

MEDICIONES EN CAMPO

Con el objetivo de evaluar tecnologías con mejor desempeño de acuerdo a lo mostrado en la sección anterior se realizaron pruebas pilotos para verificar por medio de luxómetros y mediciones en el consumo eléctrico lo especificado de las tecnologías de iluminación de luz blanca. En la Figura 16 se muestran las pruebas realizadas con la tecnología de Aditivos metálicos de pulso de doble filamento las cuales dieron cumplimiento a la norma NOM-013.

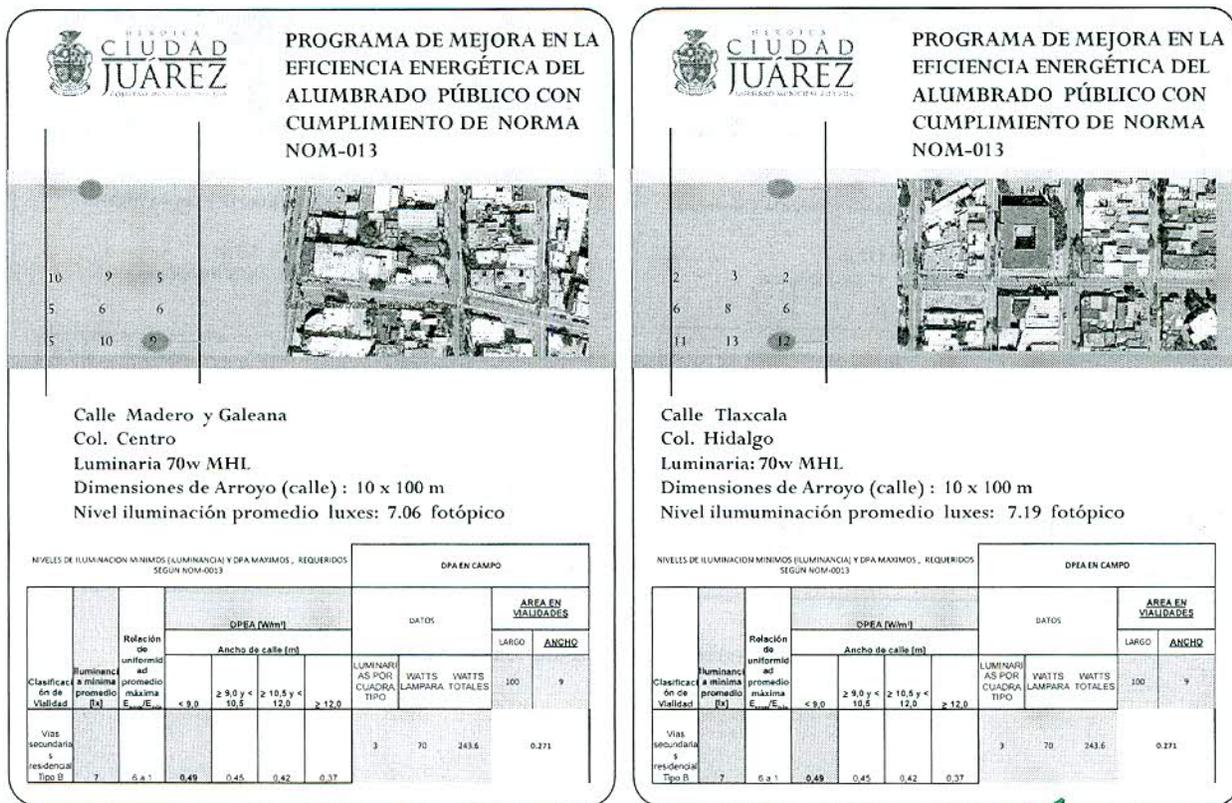


Figura 16. Pruebas realizadas con la tecnología de aditivos metálicos de doble filamento en campo.



GOBIERNO MUNICIPAL 2013-2016

De igual manera se realizaron pruebas con la tecnología de iluminación LED. En la Figura 17 se muestran las pruebas realizadas con la tecnología LED las cuales dieron cumplimiento a la norma NOM-013.

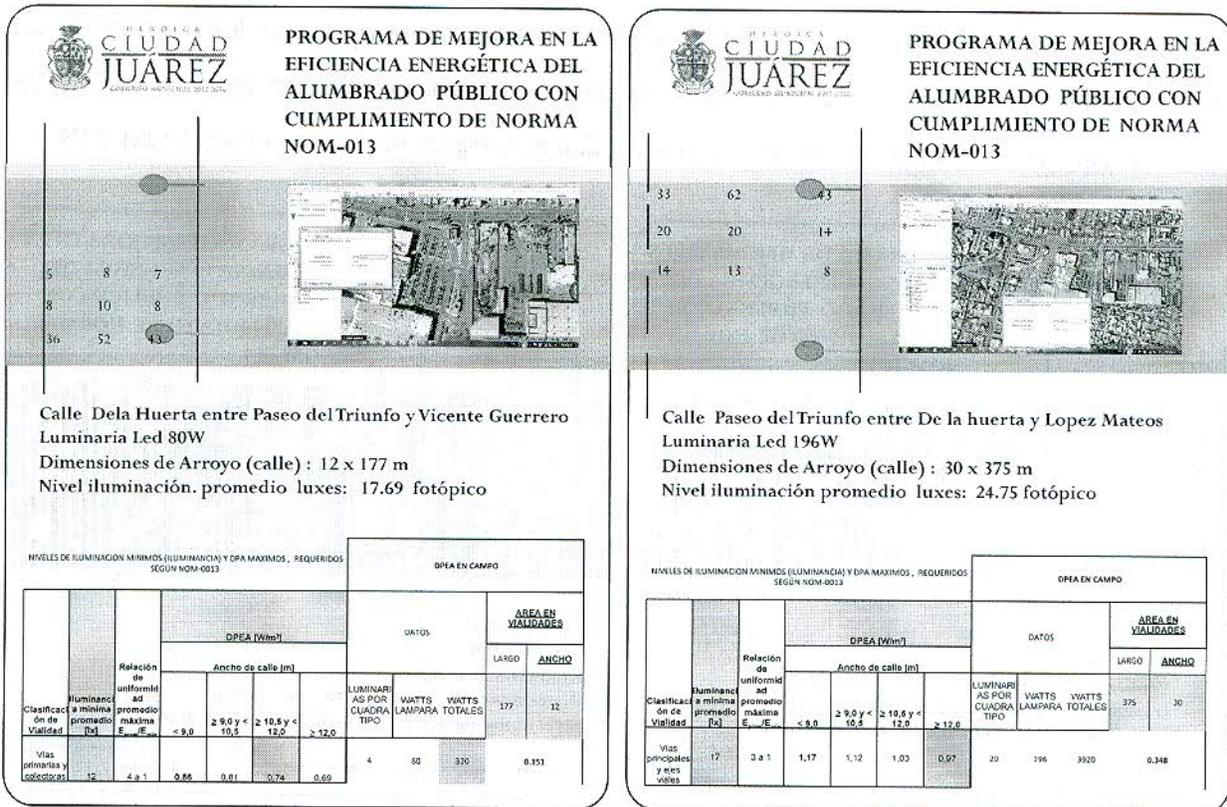


Figura 17. Pruebas realizadas con la tecnología LED en campo.

Normas Oficiales Mexicanas alumbrado público

Las Normas Oficiales Mexicanas en materia de alumbrado público utilizada como referencia en este proyecto son:

- NOM-013-ENER-2013 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 (LED) destinados a vialidades y áreas exteriores públicas. Especificaciones y métodos de pruebas
- NOM-058-SCFI-1999 Balastos para lámparas de descarga eléctrica en gas.
- NOM-064-SCFI-2000 Luminarios para uso en interiores y exteriores.

Adicionalmente se presentó un artículo técnico en el Congreso Internacional IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC) 2014 en San José, California en donde se plantea la estrategia de cambiar todo el sistema de alumbrado público a LED obteniendo los mayores ahorros energéticos, emisiones de CO₂e evitadas y con un gran impacto social; sin embargo el costo de la luminaria implica una inversión muy alta (Barraza et al., 2014).

TECNOLOGÍA DE ILUMINACIÓN PROPUESTA

De acuerdo con la información y comparación de las diversas tecnologías de iluminación, los nuevos parámetros de diseño de sistemas de alumbrado público se propone en este proyecto el uso de las luminarias de aditivos metálicos de pulso de doble filamento ya que es una tecnología madura que tiene las características técnicas adecuadas y una diferencia considerable en costo en comparación de las luminarias LED. En la Tabla 3 se muestra la propuesta de cambio de luminarias de vapor de sodio a alta presión (VSAP) a aditivos metálicos de pulso de doble filamento.

Tabla 3. Propuesta de cambio de tecnología de iluminación para el sistema de alumbrado público.

Cantidad	Potencia Existente	Potencia Propuesta	Descripción
12,361	100 W	70 W	Lámpara de 70 W, AM P 2F de y balastro electromagnético
8,875	100 W	70 W	Lámpara de 70 W, AM P 2F de y balastro electromagnético
11,765	100 W	100 W	Lámpara de 70 W, AM P 2F de y balastro electromagnético
27,075	150 W	100 W	Luminarias de 100 W, AM P 2F y balastro electromagnético
178	175 W	100 W	Luminarias de 100 W, AM P 2F y balastro electromagnético
15,538	250 W	150 W	Luminarias de 250 W, AM P 2F y balastro electromagnético
4,631	250 W	250 W	Lámpara de 150 W, AM P 2F de y balastro electromagnético
1,046	400 W	320 W	Lámpara de 320 W, AM P 2F de y balastro electromagnético
3,079	400 W	320 W	Lámpara de 320 W, AM P 2F de y balastro electromagnético
5	500 W	320 W	Lámpara de 320 W, AM P 2F de y balastro electromagnético
447	1000 W	575 W	Lámpara de 575 W, AM P 2F de y balastro electromagnético
85000	Total de puntos de luz		

GOBIERNO MUNICIPAL 2013-2016

El proyecto de sustitución de luminarias se propone realizarse en cuatro etapas como se muestra en las Figura 18 y 19.

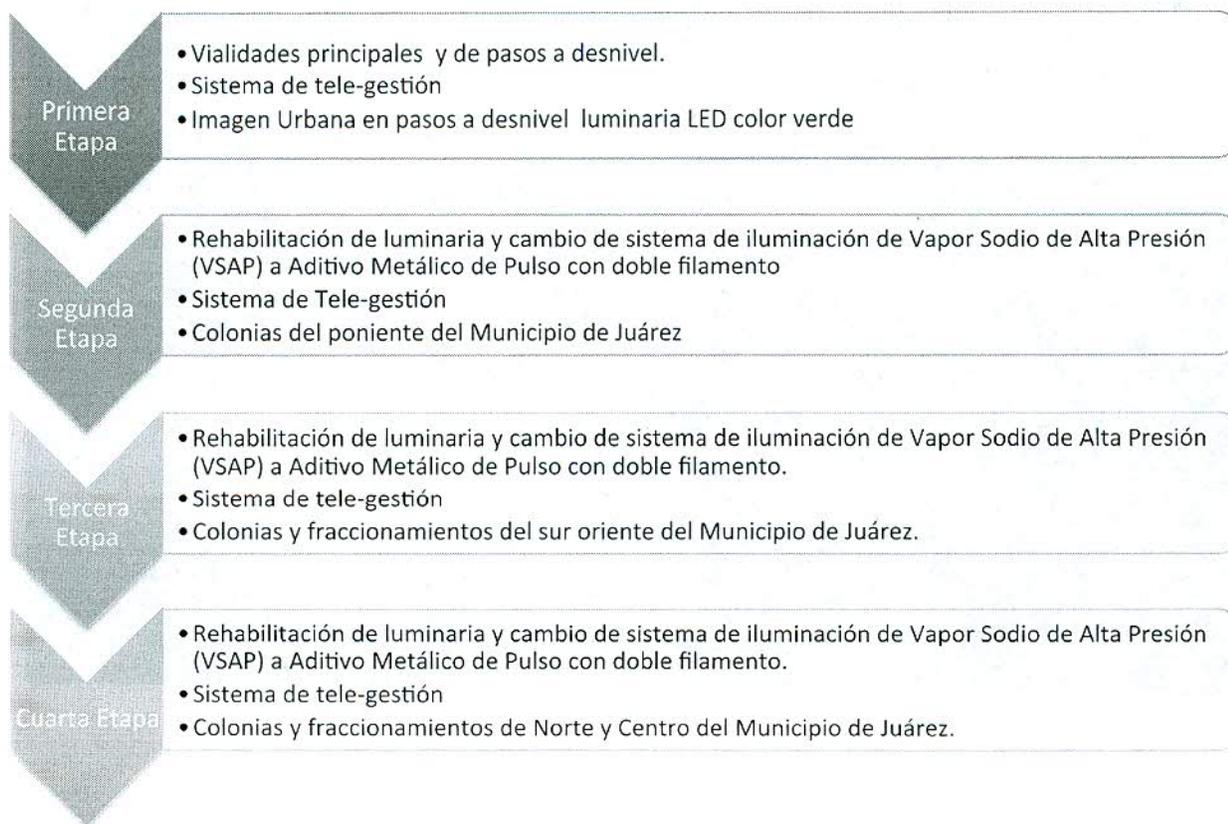


Figura 18. Etapas del proyecto de sustitución de tecnologías de iluminación del sistema de alumbrado público.

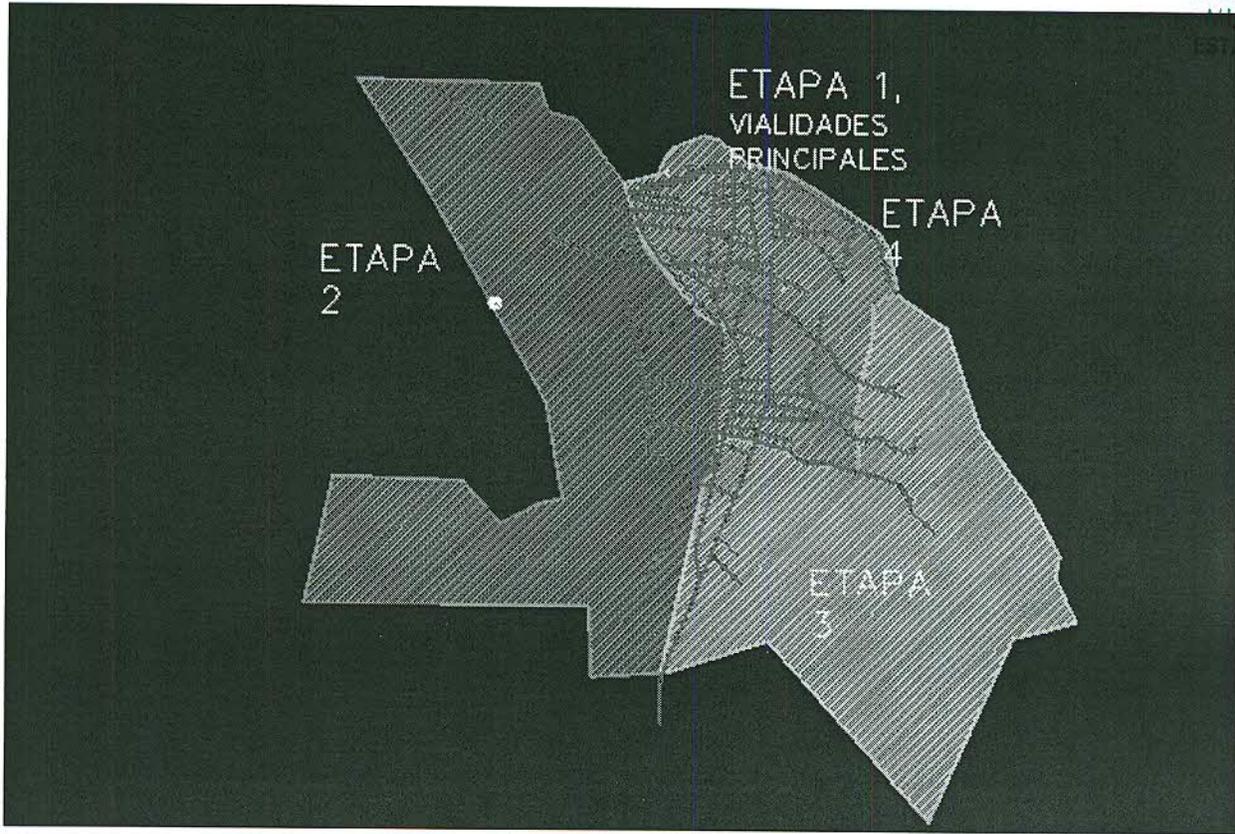


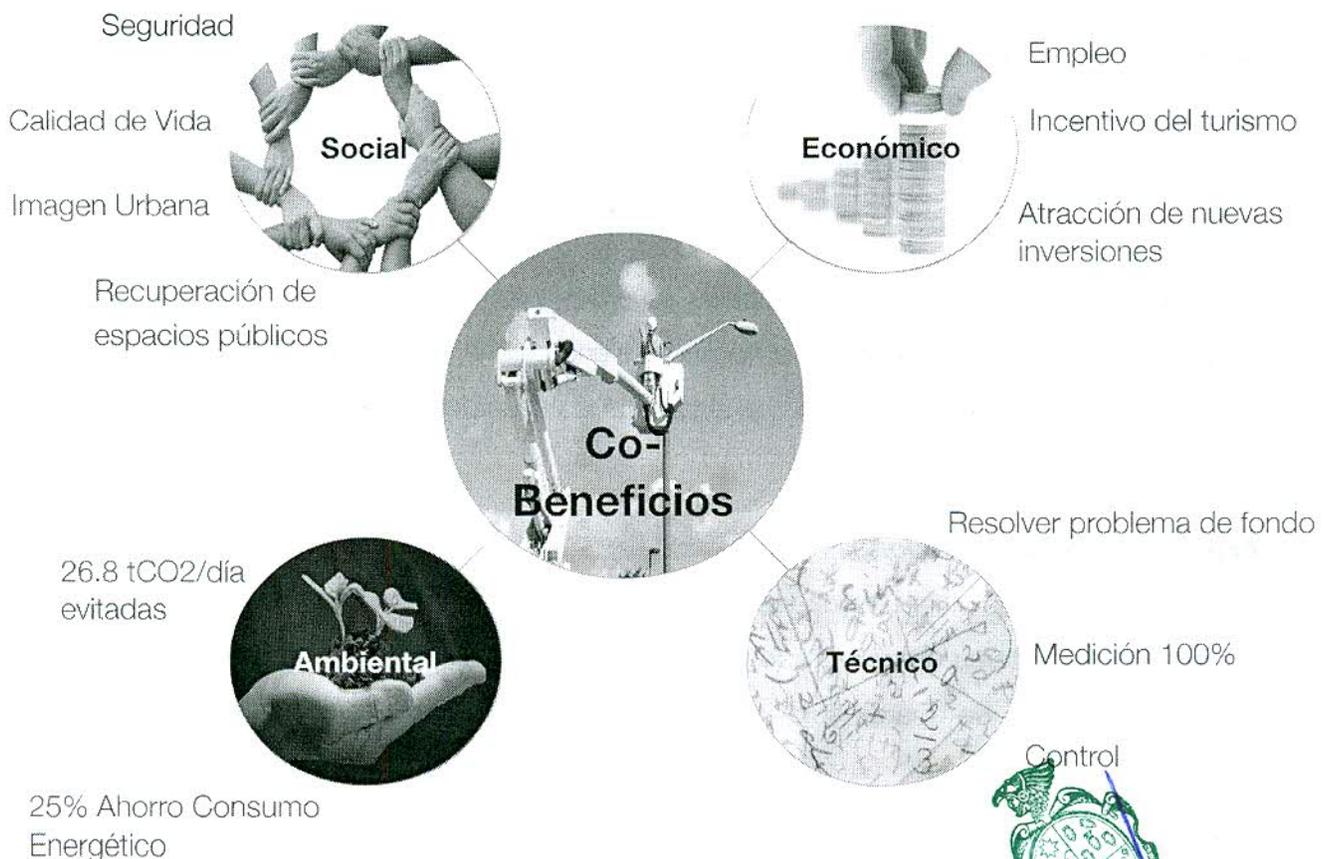
Figura 19. Mapa de las etapas del proyecto.

COAHUILA DE ZARAGOZA
ESTADO DE COAHUILA DE ZARAGOZA
ESTADO DE COAHUILA DE ZARAGOZA

MUNICIPAL
JUAREZ
CIUDAD

CO-BENEFICIOS DEL ALUMBRADO PÚBLICO

Adicionalmente a los beneficios que tiene el mejoramiento en la eficiencia del alumbrado público, existen co-beneficios, es decir, beneficios indirectos que no se cuantifican en un análisis de costo-beneficio pero que sin embargo son muy importantes ya que mejoran sustancialmente la rentabilidad del proyecto en lo técnico, ambiental, social y económico. A continuación se muestran algunos de los co-beneficios que se obtendrán con la implementación de la presente propuesta de mejoramiento en la eficiencia energética del sistema de alumbrado público.



SECRETARÍA
DEL H. AYUNTAMIENTO
COTEJADO

MESA TÉCNICA DE ALUMBRADO PÚBLICO

Una vez terminada la propuesta de mejoramiento en la eficiencia energética del sistema de alumbrado público del Municipio de Juárez se invitaron a universidades, colegios, cámaras con el objetivo de analizar la viabilidad técnica del **“Programa de Mejoramiento en la Eficiencia Energética del Sistema de Alumbrado Público de Ciudad Juárez, Chihuahua”**, basado en un marco multidisciplinario y multidimensional con fundamentos técnicos, ambientales y sociales que proporcione información técnica-científica confiable al gobierno local para la toma de decisiones y que a su vez enriqueciera el proyecto propuesto.

Se contó con la participación de participaron la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Tecnológico de Monterrey Campus Ciudad Juárez, Colegio de Ingenieros Mecánicos y Electricistas del Estado de Chihuahua, la Dirección de Alumbrado Público y Regidores del H. Cabildo de Ciudad Juárez.

A continuación se describen los principales acuerdos y recomendaciones a los que concluyó la mesa técnica. Adicionalmente en el Anexo 1 se encuentran las minutas de la reuniones de la mesa técnica de alumbrado público con el total de los acuerdos, recomendaciones y firmas de cada uno de los participantes.

Acuerdos y recomendaciones

- Desde el punto de vista técnico los integrantes de esta Mesa recomendamos fuertemente se cambie el sistema de alumbrado público “No-medido” a “Medido” al 100% con el fin de que el Municipio de Juárez sólo incurra en el costo de energía eléctrica que realmente consume.
- Desde el punto de vista técnico los integrantes de esta Mesa recomendamos fuertemente se cambie la tarifa 5-A de baja tensión a media tensión ya que esto representa un ahorro directo en la facturación de al menos un 16%.

Desde el punto de vista técnico los integrantes de esta Mesa recomendamos fuertemente se implemente un sistema de tele-gestión el cual permita geo-referenciar cada uno de los controles de los circuitos del sistema de alumbrado público para monitorear el consumo, detectar fallas en el sistema, robo de cable, conexión informal o ilegal (“colgados o diablitos”) al sistema de alumbrado público desde una sala de control.

- Desde el punto de vista técnico los integrantes de esta Mesa recomendamos se provea el equipamiento de grúas con canastilla, un mini-cargador con el propósito de hacer frente a los cientos de reportes recibidos diariamente por parte de la ciudadanía. Adicionalmente que el equipo que se encuentra actualmente es muy antiguo y de manera constante presenta fallas.
- Desde el punto de vista técnico los integrantes de esta Mesa recomendamos fuertemente se instalen en las luminarias que se encuentran en los postes de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) 30,000 brazos metálicos con el propósito de mejorar la iluminación y por ende la seguridad de la ciudadanía.
- Desde el punto de vista técnico los integrantes de esta Mesa recomendamos fuertemente, utilicen las tecnologías LED, Aditivos Metálicos de Doble Filamento y/o Aditivos Metálicos Ceramicados.
- Desde el punto de vista técnico los integrantes de esta Mesa recomendamos fuertemente, se cuiden mucho las garantías de los fabricantes y que solo selecciones fabricantes que cuenten con estudios de laboratorios independientes.
- Desde el punto de vista técnico los integrantes de esta Mesa recomendamos fuertemente, sólo se consideren los siguientes fabricantes de tecnologías de iluminación ya que cumplen con las Normas Oficiales Mexicanas además de contar con pruebas de laboratorios certificados independientes: General Electric, Philips, Cooper Lighting, Accuty Brands.

GOBIERNO MUNICIPAL 2013-2016

- Desde el punto de vista técnico los integrantes de esta Mesa recomendamos los siguientes escenarios para el sistema de alumbrado público: 1) 100% tecnología LED, 2) sistema híbrido con tecnología LED y aditivos metálicos y 3) el sistema de iluminación existente.
- Desde el punto de vista técnico los integrantes de esta Mesa recomendamos se consideren los cinco escenarios de mejoramiento del sistema de alumbrado público para la toma de decisiones.
- Desde el punto de vista técnico los integrantes de esta Mesa recomendamos que en las zonas donde no existen luminarias, se puedan utilizar las luminarias más nuevas de vapor de sodio de alta presión que se retiren o con aditivo metálico.
- La mesa técnica ofrece seguir participando en las siguientes etapas del proyecto.

IMPACTOS POSITIVOS A LA SALUD POR EFICIENCIA EN EL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO.

Introducción

La monetización de los casos de mortalidad prematura estimados en el presente estudio se realizó utilizando el valor estadístico de la vida (VEVo VSL en inglés) estimado a partir de un metanálisis de estudios de disponibilidad a pagar realizado en Estados Unidos de América (Kochi, 2006) que se ajustó para México utilizando la variable del ingreso nacional bruto per capita, método de disponibilidad a pagar (INE, 2008; INE, 2010).

Los impactos en la salud incluidos en el presente estudio son los asociados con la estimación de los casos de mortalidad prematura a causa de enfermedades cardiovasculares, por cáncer de pulmón y por enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (EPOC) en población mayor a 30 años para el año base 2010.

Adicionalmente, es importante mencionar que los estudios toxicológicos que analizan la plausibilidad biológica de los efectos de las partículas en la salud, evidencian los efectos en particular de las partículas finas y ultra finas en el desencadenamiento de mecanismos que afectan negativamente a las células, como la citotoxicidad por estrés oxidativo, generación de radicales libres de oxígeno, daño oxidativo del ADN, mutagenicidad, y la estimulación de factores pro-inflamatorios; tales efectos se deben principalmente a la diversa composición química de las partículas que les confieren las diferentes fuentes de emisión (Valavanidis et al., 2008).





Generalidades de las partículas suspendidas

Partículas suspendidas es el término general que describe a un grupo complejo de contaminantes que varían en composición y tamaño. Las partículas se consideran primarias cuando se liberan directamente al ambiente, y pueden ser de origen natural (volcanes, suelos, etc.) o antropogénico (vehículos, quema de biomasa, etc.). Las partículas secundarias son producidas por reacciones químicas en la atmósfera; por ejemplo, las partículas finas comúnmente se forman por reacciones atmosféricas a partir de óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno.

Para su estudio, las partículas se pueden dividir en tres fracciones de acuerdo con su tamaño: PM₁₀, partículas con un diámetro igual o menor a 10 micras (µm) conocidas también como fracción torácica; PM_{2.5}, partículas finas o fracción respiratoria con un diámetro igual o menor a 2.5µm y PM_{0.1}, partículas ultra-finas con un diámetro igual o menor a 0.1 µm. El tamaño de las partículas es de gran importancia, tanto en términos de su comportamiento en la atmósfera, como en términos de su potencial de penetración en las viviendas y en los órganos de los seres vivos. Así, mientras más pequeñas son las partículas, pueden penetrar más profundamente en las vías respiratorias, hasta llegar a los pulmones. Inclusive, la proporción de la superficie de contacto es mayor con respecto a su volumen, con lo que aumenta la probabilidad de que la partícula entre en contacto con el organismo, incrementando los riesgos de daño a tejidos y órganos (Rojas-Bracho et al., 2003). Además, estudios sugieren que las partículas PM_{2.5} tienen un efecto mayor en la salud humana debido principalmente a su composición, que puede ser más tóxica y se caracteriza principalmente por la presencia de sulfatos, nitratos, ácidos, metales y carbono negro; este último contaminante se origina en las diferentes categorías de fuentes de emisión que implican la quema incompleta de combustibles, y su presencia en las partículas incrementa considerablemente su toxicidad (Bont et al., 2004). Además, en comparación con las partículas más grandes, las PM_{2.5} poseen

una mayor área superficial (EC&HC, 2000), en la cual tienden a depositarse especies químicas dañinas para la salud humana, las cuales se distribuyen, dispersan y depositan con el viento.

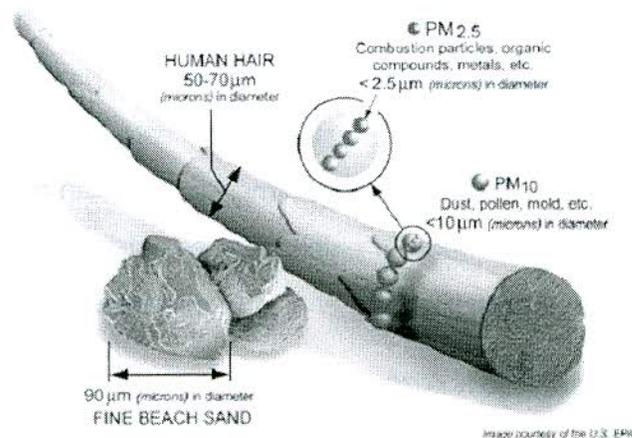


Figura 20. Las PM2.5 son entre 20 y 28 veces más pequeñas que el grosor de un cabello humano.

Impactos a la salud por material particulado PM_{2.5}

Existe evidencia muy robusta sobre los impactos negativos en la salud a corto y largo plazo de las PM en estudios epidemiológicos y toxicológicos en todo el mundo. Los efectos más documentados son la mortalidad y la hospitalización de pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), exacerbación de los síntomas y aumento de la necesidad de terapia en asmáticos, mortalidad y hospitalización de pacientes con enfermedades cardiovasculares, mortalidad y hospitalización de pacientes con diabetes mellitus, aumento del riesgo de infarto al miocardio, inflamación de los pulmones, inflamación sistémica, disfunción endotelial y vascular, desarrollo de aterosclerosis, aumento en la incidencia de infecciones y cáncer de pulmón.



En estudios de cohorte (Los estudios de cohorte consisten en el seguimiento de una o más cohortes de individuos sanos que presentan diferentes grados de exposición a un factor de riesgo en quienes se mide la aparición de la enfermedad o condición en estudio.) se han investigado los impactos en la salud asociados con la exposición prolongada a las partículas. Aún cuando en México no se cuenta con estudios de este tipo, existen dos estudios importantes de largo plazo en Estados Unidos de América, que han arrojado datos sobre el riesgo relativo asociado con la mortalidad por enfermedades cardiovasculares. Estos estudios son el de las Seis Ciudades (Six Cities) (Dockery et al., 1993) de la Universidad de Harvard.

En el estudio de las Seis Ciudades se analizó una cohorte prospectiva de más de 8 mil adultos durante aproximadamente 20 años, a partir de 1974, en seis ciudades del noreste de Estados Unidos, y se encontró una asociación robusta entre la exposición a las partículas y la mortalidad por cáncer pulmonar y por enfermedades cardiopulmonares, y la asociación más fuerte se encontró para las partículas finas.

Selección de la función exposición-respuesta (FER)

En este estudio se utilizaron las FER para $PM_{2.5}$ con el mayor sustento científico reportadas en la literatura internacional, que incluyen los impactos en la salud por la exposición a largo plazo a este contaminante de estudios epidemiológicos de cohorte realizados en los Estados Unidos. En la Tabla 4 se presentan los impactos en la salud que fueron evaluados en este estudio y los coeficientes de riesgo relativo con sus respectivos intervalos de confianza del 95 % (IC 95 %). Asimismo, se presentan los intervalos de edad de la población considerada para cada impacto y su referencia en la bibliografía.

Tabla 4. Impactos en la salud, intervalo de edad de la población, riesgos relativos y referencias.

Impactos a la Salud	Intervalo de edad de la población afectada (años)	Riesgo relativo (IC 95%) por 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{PM}_{2.5}$	Referencia bibliográfica
Mortalidad por enfermedades cardiovasculares	≥ 30	9% (3%–16%)	Seis ciudades (Dockery et al., 1993).

Redes de monitoreo de partículas suspendidas

El Sistema de Medición de la Calidad del Aire (SMCA) en Ciudad Juárez inició su operación en 1993 con equipos manuales para PM_{10} , apoyados por el Programa Ambiental Fronterizo y por el actual TCEQ (Texas Commission for Environmental Quality) antes TNRCC (Texas Natural Resources Conservation Commission), posterior al establecimiento de la Red Manual, en el año 1996, inicia operaciones la red automática.

Actualmente, el Sistema de Medición de Calidad del Aire está conformado por trece estaciones de muestreo y/o monitoreo. En cinco de estas estaciones se mide de forma continua ozono y monóxido de carbono, y disponen también de muestreadores de PM_{10} ; en el resto de las estaciones sólo se monitorea/muestra PM_{10} y/o $\text{PM}_{2.5}$. El SMCA es operado en forma conjunta por TCEQ y la Dirección de Ecología y Protección Civil del Municipio de Juárez.





Figura 21. Localización de redes de monitoreo de partículas suspendidas.

Diagnóstico general de la calidad de aire en Ciudad Juárez

De acuerdo con el análisis de la información reportada por la RMA (Red de monitoreo atmosférico) de Ciudad Juárez sobre el periodo de 2000 a 2009, los principales problemas con la calidad del aire en la ZM (Zona Metropolitana) de Juárez se relacionan con altas concentraciones de PM_{10} .

La figura 22 muestra los contaminantes que representan el principal problema en cada una de las estaciones para el año más reciente (2009) con información disponible. De la figura también se observa que en la región sur poniente hay una alta densidad de población, en donde también están ubicadas las estaciones Advance (ADV), Chihuahua (EPC) y Niñez-Mexicana (NIM), que tienen problemas con la calidad del aire a causa de las PM_{10} . Es el caso de las PM_{10} se utilizó para el análisis la información disponible proveniente de equipos manuales, en congruencia con los procedimientos usados por la Agencia de Protección Ambiental de

Estados Unidos (EPA) para evaluar el cumplimiento de las normas de la calidad del aire (Código Federal de Regulaciones -CFR 40- Partes 50, 53 y 58).

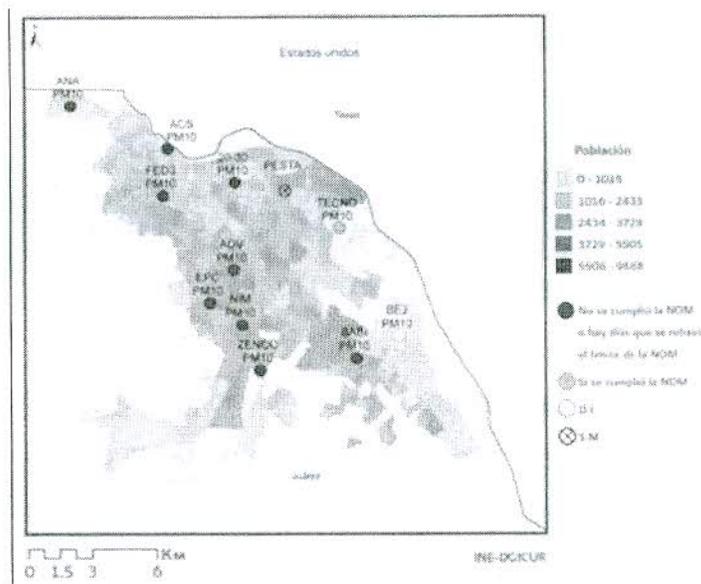


Figura 22. Principales problemas de la calidad del aire en 2009 y distribución de la población.

Los valores establecidos en la norma mexicana de partículas (NOM-025-SSA1-1993) están por arriba de las recomendaciones de la OMS, de Singapur, los de Estados Unidos y los de Japón. Cabe mencionar que la US-EPA a finales de 2012 actualizó el límite anual de las $PM_{2.5}$ de 15 a $12 \mu g/m^3$; sin embargo el límite de 24 h de $35 \mu g/m^3$ permanece igual.

El valor límite de 24 h en México es el más laxo con respecto a los valores de otros países, e incluso por arriba del límite de la India.



Impactos positivos a la salud humana por eficiencia energética en alumbrado público

Tabla 5. Ahorro energético derivado de la eficiencia energética en el alumbrado público de Ciudad Juárez.

Ahorro Energético (kWh/año)	Consumo Actual (kWh/año)	Consumo Propuesto (kWh/año)	Ahorro Energético (kWh/año)	Porcentaje (%)
ΔEE	86,108,884.00	64,390,737.00	21,718,147.00	25%

A continuación se muestra el cambio en la concentración de PM_{2.5} debido a la eficiencia energética en el alumbrado público, tomando en cuenta las tasas de emisión de PM_{2.5}, SO₂ y NO_x de las Termoeléctricas CFE CT Benito Juárez (Samalayuca I) a base de combustóleo y la CFE CCC Benito Juárez (Samalayuca II) a base de gas natural.

Tabla 6. Ahorro energético derivado de la eficiencia energética en el alumbrado público de Ciudad Juárez.

ΔC Total de PM_{2.5} (μg/m³) con un IC 95%		
Inferior	Media	Superior
3.01E-01	1.44E+00	6.38E+00

Tabla 7. Mortalidad por enfermedades cardiovasculares

Mortalidad por enfermedades cardiovasculares con un IC 95%		
Inferior	Media	Superior
3.10	9.31	16.55

GOBIERNO MUNICIPAL 2013-2016

Tabla 8. Beneficios a la salud en Millones de US dólares/por año

Monetización de los beneficios de la salud en la vida del proyecto		
Inferior	Media	Superior
USD 3.72	USD 11.17	USD 19.86

Como se puede observar en la Tabla 7 el número de casos **evitados por Mortalidad debido a enfermedades cardiovasculares sería de aproximadamente 56 casos evitados relacionados con enfermedades cardiovasculares** con un **impacto monetizado en beneficios a la salud de \$67.02 Millones de dólares en la vida total del proyecto.**

Los daños provocados por las emisiones de CO₂ a la atmósfera han sido estimados bajo una métrica llamada “El costo social del carbón”, la estimación mayormente aceptada es la realizada por la National Academy of Science en 2011, dicho costo se estimó en \$31.18 dólares/tCO₂, el ahorro de emisiones de CO₂ debido al proyecto tomando en cuenta las Plantas Termoeléctricas Samalayuca I y II es de 26,971.12 tCO₂/año. En la Tabla 9 se muestran los beneficios a la salud debido a la reducción de emisiones de CO₂ por la vida del proyecto.

Tabla 9. Beneficios totales a la salud Millones de US dólares/vida del proyecto.

Beneficios a la salud por reducción de tCO2		
Total de Emisiones	134,855.58 tCO2/vida proyecto	Total de Emisiones
Beneficios a la salud	4.2 Millones de dólares/vida del proyecto	Beneficios a la salud

Tabla 9. Beneficios totales a la salud Millones de US dólares/vida del proyecto.

Beneficios totales a la salud	
Beneficios totales a la salud	71.2 Millones de dólares/vida del proyecto





GOBIERNO MUNICIPAL 2013-2016

El impacto monetizado total de los beneficios a la salud son de \$71.2 Millones de dólares en la vida total del proyecto por el ahorro en material Particulado y emisiones de CO₂ a la atmósfera por la eficiencia energética en el Alumbrado público de Ciudad Juárez, Chihuahua.

LITERATURA CONSULTADA

- Alzubaidi, S. and P. K. Soori (2012). Study on energy efficient street lighting system design. Power Engineering and Optimization Conference (PEDCO) Melaka, Malaysia, 2012 IEEE International, Melaka, PEDCO.
- Atkins, S. (1991) The Influence of Street Lighting on Crime and Fear of Crime. 67
- Bahadur, A. V. and T. Tanner (2014). "Policy climates and climate policies: Analysing the politics of building urban climate change resilience." Urban Climate 7: 20-32.
- Barraza, R., et al. (2014). LED street lighting as a strategy for climate change mitigation at local government level. Global Humanitarian Technology Conference (GHTC), 2014 IEEE.
- Bulkeley, H. (2010). "Cities and the Governing of Climate Change." Annual Review of Environment and Resources 35(1): 229-253.
- Bulkeley, H. and V. Castán Broto (2013). "Government by experiment? Global cities and the governing of climate change." Transactions of the Institute of British Geographers 38(3): 361-375.
- Burgos-Payan, M., et al. (2012). Improving the energy efficiency of street lighting. A case in the South of Spain. European Energy Market (EEM), 2012 9th International Conference on the, Florence, EEM.
- CFE (2014). "Tarifa 5-A (2013 - 2014)." 2014, from app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/Tarifas_industria.asp?Tarifa=5A&Anio=2014&mes=12.
- CONUEE (2010). Proyecto Nacional de Eficiencia Energética en Alumbrado Público Municipal. México, Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía: 24.
- Dirección de Alumbrado Público (2012). Plano Censo Alumbrado Público. Ciudad Juárez, Chihuahua, México: Archivo CAD.
- Dirección de Alumbrado Público (2012). Resumen de Luminarias Instaladas en el Municipio de Juárez Alumbrado Público. D. d. A. Público. Ciudad Juárez, Chihuahua, México: 1.
- DOF (2009). Programa Especial de Cambio Climático (PEEC) 2009-2012. C. I. d. C. Climático. México, DOF: 118.
- Farrington, D. P. and B. C. Welsh (2002). Effects of improved street lighting on crime: a systematic review. London, Home Office Research Studies: 60.
- Galindo Luis Miguel (2009). La Economía del Cambio Climático de México - Síntesis. SEMARNAT: 81.
- Hartley, D., et al. (2009). Life Cycle Assessment of Streetlight Technologies. Pittsburgh, PA, University of Pittsburgh: 72.
- IMIP (2010). Atlas de Riesgos de Cd. Juárez, Chihuahua Actualización 2010. Ciudad Juárez, Chihuahua, México, Secretaría de Desarrollo Social: 557.



- IMIP (2013). Radiografía Socioeconómica del Municipio de Juárez 2012. Ciudad Juárez, Chihuahua, México, Instituto Municipal de Investigación y Planeación: 166.
- IMIP (2014). AGEBs 2010, Colonias, Parques, Polígonos de Pobreza, Traza Urbana, Vialidades y Vialidades Principales. Ciudad Juárez, Chihuahua, México, IMIP: Archivos SHP.
- IMIP (2014). Densidad (Hab/ha), Niveles de Bienestar, Distribución de Vulnerabilidad por AGEBs, Síntesis de Muertes Violentas y/o Accidentales 2007. Ciudad Juárez, Chihuahua, México, IMIP: Archivos SHP.
- IMIP and CONAPRA (2011). Diagnóstico Espacial de Incidencia Delictiva en Ciudad Juárez 2010. Ciudad Juárez, Chihuahua, México, Instituto Municipal de Investigación y Planeación Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes: 146.
- IPCC (2013). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC.
- IPCC (2013). Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. UK, Cambridge: 28.
- Kate Painter, N. T. (1999). Surveillance of Public Space: CCTV, Street Lighting and Crime Prevention, Criminal Justice Press.
- Kettle, N. P., et al. (2014). "Integrating scientific and local knowledge to inform risk-based management approaches for climate adaptation." Climate Risk Management.
- Knights, A. M., et al. (2014). "A step-wise process of decision-making under uncertainty when implementing environmental policy." Environmental Science & Policy 39: 56-64.
- Kolstad C., K. U., J. Broome, A. Bruvoll, M. Cariño Olvera, D. Fullerton, C. Gollier, W.M. Hanemann, R. Hassan, F. Jotzo, M.R. Khan, L. Meyer, and L. Mundaca (2014). Social, Economic and Ethical Concepts and Methods. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. R. P.-M. Edenhofer O., Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press: 130.
- Lukman, R. and D. Krajnc (2011). Environmental impact assessment of two different streetlight technologies. Proceedings of the 3rd International CEMEPE & SECOTOX Conference, Skiathos.
- Nursey-Bray, M. J., et al. (2014). "Science into policy? Discourse, coastal management and knowledge." Environmental Science & Policy 38: 107-119.
- Público, D. d. A. (2014). Resumen de Consumo y Facturación de Biogas de Juárez S.A. de C.V. Ciudad Juárez, Chihuahua, Dirección de Alumbrado Público.

Público, D. d. A. (2014). Resumén de Consumos y Facturación de la CFE por tarifa 5A de Alumbrado Público. Ciudad Juárez, Chihuahua, México, Dirección de Alumbrado Público.

Ramirez, A. (2013). "Evaluación profesional de los Sistemas de Alumbrado Público Eficiente." 2014, from www.iluminet.com/evaluacion-profesional-alumbrado-publico-eficiente/.

Senatla, M., et al. (2013). Marginal Abatement Cost Curves: Mitigation Decision Support Tools. South Africa, Mitigation Action Plans & Scenarios (MAPS): 16.

Varadi, A. S., et al. (2011). Emerging electrical energy saving technologies and application for greenhouse gas emission abatement. Clean Electrical Power (ICCEP), 2011 International Conference on, Ischia, ICCEP.





ANEXO 1: MINUTAS DE ACUERDOS DE LA MESA TÉCNICA DE ALUMBRADO PÚBLICO

	ANÁLISIS DE VIABILIDAD TÉCNICA DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO	HOJA	1 DE 3
		FECHA	11-DIC-2014
Minuta de Reunión de la Mesa Técnica de Alumbrado Público			

Fecha la sesión	Hora de inicio/hora de terminación	Lugar de la sesión
11/12/2012	10:00-12:30	Sala Juntas del CEPIA.

Objetivo de la sesión

El objetivo de la reunión fue analizar la viabilidad técnica del "Programa de Mejoramiento en la Eficiencia Energética del Sistema de Alumbrado Público de Ciudad Juárez, Chihuahua", basado en un marco multidisciplinario y multidimensional con fundamentos técnicos, ambientales y sociales que proporcione información técnica-científica confiable al gobierno local para la toma de decisiones a través de una Mesa Técnica integrada por expertos para tal fin.

Descripción de la reunión

El Jueves 11 de diciembre del 2014 se realizó la reunión para la evaluación técnica del proyecto "Programa de Mejoramiento en la Eficiencia Energética del Sistema de Alumbrado Público de Ciudad Juárez, Chihuahua", en la cual participaron la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Tecnológico de Monterrey Campus Ciudad Juárez, Colegio de Ingenieros Mecánicos y Electricistas del Estado de Chihuahua, la Dirección de Alumbrado Público y Regidores del H. Cabildo de Ciudad Juárez.

Orden del día

Id. del asunto	Nombre corto del asunto
1	Presentación del "Programa de Mejoramiento en la Eficiencia Energética del Sistema de Alumbrado Público de Ciudad Juárez, Chihuahua", a la Mesa Técnica.
2	Discusión de cada uno de los puntos técnicos en que se dividió el proyecto.
3	Aprobación en su caso de cada uno de los puntos técnicos en los que se dividió el proyecto.
4	Definir fecha de la próxima reunión para desahogar los puntos pendientes si es que hubiesen quedado algunos por tratar.

[Handwritten signatures]





ANÁLISIS DE VIABILIDAD TÉCNICA DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO

HOJA

2 DE 3

FECHA

11-DIC-2014

Minuta de Reunión de la Mesa Técnica de Alumbrado Público

PRESIDENTE
MUNICIPIO
ESTADO DE CHIHUAHUA

Acuerdos

No.	Tarea
1	Desde el punto de vista técnico los integrantes de esta Mesa recomendamos fuertemente se cambie el sistema de alumbrado público "No-medido" a "Medido" al 100% con el fin de que el Municipio de Juárez sólo incurra en el costo de energía eléctrica que realmente consume.
2	Desde el punto de vista técnico los integrantes de esta Mesa recomendamos fuertemente se cambie la tarifa 5-A de baja tensión a media tensión ya que esto representa un ahorro directo en la facturación de al menos un 16%.
3	Desde el punto de vista técnico los integrantes de esta Mesa recomendamos fuertemente se implemente un sistema de tele-gestión el cual permita geo-referenciar cada uno de los controles de los circuitos del sistema de alumbrado público para monitorear el consumo, detectar fallas en el sistema, robo de cable, conexión informal o ilegal ("colgados o diablitos") al sistema de alumbrado público desde una sala de control.
4	Desde el punto de vista técnico los integrantes de esta Mesa recomendamos se provea el equipamiento de grúas con canastilla, un mini-cargador con el propósito de hacer frente a los cientos de reportes recibidos diariamente por parte de la ciudadanía. Adicionalmente que el equipo que se encuentra actualmente es muy antiguo y de manera constante presenta fallas.
5	Desde el punto de vista técnico los integrantes de esta Mesa recomendamos fuertemente se instalen en las luminarias que se encuentran en los postes de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) 30,000 brazos metálicos con el propósito de mejorar la iluminación y por ende la seguridad de la ciudadanía.
6	Se acuerda que para el martes 16 de diciembre de 2014 se hará llegar a los integrantes de esta Mesa un documento técnico en extenso con la propuesta técnica del Gobierno Municipal que contenga toda la información detallada sobre este proyecto con el fin de enriquecerlo mediante observaciones o comentarios que lleven a una efectiva implementación al ser un proyecto colegiado para el bien de la sociedad juarense.
7	Se acuerda que en la siguiente reunión se discutirá el último punto pendiente referente a las tecnologías (ya que todos los puntos anteriores fueron acordados) de iluminación que representen la(s) mejor(es) opciones para la ciudad, buscando que se cumplan con los niveles de iluminación de acuerdo a la normativa existente, se mejore la percepción de luz de noche, así como se obtenga un ahorro en el consumo eléctrico debido a las nuevas tecnologías de iluminación en el mercado.
8	Se acuerda que la siguiente reunión de ésta Mesa Técnica será el jueves 18 de diciembre del 2014, en la sala de juntas de las oficinas del CEPIA, ubicado en Manuel Díaz H. y Henry Dunant, Zona Circuito Pronaf., de 10:00 a.m. a 12:00 p.m.



ANÁLISIS DE VIABILIDAD TÉCNICA DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO

Minuta de Reunión de la Mesa Técnica de Alumbrado Público

HOJA	3 DE 3
FECHA	11-DIC-2014

Sección de firmas

Nombre	Institución	Firma
Roberto Barraza García	ASESOR Externo	
Roberto Barraza Jordan	Consultor	
Gilberto Velazquez Angula	UACJ	
MARIA MERCADO	ITESM	
MARCELO MENA	ITESM	
GUILHERMO LARA RODRIGUEZ	CMIC - CIMECH	
GERARDO LÓPEZ FIERRO	ALUMBRADO PÚBLICO	
ENRIQUE J. FERNANDEZ G	CIMECH	
EDUARDO NÚÑEZ M.	D.V.I.E.S	



	ANÁLISIS DE VIABILIDAD TÉCNICA DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO	HOJA	1 DE 3
		FECHA	19-DIC-2014
Segunda Minuta de Reunión de la Mesa Técnica de Alumbrado Público		PRESIDENTE MUNICIPAL ESTADO	

Fecha la sesión	Hora de inicio/hora de terminación	Lugar de la sesión
19/12/2012	10:00-12:00	Sala Juntas del CEPIA.

Objetivo de la sesión

El objetivo de la reunión fue analizar la viabilidad técnica de las tecnologías de iluminación para el "Programa de Mejoramiento en la Eficiencia Energética del Sistema de Alumbrado Público de Ciudad Juárez, Chihuahua", basado en un marco multidisciplinario y multidimensional con fundamentos técnicos, ambientales y sociales que proporcione información técnica-científica confiable al gobierno local para la toma de decisiones a través de una Mesa Técnica integrada por expertos para tal fin.

Descripción de la reunión

El Jueves 19 de diciembre del 2014 se realizó la reunión para la evaluación técnica de las tecnologías de iluminación para el "Programa de Mejoramiento en la Eficiencia Energética del Sistema de Alumbrado Público de Ciudad Juárez, Chihuahua", en la cual participaron la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Tecnológico de Monterrey Campus Ciudad Juárez, Colegio de Ingenieros Mecánicos y Electricistas del Estado de Chihuahua, la Dirección de Alumbrado Público y Regidores del H. Cabildo de Ciudad Juárez.

Orden del día

Id. del asunto	Nombre corto del asunto
1	Firma de la minuta de trabajo y acuerdos de la reunión anterior
2	Presentación de las tecnologías de iluminación propuestas
2	Discusión de cada una de las tecnologías de iluminación que representen la mejor opción para la ciudad basados en fundamentos técnicos, ambientales y sociales.
3	Aprobación en su caso de la(s) tecnología(s) de iluminación para el proyecto.



ANÁLISIS DE VIABILIDAD TÉCNICA DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO

HOJA	2 DE 4
FECHA	19-DIC-2014

Segunda Minuta de Reunión de la Mesa Técnica de Alumbrado Público

Acuerdos

No.	Tarea
1	Desde el punto de vista técnico los integrantes de esta Mesa recomendamos fuertemente, se utilicen las mezcla de tecnologías LED y de aditivos metálicos de pulso de doble filamento.
2	Desde el punto de vista técnico los integrantes de esta Mesa recomendamos fuertemente, utilicen la tecnología LED en avenidas principales y el resto de la ciudad aditivos metálicos de doble filamento.
3	Desde el punto de vista técnico los integrantes de esta Mesa recomendamos fuertemente, re realice una matriz de la comparación de las tecnologías de iluminación seleccionadas.
4	Desde el punto de vista técnico los integrantes de esta Mesa recomendamos fuertemente, que se incluya la disposición final de las luminarias reemplazadas y su costo.
5	Se acuerda darle la palabra al Ing. Guillermo Lara Rodríguez sobre su punto de vista de cambio de luminarias de toda la ciudad a LED.
6	Se solicita Ing. Guillermo Lara Rodríguez se envié todos los miembros de la mesa los archivos que el tiene sobre sus análisis, así como recomendaciones escritas, esto para que todos tengamos noción de lo que se esta hablando .
7	Se acuerda que todas las recomendaciones de la mesa se incluyan en el documento en extenso para ser el producto de entrega de esta primera etapa de la mesa técnica.
8	Desde el punto de vista técnico los integrantes de esta Mesa recomendamos fuertemente, se cuiden mucho las garantías de los fabricantes y que solo selecciones fabricantes que cuenten con estudios de laboratorios independientes.



SECRETARIA
DEL H. AYUNTAMIENTO
COTEJADO

