficientemente y lograr el equilibrio económico, social y ambiental, con ello todo proyecto que se refiera al desarrollo de las ciudades debe comprender proyectos a largo plazo, es fundamental para lograr un desarrollo como ciudad.

4. Urbanismo sustentable

El urbanismo sustentable es un concepto que se utiliza para responder a las nuevas tendencias de las ciudades, la sustentabilidad como la armonía en conjunto de la ciudad, dándole a la ciudad un equilibrio y generando nuevos diseños. La visión de la ciudad refleja esa calidad de los servicios que se brindan así como la infraestructura, mobiliario, y todo en conjunto con las áreas verdes.

“De acuerdo a Green Solutions (2012:1), el urbanismo sustentable es un nuevo concepto que integra la planeación urbana, la arquitectura y el diseño ambiental con la finalidad de generar sustentabilidad y eficiencia, por medio de la creación de un entorno urbano que no atente contra el medio ambiente y ofrezca una mejor calidad de vida a los habitantes de las ciudades”.

De acuerdo con Hernández (2008), para abordar el tema del urbanismo sustentable es indispensable tomar en cuenta que las ciudades actuales no han retomado el lado ambiental para el desarrollo de una sociedad más armónica y que conlleve un equilibrio tanto ecológico, social y económico principalmente para ello se dice que el urbanismo sustentable es la forma adecuada para desarrollar una ciudad sustentable.

Analizando, entonces el urbanismo sustentable es una manera actual de ver a la actividad de la planeación urbana de las ciudades, desde el enfoque sustentable y reciente, conforme a las nuevas necesidades y requerimientos de la ciudad, en donde se tratan de integrar las actividades que ahí se realizan. Un ejemplo de ello es hacer que las ciudades estén libres de contaminantes, una ciudad más segura además De un mejoramiento económico y por supuesto la generación de un ahorro económico.

Rojas (2005) enuncia que el concepto de desarrollo sustentable se define como el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de que las futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades.

López (2004) postula que la sustentabilidad contiene tres elementos importantes, el cual se dice que el desarrollo sustentable está inscrito en un entorno físico, el del hábitat en todas las escalas, segundo, el desarrollo sustentable está inscrito en el tiempo, en la historia: tiene que permanecer, tercero, el desarrollo sustentable debe

inaugurar una nueva era de prosperidad sustentable; es decir, transmisible, patrimonial.

Una sociedad sustentable utilizaría el crecimiento material como una herramienta y no como un objetivo final, entonces una sociedad sustentable aplicaría sus adquisiciones y su mejor conocimiento de los límites de la tierra para elegir solamente el tipo de crecimiento que sirviera en realidad a los objetivos sociales, económicos, ecológicos y entorno construido, reforzando la idea de desarrollo y, por ende, de la sustentabilidad.

El urbanismo sustentable se dice que es aquel elemento de distintas disciplinas que desarrollan en la ciudad una importancia ambiental dado que también se incluyen los aspectos que incluyen a la infraestructura que lo conlleven a la participación de un entorno ambiental dentro de la ciudad.

“En la opinión de Torres y Maldonado, (2011:32) el urbanismo es una disciplina en formación que puede analizarse como un sistema, es decir, un conjunto de infraestructura, servicios, reglas y principios sobre una materia (la ciudad y la región) relacionados entre sí. El urbanismo tiene como fin la modelación y remodelación de las ciudades y regiones para el bienestar de la gente, por lo cual es el estudio de las ciudades enfocado a lograr el diseño del ámbito espacial donde se desenvuelven las actividades sociales del hombre”.

El urbanismo se proyecta para la sociedad, de manera que se da prioridad al bienestar colectivo por encima de los intereses particulares. Si el arquitecto identifica una casa por la forma, el urbanista la identificará por el número de miembros que la habitan. En este sentido, puede decirse que el urbanismo es colectivista.

Para Torres y Maldonado (2011) a principios del Siglo XXI las regiones y ciudades están demandando un urbanismo ecológico o sustentable, que sea capaz de resolver los problemas heredados de la modernidad (tráfico, contaminación, desempleo, pobreza, emigración, desigual social, escasez creciente de recursos naturales como la tierra, los hidrocarburos, y sobre todo el agua); cuya finalidad es recuperar las regiones y ciudades como espacios en equilibrio entre lo económico, el medio ambiente y el bienestar social; es decir, que sean espacios técnicamente posibles, económicamente viables, socialmente aceptables, y ambientalmente adaptables.

De acuerdo con Hernández (2008) los criterios para un urbanismo sustentable que sean aplicables a las ciudades son:

- A. Conectividad urbana
- B. Calidad en arquitectura y diseño urbano

- C. Sustentabilidad urbana-arquitectónica
- D. Calidad de vida

Enseguida se mencionan los criterios para un urbanismo sustentable.

- A. Conectividad urbana. Conectar los distintos puntos de la ciudad o zona, de tal manera que no genere tráfico, que se respete al peatón, que la comunicación sea más rápida y que se evite contaminación de la zona por tránsito de vehículos Hernández (2008).
- B. Calidad en arquitectura y diseño urbano es la calidad que se manifiesta en belleza, confort y funcionalidad de los edificios y de conjunto que conforman el área urbana, zona o región en cuestión; que brinda además una identidad del lugar y de sus habitantes. Hernández (2008).
- C. Sustentabilidad urbana. Manejo apropiado de los recursos económicos disponibles, control y manejo de aire, suelo, agua, energía, materiales y desechos y amenazas de fuego, que implica además el beneficio a la comunidad, que puede ser en varios niveles: desde el federal, estatal, regional y municipal, hasta un beneficio social en una comunidad, barrio o colonia de una ciudad.
- D. Calidad de vida. Todos los puntos anteriores tienen el objetivo de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, mediante la generación de lugares y espacios públicos sanos para gente sana.

Como lo hace notar Hernández, Silverio (2008) el urbanismo sustentable, al igual que la arquitectura sustentable, implica el aprovechamiento de los recursos naturales para mejorar el medio ambiente y las ciudades, la calidad de vida de los habitantes y para reducir el impacto ambiental. Con esto estamos salvaguardando nuestros recursos naturales, financieros y humanos para las futuras generaciones, por lo que se tocan los tres ámbitos de la sustentabilidad.

5. Servicios públicos e infraestructura

Hoy en día las necesidades básicas del hombre se han vuelto cada vez mayores lo que ha originado que los gobiernos de las ciudades se observen obligados a expandir los servicios públicos a la población, es entonces cuando se consideran los servicios públicos como colectivos principalmente ya que son de interés para toda la sociedad.

Afirma Mejía, (1994) que el servicio público ha sido conceptualizado de diversas maneras. Así, los juristas tienden a definirlos como una actividad del estado para

dar satisfacción a diversas necesidades de interés general, mismas que al no realizarse dejarían insatisfechas o parcialmente satisfechas a esas necesidades.

De acuerdo con Mejía, (1994) las principales características de los servicios públicos son:

- A. Permanentes, generales, regulares y continuos.
- B. Carecen de propósito de lucro.
- C. Su régimen especial lo rige el derecho público.
- D. Satisfacen necesidades colectivas.
- E. Requieren la participación comunitaria, en tanto que son los beneficiarios inmediatos.

En análisis se dice que los servicios públicos comprenden una necesidad de brindarle a toda la población el servicio por lo cual es de suma importancia para que el alumbrado público funcione correctamente, es entonces cuando se vuelve importante en la ciudad, dado que va de la mano con la infraestructura.

En la opinión de Rozas y Sánchez (2004) la infraestructura es el conjunto de estructuras de ingeniería e instalaciones –por lo general, de larga vida útil– que constituyen la base sobre la cual se produce la prestación de servicios considerados necesarios para el desarrollo de fines productivos, políticos, sociales y personales.

Otra clasificación más o menos habitual de la infraestructura y sus servicios conexos es aquella que los divide en cuatro grandes grupos, definidos según objetivo: desarrollo económico, desarrollo social, protección del medio ambiente, y acceso a la información y al conocimiento, en la definición conceptual de estos grupos se especifican, de modo arbitrario y con fines estrictamente pedagógicos, ámbitos geográficos y políticos diferentes: urbano, interurbano e internacional.

“Declara Barbero (2012) los esquemas vigentes para la expansión de la infraestructura de generación en los distintos países de la región pueden clasificarse en tres grupos:

- *Esquemas basados en el financiamiento privado, que implementan (aunque no en todos los casos) mecanismos de subasta para la asignación de contratos de largo plazo, que pueden suplementarse con financiamiento público canalizado a través de bancos de desarrollo. En este grupo se encuentran, con distintos grados de avance de implementación: Brasil, Chile, Colombia, El Salvador, Guatemala, Jamaica, Panamá, Perú, República Dominicana y Trinidad y Tobago.*

José A. Barbero (2012) La Infraestructura en el Desarrollo Integral de América Latina.

Esquemas híbridos, en los que se complementan el financiamiento público y el privado. En este grupo se cuentan, con matices: Argentina, Bolivia, Costa Rica, Guyana, Honduras, México y Uruguay.

- *Esquemas en los que prepondera la obra pública, grupo en el que se encuentran Cuba, Ecuador, Venezuela y, con matices, Nicaragua.”*

La infraestructura adquiere esa importancia en la parte ambiental, es entonces cuando su funcionamiento no solo se enfoca en el aspecto de ingeniería o arquitectónico sino también en la calidad de la ciudad con un enfoque más allá de verse bien, un beneficio colectivo.

6. Alumbrado público

Hoy en día el alumbrado público se ve afectado por una falta de aporte tecnológico y con ello el mal funcionamiento de su sistema completo dentro de las ciudades, además no satisfacen adecuadamente a la población, los cambios constantes de la ciudad hacen que los servicios publico cambien para satisfacer a la sociedad y generar así un modo de vida sustentable.

En el aporte de Rodríguez, (2007) es un servicio público no domiciliario que se presta con el fin de iluminar lugares de libre circulación, que incluyen las vías públicas, los parques y demás espacios que se encuentren a cargo del municipio, con el fin de permitir el desarrollo de actividades nocturnas dentro del perímetro urbano y rural. Pero sin duda, el objetivo principal es proporcionar condiciones de iluminación que generen sensación de seguridad a los peatones y una adecuada visibilidad a los conductores de vehículos en zonas con alta circulación peatonal.

Sugiere Rodríguez, (2007) que el alumbrado público siempre ha sido importante para la vida de la ciudad donde tiene como finalidad iluminar las vías de circulación y espacios entre las edificaciones que por su característica y seguridad deben permanecer iluminando ya sea de forma permanente o de forma circunstancial sean o no de dominio público, siendo de esta forma el alumbrado público tiene la condición de proporcionar al vehículo una iluminación adecuada al transitar por la vialidad, así también la visibilidad a la población durante el transcurso y observación del paisaje urbano, misma que se generan actividades sociales durante la noche entre otros aspectos.

Rodríguez, (2007) señala que existen criterios de calidad para que al alumbrado público funcione eficientemente para ello se refiere a la luminancia media la cual se refiere a el nivel de luminancia media de la superficie de la carretera y sus alrededores determina en gran manera el estado de adaptación de los ojos de los usuarios, por este motivo la luminancia media tiene mucha importancia en la capacidad para ver de los usuarios, el confort del usuario, o sea en general de la seguridad vial.

Otro criterio de calidad es el factor de borde el cual se define como el cociente entre la iluminancia media en hileras, 5 m de ancho (o menos si el espacio no lo permite) junto a los bordes de la calzada y la iluminancia media en hileras, 5 m de ancho (o la mitad del ancho de la calzada, la que sea más pequeña) en la calzada. En el caso de calzadas dobles, ambas se tratarán conjuntamente como una única calzada, a menos que se encuentren separadas por más de 10 m. El objetivo de iluminar los alrededores directos de la carretera es hacer visibles los objetos grandes cercanos a los alrededores.

El criterio de deslumbramiento está causado por la presencia de fuentes luminosas en el campo de visión del observador, el deslumbramiento se sufre en forma de: Deslumbramiento molesto, o incomodidad. La presencia de focos luminosos en el campo de visión crea una desagradable sensación.

Deslumbramiento perturbador, o visibilidad reducida. Es el efecto de visión reducida debido a la presencia de fuentes de luz en el campo de visión. Estas fuentes causan luz directa en los ojos, que se superpone a la imagen en la retina. El resultado es una reducción en el contraste de la imagen con lo que se reduce la capacidad de ver contrastes bajos u objetos pequeños.

Declara Rodríguez (2007) otra parte es el guiado óptico u orientación visual es un importante criterio para la seguridad del tráfico. Un buen guiado óptico se consigue cuando la fila de luminarias proporciona una indicación del curso de la carretera clara y no engañosa. Para el diseño de la instalación de iluminación de la carretera no pueden darse reglas basadas en magnitudes luminotécnicas que proporcionen un buen guiado óptico u orientación visual. Algún dibujo en perspectiva puede solucionar problemas, y en el caso de las bifurcaciones es necesario estudiar el modelo.

Siendo así la luminaria el conjunto óptico cuya principal misión es distribuir el flujo lumínico generado por la lámpara para conseguir un reparto de iluminación adecuado a las necesidades del proyecto y controlar las posibles molestias al usuario.

Argumenta Rodríguez, (2007) otra parte es el alumbrado peatonal tiene las finalidad de aumentar la seguridad de las personas y propiedades, la reducción de accidentes en la calzada, proporcionar una buena orientación visual, comodidad y sensación de bienestar al peatón, el alumbrado peatonal debe convivir con el alumbrado sobre la carretera y con los hogares de los alrededores, de manera que el alumbrado peatonal no interfiera a los residentes de los alrededores, produciéndoles deslumbramientos e intrusiones luminosas.

De acuerdo a Bazant (1984) existen problemas de carencia o deficiencia del alumbrado público que hace muy peligroso el tránsito peatonal por las noches, ya que aumenta el riesgo de asalto o violencia y lo expone a sufrir un accidente o a ser atropellado, así también dice que un diseño inapropiado de alumbrado público también hace peligrosa la circulación vehicular, debido a deficiencias y variaciones en el nivel lumínico.

“Deduce Bazant (1984: 243) la red de alumbrado público es un sistema de distribución completo que depende de su subestación, y deberá ser congruente con el sistema vial de la zona urbana en la que se implementará. A diferencia de otras redes de servicio, debe ofrecerse desde la primera etapa en que se desarrolla una lotificación, sin embargo, el sistema debe estar compuesto por circuitos o subsistemas que deben ser congruentes con cada etapa en que se desarrolla un fraccionamiento o zona urbana para facilitar que las obras de mantenimiento que se dan a un circuito no impidan que los demás dejen de operar con eficiencia”.

En análisis la red de alumbrado público debe estar incluida en todo momento en proyectos de urbanización ya que es fundamental para desarrollar espacios que sean eficientes en la manifestación de una ciudad plena y agradable para la sociedad, los espacios públicos principalmente son lugares que conforman esa satisfacción del servicio de alumbrado público.

De acuerdo a Bazant (1984) existe una clasificación general de los espacios por iluminar de acuerdo a vialidades:

1. Vía rápida: Vialidad dividida para el tránsito de paso con control de acceso parcial y generalmente con intersecciones de acceso en los cruces viales más importantes.
2. Vía primaria: Es la parte del sistema vial que sirve como red principal de flujo vehicular de paso. Las rutas viales conectan áreas principales de generación de tránsito y carreteras rurales importantes que entran a la ciudad.
3. Vialidad secundaria o colectoras: Las calles distribuidas o colectoras sirven al tránsito entre la vialidad primaria y la local. Estas calles se usan para movimientos de tránsito entre las áreas residenciales, comerciales e industriales.
4. Calle local: Se usa principalmente para dar acceso directo a residencias, comercios o industrias no incluye las calles que llevan tránsito de paso.

5. Callejón: Pasaje angosto de uso público dentro de la manzana, que sirve para dar acceso posterior a algunas propiedades comerciales.
6. Banquetas: Pavimentos para uso peatonal localizados dentro del derecho de vía de las calles.
7. Andadores: Rutas peatonales fuera del derecho de vía de la calle, que atraviesan parques o áreas comunes para dar acceso al interior de las manzanas.
8. Ciclo pistas: Rutas pavimentadas por las calles que circulan personas en bicicletas y que forman una red de circulación distinta de la vehicular y peatonal. Existen dos tipos: la "A" es una franja adyacente a la calle o acotamiento marcada para circulación ciclista; y la "B" está alejada de la calle o es adyacente al sistema de andadores peatonales.

Así también realiza una clasificación de áreas

- A. Comercial: Es la proporción del municipio en la que hay gran cantidad de peatones durante las horas hábiles. El uso del suelo atrae frecuentemente un volumen pesado de tránsito vehicular y peatonal durante la noche.
- B. Intermedia: Es la porción del municipio que genera un volumen moderado de tránsito peatonal al incluir algunas manzanas centros recreativos (cines, teatros, etc.), grandes edificios de departamentos o tiendas de menudeo.
- C. Residencial o habitacional: Con o sin mezcla de establecimientos comerciales que se caracteriza por poco tránsito peatonal durante la noche.
- D. Ornamental: Elementos que por su valor histórico o estético merecen estar enfatizados de su entorno, como monumentos, esculturas, fuentes, fachadas arquitectónicas, etc.

Entonces para hablar de un alumbrado eficiente es importante mencionar la distribución lumínica que se divide en tres criterios.

"Manifiesta Bazant, Jan (1984: 248) la primera distribución lumínica es la distribución vertical de luz, la distribución de luz arriba de la potencia máxima de candela. La distribución vertical es la cuantificación del ángulo con el cual se definen los máximos conos de emisión luminosa que produce una luminaria sobre un plano horizontal en relación con el índice de espaciamiento-altura de montaje, esta se usa para determinar la relación de espaciamiento de altura de montaje".

Siendo relevante la distribución vertical lumínica, esta se clasifica en tres grupos.

1. La distribución corta es aquella cuya máxima intensidad de iluminación dividida entre dos, cae dentro de 1 a 2.25 veces su altura de montaje.
2. La distribución media es aquella luminaria cuya máxima intensidad de iluminación dividida entre 2, cae dentro de 2.25 a 3.75 veces su altura de montaje.
3. La distribución larga es aquella luminaria cuya máxima intensidad de iluminación dividida entre dos cae dentro de 3.75 a 8.00 veces su altura de montaje.
4. Por otra parte la distribución lateral es la forma y el ángulo (vertical y horizontal) en que los conos de emisión luminosa inciden en un plano horizontal y cuantifican la cobertura del haz vertical. Esta se clasifica en 5 tipos.
5. La distribución lateral tipo 1: Es aquella cuyos dos haces laterales son iguales en valor y paralelos al eje de la calle. El ancho de los haces laterales no excede una vez su altura de montaje.
6. La distribución lateral tipo 2 es aquella cuyos dos haces laterales son iguales en valor, pero oblicuos al eje de la calle; su ancho no debe exceder 1.75 veces su altura de montaje.
7. La distribución lateral tipos 3 es similar a la tipo 2, pero con mayor ángulo de distribución. Sus dos haces laterales son iguales en valor y paralelos al eje de la calle, siendo el ancho de 1.75 a 2.75 veces su altura de montaje.
8. La distribución lateral tipo 4, aunque es de poco uso, tiene dos haces laterales de igual valor y oblicuos al eje de la calle, su intensidad lumínica cae más de 2.75 veces su altura de montaje.
9. La distribución lateral tipo 5 es circular y simétrica con respecto a la fuente emisora.

En conclusión estas son las formas de distribución del alumbrado público para la iluminación de las ciudades, es indispensable saber de qué forma se iluminaran las calles ya sea el caso de la ciudad, si se requiere una iluminación más intensa o más baja, el tipo de poste para obtener un ángulo adecuado en la distribución del sistema de alumbrado. Para que el sistema de alumbrado sea adecuado se mencionan los espacios a iluminar ya que es indispensable el tipo de espacio para satisfacer

dentro de la ciudad y este sea un entorno agradable al momento brindar a la ciudad un alumbrado público.

7. Energía renovable solar fotovoltaica

La energía renovable ha ido en aumento en las ciudades ya que su implementación es eficiente y genera múltiples beneficios, teniendo en cuenta que esta energía, se ha aplicado en países distintos y ha funcionado de manera satisfactoria. Es por ello que se retoma la energía renovable como elemento fundamental para el desarrollo de ciudades con energía eficiente, ya que el aumento de la prestación de las energías renovables están en constante aplicación en distintas ciudades que les interesa que sus espacios urbanos sean adecuados y conlleven una calidad en sus servicios.

Añaden Estrada, y Arancibia (2010) la energía solar se manifiesta de distintas formas y su aplicación ha sido de mucha importancia para el desarrollo de la humanidad. A esta forma se le conoce como energías renovables, ya que son formas de energía que se van renovando con el tiempo o son tan abundantes en la tierra, que perdurarán por cientos o miles de años, las usemos o no. Por eso mismo se le da un carácter de eficiencia a la energía renovable para su uso en beneficio de la sociedad.

Si bien la radiación solar que llega a la superficie terrestre se puede transformar directamente en electricidad o calor. El calor, a su vez, puede ser utilizado directamente como calor o para producir vapor y generar electricidad. Entonces es cuando se retoma el papel de los sistemas fotovoltaicos para la captación de la energía solar.

Afirma Estrada y Arancibia, (2010) la energía solar es energía electromagnética emitida por nuestra estrella más cercana: el Sol, que al interactuar con la materia dicha energía es transformada en otras formas de energía. Existen varios mecanismos naturales que transforman a la energía solar en alguna otra forma de energía útil para el ser humano.

7.1. Conceptos y tipos de energía solar renovable

De acuerdo a Semblanza (2011) en cuestiones técnicas las celdas fotovoltaicas son placas fabricadas principalmente de silicio. Cuando al silicio se le añaden cantidades relativamente pequeñas de ciertos materiales con características muy particulares, obtienen propiedades eléctricas únicas en presencia de luz solar: los electrones son excitados por los fotones asociados a la luz y se mueven a través del silicio produciendo una corriente eléctrica; este efecto es conocido como fotovoltaico. La eficiencia de conversión de estos sistemas es de alrededor de 15%,

por lo que un metro cuadrado puede proveer 150 Watts, potencia suficiente para operar un televisor mediano.

Para que un sistema de alumbrado público solar administre de energía eléctrica, requiere de baterías donde se acumula la energía eléctrica generada durante el día, por otra parte en la actualidad se están desarrollando sistemas fotovoltaicos conectados directamente a la red eléctrica, evitando así el uso de baterías, por lo que la energía que generan se usa de inmediato por el propio usuario que la genera, con la posibilidad de vender los excedentes de electricidad a las compañías generadoras, con esto se desarrollan métodos para no dejar atrás a las compañías generadoras de electricidad que no les beneficia en lo absoluto la generación de electricidad a partir de energía limpia.

En opinión de Semblanza (2011) se encuentran los sistemas solares de concentración, son aquellos que funcionan concentrando la radiación solar directa en un área focal, pudiéndose ubicar ésta alrededor de un punto o a lo largo de una línea. Este conjunto de dispositivos requiere de procedimientos o mecanismos de seguimiento, ya que la línea de incidencia varía durante el día y durante el año. Estos sistemas pueden lograr temperaturas de varios centenares de grados centígrados y en casos especiales hasta los miles de grados, ya que depende del nivel de radiación que se presente en el instante.

Sin duda la energía solar toma un papel importante por el simple hecho de que es energía limpia y no genera contaminación. El sustituir la energía eléctrica por la energía solar beneficia la economía de una ciudad y se disminuyen derroches económicos, obteniendo así inversión de un proyecto de energía solar.

González, Jiménez, y Lagunas, (2003) un Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red (SFCR) consiste básicamente en un generador fotovoltaico acoplado a un inversor que opera en paralelo con la red eléctrica convencional. El concepto de SFCR es compatible con un amplio margen de aplicaciones las cuales pueden ir desde centrales de varios megavatios hasta pequeños sistemas de unos cuantos kilovatios.

El inversor es uno de los componentes más importantes en los sistemas conectados a red, ya que maximiza la producción de corriente del dispositivo fotovoltaico y optimiza el paso de energía entre el módulo y la carga. Por otra parte los sistemas fotovoltaicos aislados son la solución idónea para usuarios que no pueden conectarse a la red eléctrica comercial. Estos sistemas se diseñan a medida de las necesidades energéticas de cada usuario. La inversión en estos sistemas garantiza una independencia energética y una apuesta por un futuro ecológicamente sostenible. Cabe resaltar que el sistema aislado cuenta un sistema de acumulación de energía por lo que la energía es demandada durante la tarde y la noche.

7.2 Eficiencia energética en alumbrado público

Existen ciertos elementos que nos ayudan a realizar una eficiencia en el alumbrado público y para ello se deben realizar estudios técnicos de luminosidad para nuevas obras lo que hoy en día existe en el país, y ciertamente se adaptan a la normativa para la generación de una eficiencia energética.

Por otra parte se requiere establecer criterios de mejora para la incorporación de tecnologías, en este caso la sustitución de lámparas de alumbrado público, en primera se debe establecer el tipo de lámpara a emplear con una eficacia luminosa, así como la duración y vida útil, etc. Para esto en la actualidad se ha implementado el uso de las lámparas LED por su impacto en el mercado ya que reducen el nivel de energía utilizado y en el caso del alumbrado público es fundamental.

Existen ventajas adicionales por la utilización de estos equipos:

1. Aumento de la vida media de las lámparas.
2. Funcionamiento con todo tipo de lámpara.
3. Reencendido automático después de un corte.
4. Continuidad en el funcionamiento incluso después de una avería.
5. Protección contra sobre intensidades.
6. Bajo consumo de energía.

Existen ciertos beneficios técnicos que propician el uso del alumbrado público solar, en cambio los beneficios sociales principales son:

- Reducción de accidentes viales por la noche.
- Disminución de inseguridad por la noche.
- Aumento de jornadas de trabajo.
- Imagen urbana adecuada.
- Homogeneidad en el sistema de alumbrado público.

Además se requiere una fuente inversión que conlleve el uso del alumbrado público, la aparición de entidades públicas o privadas que soporten la inversión y que velen por el retorno real.

Por otra parte la energía final y el ahorro económico son parte del alumbrado público solar, la energía final debe ser adecuada y acompañada del ahorro económico se vuelve un sistema sustentable generando orden en su estructura.

Expresa el Grupo de Trabajo Andalucía Industria (2011) la Energía final es un factor determinante para el crecimiento, la competitividad y el empleo. Es el motor de la sociedad del que se depende para el funcionamiento cotidiano, en aspectos heterogéneos, tales como: iluminación, climatización, transportes, industrias u ocio, siendo de forma directa o indirectamente necesaria. Esta situación nos está llevando, en los últimos años, a un aumento significativo de los consumos

energéticos, motivado en lo que erróneamente se conoce como crecimiento o aumento de calidad de vida de los ciudadanos.

Siendo así que la iluminación en la ciudad debe de tener un funcionamiento adecuado, así como su rendimiento en el sistema de iluminación para la satisfacción de las necesidades de la sociedad.

8. Reflexiones en torno al alumbrado público y la planeación territorial

La planeación territorial juega un papel muy importante en los temas referentes a las energías renovables que hoy en día se implementa con más participación en distintas ciudades que siendo así el interés de cada vez mayor. Tomando en cuenta que la planeación es una disciplina que se encarga de combatir con los problemas existentes en las ciudades que siempre son relevantes y toman nuevos caminos con nuevas respuestas a dichos problemas.

Estas soluciones constan de una característica de innovación, eficacia, y con las nuevas tecnologías un desarrollo sustentable para generar un equilibrio en las ciudades. La planeación territorial considera cualquier perfil social, ambiental, económico ya que al ser multidisciplinaria las alternativas de solución se abren a distintos perfiles que tiene la capacidad de resolver los aspectos sociales, ambientales, económicos, políticos así como otros de los cuales conforman a la ciudad.

En cambio para el urbanismo sustentable en la ciudad es un tema que ha ido tomando fuerza ya que es la forma adecuada para urbanizar con un equilibrio con el ambiente, siendo así una ciudad limpia y combatir los problemas referentes que causan la inexistencia de áreas verdes dentro de las ciudades. Una ciudad que se conforma de áreas verdes y tecnología que está a favor del medio ambiente refleja una mejor calidad en cuestiones de imagen urbana, cuestiones económicas, calidad del aire así como otras razones externas que ocasionan un cambio positivo.

La infraestructura dentro de los servicios públicos, en este caso el alumbrado público es primordial ya que un poste debe de tener la altura, la forma, el ángulo adecuado para que la iluminación sea la correcta, además debe reflejar una imagen urbana agradable. La infraestructura de la ciudad debe ser eficiente y que su durabilidad sea acorde son el servicio público, de no ser así los gastos serían mayores para mantener la infraestructura.

Los servicios públicos, en especial el alumbrado público es un elemento importante para la ciudad, lo cual el hablar de un alumbrado con energía solar beneficia y facilita el servicio, de tal forma que es un aporte en la economía en el modo de reducir gastos. Para el caso de la infraestructura se lleva de la mano con los servicios

públicos, ya que el servicio se brinda a la sociedad y el servicio público necesita de la infraestructura para su aplicación. El hacer uso de las energías renovables en la infraestructura se hace de una ciudad sustentable.

Sin duda las energías renovables están tomando suma importancia a nivel internacional, ya que diversos organismos internacionales están haciendo lo mismo y con ello darle a las ciudades sustentabilidad y asimismo una reducción de problemas tanto sociales, económicos y ambientales.

Entonces el desarrollo de las E.R. ha sido impulsado de manera importante por las reducciones en los costos de inversión, operación y mantenimiento derivados de mejoras tecnológicas. De ahí resulta la importancia de fortalecer a nivel nacional su investigación y desarrollo tecnológico. Por ello se deberá darle mayor inversión al uso de fuentes de energía renovables para su fortalecimiento para un nivel de alta calidad y aplicarlo en todo el nivel federal.

Así también se requiere de la interconexión con distintos países que están llevando a cabo el uso de fuentes de energía renovables, como es el caso en América Latina, Brasil, es un país interesado en darle a sus ciudades un efecto de renovación en cuestión de recursos, para ello se efectúa el uso de alumbrado público sustentable así como medios de transporte ecológicos y otros. De esta forma darle México una nueva tecnología e ideas retomadas de otros países en donde está funcionando.

Sin duda hay muchas formas de generar un adecuado funcionamiento del alumbrado público y sobre todo tener en cuenta que cada vez la población está creciendo más y más y con ello las exigencias de servicios públicos cada vez más eficientes. Las ciudades hoy en día requieren de alternativas de solución para su alto porcentaje de emisiones de contaminantes, problemas sociales, económicos, etc. El uso de energías renovables tiene el carácter de ser autosuficiente, que posiblemente serán las nuevas tecnologías de las ciudades más importantes en México.

En este sentido es necesario describir algunos ejemplos de ciudades que han hecho uso del alumbrado público solar dado que es sustancial para dar un análisis del valor que se tiene para el alumbrado público solar.

En este capítulo se refirió a los elementos principales que sustentan la investigación, además se reflexiona que principalmente la planeación territorial debe incluir los aspectos sustentables dentro de los servicios públicos y la infraestructura en el sistema de alumbrado público. Como se vio en la eficiencia energética en el alumbrado público los beneficios son capaces de solucionar problemas de orden, iluminación, tránsito, y sobre todo el ahorro económico que genera.

Para ello hoy en día las nuevas tendencias sobre las energías alternativas, en este caso el alumbrado público sustentable han llevado cada vez más ciudades

incorporen esta tecnología, para ello la sociedad se ve beneficiada y abastecida de una iluminación adecuada, sin duda el enriquecer el lado ambiental es un modo de vida de las ciudades actuales.

Capítulo II. Experiencias internacionales y nacionales de ciudades con energías renovables



Capítulo II. Experiencias internacionales y nacionales de ciudades con energías renovables

Enseguida se presentan aportes de situaciones que se desarrollan en otros países, tales como proyectos, programas que permitirán contar con un panorama más amplio de la importancia que tienen las energías renovables en el mundo, y su comparación con los aportes generados en México, sobre las tendencias que han tenido las energías renovables, principalmente la energía solar fotovoltaica en países latinoamericanos.

En este capítulo se realizara una revisión de las ciudades que han aplicado aportes en las energías renovables ya que la expansión de la población obliga a las ciudades que desarrollen cada vez más fuentes de iluminación para poder satisfacer las necesidades en cuanto a este servicio por lo que se verán las ciudades más importantes con el desarrollo de estas energías renovables.

Para finalizar se realizan las conclusiones del capítulo para hacer un análisis y partir de estos ejemplos y sus aportes, el beneficio que se le otorga a la sociedad con estas fuentes de energía y obtener elementos para el caso de estudio.

1. Casos referentes al alumbrado público

Los ejemplos tomados de países son aquellos que conforman América Latina y países de Sudamérica siendo países que se asemejan con sus tendencias en sus ciudades con la zona de estudio.

“De acuerdo con International Copper Association (2010:7) América Latina posee un rico patrimonio de recursos energéticos renovables, a pesar de que, históricamente, el aprovechamiento de estos recursos en la región se haya realizado a través de grandes centrales de energía hidroeléctrica. Sin embargo, hay un inmenso potencial de utilización más amplia de nuevas fuentes de energía renovables: PCH, eólica, solar, geotérmica.”

1.1 Energías renovables en Argentina

Reitera International Copper Association (2010) el caso de Argentina a finales del 2008, Argentina presentaba una capacidad instalada total de 26.225 MW participante del mercado mayorista de energía (Mercado Eléctrico Mayorista, MEM), que concentra los principales generadores del país. Muchos de los generadores de energía renovable no participan del MEM, ya que la potencia instalada de fuente solar fotovoltaica se ubica, principalmente, en comunidades rurales y los generadores eólicos, en su gran mayoría, no comercializan su energía en el mercado.

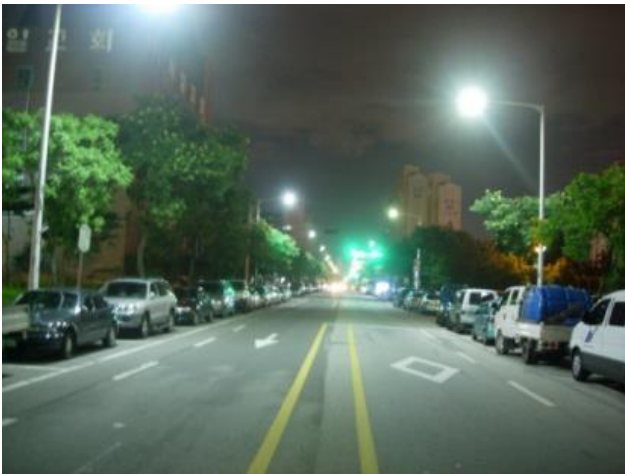
Sabiendo que las energías renovables, en este caso la energía solar se concentra en las comunidades rurales, la participación de esta energía solar ha tenido poca participación, lo que interesa es que su aplicación en un entorno más grande, en áreas urbanas será benéfico para las ciudades que les interesa ser eficiente su iluminación.

Para el caso de Buenos Aires no escapa de la situación en la participación internacional y nacional, donde existen crecientes necesidades de energía, esa energía fuertemente dependiente de hidrocarburos y, como en toda la región, con dificultades para efectuar las inversiones necesaria.

“De acuerdo con el Ministerio de Infraestructura (2013:93) a los 16 días del mes de Diciembre del año 2000, la Honorable Legislatura de la Provincia de Buenos Aires, sanciona la Ley N° 12.603 (Decreto Reglamentario 2158/02) que en su artículo 1 “Declara de Interés Provincial la generación y producción de energía eléctrica a través del uso de fuentes de energía renovable llamada también alternativa, no contaminante, factible de aprovechamiento en la Provincia de Buenos Aires”.

Enseguida se presentan imágenes sobre el alumbrado público instalado:

Imagen 1. Buenos Aires, Argentina



Fuente: <http://parabuenosaires.com/>

Sin duda las políticas generadas por el gobierno tienen un impacto positivo para la planeación urbana, en este caso sobre las energías renovables aplicadas al alumbrado público.

Además la participación de las fuentes de energía renovables aun es aplicable en zonas rurales.

Aunque con el decreto sobre la generación y producción de energía eléctrica a través del uso fuentes renovables sin duda el incremento será significativo.

Imagen 2. Alumbrado público, Buenos Aires



Fuente: <http://www.renovablesverdes.com>

A partir de esta norma la Provincia de Buenos Aires establece que los generadores de energía eléctrica con energías renovables sean eximidos del pago de impuestos inmobiliarios en los inmuebles destinados a la instalación de los equipos; asimismo serán beneficiados con una compensación tarifaria por cada kW/h que comercialicen a través de la red pública.”

1.2. Potencial energético en Colombia

Forero, Nelson (2009) señala que el territorio nacional tiene potencial energético, con un promedio diario cercano a 4; 5KWhm² (destacándose la península de la Guajira con un valor promedio de 6; 0KWhm²). Históricamente se ha aprovechado térmicamente para secado de alimentos, producción de sal en la zona costera norte, etc.

Imagen 3. Planta de alumbrado solar



Fuente: <http://www.portafolio.co/economia/el-alumbrado-publico-solar-llego-colombia>.

Países como Colombia con la ubicación en la que se encuentra el potencial energético a partir de celdas solares es significativo y aprovechable para países en ubicaciones tropicales.

De acuerdo a la Alcaldía de Medellín (2010) para el caso de Colombia, Medellín, debido a su ubicación tropical goza de un comportamiento privilegiado en cuanto a la intensidad solar, en particular en la región Andina en cuyos valles de los ríos Cauca y Magdalena poseen el mayor potencial.

En cuanto a los valores correspondientes a las importaciones colombianas de células fotovoltaicas en el año 2008 ascienden a un total de USD\$6.268.685.

Estas actividades por parte del gobierno es importante ya que se aprecia la importancia que se le da a las energías renovables, siendo así un país a favor de la sustentabilidad de sus ciudades y de su entorno físico.

1.3. Producción energética en Brasil

Agrega el gobierno de Brasil (2010) que las inversiones previstas en el programa de generación de energía del gobierno federal para el país entre 2011 y 2014 ascienden a 113,7 mil millones de reales. Después de ese periodo, más 22,9 mil millones de reales deben sumarse a esa cifra, totalizando 136,6 mil millones de reales.

La segunda mayor fuente de energía del país es la termoeléctrica, responsable del 28,2% de la capacidad instalada, siendo el 11,4% de térmicas a gas; el 7,3% de térmicas a biomasa; el 1,7% de térmicas nucleares y el 1,7% de térmicas a carbón mineral. Otra fuente participante de la matriz de energía eléctrica es la eólica (0,97%).

Imagen 4. Parque Barigui en Curitiba, PR



Brasil a nivel Latinoamérica es el mayor productor de energías renovables, además de contener cierta cantidad de ciudades sustentables, o más bien con el uso de fuentes de energía renovable como lo es el sistema solar fotovoltaico.

Otra fuente para la producción de energía es mediante un proyecto piloto sobre la producción mediante ondas que son generadas por el movimiento de las olas del mar, siendo así un país innovador y eficiente en su prestación de servicios.

Fuente:<http://inmoblador.blogspot.mx/2011/11/alumbrado-publico-pasado-presente-y.html>

Para el Gobierno de Brasil (2010) La mayor parte de la energía eléctrica generada en Brasil procede de las empresas hidroeléctricas, que responden por casi el 71% de toda la capacidad instalada del país, actualmente cerca de 115 mil megavatios (MW).

Imagen 5. Luminarias en la ciudad d Porto alegre.



A Brasil le ha interesado el uso de fuentes de energía renovable desde la década de 1990, así que dicho país es uno de los pioneros en la utilización de estas fuentes, sin antes mencionar la ubicación tropical es parte fundamental para la generación de estas fuentes de energía, aunque en zonas con clima incluso frío no es la excepción, estos sistemas funcionan adecuadamente.

Otros países vecinos a Brasil han tomado su gran aporte dándole a sus ciudades esa tecnología que a medida que el espacio urbano evoluciona las energías renovables toman mayor participación.

Fuente:
<http://inmoblador.blogspot.mx/2011/11/alumbrado-publico-pasado-presente-y.html>.

“Para International Copper Association (2010) el uso de sistemas fotovoltaicos en Brasil se aplica, en gran parte, en áreas aisladas y sin acceso a la red eléctrica. Una gran parte de los sistemas existentes en el país se instaló a través del Programa para el Desarrollo de Energía de los Estados y Municipios (PRODEEM- Programa de Desarrollo Energético de Estados y Municipios), que existe desde 1994 y está vinculado al MME, cuyas aplicaciones son para bombeo de agua, iluminación pública y sistemas energéticos colectivos (escuelas, puestos de salud y telefónicos, centros comunitarios).”

1.4. Zona geográfica de Chile

Sin duda que una de las ventajas y beneficios que tiene Chile es que se encuentra en el cinturón solar de la tierra, el cual la mitad de su territorio se beneficia de esta capacidad solar.

“Argumenta International Copper Association (2010) en diciembre de 2009 el gobierno chileno presentó las bases del concurso de licitación para el establecimiento de una planta FV de 500 kW en San Pedro de Atacama, región II (Antofagasta) y una planta CSP 27 de aproximadamente 10 MW, que deberá conectarse al SIC o al SING, en la zona Norte Grande de Chile. En agosto de 2009 la firma española

Solar Park ingresó en el “sistema de evaluación de impacto ambiental” (SEIA) la declaración del impacto ambiental (DIA) del proyecto “Calama Solar I”, una planta solar FV de 9 MW con una inversión de US\$ 40 millones, cerca de Calama, región II (Antofagasta) (mch, 2009). El emprendimiento ya recibió su aprobación ambiental y actualmente la empresa Solar pack negocia con fondos de inversión locales su incorporación como socios. La empresa pretende desarrollar otros seis proyectos en el país, que totalizarán 60 MW de la capacidad instalada en los próximos años (mch, 2010b).”

Imagen 6. Celda solar en zona rural



Evidentemente que la zona geográfica de Chile le ha favorecido generando inversión para este país ya que las empresas de distintos lugares del mundo buscan zonas donde favorezca y se realicen estas fuentes de energía renovables para generar buenas inversiones.

Fuente: <http://www.evwind.com/2014/03/11/energias-Renovables-energia-solar-fotovoltaica-para-la-agricultura-en-chile/>

1.5. Participación energética de Venezuela

Venezuela es de los países con mayor producción de petróleo en el mundo y lo importante que es el sector petrolífero para este país, aunque se reconozca que tiene mucha importancia ha tenido participación en las energías renovables.

Para International Copper Association (2010) Venezuela instaló hasta el momento 806 sistemas fotovoltaicos que benefician a 107,590 personas y permiten el acceso a la electricidad a 551 comunidades, 235 indígenas y 316 aisladas (Ecoloquia, 2010). No obstante, no se encontraron planes para la instalación de sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica en el país.

Imagen 7. Programa de utilización de energías renovables



Con el Apoyo institucional para la formulación de programas y proyectos de utilización de energías renovables aplicadas en comunidades rurales deprimidas y aisladas.

Este programa se desarrolla a partir de las zonas más propensas a carecer de la energía eléctrica, siendo así la

Fuente: <http://aacidvenezuela.org/aacid/proyecto-5/>.

1.6. Avances de ahorro energético en México

Para el caso de México se tiene el comunicado de la Secretaría de Energía (SENER), entre 1997 y 2007 el consumo de electricidad en cuanto a iluminación en México creció a un ritmo del 3.9% anual, y el cierre del 2010 dicho consumo presento el 19% del total de la energía eléctrica consumida por el país, a través de un parque estimado en 290 millones de lámparas (tubos fluorescentes, focos incandescentes y lámparas fluorescentes compactas). El informe señala que aunque el consumo de electricidad para iluminación se ha incrementado de manera importante en los 12 años, se considera que aunque existe potencial de crecimiento adicional, ya que el consumo de electricidad per cápita en México es aún menor que el de países desarrollados.

Por otra parte el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE) sobre las mejores prácticas y tecnologías disponibles a nivel internacional en materia de iluminación, así como las acciones para promover el uso eficiente de la energía; el objetivo del plan es identificar oportunidades para lograr el óptimo aprovechamiento de la energía y generar ahorros sustanciales para el país en el mediano y largo plazo.

Otro de los aportes para la aplicación de estas tecnologías son las Normas Oficiales Mexicanas de Eficiencia energética (NOM-ENER) cuyo objetivo es la regulación de los consumos de energía en el alumbrado público, ya que existe demanda de dichas unidades en el país, para con ello ofrecer un potencial de ahorro cuyo costo-beneficio sea satisfactorio para el país y los sectores de la producción y el consumo.

Por otra parte el Programa Sectorial de Energía (PROSENER) publicado en el Diario Oficial de la Federación en el año de 2008 se establecen estrategias para el

uso eficiente de la energía en el alumbrado público, donde se llevan cabo acciones para la implementación en alumbrado público mediante la sustitución de lámparas de alumbrado.

Imagen 8. Parque solar en la Paz, Baja California



Fuente: <http://www.obrasweb.mx/construccion/2013/05/09/mexico-tendra-el-parque-solar-mas-grande-de-america-latinaacelerar>

2. Aportaciones internacionales y nacionales en torno al alumbrado público

En este apartado, además de presentar una síntesis, se discuten los aspectos innovadores de la energía solar, los rasgos que identifican a cada región con el aporte de las energías renovables. Si bien para el tema de Argentina, en este caso Buenos Aires su participación no ha sido tan significativa pero tiene una participación que en otros casos como lo es México no ha tenido esa importancia por la energía solar, pero lo que si interesa es que conforme crece más la necesidad de satisfacer a las ciudades con energía más se hace la necesidad de sustituir la energía eléctrica por las energías alternas.

En otro caso se encuentra Colombia, su participación al igual que Buenos Aires, no ha sido tan representativa pero tienen una ventaja al estar en una zona tropical que les favorece y por ello las importaciones a Colombia han crecido desde el 2008. Sin duda Brasil es uno de los países en América Latina con más participación en las energías renovables favoreciéndole la zona tropical y gran territorio, gracias a los programas implementados desde la década de 1990 su crecimiento es exponencial, en su caso Brasilia ha tenido esa importancia de energía solar, sin dejar afuera a Curitiba que se encuentra muy arriba del promedio de las ciudades Latinoamericanas.

Para el caso de las ciudades chilenas las empresas extranjeras se han visto interesadas en invertir en fuentes de energías renovables, además de que le favorece en el cinturón solar de la tierra con el paso de los años Chile tendrá a sus

ciudades con una aportación significativa. Por otra parte Venezuela ya inicio con fuentes de energía renovables en sus ciudades como es en Caracas, sabiendo que Venezuela es uno de principales productores de energía renovable en el mundo.

Cuadro 2. Cuadro Comparativo de las acciones sobre energía sustentable

País	Acciones
Argentina	Decreto sobre el Reglamento para la Producción de Energía Eléctrica a través de fuentes de Energía Renovable.
Colombia	Importación de celdas fotovoltaicas para el año 2008 con un total de USD \$6, 268,685.
Brasil	Programa de Generación de Energía Eléctrica Programa para el Desarrollo de Energía de los Estados y Municipios.
Chile	Sistema de Evaluación de Impacto ambiental por parte de la firma española “Solar Park”. A través del Gobierno, el concurso de licitación para establecimiento de una planta FV de 500 KW en el 2009.
Venezuela	Apoyo Institucional para la Formulación de Programas y Proyectos de Utilización de Energías Renovables aplicadas en comunidades rurales deprimidas y aisladas. Instalación de 806 sistemas fotovoltaicos que benefician a 107,590 personas y permiten el acceso a la electricidad a 551 comunidades, 235 indígenas y 316 aisladas
México	Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE). Normas Oficiales Mexicanas de Eficiencia energética (NOM-ENER). Programa Sectorial de Energía (PROSENER) publicado en el Diario Oficial de la Federación en el año de 2008 se establecen estrategias para el uso eficiente de la energía en el alumbrado público.

Cabe mencionar que las ciudades del caribe e incluso Brasil toman esta tecnología en serio ya que por estar dentro de una zona en donde la situación climática es benéfica, ya que el calor que existe en estos países es mayor, en tanto que un alumbrado público solar es eficiente. Para el caso de México no es la excepción, aunque el clima es más variado con zonas más frías que otras no con esto el sistema solar fotovoltaico funcionara con menor fuerza, se destaca que dichos sistemas solares obtienen la energía de la radiación del sol por lo que aunque el clima sea lluvioso o nublado el sistema funcionara de la misma manera.

Los esfuerzos hechos por México aún no han impactado fuertemente a nivel internacional ya que las aplicaciones del alumbrado público en las ciudades han sido de menor alcance aunque a lo largo del tiempo se ha hecho un análisis de las

energías renovables y en estados costeros se ha hecho uso de las energías renovables como lo es la energía eólica.

Para el caso de Toluca no se han realizado proyectos referentes al alumbrado público sustentable por lo que es relevante la futura utilización de celdas fotovoltaicas u otros sistemas de energía limpia.

Siendo así, para el caso de estudio en Toluca se puede lograr una aplicación de las fuentes de energía solar fotovoltaica ya que como se dieron los ejemplos de otras ciudades en países son similares a la de Toluca, con la implementación de energía solar fotovoltaica para la iluminación se desarrollarían elementos similares como en otras ciudades, como por ejemplo la población beneficiada, los watts instalados, etc.

Capítulo III. Situación urbano-ambiental de la zona centro de Toluca



Capítulo III. Situación urbano-ambiental de la zona centro de Toluca

1. Delimitación

El municipio de Toluca cuenta con una extensión de 420.14 km² (1.86% del territorio estatal), ubicado como el décimo tercer municipio en tamaño del estado de México; se localiza en la posición central de la entidad y sus coordenadas extremas son: latitud norte entre 18° 59'02" y 19° 27'09" y entre 99° 31'43" y 99° 46'59" longitud oeste del meridiano de Greenwich. Forma parte de los 125 municipios que integran al Estado de México, además de ser su capital es cabecera de Distrito Judicial y Rentístico que lleva su nombre y se localiza a 67 kilómetros de la Ciudad de México. (Plan de Desarrollo Municipal de Toluca 2012-2013).

Imagen 9. Ubicación del municipio de Toluca



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI 2010.

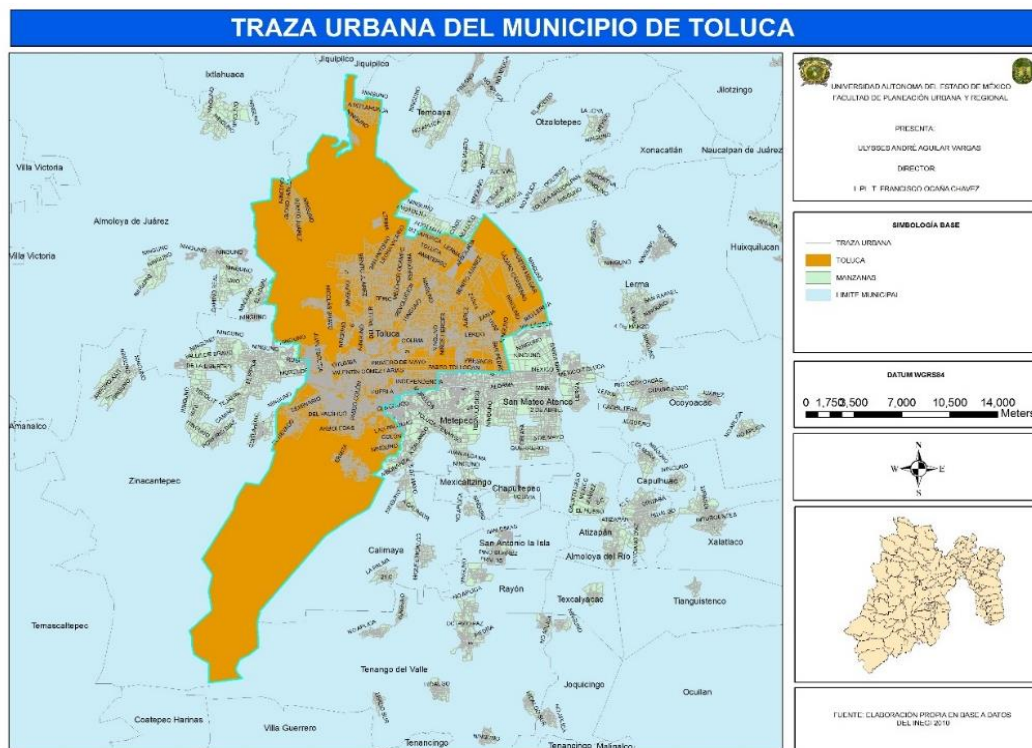
En promedio la altitud del municipio es de 2,600 metros sobre el nivel del mar (msnm) y a los 2,660 se alza la Ciudad de Toluca, considerada la ciudad a mayor altura del país. Dos de sus localidades la superan en altura: Santiago Tlacotepec y Cacalomacán con 2,840 y 2,760 msnm, respectivamente.

De acuerdo al Reglamento de la Ley de Planeación del Estado de México y Municipios, el municipio pertenece a la Región XIII, Toluca. El municipio de Toluca, capital del Estado de México, está integrado por una cabecera municipal, que es la

ciudad de Toluca de Lerdo. Se organiza territorialmente en 47 delegaciones y 38 subdelegaciones, y colinda al norte con los municipios de Almoloya de Juárez, Temoaya y Otzolotepec; al oriente con Lerma, San Mateo Atenco y Metepec; al sur con Metepec, Calimaya, Tenango del Valle, Villa Guerrero y Coatepec Harinas; y al poniente con Zinacantepec y Almoloya de Juárez. (Plan de Desarrollo Municipal de Toluca 2012-2013).

Para el caso de la zona de estudio se delimita en la zona centro del municipio, tomando en cuenta que se conforma por las actividades importantes como político-administrativas siendo así ubicación de servicios, educativos, además de ser el lugar central de la ciudad donde interactúa la población y se dan relaciones culturales.

Mapa 1. Traza urbana del Municipio de Toluca



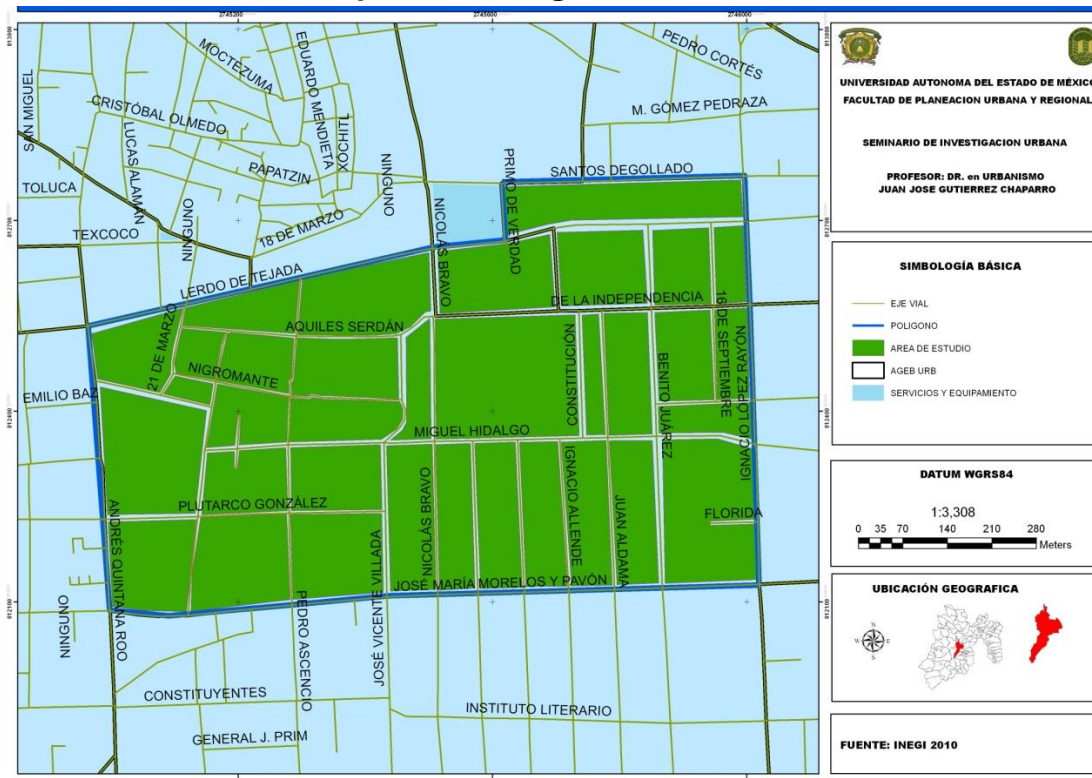
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI 2010.

La delimitación de la zona centro de la Ciudad de Toluca se determina de acuerdo a diferentes actividades que se agrupan, tales como el Palacio de Justicia, del Poder Legislativo, así también del Poder ejecutivo y el Palacio Municipal esta zona de la ciudad de Toluca sitúa actividades importantes que activa la movilidad urbana, además en la calle Santos Degollado se encuentran sitios importantes para el área de estudio, se encuentra el Museo de Bellas Artes, el santuario del Carmen, la Plaza España y el Cosmovitral que forma parte de las atracciones más importantes de la ciudad de Toluca, por otra parte la catedral de Toluca, así también se encuentran otros sitios importantes en la zona de estudio de la ciudad de Toluca tales como el teatro Morelos, el Museo José ma. Velasco, el Museo Joller, el Museo Felipe S. Gutiérrez, el Museo de la estampa entre otros, sin duda el centro histórico de Toluca concentra grandes sitios importantes que hoy en día son de relevancia para la ciudad.

1.1 Localización de zona de estudio

En el siguiente mapa se aprecia la localización de la zona de estudio sobre el alumbrado público, para hacer énfasis el polígono de investigación se delimita sobre la Calle José Ma. Morelos y Pavón con esquina Andrés Quintana Roo, Andrés Quintana Roo con esquina Lerdo de Tejada, Lerdo de Tejada con esquina Primo de Verdad, Primo de verdad con esquina Santos Degollado y Santos Degollado con esquina José Ma. Morelos y Pavón.

Mapa No. 2 Polígono de estudio

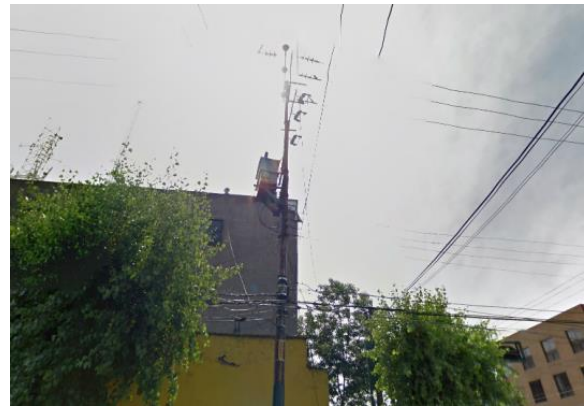


Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI 2010.

Foto 1. Calle 16 de septiembre, año.



Foto 2. Calle Andrés Quintana Roo



Fuente: elaboración propia en base ha recorrido de campo.

Foto 3. Calle Andrés Quintana Roo



Foto 4. Calle Andrés Quintana Roo



Fuente: Elaboración propia en base ha recorrido de campo.

1.2 Población total de la zona centro de Toluca

La necesidad de mencionar a la población total correspondiente al análisis del alumbrado público es de importancia, por lo cual se establece la población que cuenta con el servicio de alumbrado público.

En la siguiente tabla se presenta la población beneficiada en alumbrado público, por otra parte se aprecia la población existente de cada manzana, siendo así la población total de la zona de estudio es de 1365 habitantes, además se refleja la población que se encuentra por cuadra dentro de la zona de análisis. (Plan de Desarrollo Municipal de Toluca 2012-2013).

Cuadro 3. Población beneficiada con alumbrado público en Toluca.

NOMBRE DE LOCALIDAD	AGEB	MANZANA	POBLACIÓN TOTAL
Toluca de Lerdo	0383	014	41
Toluca de Lerdo	0383	015	2
Toluca de Lerdo	0383	016	49
Toluca de Lerdo	0453	001	33
Toluca de Lerdo	0453	002	20
Toluca de Lerdo	0453	003	12
Toluca de Lerdo	0453	005	67
Toluca de Lerdo	0453	006	45
Toluca de Lerdo	0453	007	2
Toluca de Lerdo	0453	008	57
Toluca de Lerdo	0453	009	26
Toluca de Lerdo	0453	010	54
Toluca de Lerdo	0453	014	52
Toluca de Lerdo	0453	020	32
Toluca de Lerdo	0453	022	70
Toluca de Lerdo	0453	023	55
Toluca de Lerdo	0453	025	75
Toluca de Lerdo	0453	026	39
Toluca de Lerdo	0453	027	40
Toluca de Lerdo	0453	028	114
Toluca de Lerdo	0453	030	165
Toluca de Lerdo	0453	031	30
Toluca de Lerdo	0453	032	77
Toluca de Lerdo	0453	033	38
Toluca de Lerdo	0453	034	70
Toluca de Lerdo	0453	035	14
Toluca de Lerdo	0453	038	59
Toluca de Lerdo	0453	039	27

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI 2010.

1.3 Usos de suelo y tenencia de la tierra

La zona de estudio concentra sitios importantes que de acuerdo con el uso del suelo del municipio de Toluca, está clasificada como centro histórico, ubicando los tres poderes de gobierno, así como también museos, plazas como los portales, etc. Un alumbrado eficiente es de suma importancia simplemente por la clasificación en la que se encuentra la zona de investigación; por otra parte de acuerdo con la tenencia de la tierra del municipio esta zona está clasificada como tipo privado.

Para el análisis de la investigación sobre alumbrado público la zona centro de Toluca es fundamental para la ciudad por lo que genera atracción diaria de población, sea el caso para cuestiones administrativas, culturales, sociales, etc.

(Plan de Desarrollo Municipal de Toluca 2012-2013).

Foto 5. Calle Andrés Quintana Roo



Foto 6. Calle Lerdo



Fuente: Elaboración propia con base en recorrido de campo.

Foto 7. Calle Lerdo



Foto 8. Calle Lerdo



Fuente: Elaboración propia con base en recorrido de campo.

2. Clima

Para resaltar que influencia tiene el clima en cuanto al alumbrado público se observaron ciertas características en el municipio de Toluca y como puede influir en el sistema de alumbrado público sustentable. El municipio de Toluca tiene un clima predominantemente frío; tanto por la altura sobre el nivel del mar como también por la presencia de una de las elevaciones más importantes en la entidad: el volcán “Xinantécatl o Nevado de Toluca”.

En el Municipio se presentan tres tipos de climas, predominando el templado subhúmedo, que está presente en gran parte del territorio municipal (cabecera municipal y el resto de las localidades; a excepción de Santiago Tlacotepec y San Juan Tilapa), con una temperatura promedio de 13.7°C, una máxima de 30° C y mínima de 1.7° C, con oscilaciones entre 12° C y 13.7° C.

Cabe destacar que las temperaturas más altas se ubican en la zona norte en las delegaciones de Tlachaloya, San Pablo Autopan y San Andrés Cuexcontitlán;

mientras que la zona donde se presentan las temperaturas más bajas son al sur del municipio, el clima en Toluca determina que días del año el alumbrado solar estará en su punto máximo, para ello es importante la parte del clima, ya que determina características y funcionamiento del sistema fotovoltaico, para el caso de la zona de estudio cuenta con temperaturas principalmente bajas aunque no es impedimento para un sistema de alumbrado público solar. (Plan de Desarrollo Municipal de Toluca 2012-2013).

2.1. Precipitación

La temporada de lluvias en el municipio se presenta entre los meses de abril y hasta principios de octubre, con una precipitación media anual que varía entre 800 y 900 mm, dependiendo de la orografía del municipio, siendo las delegaciones de Cacalomacán, San Juan Tilapa y las zonas altas del Nevado de Toluca las que presentan mayor precipitación.

El periodo del año en que se presenta el mayor registro de precipitación pluvial es el comprendido de junio a agosto, destacando julio con 246 mm, seguido de agosto con 233 mm y disminuyendo paulatinamente el registro en diciembre a 16mm.

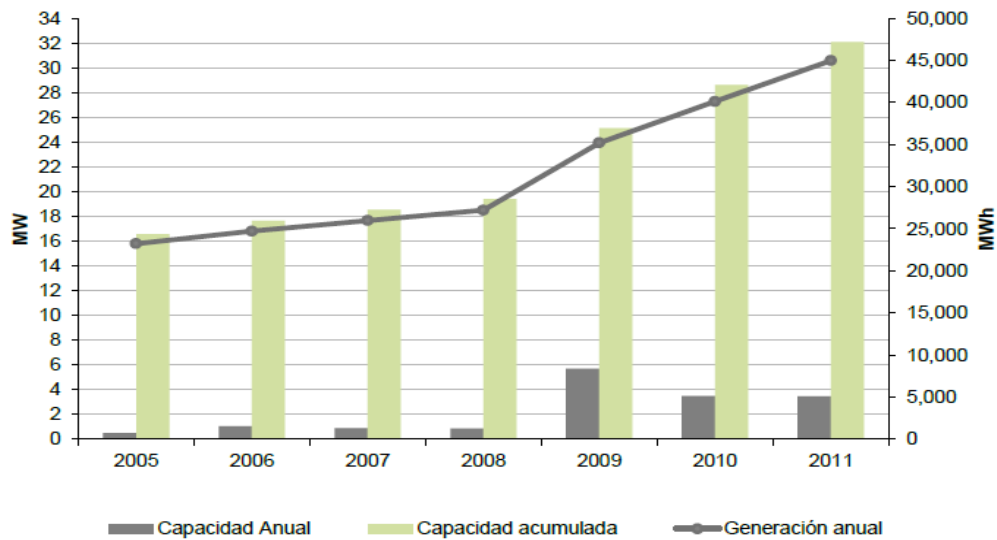
Dado que la precipitación en Toluca mayormente se da de junio y agosto, su funcionamiento es eficiente aun en temporadas de lluvia, por tanto la precipitación no es factor de riesgo ya que en caso de sustitución la reparación se paga con el ahorro económico que genera.

Por lo que un alumbrado público sustentable a base de energía solar no se verá afectado ya que su evaluación en otros sitios con lluvias constantes ha reflejado que al alumbrado público solar funciona adecuadamente. (Plan de Desarrollo Municipal de Toluca 2012-2013).

3. Situación actual en México

De acuerdo con el Programa de Fomento de Sistemas Fotovoltaicos en México en la siguiente grafica se presenta la evolución de la capacidad instalada de celdas fotovoltaicas durante los años 2006 al año 2011.

Gráfica. Capacidad instalada de celdas fotovoltaicas



Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2009-2012.

Se puede apreciar que existe una capacidad anual en el año de 2005 la instalación de los sistemas fotovoltaicos se ven en un nivel bajo, se observa que a partir del 2008 su tendencia se ve en aumento y esta tendencia ha sido constante por lo que ha tomado un papel importante dentro de las decisiones en cuanto a los servicios públicos, en este caso el alumbrado público.

3.1. Alumbrado público a nivel municipal

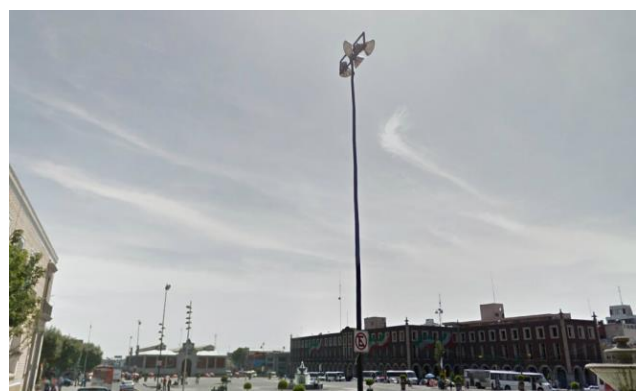
Con respecto al alumbrado público a nivel municipal no se cuenta con ninguna subestación, ya que las existentes (seis subestaciones) están a cargo de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), ubicadas en los siguientes lugares: Vialidad las Torres y calle 5 de Mayo, Venustiano Carranza y Vialidad las Torres, Av. Independencia y Guillermo Marconi, el Cerrillo Vista Hermosa y la última ubicada en Calixtlahuaca (Ayuntamiento de Toluca 2009-2012).

El sistema de alumbrado público tendrá más demanda cuanto más crezca la población y la cobertura e iluminación deberá de ser más eficiente.

Foto 9. Calle Lerdo



Foto 10. Calle Lerdo

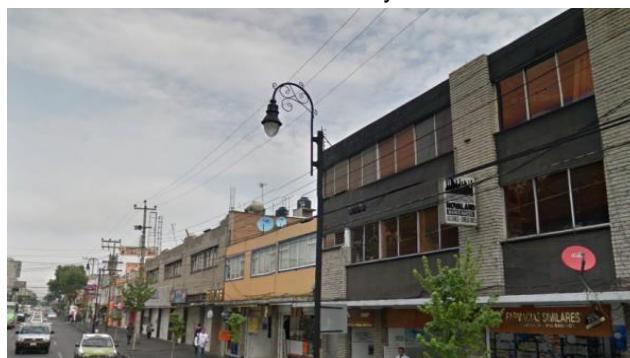


Fuente: Elaboración propia con base en recorrido de campo.

Foto 11. Calle Santos Degollado



Foto 12. Calle José Ma. Morelos y Pavón



Fuente: Elaboración propia con base en recorrido de campo.

De acuerdo al Plan de Desarrollo Municipal de Toluca 2009-2012 se puede apreciar en la tabla siguiente el sistema de alumbrado público con lámparas de vapor de sodio y lámparas LED y el tipo de luminaria entre otros aspectos:

Tabla No. 1 Consumo de energía por tipo de luminario

REDUCCIÓN CONSUMO (X 1 Lum. de 70 watts promedio)					
Cantidad Luminario	Tipo Luminario	Carga (KW)	Hrs al año	Precio Kwh*	Costo Consumo
1	Vapor Sodio	0.15	4,380	11.5	\$9,444.38
1	LED	0.07	4,380	11.5	\$3,525.90
Diferencia			-\$5,918.48		
REDUCCIÓN CONSUMO (7,434 Lum. de 70 watts promedio)					
Cantidad Luminario	Tipo Luminario	Carga (KW)	Hrs al año	Precio Kwh*	Costo Consumo
7,434	Vapor Sodio	0.15	4,380	11.5	\$70,209,483.75
7,434	LED	0.07	4,380	11.5	\$26,211,540.60
Diferencia			-\$43,997,943.15		

Fuente: Plan de Desarrollo de Toluca 2009-2012.

La inseguridad es causa de una falta de un servicio de alumbrado público apropiado por lo que es un problema de cada día, y tal vez el presupuesto es el elemento que hace falta para la aplicación de un sistema más eficiente.

Con la implementación de un alumbrado público con lámparas LED considera un ahorro en el gasto de energía eléctrica aunque con la combinación del sistema fotovoltaico, el alumbrado público funciona aún más eficiente. Aunque se reducen costos de energía eléctrica el gasto anual promedio de la lámpara LED varía conforme va aumentando el gasto emitido por la CFE, por tanto un consumo de energía limpia a base de celdas solares genera ahorro económico y la lámpara led seguirá consumiendo los mismos.

Esta tabla presenta la disponibilidad de alumbrado público en vialidades, así como también la disponibilidad de pavimento, Toluca de Lerdo es un punto de atracción que debe de tener mucha importancia en el servicio de alumbrado público por contener actividades administrativas importantes.

Tabla No. 2 Disponibilidad de alumbrado en vialidades de Toluca.

Municipio	Localidad	Disponibilidad de alumbrado público	Total de manzanas	Disponibilidad de pavimento			
				Todas las vialidades	Alguna vialidad	Ninguna vialidad	No especificados
Toluca	Toluca de Lerdo	Alumbrado público en todas las vialidades	1,787	1,554	212	19	2
Toluca	Toluca de Lerdo	Alumbrado público en alguna vialidad	2,651	552	1,838	260	1
Toluca	Toluca de Lerdo	Alumbrado público en ninguna vialidad	198	21	56	121	0

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI. Datos derivados del censo de población y vivienda 2010.

Representa que el alumbrado público no tiene esa seriedad sobre su instalación en todas las vialidades además de que su distancia de poste a poste extensa por lo que no se abarca la iluminación correcta hacia la calle y la vialidad. Además se aprecia que en la zona de estudio el alumbrado público actual se ve afectado por un suministro escaso en gran parte de las vialidades a causa del gasto de la energía eléctrica en alumbrado. Sin duda el problema del alumbrado público afecta a toda la población puesto que refleja la vida de la ciudad y su forma de comportamiento.

Imagen 11. Alumbrado centro de Toluca.



Imagen 12. Luminarias tipo punta tradicionales.



Fuente: Elaboración propia con base en recorrido de campo.

Imagen 13. Vista de la alameda, escasas de alumbrado público.



Fuente: elaboración propia con base en recorrido de campo.

3.2. Análisis sobre la situación actual de alumbrado público en la zona centro de Toluca

Este análisis concluye en la situación que se encuentra el sistema de alumbrado público en la zona de estudio, previamente se presentan las vialidades en las que se encuentra presencia de alumbrado público y su grado de cobertura. Por otra parte, se presentan las calles donde se carece de alumbrado.

La primera referencia a considerar son las vialidades en las que se encuentra el alumbrado público. Para iniciar con la calle José Ma. Morelos y Pavón el número de postes de alumbrado público son 39 en total considerando que se forma por 10 cuadras, de las cuales la instalación de los postes son de 4 luminarias por cuadra, además de presentarse un sistema de alumbrado heterogéneo, por lo que el mantenimiento del mismo es desigual y no se ilumina de igual manera, las lámparas de tipo LED se considera que su tipo de iluminación es blanca, en cuanto a las lámparas de vapor de sodio su iluminación varía entre la luz blanca y ámbar sea el caso. En la calle Andrés Quintana Roo no es la excepción, aunque el número de luminarias es de 16 por lo que su cobertura en esta calle es deficiente y cuenta con diferentes tipos de postes, cuenta con 4 transformadores, el cableado aéreo predomina en toda el área de investigación, cabe resaltar que el cableado aéreo genera una visión de un centro histórico descuidado.

Foto 13. Poste de iluminación tradicional sobre la Av. Morelos.



Fuente: Elaboración propia con base en investigación de campo, 2013.

Foto 14. Poste de tipo aluminio



En segundo plano se encuentran calles que no cuentan con el sistema de alumbrado público siendo como tal el centro histórico de la ciudad, entre esas calles se encuentran la calle Primo de verdad que no cuenta con ningún sistema de iluminación, la calle 16 de Septiembre se encuentra alumbrado sobre las viviendas.

Fuente: Elaboración propia con base en investigación de campo

Foto 15. Escases de alumbrado público en la calle 16 de septiembre



Fuente: Elaboración propia con base en investigación de campo

Cabe mencionar que en la zona centro de la ciudad de Toluca concentra actividades comerciales de tipo terciario principalmente, centros educativos que tienen importante aporte para el centro de la ciudad en cuanto a la atracción de población, las actividades comerciales son la parte fundamental del centro ya que se aprecian tiendas de diferentes tipos, de ropa, de muebles, de salud, plaza comercial, entre otros.

En la tabla No. 5 se presenta el gasto anual de la zona centro de la ciudad de Toluca del año 2013

Tabla 3. Gasto mensual por kilowatt-hora de servicios públicos del año 2013

	ene-13	feb-13	mar-13	abr-13	may-13	jun-13	jul-13	ago-13	sep-13	oct-13	nov-13	dic-13
por cada kilowatt-hora	2.073	2.083	2.093	2.103	2.113	2.123	2.133	2.143	2.153	2.163	2.173	2.183
total	\$ 30,448.22	\$ 30,595.10	\$ 30,741.98	\$ 30,888.86	\$ 31,035.74	\$ 31,182.62	\$ 31,329.50	\$ 31,476.38	\$ 31,623.26	\$ 31,770.14	\$ 31,917.02	\$ 32,063.90

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la CFE 2013.

Tabla No. 4. Gasto mensual por kilowatt-hora de servicios públicos del año 2014

AÑO 2014												
	ENE-13	FEB-13	MAR-13	ABR-13	MAY-13	JUN-13	JUL-13	AGO-13	SEP-13	OCT-13	NOV-13	DIC-13
POR CADA KILO WATT - HORA	2.194	2.205	2.216	2.227	2.238	2.249	2.260	2.271	2.282	2.293	2.304	2.315
TOTAL WATT S	14688	14688	14688	14688	14688	14688	14688	14688	14688	14688	14688	14688
TOTAL	\$ 32,225.47	\$ 32,387.04	\$ 32,548.61	\$ 32,710.18	\$ 32,871.74	\$ 33,033.31	\$ 33,194.88	\$ 33,356.45	\$ 33,518.02	\$ 33,679.58	\$ 33,841.15	\$ 34,002.72
												\$ 397,369.15

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la CFE 2014.

Se destaca que es una estimación, se obtuvieron los costos de acuerdo a la CFE, se argumenta que el alumbrado público existe un costo para dicho servicio, es entonces que en el año 2013 de acuerdo a la información obtenida de la investigación de campo para el mes de enero el gasto para la zona centro de la ciudad de Toluca fue de \$30,448, mientras que en el mes de diciembre su gasto fue de \$ 32,063.90, este costo varía de acuerdo al incremento de la tarifa empleada por la CFE ya que cada mes incrementa su valor, entonces el gasto anual estimado para la zona centro fue de \$375,072, se estima que para el año 2014 el gasto estimado para la zona centro de la ciudad de Toluca será de \$ 397,369.

Por lo tanto la tarifa emitida por la CFE incrementa cada mes y esto ocasiona que el gasto anual ascendente considerando que solo se toma en cuenta el centro histórico de la ciudad de Toluca.

Foto 16. Calle José Ma. Morelos y Pavón



Foto 17. Postes a 5 metros de distancia



Fuente: Elaboración propia con base en investigación de campo

Foto 18. Transformador y alumbrado público



Foto 19. Sitio los portales



Fuente: Elaboración propia con base en investigación de campo

Foto 20. Tipos de lámparas



Foto 21. Calle Lerdo



Fuente: Elaboración propia con base en investigación de campo

Foto 22. Sitio la alameda



Foto 23. Cableado aéreo



Fuente: Elaboración propia con base en investigación de campo

Foto 24. Transformador y poste



Foto 25. Alumbrado tradicional



Fuente: Elaboración propia con base en investigación de campo

Foto 26. Dos postes



Foto 27. Escasez de alumbrado



Fuente: Elaboración propia con base en investigación de campo

Foto 28. Transformador junto a poste



Foto 30. Alumbrado actual



Fuente: Elaboración propia con base en investigación de campo

Enseguida se verá la situación en la que se encuentran algunas de las calles de la zona centro de la ciudad de Toluca, se tienen en cuenta características del alumbrado público como el tipo de poste, el tipo de lámpara, su altura de iluminación, transformadores existentes, así como el diámetro de iluminación.

Cuadro 4. Sistema de alumbrado público actual

FICHA DE OBSERVACIÓN											
Calle	Focos funcionales	Transformadores existentes	Distancia entre postes	Tipo de poste (madera, concreto, metal)	Color del poste	Cableado aéreo o subterráneo	Tipo de luz (blanca o ámbar)	Altura de los postes	Área de iluminación	Tipo de foco	Núm. de postes
Andrés Quintana Roo	16	4	30 a 35 metros	Metal	Verde	Aéreo	Blanca y ámbar	5.5 a 6 metros	10 a 15 metros	LED, vapor de sodio	16
Lerdo de Tejada	49	3	30 a 35 metros	Concreto y metal	Verde y negro	Aéreo y subterráneo	Blanca y ámbar	5.5 a 6 metros	10 a 15 metros	LED y vapor de sodio	49
Santos degollado	7	1	30 a 40 metros	Metal	negro	subterráneo	Blanca	6 metros	10 a 15 metros	Vapor de sodio	7
López Rayón	20	4	30 a 35 metros	Metal y concreto	Negro y verde	Aéreo y subterráneo	Blanca y ámbar	6 metros	10 a 15 metros	LED Y vapor de sodio	20
Morelos	39	4	25 a 30 metros	Metal	Negro y verde	Aéreo	Blanca y ámbar	6 metros	10 a 15 metros	LED y vapor de sodio	39
Plutarco Elías calles	7	0	25 a 30 metros	Metal	Verde	Aéreo	Blanca y ámbar	6 metros	10 a 15 metros	LED y vapor de sodio	7
Miguel Hidalgo	43	5	25 a 30 metros	Metal y concreto	Verde y negro	Aéreo	Blanca y ámbar	6 metros	10 a 15 metros	LED y vapor de sodio	43

Independencia	17	5	25 a 30 metros	Metal y concreto	Verde y negro	Aéreo	Blanca y ámbar	6 metros	10 a 15 metros	LED y vapor de sodio	17
Aquiles Serdán	11	1	25 a 30 metros	Metal y concreto	Verde y negro	Aéreo y subterráneo	Blanca y ámbar	6 metros	10 a 15 metros	LED y vapor de sodio	11
21 de Marzo	4	1	25 a 30 metros	Metal	Verde	Aéreo y subterráneo	Blanca y ámbar	6 metros	10 a 15 metros	LED y vapor de sodio	4
Ezequiel Ordoñez	8	0	25 a 30 metros	Metal y concreto	Verde y negro	Aéreo y subterráneo	Blanca y ámbar	6 metros	10 a 15 metros	LED y vapor de sodio	8
Melchor Ocampo	19	0	25 a 30 metros	Metal y concreto	Verde y negro	Aéreo y subterráneo	Blanca y ámbar	6 metros	10 a 15 metros	LED y vapor de sodio	19
5 de Febrero	7	0	25 a 30 metros	Metal y concreto	Verde	Aéreo y subterráneo	Blanca	6 metros	10 a 15 metros	LED y vapor de sodio	7
Pedro Ascencio	13	3	25 a 30 metros	Metal y concreto	Verde	Aéreo y subterráneo	Blanca	6 metros	10 a 15 metros	LED y vapor de sodio	13
Vicente Villada	7	5	25 a 30 metros	Metal	Negro	Aéreo y subterráneo	Ámbar	6 metros	10 a 15 metros	LED y vapor de sodio	7
Nicolás bravo	28	0	25 a 30 metros	Metal y concreto	Negro	Aéreo y subterráneo	Ámbar	6 metros	10 a 15 metros	LED y vapor de sodio	28
Hermene gildo Galeana	19	3	25 a 30 metros	Metal	Negro	Aéreo y subterráneo	Ámbar	6 metros	10 a 15 metros	LED y vapor de sodio	19
Mariano Matamoros	24	3	25 a 30 metros	Metal	Negro	Aéreo y subterráneo	Ámbar	6 metros	10 a 15 metros	LED y vapor de sodio	24
Ignacio Allende Sur	29	4	25 a 30 metros	Metal	Negro	Aéreo y subterráneo	Ámbar	6 metros	10 a 15 metros	LED y vapor de sodio	29
Juan Aldama	26	2	25 a 30 metros	Metal	Negro	Aéreo y subterráneo	Ámbar	6 metros	10 a 15 metros	LED y vapor de sodio	26
Mariano Riva palacio	6	0	25 a 30 metros	Metal	Negro	Aéreo y subterráneo	Ámbar	6 metros	10 a 15 metros	LED y vapor de sodio	6
AV. Benito Juárez Sur	22	5	25 a 30 metros	Metal	Negro	Aéreo y subterráneo	Ámbar	6 metros	10 a 15 metros	LED y vapor de sodio	22

Fuente: Elaboración propia, 2013.

Cabe mencionar que el tipo de poste varia, por lo que la imagen del sistema de alumbrado no es uniforme, en cuanto a las luminarias son de distinto tipo como las lámparas LED y las lámparas de sodio, siendo así la iluminación es diferente y muchas veces es deficiente ya que no se aprecia de forma adecuada el lugar por donde circula la población.

Uno de los factores importantes para que la iluminación sea adecuada es la distancia entre las luminarias, resaltando que se encuentran entre 25 a 35 metros sea el caso, es entonces que la posición del poste de uno a otro es fundamental para una iluminación más adecuada. La potencia del foco no es tan potente puesto que en muchos de los casos se gasta más en esa lámpara que no tiene tanta potencia.

Cabe destacar que la situación actual del alumbrado público en la zona centro de la ciudad de Toluca carece de aspectos fundamentales que son iluminación, distancia de un poste a otro, el tipo de poste es diferente, son algunos de los factores por el cual es un sistema deficiente, tomando en cuenta que el gasto es significativo de un año respecto a otro.

El cableado para el caso del alumbrado público varía ya que algunas zonas utilizan el cableado subterráneo mientras que otras utilizan el cableado aéreo, puesto que algunos postes son las viejos la visión del sistema de alumbrado es muy diferente.

4. Reflexiones y aportaciones

El municipio de Toluca es un lugar importante para muchas actividades económicas, administrativas que gracias a su acercamiento a la ciudad de México el flujo de población es constante, por ello refleja su que es una ciudad de grandes actividades sociales, el municipio de Toluca tiene influencia en zonas como Almoloya de Juárez, Zinacantepec, Metepec, así como otros municipios conurbados. Hablando de Toluca dentro de la ciudad carece en muchas zonas de alumbrado público por lo que se presta a actos de vandalismo, que ocasiona inseguridad y una visión mal enfocada en cuestión de su imagen.

La zona centro cuenta con aspectos fundamentales que requiere de una iluminación que satisfaga las necesidades de la población y sobre todo que su tránsito sea confiable y seguro. Por otra parte la heterogeneidad del sistema de alumbrado público requiere que su aspecto sea homogéneo para realizar el mantenimiento de forma equivalente para todo el sistema, el cual no es semejante y esto se observa en el territorio que al ser diferentes los sistemas de alumbrado, en especial el tipo de poste y lámpara genera una iluminación diferente y siendo así deficiente en muchos casos de la zona de investigación, que en algunas partes carece de iluminación lo cual el transito es inseguro y no existe confianza al transitar por dichos sitios.

Para el uso del suelo y tenencia de la tierra en la zona centro de la ciudad de Toluca cabe resaltar que es de tipo centro histórico siendo así la parte central de la ciudad y más importante con una tenencia del suelo de tipo privado en donde las actividades son de tipo comercial, educativo, administrativo que con ello un alumbrado público de carente calidad y sobre todo de un alto costo se debe a la falta de un sistema de ahorro que funcione de forma limpia energéticamente hablando es por ello que siendo un centro histórico es fundamental un alumbrado público que contenga tecnología de tipo sustentable.

Para poder decir que la zona centro cuenta con un sistema de alumbrado público eficiente se debe hacer una reestructuración y por ello una sustitución en cuanto a la tecnología, ya que al sustituir la energía eléctrica en este caso a la energía solar se reducen costos y el mantenimiento es igual para todo el sistema, con ello un tipo único de postes y luminarias para toda la zona de investigación es lo más viable para atacar la situación actual en la que se encuentra dicho sistema.

Existen zonas de mayor importancia ya que el flujo vial e incluso el de personas es mayor que otras, tal es el caso de Lerdo que es un lugar central para la parada de autobús, la calle Morelos, la calle Juárez entre otras que generan el flujo constante, siendo así que el alumbrado público debe brindar calidad y seguridad, por otra parte las zonas de trascendencia como el Cosmovital, el teatro Morelos, el sitio los portales son algunos de los sitios que son iconos en la zona centro de la ciudad de Toluca.

Sin duda la situación actual sobre la instalación del sistema de alumbrado público solar ha ido en aumento por lo que es esencial que los municipios hagan de este sistema un aliado para el ahorro de energía y brindar a la población seguridad y tranquilidad al caminar sobre un alumbrado adecuado que satisfaga tanto a vialidades y calles, entre otros como plazas, etc.

La aplicación de ciertas lámparas para el alumbrado público son más eficientes que otras, dentro de esta está la lámpara de tipo LED que con ello la reducción económica es considerable, cabe destacar que su ahorro es hasta del doble si se comparan con las lámparas de vapor.

Existe actualmente un problema con la instalación del alumbrado público, ya que solo se instalan en una parte de la calle, mientras que en la otra solo existe un poste de alumbrado por calle, esto quiere decir que la iluminación no es equitativo en todo el entorno y por lo tanto se genera un sistema deficiente, y esto ocurre en todas las calles del centro de la ciudad de Toluca. Es importante que el abastecimiento sea de igual forma en las calles y de forma proporcionada en cuanto a cubrir la iluminación del espacio urbano.

El centro histórico de Toluca conforma elementos importantes en donde se concentran los tres poderes de gobierno, además de los museos, el Cosmovital, así como otros espacios importantes como la catedral, el cual el alumbrado público debe comportarse de una forma eficiente, el flujo vial es constante, la concentración de población es relevante y más evidente brindar a la población una iluminación que conlleve la seguridad social y la disminución de posibles accidentes viales.

Cabe resaltar que existen calles en donde existe la posibilidad de mayor riesgo para la población, ya que son vulnerables a su iluminación, la existencia de sistemas de alumbrado no son los suficientes por lo que no se cubre con totalidad la zona a iluminar. La posible presencia de vandalismo en la zona de estudio puede ser ocasionada por la falta de iluminación en algunas zonas ya que al no existir iluminación adecuada se aumentan los casos de vandalismo.

Una parte que resalta es el gasto anual de energía eléctrica, dicho gasto anual va creciendo cada mes, la tarifa de la energía eléctrica en alumbrado público considera el cobro por kilowatt-hora, siendo así que el número de sistemas de alumbrado público es considerable, además cada año se aumenta su valor y por lo tanto es más caro este sistema.

Por eso mismo es fundamental proporcionar a la población sistemas que no requieran de un consumo tan alto.

Capítulo IV.- Propuesta de Alumbrado público sustentable de la zona centro de la ciudad de Toluca



Capítulo IV. Propuesta de alumbrado público sustentable de la zona centro de la ciudad de Toluca

1. Definiciones generales

En este capítulo se presenta de forma propositiva y práctica, el proyecto de Alumbrado Público Sustentable para la Zona Centro de la ciudad de Toluca, un proyecto, es aquel que contempla una visión a largo plazo fundamentándose en lineamientos estratégicos para el desarrollo del proyecto, fundamentado en el diagnóstico de la zona de estudio, permitiendo ubicar los puntos de mayor problemática e importancia por su localización, una de las partes esenciales del proyecto es la generación de una inversión a largo plazo cuyo principal propósito es la obtención de un sistema eficiente y duradero.

1.1 Plan, Programa, Proyecto

Enseguida se presentan algunos conceptos importantes que tienen que ver con la realización de ciertas alternativas de solución dentro del territorio urbano, siendo así se detectaran algunos conceptos de los cuales les competen dichas alternativas de solución.

Para el caso del plan Ordaz, Velia y Saldaña, Gloria (2005) señalan que es la intención y proyecto de hacer algo, o como proyecto que, a partir del conocimiento de las magnitudes de una economía, pretende establecer determinados objetivos. Así mismo el plan se deriva de una problemática para llegar a darle solución a dicho problema. El plan conforma metas que conllevan a un resultado positivo, que sin duda el aspecto económico es parte esencial ya que todo problema tiene impacto en la económica de la ciudad.

Para el caso del programa Ordaz, Velia y Saldaña, Gloria (2005) comentan que se define como un plan y orden de actuación, organización del trabajo dentro de un plan general de producción y en unos plazos determinados, o como la secuencia precisa de instrucciones codificadas en un ordenador para resolver un problema.

En este caso el programa se realiza previo a la acción, o sea que se determinan lineamientos seguir, una actividad social que sigue un objetivo y una serie de pasos, sabiendo que se define un tiempo para lograrlo.

Para poder presentar un proyecto de investigación es necesario identificar de que se trata un proyecto, que es, de que consta, ya que es una parte esencial para poder entender con mayor plenitud dicho enfoque.

Gordillo, Claudia (2010) Es entonces que el proyecto se puede definir como un conjunto de actividades interrelacionadas a ser llevadas a cabo bajo una gerencia unificada, para lograr un objetivo específico, en un plazo determinado mediante la utilización de recursos.

Todo proyecto va encaminado de un conjunto de objetivos, acciones, metas y otros elementos que lo conforman para su desarrollo. Para la generación de un proyecto debe de existir una razón, dicha razón consta de un problema, el problema es la fuente del proyecto, que con ello la formulación de objetivos, estrategias, análisis, propuestas de solución. Son algunos de los elementos que sustentan un proyecto de investigación.

Es entonces que el proyecto es fundamental para ciertos problemas existentes que se generan en el área urbana, va acompañado de ciertas soluciones y diseños urbanos fundamentados en investigación científica, siendo así en la realización de esta investigación se desarrollaran las propuestas a partir del proyecto como definición.

2.1. Alcances, objetivos y acciones.

La investigación tiene como alcances ciertas estrategias que se observaran más adelante, se conforman para llegar a realizar con mayor factibilidad el proyecto, además de un objetivo esencial en la formulación del proyecto. Las acciones planteadas se enfocaran en las especificaciones del proyecto cuyo fin es obtener un resultado óptimo.

Misión

Brindar un servicio de alumbrado público competente, eficiente, para desarrollar una iluminación adecuada y ofrecer satisfacción social, económica y ambiental.

Visión

La zona centro de la ciudad de Toluca será un lugar con sentido de equilibrio ambiental que promueva el ahorro económico, la preservación del medio ambiente y la convivencia social, teniendo la seguridad de contar con un espacio urbano eficientemente iluminado.

Objetivos

- ✓ Desarrollar una propuesta de alumbrado público sustentable que fomente el equilibrio económico, ambiental y social para hacer de las energías renovables una fuente viable para los servicios públicos urbanos.

Estrategias

- ✓ Aumentar la visibilidad de las calles de la zona centro de la ciudad de Toluca a partir de un sistema de iluminación.
- ✓ Modernización del sistema de alumbrado público en la zona centro de la ciudad de Toluca mediante sistemas fotovoltaicos.
- ✓ Ordenar y darle estructura al alumbrado público mediante las características del sistema fotovoltaico con el fin de obtener una imagen del entorno adecuado y eficiente.
- ✓ Promover el uso del alumbrado público solar que permita una tendencia de uso para las ciudades en áreas verdes, espacios comerciales, industriales, zonas centrales en donde se propicie una atracción de la población.
- ✓ Impulsar el desarrollo del alumbrado público en el entorno urbano con el fin de dar a conocer el mejoramiento del sistema solar fotovoltaico en su iluminación y ahorro económico.
- ✓ Dar a conocer que el alumbrado público solar es un sistema más eficiente que el alumbrado público actual, tomando en cuenta que la iluminación del sistema fotovoltaico es mayor.

Acciones

- ✓ Llevar a cabo un curso de capacitación para los trabajadores del gobierno municipal de Toluca con el fin de darle mantenimiento al sistema de alumbrado.
- ✓ Instalar el sistema de alumbrado público solar a partir del personal capacitado para disminuir costos de instalación del sistema.
- ✓ Mantener los postes de alumbrado público actuales con el fin de aprovechar la infraestructura y sustituir los necesarios.
- ✓ Remodelación (pintar, lijar) del poste existente para la instalación del sistema fotovoltaico.

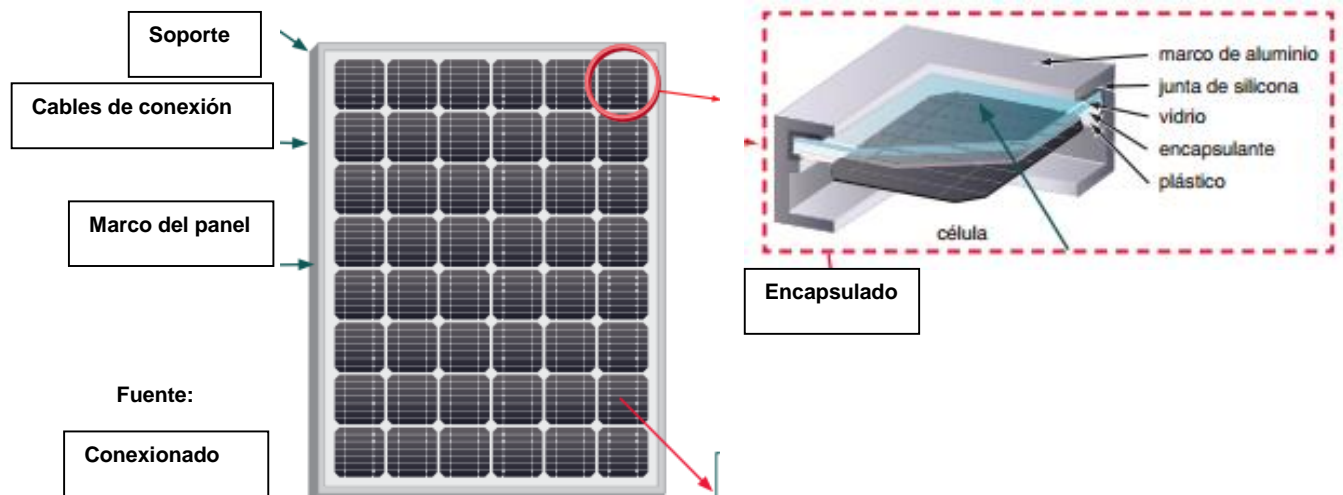
2.2. Elementos del sistema solar fotovoltaico

Para determinar la propuesta del sistema de alumbrado público solar fotovoltaico se analizarán los elementos para su funcionamiento, así también los beneficios que se tienen con dicha instalación y sus beneficios en el territorio. Dichos elementos son la base para la estructura del sistema solar fotovoltaico.

2.2.1. Modulo fotovoltaico

Un panel solar o módulo fotovoltaico está formado por un conjunto de células, conectadas eléctricamente, encapsuladas, y montadas sobre una estructura de soporte o marco, esta proporciona en su salida de conexión una tensión continua, y se diseña para valores concretos de tensión sea el caso (6 V, 12 V, 24 V...), que ciertamente definirán la tensión a la que se va a trabajar el sistema fotovoltaico. En la siguiente imagen se muestra la composición y características del panel solar o modulo fotovoltaico.

Imagen 14. Composición del panel solar



Fuente: <http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf>

Los siguientes elementos mencionados conforman la parte del panel solar, por lo que es necesario darle hincapié para desarrollar una visión amplia del sistema solar fotovoltaico.

1. El **soporte** debe proporcionar una rigidez estructural adecuada, con vistas a la instalación del módulo.
2. Los **cables de conexión** del panel se encuentran en una caja en la parte trasera del mismo.
3. El **marco del panel** permite la instalación sobre un determinado soporte.
4. El **encapsulado** protege al módulo de la intemperie; es muy importante que el módulo esté protegido frente a la abrasión, la humedad, y los rayos UV. El encapsulante también protege las células y las conexiones ante posibles vibraciones.

5. El **conexionado** del panel debe ser fácil de instalar. Las células solares que forman el panel van conectadas entre sí en serie o en paralelo. Su asociación desde el punto de vista eléctrico proporciona el nivel adecuado de tensión e intensidad para el que ha sido diseñado el panel solar.

Además el vidrio que recubre el panel sirve como protección para las células solares ante los fenómenos atmosféricos. Los tipos de paneles y calidad están determinados por la tecnología de fabricación, entre estos tipos existen los de silicio cristalino (mono cristalino y multicristalino), y el silicio amorfo. Cabe mencionar que el rendimiento directo varía de acuerdo al tipo de panel, con ello panel monocristalino tiene un rendimiento del 15 al 18%, mientras que el policristalino tiene un rendimiento del 12 al 14%, el amorfo tiene un rendimiento del 10%.

De esta forma se determina que el panel más confiable y durable es el monocristalino ya que al instalarse es eficiente, su fabricación de silicio puro fundido lo hace duradero. El agrupamiento y la conexión de los paneles es fundamental determinar de qué forma se realizara, así, dependiendo de la instalación que estemos desarrollando, y la de la aplicación en la que diseñe, así también existe la posibilidad de utilizar un solo panel o un conjunto de paneles que se amontarán agrupados sobre un determinado soporte y conectados entre sí eléctricamente.

De esta forma la conexión de los módulos fotovoltaicos se realizara por la parte posterior de los mismos en una caja de conexiones preparada para tal fin.

Las características de los paneles tienen las siguientes:

- Impedir que las baterías de la instalación se descarguen a través de los paneles.
- Evitar que se invierta el flujo de corriente entre bloques interconectados en paralelo cuando en alguno de ellos se produce una sombra.
- Proteger individualmente cada panel de posibles daños ocasionados por sombras parciales que se produzcan por circunstancias especiales.

De esta forma se elegirían dos paneles cuya salida sea de 12 V o 24 V, y de potencias máximas distintas.

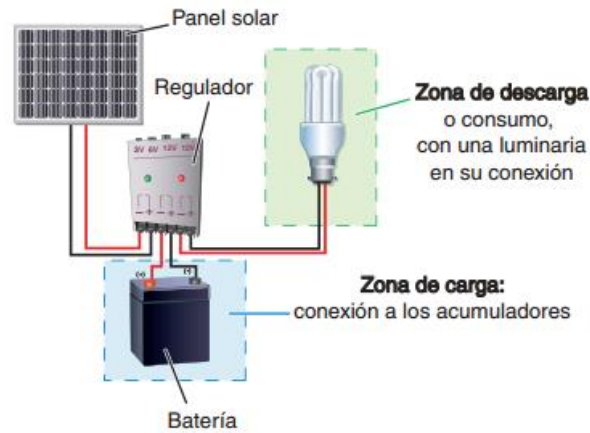
2.2.2. Regulador de carga

Para que el sistema funcione correctamente, se debe instalar un sistema de regulación de carga en la unión de los paneles solares y las baterías. Este elemento recibe el nombre de regulador y tiene como misión evitar situaciones de carga y sobrecarga de la batería, con el fin de alargar su vida útil.

Además el regulador trabaja por tanto en las zonas. En la parte relacionada con la carga, su misión es la de garantizar una carga suficiente al acumulador y evitar las

situaciones de sobrecarga y en la parte de descarga se ocupara de asegurar el suministro eléctrico diario suficiente y evitar la descarga excesiva de la batería.

Imagen 15. Conexión del regulador en la instalación fotovoltaica



Fuente: <http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf>

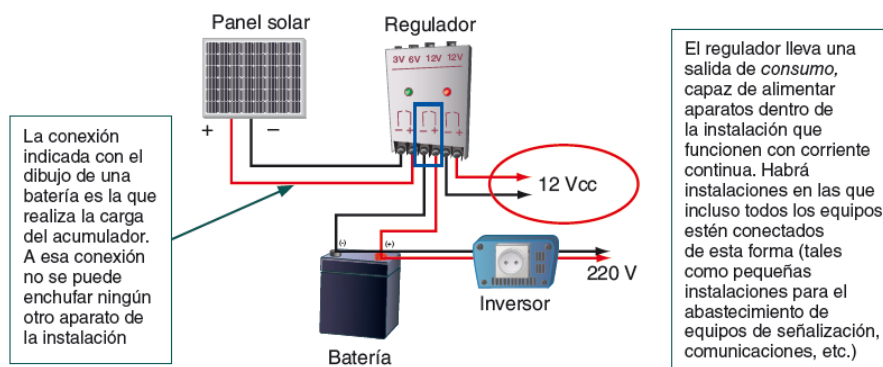
Existen motivos por el cual la tensión nominal de los paneles sea así, se debe fundamentalmente a dos razones.

- Atenuar posibles disminuciones de tensión por el aumento de la temperatura.
- Asegurar la carga correcta de la batería. Para ello la tensión V_{oc} del panel deberá ser mayor que la tensión nominal de la batería.

El regulador debe proteger tanto la inspiración como a las personas que lo manejen, por lo que deberá llevar sistemas que proporcionen las medidas de seguridad adecuadas para cada uno de los casos. Los fabricantes nos proporcionan también este tipo de información.

Enseguida se presenta el esquema regulador en la instalación del sistema fotovoltaico.

Imagen 16. Conexión del regulador en la instalación



FUENTE: <http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf>

2.2.3. Acumuladores y tipos de baterías

Para McGraw-Hill (s/d) las baterías son recargadas por la electricidad producida por los paneles solares, a través de un regulador de carga, y pueden entregar su energía a la salida de la instalación, donde será consumida.

Las características de las baterías en la instalación fotovoltaica son:

- Almacenar energía durante un determinado número de días.
- Proporcionar una potencia instantánea elevada.
- Fijar la tensión de trabajo de la instalación

Es importante tener en cuenta que capacidad se tendrá, esto se define como la cantidad de electricidad que puede lograrse en una descarga completa del acumulador partiendo de un estado de carga total del mismo. Además se mide en amperios de hora (Ah), y se calcula como el producto de la intensidad de descarga del acumulador durante el tiempo en el que se está actuando.

McGraw-Hill (s/d) dice que la eficiencia de la carga se aprecia en la relación entre la energía empleada para recargar la batería y la energía realmente almacenada. Interesa que sea un valor lo más alto posible. Si la eficiencia es baja, será necesario aumentar el número de paneles solares para obtener los resultados deseados.

Existen ciertos parámetros eléctricos para identificar las características que serían deseables para las baterías a utilizar:

- Buena resistencia al ciclado (proceso de carga-descarga).
- Bajo mantenimiento.
- Buen funcionamiento con corrientes pequeñas.
- Amplia reserva de electrolito.
- Depósito para materiales desprendidos.
- Vasos transparentes.

Las instalaciones más utilizadas en los sistemas de alumbrado público solar son las de plomo-acido, por las características que presentan. Dentro de este tipo de baterías nos podemos encontrar diferentes modelos. Siendo así, se tiene en cuenta que se va a tener descarga profunda, se eligen baterías tubulares por su capacidad elevada. Por lo tanto el sistema de alumbrado público será eficiente.

2.2.4. Inversor

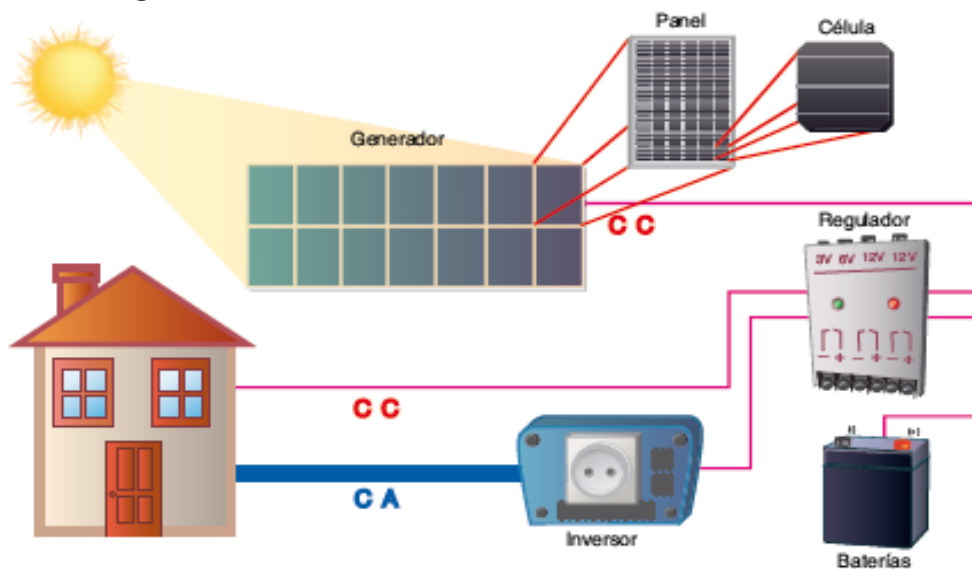
El inversor se encarga de convertir la corriente continua de la instalación en corriente alterna, igual a la utilizada en la red eléctrica: 220 V de valor eficaz y una frecuencia de 50 Hz.

Este es un elemento imprescindible en las instalaciones conectadas a red, y estará presente en la mayoría de las instalaciones automáticas, y en el caso del alumbrado público sustentable conectado automáticamente no es la excepción

El objetivo del inversor en las corrientes automáticas es proporcionar una corriente alterna como la de la red eléctrica, con el fin de que se puedan conectar a la misma otros aparatos. En este caso las variaciones no hay importancia que en el caso de los inversores de las instalaciones conectadas a la red.

Por otra parte en las instalaciones conectadas a la red, el inversor debe proporcionar corriente alterna que sea de las mismas características de la red eléctrica a la que está conectada. Es por ello que el sistema de corriente automática es el más viable por las variaciones de voltaje que puedan ocurrir.

Imagen 17. Sistema de instalación automática con inversor



FUENTE: <http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf>

2.2.5. Iluminación LED

La propuesta de alumbrado público fotovoltaico consiste en sustituir todas las luminarias que hay actualmente por unas luminarias nuevas perfectamente adaptadas a la tecnología LED, de forma que desde el Ayuntamiento se tenga información casi en tiempo real del funcionamiento de cada luminaria, así como el poder observar la iluminación adecuada de cada luminaria. En cuanto a las luminarias actuales se ha detectado que algunas son deficientes en su iluminación y tiempo de iluminación haciendo ineludible su sustitución por luminarias nuevas. Lógicamente el poner algunas luminarias nuevas exige poner también nuevas las luminarias de su entorno.

Esta es una ocasión en la que se puede homogeneizar el espacio urbano en cuanto al sistema de alumbrado público. Estas nuevas luminarias se adaptan a la tecnología LED y están dotadas de los elementos de monitorización y de control remoto, de forma que el trabajo en las calles de la zona de investigación se reduce a quitar las luminarias actuales y sustituirlas por las nuevas, respetándose los

postes y la red de energía eléctrica actual que manejaría en condiciones sustentables.

En el caso de las luminarias asimétricas y los de tipo tradicional (faroles) se instalaran de los dos tipos.

Dentro de las ventajas se encuentra mayor duración de vida de las luminarias de tipo LED. O sea 6 veces mayor durabilidad. Esta ventaja supone una contrapartida en costos de 6 lámparas de vapor de sodio frente a una lámpara de LED y los costos de personal de mantenimiento para sustituir las lámparas.

2.2.6. Empresas sustentables nacionales e internacionales

Existe una gama de empresas dedicadas al entorno sustentable en cuidado del ambiente, para ello se presenta una selección de empresas cuyo fin es proporcionar sistemas solares eficientes, iluminación sustentable y de más. Por otra parte la relevancia de las empresas que se dedican al entorno sustentable es que se elegirá la empresa con mayor rango de calidad e importancia en el territorio.

Para ello se presentan algunas de las empresas dedicadas a la eficiencia energética.

Cuadro 5. Empresas sustentables de índole nacional e internacional

EMPRESAS SUSTENTABLES EN MÉXICO	EMPRESAS SUSTENTABLES INTERNACIONALMENTE
ECOLIFE TECNOLOGIES: empresa ubicada en Aguascalientes dedicada a paneles solares, iluminación solar.	Canadian Solar Inc. Empresa Canadiense dedicada a la instalación de paneles solares.
EMAX TECHNOLOGIES GRUPO ETTECH: Ubicada en México, D.F. Y Querétaro, presenta soluciones sustentables para generación de electricidad y más.	ACPSOL ENERGIA SOLAR: Ubicada en España, Fabricante de farolas solares urbanas de iluminación led para el alumbrado público.
EMC GREEN TECH: Ubicada en México D.F. Especialistas en planeación e instalación de sistemas fotovoltaicos.	SAECSA Energía Solar: Empresa española especialistas en sistemas fotovoltaicos.
IMTERGREEN: Ubicada en Morelia, Especialistas en sistemas fotovoltaicos interconectados.	PHOENIX CONTACT: Empresa Alemana dedicada a la eficiencia energética.
ORLUX: Ubicada en Nuevo León, Iluminación LED Sustentable.	Ahincó SOSostenible: Empresa Española dedicada a la eficiencia energética.

AHORRO TOTAL: Ubicada en Puebla, Calentadores Solares, Paneles Fotovoltaicos y Luminarias Solares.	Albasolar: Empresa española, distribuidor mayorista fotovoltaico.
ECOSOLARIS ENERGY: Empresa Mexicana comprometida con el cuidado del medio ambiente.	Chartis Europe S.A. SolarGuard: empresa Española dirigida al desarrollo de sistemas sustentables.
SAECSA Energía Solar: Empresa española ubicada en especialistas en sistemas fotovoltaicos.	Dalkia Solar: Empresa española dedicada a la Construcción y mantenimiento de plantas solares fotovoltaica.
DELTA SOLAR: Ubicada en México D.F. Emplea fuentes alternativas de energía.	Electrical Motor, SL: Ubicada en España Fabrican farolas solares fotovoltaicas, hacemos instalaciones fotovoltaicas aisladas.
DETEFA: Ubicada en la C. de México, Desarrollo Tecnológico De Fuentes Alternas Calentadores Solares y Sistemas Fotovoltaicos.	
ECOENERGÍA: Ubicada en la C. de México, ahorro de energía eléctrica. Venta de sistemas fotovoltaicos.	
ECOS ENERGY: Ubicada en la C. de México, Ekokits alumbrado público a base de energía solar.	
ATLANTIS SOLAR SYSTEMS: Ubicada en Tijuana, venta de sistemas de energía sustentable.	
ALUMBRAMEX: Ubicada en Guadalajara, Venta y fabricación de iluminación led.	
CONERMEX: Ubicación en la Ciudad de México, Venta de paneles solares y desarrollo de sistemas eficientes.	
ESUN ENERGY: Ubicada en Vallarta, Manzanillo, Guadalajara, Chapala, dedicada a la energía solar fotovoltaica.	
Best Light México: Ubicada en San Mateo Ixtacalco Cuautitlán Izcalli, Estado de México. Dedicadas a paneles fotovoltaicos de alta eficiencia.	

Fuente: URL: <http://laspaginasverdes.com/?tipo=empresa&s=&categorias%5B%5D=27>

2.3. Propuestas de alumbrado público sustentable

2.3.1. Imagen objetivo

Para Soms, Esteban (s/d) desde una perspectiva temporal, la imagen-objetivo es entendida como la situación a lograr dentro del plazo de vigencia del plan. No obstante, para la mayoría de los especialistas dicha imagen-objetivo se ubica siempre en el largo plazo (independiente de la duración del plan), como guía para definir objetivos específicos y caminos a seguir en el corto y mediano plazo: Imagen-objetivo es la situación general escogida como un objetivo de referencia que está más allá del horizonte de tiempo del plan. Es entonces que dentro del proyecto siempre es fundamental considerar dicha parte.

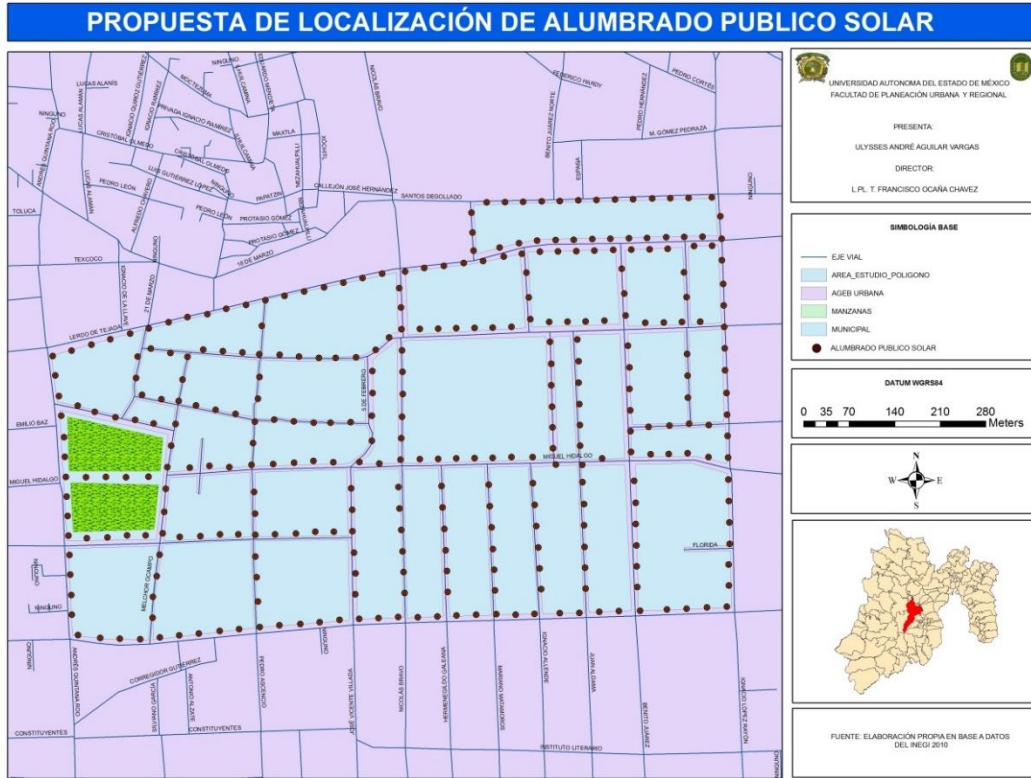
La Imagen Objetivo de la zona centro de la ciudad de Toluca se proyecta al año 2016, con una infraestructura de servicios de alta calidad, con una oferta diversificada de servicios de iluminación competitiva, (Ver Mapa N° 2. Mapa de Imagen-Objetivo.)

La zona centro cuenta con una serie de factores determinantes que caracterizan su importancia.

- Por su concentración de población, dotación de equipamiento e infraestructura, servicios administrativos, turísticos, educativos y comerciales.
- Posee lugares de trascendencia de valor histórico y cultural.
- Accesibilidad por carretera de nivel regional, por lo que permite el flujo constante de población.

En el siguiente mapa se presenta la colocación de los sistemas fotovoltaicos en la zona centro de la ciudad de Toluca de esta forma se proyecta a una imagen objetivo de su aplicación.

Mapa 3. Propuesta de alumbrado público en el polígono de estudio.



Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI 2010



FUENTE: Elaboración propia con base en recorrido de campo y propuesta

De acuerdo con lo observado en la investigación de campo y la propuesta presentada se obtiene el render como una visión de la propuesta del alumbrado público solar. Destacando que el diseño de alumbrado público presentado en el render es relativo ya que su diseño depende de la empresa suministradora.

2.3.2. Marco General

Las propuestas que se presentan en esta parte se desarrollan con el fin de obtener el modelo ideal y óptimo para la zona centro de la ciudad de Toluca, siendo así que las tres propuestas se evaluarán de manera que se elegirá la más apropiada para su funcionamiento.

Los elementos consecutivamente mencionados forman parte de las propuestas ya que el factor en que inciden en sus propuestas son relativamente las mismas, considerando que cada propuesta tiene una diferencia en cuanto al costo establecido. Enseguida se retomaran los elementos que inciden en la estructura de las formuladas para el alumbrado público solar en la zona centro de la ciudad de Toluca.

- Vialidades importantes como la calle Lerdo que es vía principal para el tránsito vial, entre otras calles están la calle José Ma. Morelos y Pavón, la calle Independencia, entre otras importantes.

- Edificaciones de valor histórico que le da un sentido de pertenencia y atracción como la catedral, el Cosmovital que es un icono central de la ciudad de Toluca.
- Centro histórico como lugar central de actividades administrativas, educativas, comerciales generando así el flujo constante de población.

Dichos elementos dan consecuencia para que se brinde un sistema de alumbrado público que no genere una situación de inseguridad, de una calidad inadecuada para el sentido que tiene el centro histórico, por otra parte se hace hincapié a los elementos que conforman la zona centro de la ciudad de Toluca, siendo estos un factor fundamental para la estructura de la propuesta de alumbrado público solar.

- El Cosmovital es una parte fundamental de la zona centro de la ciudad de Toluca.
- El museo de bellas artes, el museo Felipe S. Gutiérrez, museo José Ma. Velasco, el teatro Morelos que es lugar que eventos culturales.
- El palacio de Justicia, el palacio del Poder Ejecutivo, el palacio del Poder Ejecutivo, el palacio del Poder legislativo y el palacio Municipal son lugares que conforman las actividades administrativas de la ciudad de Toluca.
- La catedral de Toluca es considerado de gran valor histórico.
- Sitio los Portales que conforma actividades comerciales, el parque Cuauhtémoc (Alameda) así como muchos otros sitios.

Estos son algunos de los sitios de mayor importancia en el cual hay zonas en las que el alumbrado público no brinda la iluminación correcta, por lo tanto en otras hay una importancia mayor por la localización y actividades.

2.3.3. Propuesta “A”

La propuesta “A” consta de un sistema solar que consta de un panel fotovoltaico, una batería y regulador de carga, una lámpara LED, una tarjeta inteligente, un mini-inversor, además de un curso de capacitación para el personal del gobierno municipal de Toluca. Tomando en cuenta que se utilizaran 293 luminarias, se desarrolló un stock de reserva del 5%, entonces se obtienen 14 sistemas adicionales.

Cabe mencionar que el tiempo de iluminación resulta importante para garantizar que las luces están en labor únicamente cuando es necesario, y que sólo estén en funcionamiento cuando la cantidad de luz diurna sea inferior a un nivel determinado.

Cuadro 6. Sobre propuesta alumbrado público

APARATO	MODELO	EMPRESA SUMINISTRADORA	PRECIO UNITARIO	P. TOTAL
Panel fotovoltaico	60W con optimizador de carga 12 a 18 VCD en estructura metálica.	SAECSA	\$18,990	\$5,829,930
Batería y Regulador de carga	Centro de carga y descarga electro solar 115 A-H (libre de mantenimiento)	SAECSA		
Lámpara LED	Lámpara SAE-23-4 en carcasa metálica hermética tipo reflector, acabado en espejo, con sistema de iluminación fluorescente de inducción combinado con Súper Leds	SAECSA		
Tarjeta inteligente	Tarjeta electrónica inteligente SAECSA modelo EDOCA [Encendido-Descarga Óptima-Cambio-Apagado]	SAECSA		
Mini inversor	Inversor Conermex ICnmx 12/120-600 de 600 W , onda senoidal modificada, con economizador automático para plantas solares (autoencendido/auto apagado). Aviso audible y visual de bajo voltaje y sobrecarga.	Conermex		
CURSO CAPACITACIÓN	Costo de capitulo \$100, consta de 15 capítulos.	SAECSA SOLAR	\$1500	\$15,000
TOTAL			\$21,287.00	\$6,078,451.00

Fuente: ⁸

- ⁸ <http://energia-solar.com.mx/seminario-fotovoltaico-26-y-27-abril-2014-avanzado-estado-de-mexico/>
- <http://www.saecsaenergiasolar.com/curso/#cap01>

2.3.4. Instalación y mantenimiento

En cuanto a la instalación del sistema de alumbrado público solar se pretende capacitar al personal del gobierno municipal considerando que el alumbrado solar requiere de un mantenimiento un cierto tiempo, además la capacitación considera aspectos importantes sobre las partes de dicho sistema, su funcionamiento, el monitoreo del mismo, los beneficios que se obtiene a partir de su aplicación. El mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo son las dos formas de mantener el sistema en óptimas condiciones en donde la capacitación toma en cuenta esta parte.

2.3.5. Recuperación de la inversión

Considerando que el sistema de alumbrado público solar consta de una lámpara con tecnología LED e inducción para mejorar la calidad de iluminación tiene un tiempo de vida aproximado de más de 20 años, sin hacer cambio de la lámpara u otro elemento del sistema, la recuperación de la inversión tiene un aproximado de 8 años, teniendo en cuenta el incremento constante de la tarifa de energía eléctrica para el alumbrado público.

2.4. Propuesta “B”

La propuesta presentada es similar a la anterior, teniendo en cuenta que el sistema tiene un alcance de 25 metros de diámetro, teniendo así más de 20 años de vida útil. Enseguida se presentan las características del sistema solar. La propuesta presenta una distribución del alumbrado público, lo cual se requieren 532 sistemas de alumbrado público, para esto se valora un stock de reserva del 5%, esto quiere decir que se requerirán 26 sistemas adicionales.

Cuadro 7. Sobre propuesta alumbrado público

APARATO	MODELO	EMPRESA SUMINISTRADORA	PRECIO UNITARIO	P. TOTAL
Panel fotovoltaico	Generador fotovoltaico 30 W en estructura metálica especial para luminaria SAECSA.	SAECSA	\$13,990	\$ 7,806,420
Batería y Regulador de carga	Centro de carga y descarga electrosolar 115 A-H (libre de mantenimiento), en gabinete metálico aislado	SAECSA		

	térmicamente para montaje en poste.			
Lámpara LED	• Lámpara SAE-23-2 en carcasa metálica, hermética, tipo reflector con acabado en espejo, hermética, tipo reflector con acabado en espejo combinado con Súper LEDs.	SAECSA		
Tarjeta inteligente	Tarjeta electrónica inteligente SAECSA modelo EDOCA [Encendido-Descarga Óptima-Cambio-Apagado]	SAECSA		
Mini inversor	Inversor Conermex ICnmx 12/120-600 de 600 W , onda senoidal modificada, con economizador automático para plantas solares (autoencendido/auto apagado). Aviso audible y visual de bajo voltaje y sobrecarga.	Conermex	61.00 USD = \$ 797 MXN	\$233,521
CURSO CAPACITACIÓN	Costo de capítulo \$100, consta de 15 capítulos.	SAECSA SOLAR	\$1500	\$15,000
TOTAL			\$16,287	\$ 8,054,941

Fuente: <http://saecsasolar.com/catalogos/Luminarias.pdf>

2.4.1. Instalación y mantenimiento

La instalación del sistema solar fotovoltaico es el mismo método de la primera propuesta, cuyo fin se pretende capacitar al personal del gobierno municipal considerando que el alumbrado solar requiere de un mantenimiento un cierto tiempo, además la capacitación considera aspectos importantes sobre las partes del sistema solar, su funcionamiento, el monitoreo del mismo, los beneficios que se obtiene a partir de su aplicación. El mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo son las dos formas de mantener el sistema en óptimas condiciones en donde la capacitación toma en cuenta esta parte.

2.4.2. Recuperación de la inversión

La propuesta “B” de alumbrado público sustentable consta de los mismos materiales de la propuesta “A”, la diferencia es que el sistema es más barato y con un alcance de 25 metros de diámetro, lo que se recalca una diferencia significativa, teniendo así, una recuperación de la inversión alrededor de 12 años, aunque el sistema es más barato, el número de luminarias es mayor que la primera propuesta.

2.4.3. Ventajas del sistema de alumbrado público solar

Enseguida se mencionaran algunas de las ventajas que sustentan el desarrollo del proyecto para la zona centro de la ciudad de Toluca.

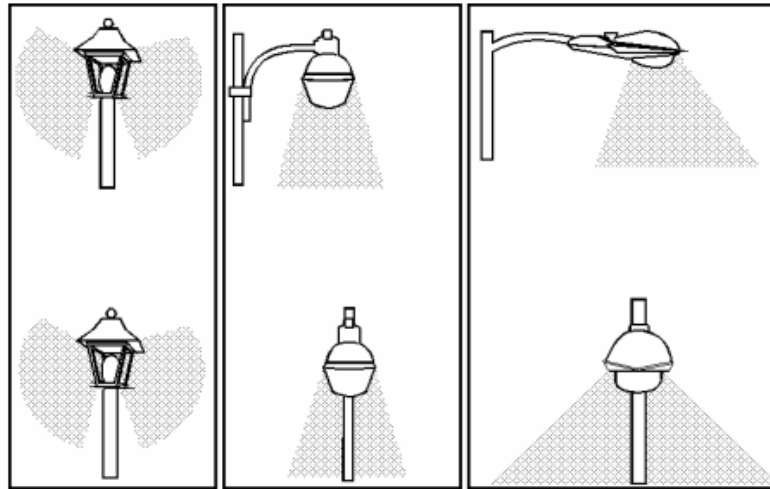
- La energía solar es limpia, segura, inagotable y “gratuita”.
- Módulos solares que generan electricidad ilimitada.
- Vida útil de más de 20 años de garantía.
- El mantenimiento es sencillo con la capacitación de personal autorizado.
- Ayuda a conservar el ambiente, ya que no se utilizan combustibles contaminantes para generar energía.
- Alto porcentaje en el ahorro de gastos por consumo eléctrico.

2.4.4. Características del sistema solar fotovoltaico

Para el caso de la propuesta “A” se destacan las características esenciales como es el consumo del sistema de 58 W automatizado teniendo así un ahorro óptimo en el uso de la batería, la intensidad luminosa 4360 Lúmenes, el diámetro de iluminación es 30 metros con lo que se optimiza la iluminación, la distancia interpostal: 20 a 25 metros para tener una eficiencia en el sistema, la batería ciclo profundo.

Para el caso de la propuesta “B” el consumo del sistema es 29 W automatizado, la Intensidad luminosa 2260 Lúmenes comparando con la propuesta anterior es inferior, el diámetro de iluminación es de 20 metros, su distancia interpostal de 15 metros y su batería ciclo profundo.

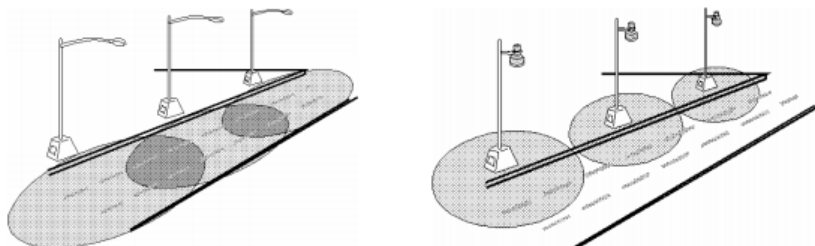
Imagen 19. Tipos de iluminación



Fuente: http://www.conuee.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/7369/8/alumbrado_publico.pdf

La imagen presentada anteriormente muestra la variedad de iluminación, así como la forma de distribuir la luz al espacio urbano, se tienen en cuenta criterios como la posición de un poste a otro la altura de montaje así como el flujo de luminosidad, en la primera parte se aprecia un tipo de distribución de luz que refleja la luz en forma de faro por lo que su distribución es apto para parques, jardines y parques, como segundo lugar se tiene otro tipo de distribución tradicional esta que es proporcional al tercer ejemplo, esta distribución depende fundamentalmente de la intensidad luminosa.

Imagen 20. Distribución de la iluminación.



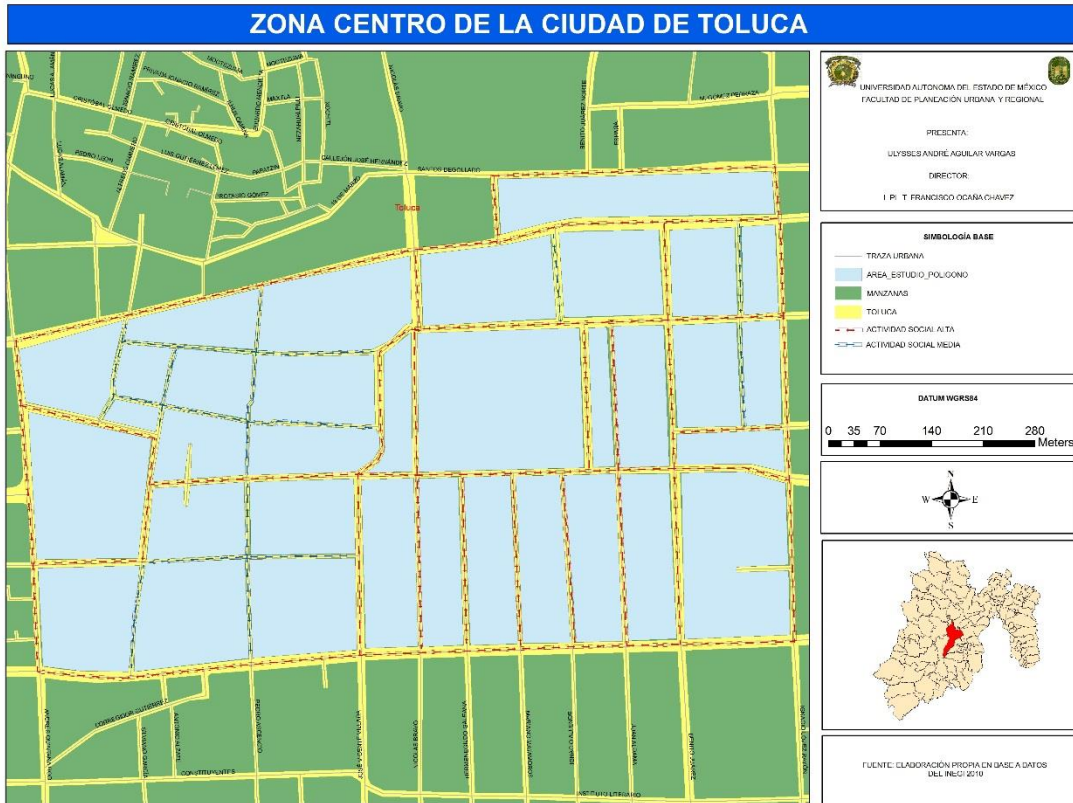
Fuente: http://www.conuee.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/7369/8/alumbrado_publico.pdf

En primera instancia se tiene la iluminación más eficiente respecto a la colocación de poste a otro, la altura y la intensidad luminosa, por otra parte se aprecia una iluminación que no corresponde a la adecuada para el flujo de vehículos y de personas por la calle, siendo así el primer ejemplo brinda esa característica de un sistema de alumbrado público adecuado.

2.4.5. Rutas y criterios de mantenimiento

Las rutas de mantenimiento dependen de la influencia y flujo de la población, de esta forma se detectan las zonas que manifiestan mayor importancia. Para ello se observara un mapa donde se representaran las zonas mencionadas.

Mapa 4. Zonas para mantenimiento en la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI 2010

En el mapa anterior se observa que existen zonas con mayor predominio, esto tiene que ver con el flujo de población, mayor actividad comercial, actividades administrativas, sitios de importancia, esto sujeta que en esas zonas el mantenimiento se realice principalmente, para ello se observa que el color rojo observado en el mapa es la zona con más influencia, con el color azul se tiene la zona con un menor flujo de población y actividades.

Es de suma importancia mencionar como se debe mantener el sistema fotovoltaico, en este caso los paneles fotovoltaicos requieren un mantenimiento casi nulo, esto se debe a que sus conexiones están encapsuladas en varias capas del material. La

inspección se debe hacer 1 o 2 veces al año, asegurarse de que los paneles y el regulador estén conectados y libres de corrosión.

El regulador requiere operaciones a realizar, constan de una observación visual de su estado, funcionamiento del regulador, comprobación del conexionado y cableado del equipo; observación de los valores del voltímetro y amperímetro: dan un índice del comportamiento de la instalación.

El acumulador o batería requiere mayor atención para ello se realizara una comprobación del nivel del electrolito (cada 6 meses) y debe mantenerse dentro del margen comprendido entre las marcas de “Máximo” y “Mínimo”, el valor correcto del electrolito debe ser de 20 mm por encima del protector de separadores.

Si se observa un nivel inferior en alguno de los elementos, se deben rellenar con agua destilada o desmineralizada.

No debe rellenarse nunca con ácido sulfúrico. Al realizar la operación anterior debe comprobarse también el estado de los terminales de la batería, debe limpiarse de posibles depósitos de sulfato y cubrir con vaselina neutra todas las conexiones.

La medida de la densidad del electrolito con el acumulador cargado debe ser de 1,240 +/- 0,01 a 20 grados Celsius. Las densidades deben ser similares en todos los vasos. Si existe diferencia es señal de avería.

Para el caso del inversor no requieren ningún tipo de mantenimiento en específico.⁹

2.4.6. Normas

Las normas mencionadas son importantes para tener un sustento de forma que el sistema propuesto corresponda a las leyes que consideran el alumbrado público.

NOM-013-ENER-2004, eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades y áreas exteriores públicas.

NOM-031-ENER-2012, Eficiencia energética para luminarios con diodos emisores de luz (leds) destinados a vialidades y áreas exteriores públicas. Especificaciones y métodos de prueba.

⁹ <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia22/HTML/articulo02.htm>

2.5. Conclusiones

Al obtener un análisis de la situación actual del alumbrado público de la zona centro de la ciudad de Toluca se percibió que tiene limitantes de iluminación que tienen que ver con la distancia, intensidad luminosa, altura y ángulo, aunque estos son solo características del sistema de alumbrado público, muchas de las causas de un mal funcionamiento son la falta de un mantenimiento continuo, la cobertura no abarca de forma uniforme el espacio urbano, el sistema instalado es arcaico y por lo tanto se llega a sobrecargar y fundir.

Por otra parte los conceptos presentados en el capítulo I complementan y sustentan la investigación, se tomaron en cuenta que elementos y criterios fueron necesarios para la toma de decisión de una propuesta satisfactoria. Las energías renovables toman un papel importante en la propuesta de investigación ya que le concierne el aspecto económico y ambiental visto desde la perspectiva de ahorro y equilibrio.

Las aportaciones de países respecto a las energías renovables, Brasil que es uno de los principales productores de energía renovable en América Latina da la muestra de que las energías limpias son primordiales en la vida de la ciudad y sobre todo para mejorar la calidad de vida de la población, la utilización de sistemas de energía renovable considera un ahorro utilizando los recursos para el desarrollo de otros proyectos. Una ciudad funcionando con estas energías reflejan una imagen urbana uniforme, los accidentes de tránsito vial se disminuyen.

Gracias a la implementación de energías renovables como Brasil, otros países como Argentina, Chile, Venezuela, Colombia, han tenido que darle esa aportación a sus ciudades viendo la necesidad de aportar al ambiente y sobre todo a la economía aprovechando la energía que brinda el sol, de igual forma, estos países desean que se refleje un sentido de calidad de vida para la población, con esquema de aprovechamiento y ahorro.

Asimismo en México hace falta incrementar la utilización de energías renovables ya que los sistemas actuales de alumbrado público carecen de eficiencia, la lámpara de iluminación no satisface a la población. Por ello, dentro de la parte de diagnóstico del área de estudio se observó que es un área de influencia para la ciudad de Toluca, teniendo sitios de importancia, el alumbrado público actual en muchos de

los sitios no tiene la cobertura adecuada, esto quiere decir que se dejan zonas oscuras por lo que genera inseguridad, mala visión para los vehículos que transitan.

Dentro del beneficio ambiental se notó que la radiación solar llega a la tierra en grandes cantidades, misma que no se está aprovechando en mayor parte, el uso de esta energía renovable ayudaría a atenuar los problemas ambientales que se viven en la actualidad ya que evitarían las emisiones de CO₂ hacia la atmósfera.

Otro factor que se analizó fue el alto costo de la tarifa de la energía eléctrica, sus causas son que no se le da mantenimiento adecuado a las lámparas, lo que detona un incremento de la deuda municipal por dicho servicio. Existen zonas con alumbrado, sobre todo aquellas que juegan un papel más importante, mientras que otras que son menos transitadas no se les da esa intervención.

La propuesta que más se acerca a una eficiencia es la “A” por lo que es la adecuada para sustituir el alumbrado público actual, el sistema está garantizado y desarrollara un ahorro considerable y grandes beneficios en la calidad de la ciudad respecto a su imagen urbana, la disminución de la contaminación visual y conservación del ambiente.

El sistema de alumbrado público solar fotovoltaico es un eficiente servicio para la población ya que se reducen costos en el pago del sistema por la energía eléctrica, y en este caso la inversión se refleja a mediano y largo plazo ya que solo se enfocaría en el mantenimiento del mismo.

Teniendo en cuenta que el tipo de lámpara LED es de las luminarias más eficientes que existen actualmente, brindando una iluminación adecuada para la población que transita por las calles y los automóviles que transitan por las vialidades, brinda un sentido de seguridad y calidez en el sentido de circular por calles, vialidades con una iluminación que permita una visión amplia y de alta calidad.

El sistema LED proporciona confort y seguridad en el paso de los habitantes de la ciudad por estos puntos durante la noche, sin duda son muchos beneficios que pueden encontrar como la homogeneidad del espacio urbano viendo así una ciudad de orden y calidad en el servicio de alumbrado público, generando así el tránsito nocturno vial, así como también actividades sociales, laborales y culturales.

Una parte esencial de un sistema fotovoltaico es el poste que requiere de una altura y ángulo de posición indicado para cada sistema, debe de estar acorde con la imagen de la ciudad, en este caso un color neutro, en cuanto al sistema fotovoltaico sus partes son específicamente hechas para soportar climas nublados e incluso funcionar en esta estación ya que la radiación que llega a la tierra penetra las nubes, la lluvia no afecta en lo absoluto el sistema ya que está fabricado para soportar la lluvia.

Esta tecnología está tomando un aporte en las ciudades por su ahorro a largo plazo y durabilidad, de igual forma, el sistema de alumbrado conforma la vida de una ciudad, esto quiere decir que si un alumbrado no satisface la iluminación por las noches genera inseguridad y un sentido de desconfianza y el flujo de población será menor.

Esto no es solo un beneficio para la población que habita en la zona, sino también a la población que péndula para diferentes actividades, considerando la importancia del centro histórico y su localización de lugares importantes, por ello uno de los motores de una ciudad es el alumbrado público.

Para la zona centro de la Ciudad de Toluca lo ideal sería la instalación de un sistema de alumbrado solar fotovoltaico con la implementación de lámparas LED, asimismo, el tipo de poste ideal para la instalación es el de tipo tradicional o postmoderno, de acuerdo con Jan Bazant, cualquiera que sea la opción deberá homogeneizarse.

La propuesta se retoma a partir de la situación actual del alumbrado público, ya que dicho sistema de alumbrado no es eficiente y existen calles en donde no se da la cobertura necesaria, además de la separación de las luminarias que no es el adecuado.

Aplicando el alumbrado público solar fotovoltaico en la zona centro de la ciudad de Toluca, tendrá trascendencia a nivel económico, ya que los costos de consumo de la energía eléctrica a partir de la CFE son altos, comparados con las energías gratuitas y renovables.

Para darle impulso a la propuesta presentada, las labores del gobierno municipal respecto al alumbrado público, será el mantenimiento constante y con ello la supervisión del sistema solar fotovoltaico y la capacitación al personal especializado, orientado a un servicio eficiente.

La parte propositiva del proyecto, es que al iniciarlo en la zona centro de la ciudad de Toluca se dará pauta para extenderlo y con ello la reducción de problemas ya mencionados, si bien la inversión es considerable al principio, la recuperación es a mediano plazo, de igual forma, se generaría una acción concreta a favor del ambiente y la ciudad.

El alumbrado público ha sido fundamental para la vida de la ciudad, si el alumbrado público no existiese en dicho entorno, el caos social estaría presente, entonces, cuando se habla de alumbrado público se debe pensar como aquel servicio que se brinda de forma plena para la población y que trabaja en conjunto con todos los servicios e infraestructura presentes en la ciudad.

El objetivo general y cada uno de los objetivos particulares, se cumplieron en la tesis de forma concreta ya que se observan criterios para la sustentación del tema así como los costos de inversión y alcances del proyecto presentado. Asimismo la pregunta de investigación planteada en un principio, resulta ser afirmativa, ya que se observa que el proyecto de alumbrado público solar, es factible para la zona de estudio. No obstante, en el siguiente apartado se redactan recomendaciones y alcances que pueda tener el proyecto, teniendo como fin observar aquellas situaciones no se observaron en la investigación.

2.6. Recomendaciones

A manera de recomendaciones para el alumbrado público de la ciudad de Toluca como primera instancia se necesita una dirección especializada en el uso y mantenimiento del alumbrado público solar ya que la existente no cuentan con los conocimientos necesarios para que se realice un mantenimiento óptimo, constante y adecuado.

Será deberán realizar talleres y cursos para el personal que se ocupará del mantenimiento del sistema de alumbrado público solar. Así como el monitoreo con sistemas de información geográfica para tener información que permita el análisis constante de su funcionamiento, así como la creación de políticas para que se le prioridad y uso a las energías renovables para la obtención de energía eléctrica.

Otra recomendación es la homologación del sistema de alumbrado público refiriéndose a un diseño que comprenda con el sentido del polígono de estudio y de esta forma la imagen urbana de dicha infraestructura de servicio se observe uniforme y la ciudad tenga un sentido de orden e identidad.

Se recomienda que al momento de instalar los sistemas de alumbrado público solar no tengan sombras de los arboles ya que se disminuye su funcionamiento, esto quiere decir que se poden de forma adecuada para así generar un ambiente de armonía en conjunto con el medio ambiente de la ciudad.

Al momento de instalar el sistema de alumbrado público solar se recomienda realizarlo en horario nocturno ya que de esta forma no se ocasionaran estragos ni congestionamientos en la zona de estudio. Se recomienda la elaboración de un plan de ordenamiento territorial para realizar rutas específicas de mantenimiento y con ello mantener el sistema eficiente brindando la iluminación más óptima.

Por otra parte unos posibles obstáculos que se observan es la inversión inicial, aunque es un sistema de alumbrado óptimo, es su inversión inicial, si bien parece elevada, se debe tener en cuenta que se recuperará a largo plazo obteniendo un ahorro para las futuras administraciones.

La aplicación de estas tecnologías requiere de políticas específicas para la utilización de energías renovables como un requisito, lo cual aún no se ha desarrollado alguna política de este tipo. Un posible problema sería que el sistema de alumbrado solar no funcione correctamente y como está conectado a un sistema mixto se vea afectada la iluminación. Posiblemente se tenga que realizar una propuesta adecuada que garantice que no se quedara sin iluminación y sobre todo que ahorre lo necesario para no gastar más de lo debido a la empresa suministradora.

Se puede concluir que este proyecto resulta ser una propuesta factible y viable ya que, por lo antes mencionado, este tipo de alumbrado otorga a un largo plazo un mejor servicio comparándolo con un sistema convencional de alumbrado público, además la inversión que se realiza inicialmente en los siguientes años, la inversión se recuperara y el servicio seguirá siendo de utilidad.

Mencionando que la propuesta más factible es la "A", aunque el sistema es más caro que el de la propuesta dos se requieren más sistemas en la propuesta "B" que en la "A" quiere decir que es más factible y por lo tanto funcionara de mejor manera y se obtendrán mejores resultados. Considerando que el costo del sistema es de \$6, 078,451.00 comparado con la propuesta "B" que son \$ 8, 054,941, con esto existe una diferencia considerable.

Los sistemas de generación para la obtención de energía eléctrica tales como la solar, eólica y otros no son tomados en cuenta en México como debería de ser ya que se ha analizado que a otros países les ha dado resultados positivos, y con el aumento de dióxido de carbono en la atmosfera y el debilitación del petróleo que ocasiona que el combustible sea más caro, estos hechos justifican de forma rotunda este uso más constante de las energías.

Asimismo, se recomienda a urbanistas, diseñadores de asentamientos humanos, y planificadores territoriales y demás especialistas de áreas afines, que consideren este tipo de temas de tecnología urbano-ambiental para la generación de propuestas adecuadas, que resuelvan lo que demanda el contexto actual.

BIBLIOGRAFÍA

- 2 Alcaldía de Medellín (2010) “Medellin a City of Opportunities, A City of surprises” URL: <http://es.scribd.com/doc/37491768/Brief-Energias-Renovables>.
- 3 Artaraz, M (2002), Teoría de las tres dimensiones de desarrollo sostenible. Ecosistemas 2002/2, URL: (<http://www.aeet.org/ecosistemas/022/informe1.htm>).
- 4 Ascher, Francois (2004) “LOS NUEVOS PRINCIPIOS DEL URBANISMO”, ed. Alianza, Madrid, pp.93.
- 5 Bazant, Jan (2009) “Hacia un desarrollo urbano sustentable”, ed. Limusa, México. Pp.142.
- 6 Bazant, Jan (1984). “Manual de criterios de diseño urbano”, ed. Trillas, México. Segunda edición 1984, pp. 335.
- 7 Calvente, Arturo (2007) “El concepto moderno de sustentabilidad”, universidad Abierta Interamericana, url: <http://www.sustentabilidad.uai.edu.ar/pdf/sde/uais-sds-100-002%20-%20sustentabilidad.pdf>.
- 8 Calvente, Arturo (2007) “El concepto moderno de sustentabilidad”, Universidad Abierta Interamericana (URL: <http://www.sustentabilidad.uai.edu.ar/pdf/sde/UAIS-SDS-100-002%20-%20Sustentabilidad.pdf>).
- 9 Cortés, Iglesias (2004), “Capítulo 1: La Metodología de la Investigación Científica”, Universidad Autónoma del Carmen, Ciudad del Carmen, Campeche, México 2004. p.p. 8. URL: http://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/metodologia_investigacion.pdf.
- 10 Ducci, María (1989). “Conceptos Básicos de Urbanismo”, Primera edición, Editorial Trillas, México, D.F. p.p. 94.
- 11 Estrada, Claudio y. Arancibia, Camilo (2010) Las Energías Renovables: la Energía Solar y sus Aplicaciones, Revista Digital Universitaria, 01 de agosto 2010, Volumen 11 Número 8. URL: <http://www.revista.unam.mx/vol.11/num10/art96/art96.pdf>.
- 12 EuroObserv´ER (2011), URL: http://www.euroobserv-er.org/pdf/BaroFV2010_sp.pdf.
- 13 Forero, Nelson (2009) “Presente y Futuro de las Energías Renovables en Colombia”. Universidad Distrital, GIFMAES, Bogotá – Colombia. URL: http://www.anes.org/anes/formularios/SemanaNacional/memorias/Cumbre/Cumbre_Colombia_Nelson_L_Forero_Ch.pdf.
- 14 Gobierno de Brasil (2010) “Generación”, URL: http://www.brasil.gov.br/energia-es/sector-de-energia/generacion/br_model1?set_language=es.
- 15 Gobierno del Estado de Tamaulipas (13 de Octubre del 2012), URL: <http://seduma.tamaulipas.gob.mx/wp-content/uploads/2011/11/guia-municipios.pdf>
- 16 González, Ligia (s/f) “Planeación Urbana. Planeación económico-espacial URL:<http://www.juridicas.unam.mx/publica/librev/rev/rap/cont/83/pr/pr12.pdf>.
- 17 Gordillo, Claudia (2010) URL: <http://www.aulavirtual.mendoza.gov.ar/soft/manuales/Material%20para%20formulacion%20de%20proyectos%20OSC.pdf>.
- 18 Green Solutions (2012) “Urbanismo Sustentable” URL: Green Solutions (2012) El urbanismo sustentable.
- 19 Grupo Trabajo Andalucía Industria (2011) “La Eficiencia Energética en el Alumbrado Público, url: <http://www.upyd.es/contenidos/ficheros/54826>.
- 20 González, Raúl, Jiménez, Humberto y Lagunas, Javier (2003) URL: <http://www.iie.org.mx/boletin042003/art2.pdf>.
- 21 Hernández (2011), “Conformando la ciudad sustentable”, CIUDADES, Hacia ciudades sustentables, Puebla, México: Revista Trimestral Red de Investigación Urbana A.C.
- 22 Hernández, Silverio (2008) “Introducción al urbanismo sustentable o nuevo urbanismo” Espacios Públicos. Vol. 11, Núm. 23, diciembre, 2008, pp. 298-307.
- 23 IMCO (2012), “El municipio: una institución diseñada para el fracaso, Propuestas para la gestión profesional de las ciudades”, URL: (http://imco.org.mx/images/pdf/indice_de_competitividad_urbana_2012.pdf)

- 24 International Copper Association (2010) “Energías Renovables para Generación de Electricidad en América Latina” URL: http://www.procobre.org/archivos/pdf/energia_sustentable/generacion_de_electricidad.pdf.
- 25 Macedo, Beatriz (2005), “el concepto de sostenibilidad”, OREALC/UNESCO Santiago. URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0016/001621/162177S.pdf>.
- 26 Marquardt (2006), Historia de la sostenibilidad. Un concepto medioambiental en la historia de Europa Central. URL: dialnet.unirioja.es/servlet/dfichero_articulo?codigo=2228284&orden...
- 27 Mejía, José (1994) “Servicios públicos Municipales”, 1ª. edición, universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México.
- 28 Ministerio de Infraestructura (2013) “Energías renovables” URL: http://www.mosp.gba.gov.ar/sitios/energia2/informacion/energia_renov.php.
- 29 Munier, N. 2005. Introducción a la Sustentabilidad. Camino a un futuro mejor. Dordrecht. Springer.
- 30 Ordaz, Velia y Saldaña, Gloria (2005), *Análisis y crítica de la metodología para la realización de planes regionales en el Estado de Guanajuato*, Guanajuato 2005.
- 31 Paéz, Armando (2009), “Sostenibilidad urbana y transición energética: un desafío institucional”, México, pp. 63. url: <http://habitat.aq.upm.es/suyte/>.
- 32 Programa Sectorial de Coordinación Metropolitana, URL: (<http://transparencia.edomex.gob.mx/copladem/informacion/sectoriales/Programa%20Sectorial%20Coordinacion%20%20Metropolitana.pdf>.)
- 33 Quijada, Milvian (s/f) url: <http://planificaciondeunagerenciaefectiva.blogspot.mx/2011/04/plan-maestro.html>.
- 34 Ramírez (2009), “Enfoques de desarrollo sostenible y urbanismo”, URL: <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num7/art42/art42.pdf>.
- 35 Rodríguez, Alberto (2007) “Alumbrado público exterior”, Unidad de Planeación Minero Energética, ED. Libertad y orden, Colombia, 2007.
- 36 Rogers, Richard (2007), “Ciudades para un pequeño planeta, ed. GG, pp. 27.
- 37 Rozas y Sánchez (2004) “Desarrollo de infraestructura y crecimiento económico: revisión conceptual”, CEPAL, SERIE, recursos naturales e infraestructura, Santiago de Chile, 2004.
- 38 Soms, Esteban (s/f) “Apuntes metodológicos para la elaboración de estrategias y planes regionales”, url: http://www.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/admin/docdescargas/centrodoc/centrodoc_81.pdf.
- 39 SEDESOL (2011) “La planeación urbana y el proceso de vigencia para los Planes y/o Programas de Desarrollo para los Planes y/o Programas de Desarrollo Urbano en México URL: <http://www.aguascalientes.gob.mx/ivsop/Eventos/Jornadas2011/4%20Planeacion%20Urbana%20Salvador%20Gomez%20Rocha%20SEDESOL.pdf>.
- 40 Semblanza (2011) “las energías renovables en México y en el mundo”, URL:<http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/4830/2/semblanza.pdf>.
- 41 Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México (2012) ““Ciudades Sostenibles: ¿Qué son y cómo lograrlas?”, URL: (<http://www.igs.org.mx/sites/default/files/Resumen,%20Seminaro%20ciudades%20sostenibles.pdf>).
- 42 TORRES, JULIO y MALDONADO, PEDRO (2011), “FUNDAMENTOS DE LA PLANIFICACIÓN URBANO-REGIONAL COORDINADOR GRUPO DE INVESTIGACIÓN”. url: http://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/elibros_internet/55826.pdf.
- 43 URL: (<http://www.amazings.com/ciencia/noticias/020309b.html>).
- 44 URL: (<http://www.amazings.com/ciencia/noticias/020309b.html>).
- 45 URL: <http://www.slideshare.net/kikegoncen/planeacion-territorial1>).
- 46 http://www.ecured.cu/index.php/Alumbrado_el%C3%A9ctrico
- 47 http://es.wikipedia.org/wiki/Alumbrado_p%C3%BAblico
- 48 [http://www.ecured.cu/index.php/Bater%C3%ADa_\(El%C3%A9ctrica\)](http://www.ecured.cu/index.php/Bater%C3%ADa_(El%C3%A9ctrica))
- 49 <http://celdasfotovoltaicas.blogspot.mx/>

- 50 http://www.ujaen.es/investiga/solar/07cursosolar/home_main_frame/03_celula/01_basico/3_celula_04.htm
- 51 <http://www.cavadevices.com/archivos/FOLLETOS/BATERIAS%20CICLO%20PROFUNDO.pdf>
- 52 <http://www.definicionabc.com/general/iluminacion.php>
- 53 <http://www.definicionabc.com/general/lampara.php#ixzz39kVMlzsI>
- 54 <http://www.mastermagazine.info/termino/5554.php#ixzz39kWDUHyi>
- 55 <http://es.wikipedia.org/wiki/Lumen>
- 56 <http://definicion.de/poste/#ixzz39kYFhmyM>
- 57 <http://www.conermex.com.mx/informacion-de-interes/los-sistemas-fotovoltaicos.html>
- 58 http://solar.nmsu.edu/wp_guide/energia.html

Anexos



Glosario

Alumbrado:	Podemos definir el alumbrado como la forma, el procedimiento o la vía de obtener iluminación ya sea para el hogar, la empresa o la ciudad mediante el uso de la electricidad u otras fuentes. 1
Alumbrado público:	Es el servicio público consistente en la iluminación de las vías públicas, parques públicos, y demás espacios de libre circulación que no se encuentren a cargo de ninguna persona natural o jurídica de derecho privado o público, diferente del municipio, con el objetivo de proporcionar la visibilidad adecuada para el normal desarrollo de las actividades.2
Batería:	Es un dispositivo que almacena energía eléctrica, mediante el uso de procedimientos electroquímicos.3
Celda fotovoltaica:	Son sistemas fotovoltaicos que convierten directamente parte de la luz solar en electricidad. 4
Células solares:	Es un dispositivo capaz de convertir la energía proveniente de la radiación solar en energía eléctrica. La gran mayoría de las células solares que actualmente están disponibles comercialmente son de Silicio mono o policristalino. 5
Ciclo profundo:	Las baterías de ciclo profundo guardan energía de modo que las fuentes de la corriente eléctrica las recarguen por medio de los alternadores, paneles solares, molinos de viento, etc. 6
Iluminación:	Conjunto de luces que están dispuestas en un espacio para ambientarlo y además para aportarles luz a sus habitantes y visitantes se lo denomina iluminación. 7
Lámpara:	Es el elemento, el aparato más popular y usado a la hora de suministrar luz a un espacio o sector dado de: nuestra casa, de una oficina, de un establecimiento comercial, de un espacio público, entre otros lugares. 8
LED:	La tecnología conocida como LED (por sus siglas en inglés, Light Emitting Diode, que en español significa Diodo Emisor de Luz) también conocida como Diodo Luminoso consiste básicamente en un material semiconductor que es capaz de emitir una radiación electromagnética en forma de Luz. 9
Lúmenes:	Es la unidad del Sistema Internacional de Medidas para medir el flujo luminoso, una medida de la potencia luminosa emitida por la fuente. 10
Poste:	Es un término que procede del vocablo latino postis. Se trata de una columna, una madera, una piedra u otro elemento que se coloca de manera vertical y que sirve de apoyo o de señal. 11
Sistema fotovoltaico:	Es el conjunto de dispositivos cuya función es convertir la energía solar directamente en energía eléctrica, acondicionando esta última a los requerimientos de una aplicación determinada. 12
Tensión Voc:	Es el voltaje máximo que genera un módulo solar. Su unidad de medición es el volt. Este voltaje se mide cuando no existe un circuito externo conectado a la celda. 13

Entrevistas

Universidad autónoma del estado de México Facultad de planeación urbana y regional

Proyecto de alumbrado público sustentable
De la zona centro del municipio de Toluca

Entrevista de tesina de investigación

Fecha de la entrevista: _____ Horario: _____

Número de expediente: _____

NOMBRE: _____

PUESTO O CARGO: _____

NIVEL DE ESCOLARIDAD: _____

NOMBRE DE LA DEPENDENCIA: _____

ANTIGÜEDAD EN EL PUESTO: _____

1.- ¿Cómo considera usted el funcionamiento del alumbrado público actual en la ciudad de Toluca?

2.- ¿Cuál sería su recomendación para disminuir el gasto actual sobre el alumbrado público?

3.- ¿Cuáles son los impactos positivos y negativos del alumbrado público en la zona centro de la ciudad de Toluca?

4.- ¿Considera que una iluminación con base en el alumbrado público solar sea adecuada para satisfacer a la población dentro de la zona centro de la ciudad de Toluca?

5.- ¿En su punto de vista considera que la imagen urbana de la zona centro de la ciudad de Toluca se deterioraría o mejoraría con la instalación de luminaria solar?
¿Por qué?

6.- ¿Cuál es su opinión sobre el cableado aéreo en el alumbrado público en la zona centro de Toluca?

7.- ¿Considera que el gasto actual sobre el alumbrado público en las ciudades es bajo o alto? ¿Por qué?

8.- ¿Piensa usted que se ahorraría un gasto económico al disponer de energía solar en luminarias?

9.- ¿Cómo considera usted la aplicación de un sistema de alumbrado público solar en la zona centro de la ciudad de Toluca?

10.- ¿Considera que el clima sea un factor fundamental para el funcionamiento del alumbrado público solar?

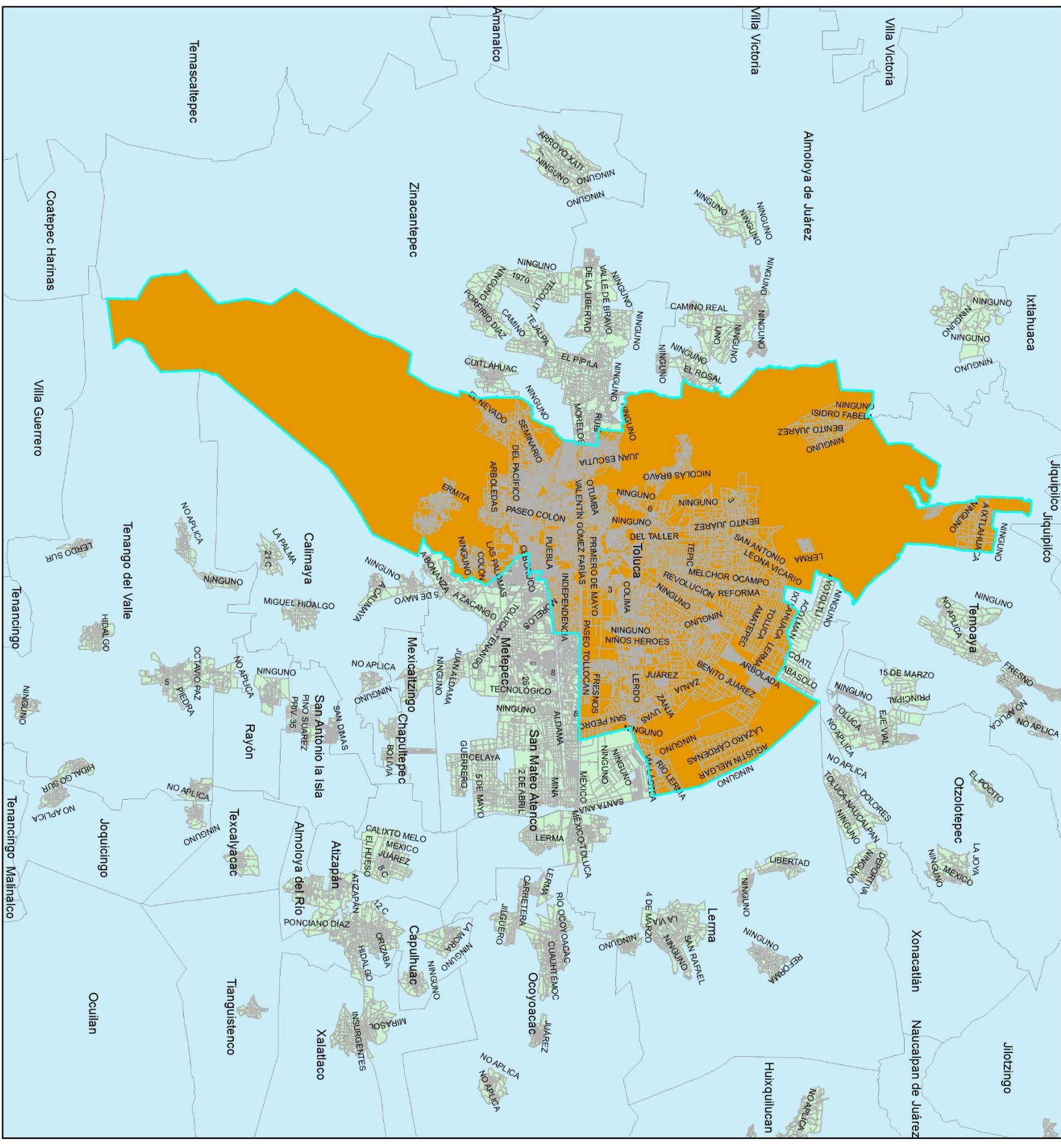
11.- ¿Qué beneficios a la sociedad se pueden resolver con la implementación de alumbrado público solar?


12.- ¿Qué aportaciones daría usted para mejorar el sistema de alumbrado público actual de Toluca?

Mapas

Mapa 1. Traza urbana del Municipio de Toluca

TRAZA URBANA DEL MUNICIPIO DE TOLUCA



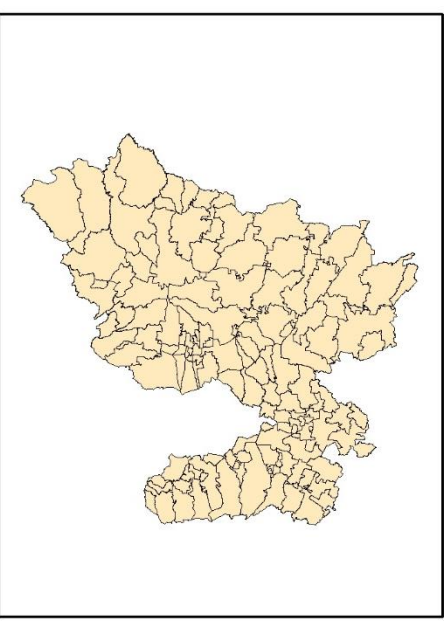

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
 FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL
 PRESENTA:
 ULYSSES ANDRÉ AGUILAR VARGAS
 DIRECTOR:
 L.P.L. FRANCISCO OCANA CHAVEZ

SIMBOLOGÍA BASE

- TRAZA URBANA
- TOLUCA
- MANZANAS
- LIMITE MUNICIPAL

DATUM WGRS84

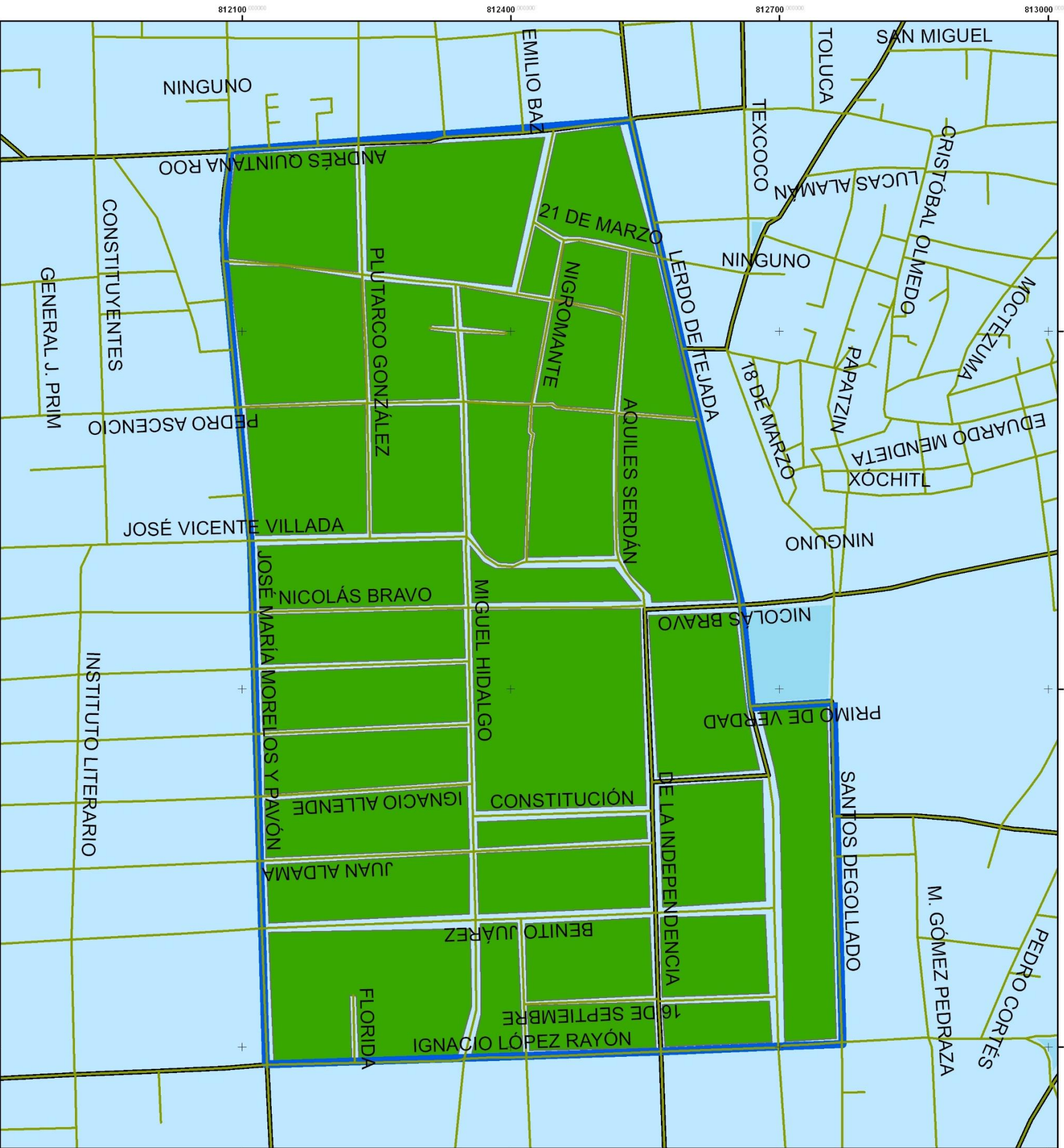
0 1,750 500 7,000 10,500 14,000 Meters

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A DATOS DEL INEGI 2010

Mapa No. 2 Polígono de estudio

ZONA CENTRO DE LA CIUDAD DE TOLUCA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
 FACULTAD DE PLANEACION URBANA Y REGIONAL

SEMINARIO DE INVESTIGACION URBANA

PROFESOR: DR. en URBANISMO
 JUAN JOSE GUTIERREZ CHAPARRO

SIMBOLOGÍA BÁSICA

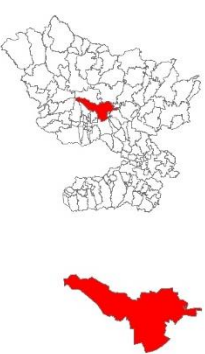
-  EJE VIAL
-  POLIGONO
-  AREA DE ESTUDIO
-  AGEB URB
-  SERVICIOS Y EQUIPAMIENTO

DATUM WGRS84

1:3,308



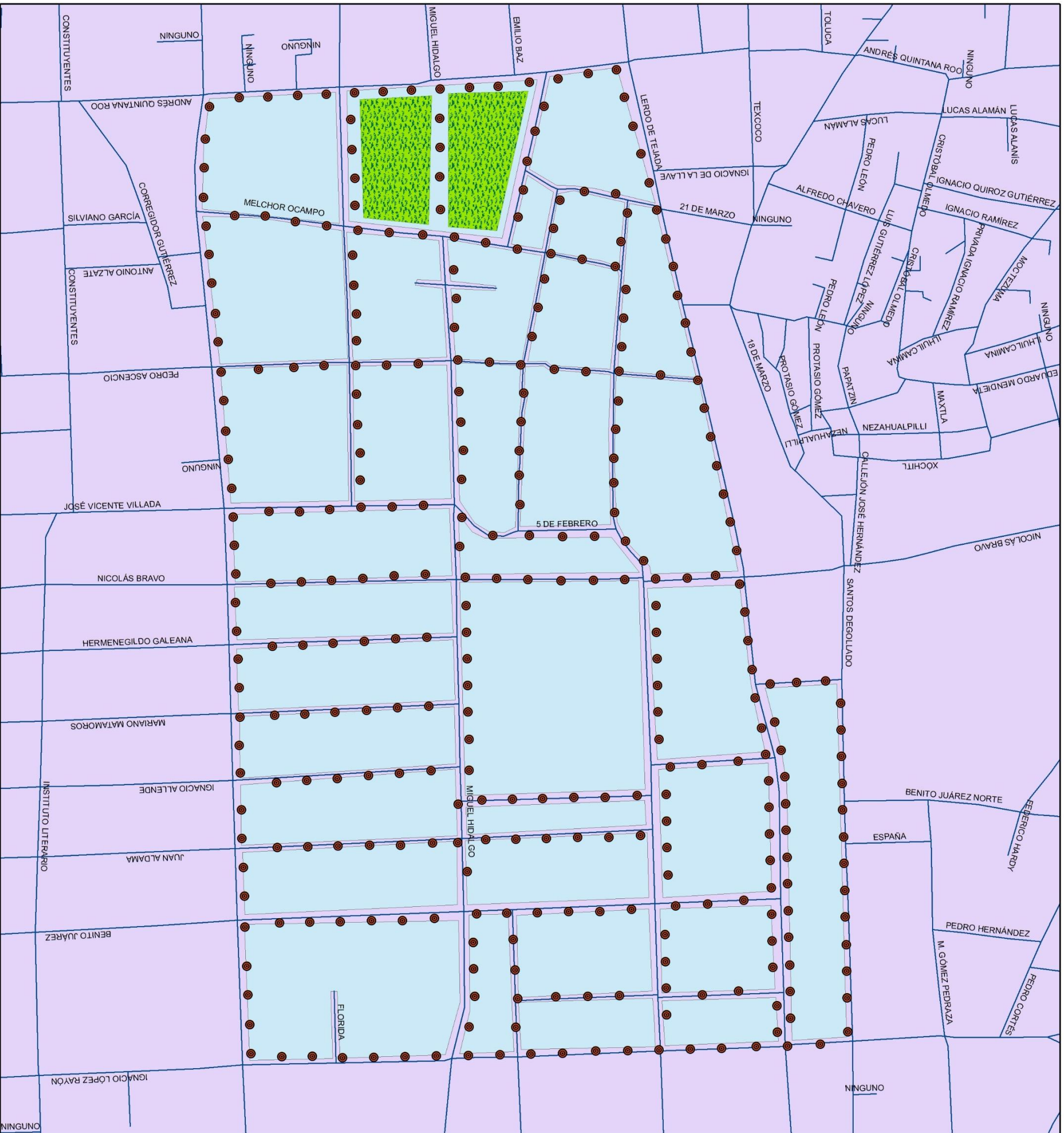
UBICACIÓN GEOGRAFICA



FUENTE: INEGI 2010

Mapa 3. Propuesta de alumbrado público en el polígono de estudio

PROPUESTA DE LOCALIZACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO SOLAR



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL



PRESENTA:
ULYSSES ANDRÉ AGUILAR VARGAS
DIRECTOR:
L. P. T. FRANCISCO OCAÑA CHAVEZ

SIMBOLOGÍA BASE

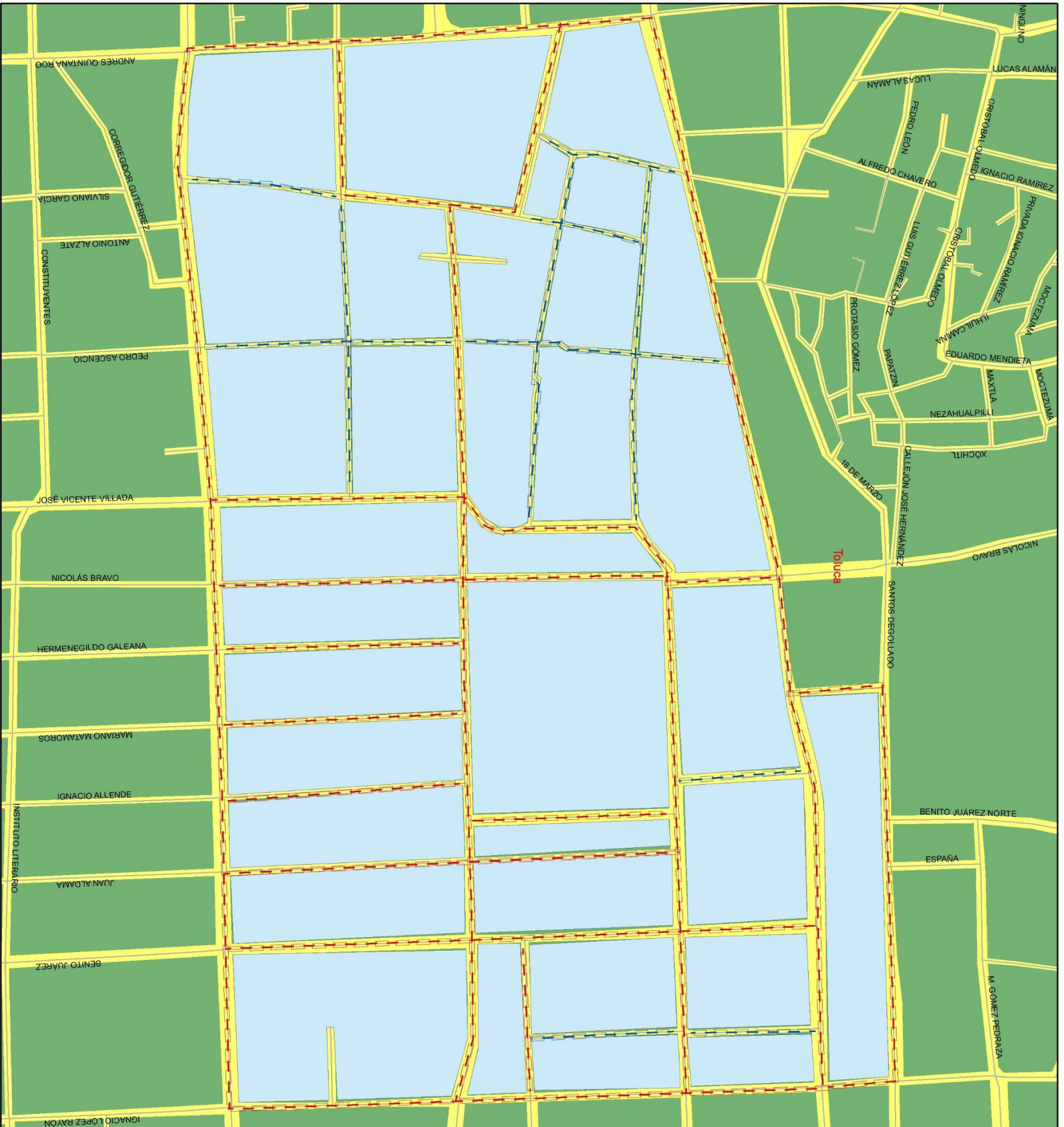
- EJE VIAL
- AREA_ESTUDIO_POLIGONO
- AGEB_URBANA
- MANZANAS
- MUNICIPAL
- ALUMBRADO PUBLICO SOLAR

DATUM WGRS84



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A DATOS DEL INEGI 2010

Mapa 4. Zonas para mantenimiento en la zona de estudio



ZONA CENTRO DE LA CIUDAD DE TOLUCA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL



PRESENTA:

ULYSSES ANDRÉ AGUILAR VARGAS

DIRECTOR:

L.P.L. FRANCISCO OCAÑA CHAVEZ

SIMBOLOGÍA BASE

- TRAZA URBANA
- AREA_ESTUDIO_POLIGONO
- MANZANAS
- TOLUCA
- ACTIVIDAD SOCIAL ALTA
- ACTIVIDAD SOCIAL MEDIA

DATUM WGRS84



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A DATOS DEL INEGI 2010