

DOCUMENTO DE EVALUACIÓN DE POLÍTICAS N° 001-2017

Evaluación Ex Post del Impacto de la Supervisión del Servicio de Alumbrado Público en el Perú



Bernardo Monteagudo 222, Magdalena del Mar
Lima – Perú

www.Osinergmin.gob.pe

Gerencia de Políticas y Análisis Económico

Teléfono: 219-3400 Anexo 1057

http://www.Osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/acerca_Osinergmin/estudios_economicos/oficina-estudios-economicos

Índice

Prologo 3

Introducción 4

El Servicio de Alumbrado Público..... 5

Proceso de Supervisión de Alumbrado Público 6

Marco Metodológico..... 9

Estimación del Impacto 10

Conclusiones 12

Anexo N° 1: Valorización Contingente 14

Referencias..... 18

Prologo

El Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería - Osinergmin, como una institución cuya visión es ser un regulador de clase mundial, busca crear valor y bienestar para la sociedad en su conjunto, tomando como referencia las mejores prácticas internacionales recomendadas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y cumpliendo los principios de calidad regulatoria. En ese contexto, reconoce la importancia de implementar buenas prácticas de transparencia y rendición de cuentas como un medio necesario para mantener la confianza de sus grupos de interés y para garantizar los resultados deseados ya que las empresas y los ciudadanos esperan que Osinergmin logre sus objetivos y cumpla sus funciones haciendo el mejor uso de los recursos que dispone con integridad y objetividad.

Además del principio de rendición de cuentas (*accountability*), Osinergmin considera para el cumplimiento de sus funciones el concepto de costo/efectividad, cuyo objetivo está orientado a garantizar la obtención de los mejores resultados posibles con los recursos que dispone. En este sentido, como parte de sus actividades asociadas a la gestión del conocimiento dentro de Osinergmin y en cumplimiento de sus funciones, la Gerencia de Políticas y Análisis Económico está realizando especiales que cuantifican el impacto *ex post* de las actividades de supervisión y fiscalización que realiza Osinergmin a las empresas reguladas. Esta evaluación se basa en los principios de independencia y "*accountability*", los cuales son necesarios para garantizar que la regulación sea justa, necesaria y efectiva. Así, la evaluación *ex post* de las regulaciones existentes es importante para garantizar la eficacia y eficiencia de las medidas ejecutadas, a fin de evaluar hasta qué punto dichas actividades cumplen con las metas para las que fueron diseñadas.

La identificación de todos los costos y beneficios derivados de la ejecución de la política de supervisión contribuyen a mostrar que las funciones que realiza Osinergmin tienen una repercusión positiva en el bienestar de la población, a través de una mejora en la calidad y confiabilidad del suministro eléctrico y la prevención de accidentes. En este documento mostramos los resultados de la evaluación de la política de supervisión del cumplimiento de las normas de alumbrado público, un servicio que resulta indispensable para que la ciudadanía tenga mejores condiciones de seguridad pública. Esta política fue el resultado de una evaluación costo-beneficio *ex ante* realizada por Osinergmin en el año 2004,¹ con el objeto mejorar el procedimiento de supervisión y fiscalización de este servicio público.

Ing. Jesús Tamayo Pacheco
Presidente del Consejo Directivo

¹ Dammert, Gallardo y Quiso (2004).

Introducción²

El servicio de alumbrado público genera diversos beneficios para la sociedad, entre los que se destacan las reducciones de los accidentes automovilísticos e índices de criminalidad y mejoras en el paisaje urbanístico e inclusión social (Willis et al., 2005). En tal sentido, la provisión continua y eficiente de este servicio genera impactos positivos para el bienestar de la sociedad.

Hasta el año 2003, el servicio de alumbrado público registró una alta incidencia de deficiencias en la calidad del servicio de alumbrado público provista para las empresas de distribución eléctrica. Entre las principales causas que generaban estos problemas se identificaron la naturaleza reactiva de los instrumentos de disuasión, así como la discrecionalidad respecto al tamaño y proceso de selección de las unidades de alumbrado público supervisadas, lo cual generaba un marco propicio para comportamientos oportunistas (Murillo, 2007).

Por tal motivo, el Organismo Supervisión de la Inversión en Energía y Minería (en adelante Osinergmin) modificó el enfoque de supervisión, orientando sus esfuerzos hacia un enfoque por resultados y adoptando instrumentos estadísticos y económicos para la imposición de incentivos que disuadan a las empresas operadoras de los incumplimientos normativos.

En el presente documento se presentará la estimación del impacto económico que habría generado la modificación del esquema de supervisión y fiscalización del servicio de alumbrado público en el Perú en los últimos años. En la primera sección, se presentará una descripción de las características del servicio analizado. En la segunda sección, se realiza un diagnóstico respecto a la situación previa a la modificación del proceso de supervisión; asimismo, se detalla el proceso de supervisión y fiscalización implementado, identificando los instrumentos económicos adoptados. En la siguiente sección, se presenta la metodología utilizada para la determinación del impacto económico, así como los principales resultados respecto al análisis costos beneficio. Finalmente, en la última sección, se presentan recomendaciones de políticas de carácter transversal que identifiquen los requerimientos mínimos necesarios para la implementación de políticas de supervisión y fiscalización disuasivas.

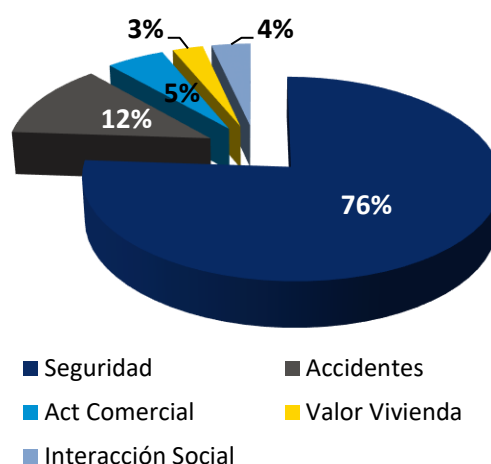
² Esta evaluación ha sido presentada en Tamayo, Salvador, Vásquez y Vílches (2016) (editores), Capítulo 8.

El Servicio de Alumbrado Público

El servicio de alumbrado público consiste en la prestación del servicio eléctrico en aquellos espacios considerados de libre circulación, como parques, avenidas, plazas, entre otros. De acuerdo a lo señalado por Willis et al. (2005), la provisión de este servicio genera múltiples beneficios para la sociedad, entre los que se destacan las reducciones de los accidentes automovilísticos e índices de criminalidad, mejoras en el paisaje urbanístico e inclusión social, así como la expansión de la jornada laboral debido a que facilita una visibilidad adecuada en las calles y vías durante el horario nocturno.

De acuerdo con la Encuesta Residencial de Usos y Consumo de Energía (en adelante ERCUE), se estima que el 76% de los hogares considera que el principal beneficio derivado de la provisión del servicio de alumbrado público ha sido la seguridad, el 12% priorizó la disminución de los accidentes de tránsito, mientras que el 5% manifestó que este servicio posibilita la realización de actividades comerciales (Ver **Gráfico N° 1**).

Gráfico N° 1:
Principales beneficios del Servicio de Alumbrado Público



Fuente: ERCUE-2016. Elaboración: GPAE-Osinergmin

Por otra parte, desde el punto de vista económico, el servicio de alumbrado público es considerado un bien público debido a i) la imposibilidad de restringir sus beneficios hacia el resto de individuos³ y ii) el consumo de este servicio no reduce ni imposibilita el uso simultáneo por parte de otros agentes.⁴ Asimismo, según lo señalado por Murillo (2007), la provisión de este servicio posee características de monopolio natural debido a la presencia de las economías

³ Característica de no exclusión.

⁴ Característica de no rivalidad.

de alcance derivadas de la prestación conjunta del servicio eléctrico y del servicio de alumbrado público.⁵

Estas particularidades generarían que en este mercado no se alcance la provisión óptima del servicio en términos sociales, es decir, que se registre una escasez o un exceso del nivel de servicio ofrecido respecto al nivel óptimo.⁶ Esta falla de mercado justifica la intervención del Estado con el objetivo de corregir las pérdidas de eficiencias sociales que se derivarían si este servicio fuese provisto por el libre mercado.

Proceso de Supervisión de Alumbrado Público

De acuerdo con lo establecido por la Ley de Concesiones Eléctricas (LCE),⁷ la provisión del servicio de alumbrado público es de responsabilidad de las empresas de distribución eléctrica, quienes reciben una compensación monetaria que es regulada por Osinergmin e incorporada en el recibo de electricidad.⁸ No obstante, Dammert et al. (2008) señala que en otros países esta responsabilidad recae en las municipalidades, las cuales incorporan en los arbitrios los costos inmersos en la provisión de este servicio.

Por otra parte, en el marco del reglamento general de las competencias de Osinergmin,⁹ se estableció que éste sería el encargado de la supervisión de la calidad y continuidad del servicio de alumbrado público en el país. Estas competencias permiten que Osinergmin diseñe e implementen estrategias de supervisión y fiscalización en cumplimiento de sus funciones.

Durante el periodo 2001-2003, Murillo (2007) señala que la fiscalización del servicio de alumbrado público consistía en que el concesionario de distribución eléctrica subsane solo las infracciones detectadas en los procesos de supervisión, incentivando un comportamiento reactivo y generando un limitado impacto social. El autor también identifica que otro de los factores que contribuía a esta problemática estaba vinculado al limitado impacto disuasivo de los instrumentos de incentivos utilizados por el Osinergmin debido a que las empresas no adoptaban acciones preventivas ni tampoco existían límites aceptables para monitorear el desempeño de las empresas concesionarias.

⁵ Las economías de alcance se definen como aquel escenario en el cual el costo medio de suministrar conjuntamente dos o más bienes y/o servicios por una sola firma es menor al costo medio de suministrarlos por firmas independientes.

⁶ Dammert et al. (2008).

⁷ Decreto Ley N° 25844 (Ley de Concesiones Eléctricas).

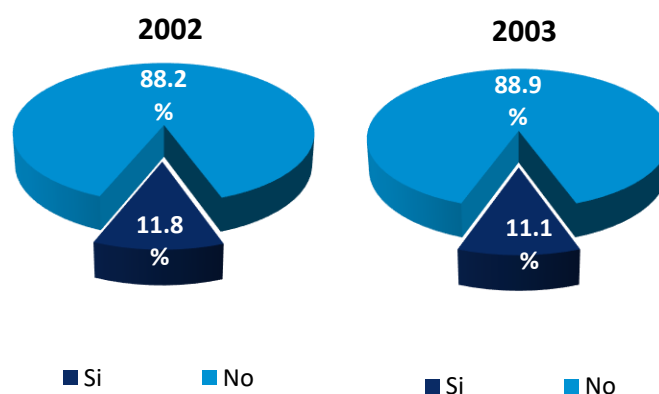
⁸ La determinación de estos cargos se realizan en el marco de la fijación del Valor Agregado de Distribución (VAD).

⁹ Ley N° 26734 (Ley de creación del Osinerg) y Decreto Supremo N° 054-2001-PCM y sus modificatorias.

En esta línea, el trabajo de Dammert et al. (2004) realizan un diagnóstico de la problemática de los procedimientos de supervisión de la calidad del sector eléctrico, evaluando de forma cualitativa los costos y beneficios de modificar estos procedimientos e identifican ocho líneas de acción orientadas a modificar el diseño del proceso de supervisión de alumbrado público vigente: (i) cambio en el énfasis de la fiscalización, orientado a la adopción de un enfoque por resultados, (ii) procedimientos claros e indicadores predeterminados, orientada a reducir la discrecionalidad de los supervisores e incertidumbre de los administrados, (iii) uso de instrumentos de sanción progresivos, (iv) concepción económica de la supervisión, orientada a contextualizar a las infracciones como decisiones económicas racionales, (v) uso adecuado de las estadísticas, orientado a reducir las inconsistencias de los indicadores de supervisión y generar un impacto disuasivo durante el proceso de selección de la muestra,¹⁰ (vi) consistencia del esquema de multas entre las distintas áreas, (vii) mayor efectividad de la aplicación del esquema de supervisión, y (viii) disponibilidad de instrumentos de disuasión.

La limitada forma de fiscalización del servicio de alumbrado hasta el año 2003 derivó en que alrededor del 12% de las unidades de alumbrado público (en adelante UAP) registren deficiencias vinculadas a la inoperatividad de las lámparas, pastorales rotos o mal orientados, la falta de UAP o soporte inexistente e interferencias de follaje en el haz luminoso, generando zonas oscuras en las vías públicas (Ver **Gráfico N° 2**).

Gráfico N° 2:
Porcentaje de deficiencias de las Unidades de Alumbrado Público (UAP)



Fuente: GSE-Osinergmin. Elaboración: GPAE-Osinergmin

No obstante, a partir de la implementación de la Resolución N° 192-2003-OS/CD¹¹ y sus posteriores modificatorias, Osinergmin transforma su enfoque de supervisión hacia una supervisión por resultados, orientando sus esfuerzo al monitoreo de indicadores de desempeño.

¹⁰ Vásquez y Gallardo (2006) abordan este tema para el caso del sector de hidrocarburos.

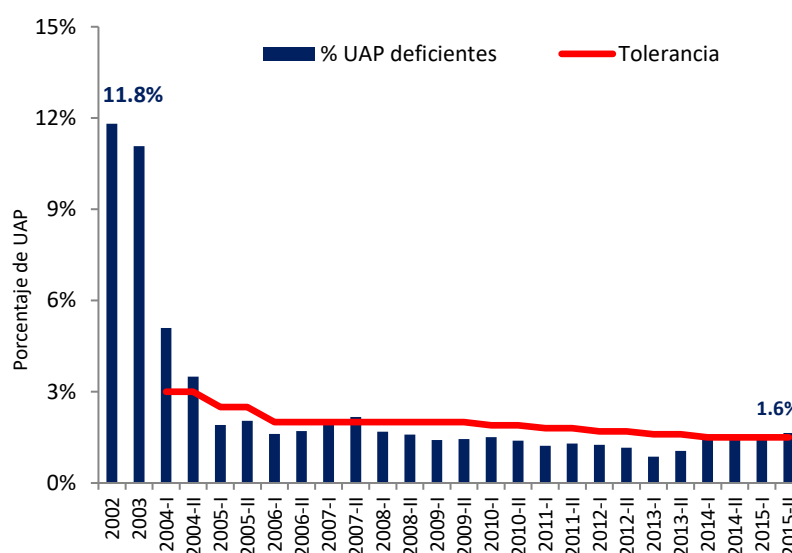
¹¹ Procedimiento N° 078-2007-OS/CD.

En este marco, Osinergmin adopta diversas herramientas económicas y estadísticas para seleccionar y determinar el número mínimo de UAP necesarias para generar un impacto disuasivo y obtener estimaciones confiables respecto al universo de UAP deficientes. Cada semestre, se selecciona de forma aleatoria un número de Subestaciones de Distribución (SED)¹² por empresa concesionaria, de las cuales se supervisan a la totalidad de UAP que son abastecidas por las SED seleccionadas. El objetivo de esta etapa es obtener un estimador representativo del universo de UAP y, al mismo tiempo, minimizar la certeza por parte del concesionario con respecto a cuáles serán las UAP supervisadas en cada área de concesión.

Por otra parte, se establecieron niveles de tolerancias que han permitido monitorear el nivel de cumplimiento por parte de cada concesionario y establecer un marco de sanciones disuasivas que estarían en función al beneficio económico derivado del incumplimiento en la provisión de un servicio de alumbrado público de calidad.

La implementación de este proceso de supervisión y fiscalización ha permitido que el indicador de deficiencias típicas de las unidades de alumbrado público a nivel nacional (inoperatividad de las lámparas, pastorales rotos, entre otros) registre un cambio estructural significativo al pasar del 12% a aproximadamente el 1.5%, generado beneficios directos e indirectos para la sociedad (Ver **Gráfico N° 3**).

Gráfico N° 3:
Evolución de las deficiencias típicas en las unidades de alumbrado público



Fuente: GSE-DSE-Osinergmin. Elaboración: GPAE-Osinergmin.

¹² La Resolución N° 078-2007-OS/CD define a las subestaciones de distribución como el conjunto de instalaciones para transformación de la energía eléctrica que la recibe de una red de distribución primaria y la entrega a las instalaciones de alumbrado público.

Marco Metodológico

Con el objetivo de cuantificar los beneficios sociales derivados de la disminución de deficiencias en UAP atribuido al proceso de supervisión de Osinergmin, se utilizó, en una primera etapa, el método de valorización contingente, debido a su potencialidad para valorizar de forma directa¹³ los beneficios sociales de bienes y/o servicios que no poseen un mercado definido. De forma complementaria, se utilizó el resultado del estudio de Murillo (2007), el cual desarrolla un modelo de panel de efectos fijos que permite identificar la contribución del cambio normativo sobre la reducción del indicador de interés.

De acuerdo a lo señalado por Haab y McConnell (2002), el método de valorización contingente permite aproximar, a través del diseño de una encuesta orientada a generar un escenario contingente que contextualice las implicancias derivadas de la falta de provisión o disminución de la calidad del servicio y/o bien analizado, la verdadera disposición a pagar (en adelante *DAP*) del agente analizado. En base a la ERCUE y aplicando el enfoque de preguntas cerradas con intervalos de valorizaciones predefinidas,¹⁴ se estimó, por medio de una regresión por intervalo (ver Anexo 1 para más detalles), la disposición a pagar promedio mensual para evitar el corte en la provisión del servicio de alumbrado público a 10,254 hogares.

Por otra parte, el trabajo de investigación de Murillo (2007) permite identificar el impacto atribuible al cambio en el paradigma de supervisión de Osinergmin. El estudio realiza una estimación de efectos fijos a nivel de distribuidora eléctrica para el periodo 2002-2006. El autor incorpora en su estimación regresores, como el porcentaje de vías con alumbrado público, índice de multas, índice de denuncias, tarifas promedio y dos variables dummy que capturan el inicio de la aplicación de la normativa del procedimiento de supervisión y otra variable que identifica si la empresa es de propiedad privada o pública. El autor concluye que el procedimiento analizado habría permitido que el índice de deficiencias típicas en UAP disminuya en aproximadamente 10%.

Finalmente, con el objetivo de expresar el impacto de Osinergmin en términos de hogares beneficiados, se utilizó el ratio de cobertura de impacto promedio de cada UAP, el cual se estimó en cuatro hogares por cada UAP instalado, es decir, si en el 2009, el impacto generado por el proceso de supervisión de Osinergmin fue del 10% de UAP deficientes y considerando que el parque instalado de UAP fue de 1.3 millones, entonces, el impacto en términos de hogares beneficiados sería de aproximadamente 500 mil clientes residenciales.

¹³ A través de la aplicación de encuestas objetivas.

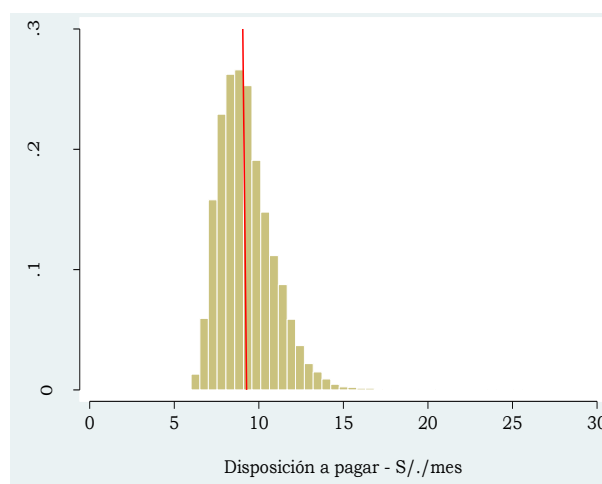
¹⁴ Enfoque conocido en la literatura de valorización contingente como *payment cards*.

Estimación del Impacto

De acuerdo con el marco metodológico señalado en la sección previa, el Gráfico N° 4 muestra la distribución de las estimaciones puntuales para el total de la muestra analizada, del cual se infiere que el promedio de la disposición a pagar mensual por concepto de alumbrado público sería de S/ 9.30 por hogar.

Por otra parte, para determinar el beneficio neto del agente representativo se descontará a la DAP el pago incorporado en la facturación por concepto de alumbrado público. La alícuota promedio ponderada atribuible al servicio de alumbrado eléctrico fue de S/ 4.14.¹⁵ En tal sentido, el excedente neto promedio mensual sería S/ 5.14 por agente.¹⁶

Gráfico N° 4:
Distribución de la disposición a pagar mensual por alumbrado público



Fuente: ERCUE 2016. Elaboración: GPAE-Osinergmin.

Finalmente, en el marco del análisis de impacto regulatorio¹⁷ (RIA, por sus siglas en inglés) propuesta por la Organización de Cooperación para el Desarrollo Económico (OCDE),¹⁸ la evaluación *ex post* de la política analizada representa la última etapa del proceso RIA. Esta etapa

¹⁵ Se utilizaron las alícuotas de las dos empresas de distribución eléctrica más grandes en el país: Luz del Sur y Edelnor.

¹⁶ Debido a la carencia de información asociada a la valorización del servicio de alumbrado público para todo el periodo temporal de análisis, se transformó el beneficio neto nominal de 2016 a valores reales de 2015 para cada año del periodo 2004-2015, utilizando para tal fin el índice de precios al consumidor registrado por el INEI.

¹⁷ Para mayores detalles sobre la aplicación del enfoque de análisis de impacto regulatorio aplicado en Osinergmin, véase Osinergmin (2016).

¹⁸ Véase para mayores detalles OCDE (2015).

involucra la identificación de todos los costos y beneficios derivados de la ejecución de la política y la rendición de cuentas respecto al cumplimiento de los objetivos propuestos, una vez aprobada la regulación.

En ese contexto, los costos sociales inmersos en el proceso de supervisión y fiscalización de alumbrado público están conformados por los presupuestos anuales vinculados a la ejecución del procedimiento de supervisión y por los costos marginales de los fondos públicos (Vásquez y Balistreri, 2010).¹⁹ Dahlby (2008) señala que el costo marginal de los fondos públicos aproxima las pérdidas de eficiencia social vinculadas a incrementos en los ingresos fiscales con el objetivo de financiar gastos del gobierno.

Cuadro N° 1
Evolución del impacto de la supervisión en alumbrado público

Año	Parque Instalado de UAP	Impacto UAP (en %) ^{\1}	Impacto Usuarios (millones)	Beneficio (millones US\$) ^{\2}	Costo Social (millones US\$) ^{\3}	Beneficio Neto (millones US\$ al 2015) ^{\4}	Ratio B/C
2004	979,525	7%	0.26	6.5	0.4	26.0	18.1
2005	1,021,196	9%	0.36	9.2	0.6	31.9	16.2
2006	1,159,086	9%	0.39	9.8	0.6	29.9	16.2
2007	1,209,435	9%	0.39	10.1	0.6	26.9	15.6
2008	1,243,064	9%	0.44	11.3	0.9	26.1	12.4
2009	1,322,570	10%	0.47	11.6	0.8	23.6	14.1
2010	1,354,136	10%	0.50	12.8	1.0	22.7	12.9
2011	1,425,058	10%	0.54	13.8	1.0	21.6	14.0
2012	1,473,065	10%	0.58	14.8	1.1	20.3	13.2
2013	1,552,330	10%	0.61	15.0	1.1	18.1	13.9
2014	1,628,210	10%	0.62	13.9	1.2	14.5	11.7
2015	1,701,253	10%	0.64	12.4	1.5	10.9	8.4
Total						272.4	14

Notas: ^{\1} Impacto atribuible a Osinergmin expresado en porcentaje de unidades de alumbrado público deficientes evitadas. ^{\2} Utilizando el tipo de cambio promedio venta del Banco Central de Reserva del Perú, se estimó el beneficio neto agregado. ^{\3} El costo social involucra el presupuesto de supervisión y el costo de los fondos públicos. ^{\4} Se utilizó una tasa social de descuento publicada por el Ministerio de Economía y Finanzas, 9% en soles, pero ajustada por inflación y devaluación equivalente al 14.01%, en dólares (mayores detalles véase Tamayo et al., 2014). Fuente: MEF, GSE-DSR-Osinergmin, ERCUE 2016. Elaboración: GPAE-Osinergmin.

¹⁹ Debido a la naturaleza de la política analizada, los costos de adaptación de las empresas supervisadas no forman parte de los costos sociales ya que los cargos tarifario que recibieron por concepto de alumbrado público financian un servicio continuo y de calidad.

El **Cuadro N° 1** muestra la evolución de los beneficios netos agregados atribuibles al efecto disuasivo del procedimiento de supervisión de alumbrado público de Osinerghmin. Durante el periodo comprendido entre los años 2004 y 2015, Osinerghmin habría generado un beneficio social equivalente a **US\$ 272.4 millones**, a valores de 2015. En términos relativos, el procedimiento de supervisión habría generado un ratio de beneficio-costo equivalente a 14.0, es decir, que por cada dólar destinado a financiar el procedimiento de supervisión del servicio de alumbrado público se habría generado dieciséis dólares de beneficio para la sociedad. Estos beneficios están vinculados a la mejora en la calidad del servicio de alumbrado público, generando impactos directos sobre la seguridad pública y accidentes automovilísticos.

Conclusiones

En base a la información disponible, se estimó que el beneficio neto atribuible a la modificación del procedimiento de supervisión y fiscalización del servicio de alumbrado público sería de US\$ 272.4 millones, a valores de 2015, generando un importante incremento en el bienestar de la sociedad.

Estos resultados evidencian la necesidad de adoptar procedimientos de supervisión, en los cuales se definan de forma clara y transparente los indicadores de monitoreo, las estrategias de supervisión y el diseño de mecanismos de incentivos que permitan disuadir los incumplimientos normativos por parte de los agentes supervisados.

Este enfoque de supervisión se enmarca en la formulación de políticas sistemáticas y coherentes, la cual incorpora el Análisis de Impacto Regulatorio fomentado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y que Osinerghmin recientemente ha adoptado. En este sentido, este Documento se encuentra en línea con lo recomendado por la OCDE en relación al cierre del ciclo de la gobernanza regulatoria a través de la realización de una sistemática evaluación ex post de las políticas regulatorias,²⁰ habiendo demostrado que el beneficio de la nueva política de supervisión y fiscalización del alumbrado público en el Perú,

²⁰ Véase para mayores detalles OCDE (2015), Capítulo 5. Como menciona la OCDE: “La evaluación de políticas se ha convertido en una práctica institucionalizada en el siglo XX y la política regulatoria no es la excepción. Sin embargo, la evaluación de regulaciones es principalmente hecha ex ante a través del Análisis de Impacto Regulatorio (RIA), mientras que la evaluación ex post permanece como la herramienta regulatoria menos desarrollada. Las prácticas de países específicos son esporádicas en este campo. No obstante, es posible obtener lecciones importantes de la aplicación de la evaluación ex post en un número de jurisdicciones que abren oportunidades promisorias para mejorar la calidad regulatoria...” (traducción propia). En este sentido, la evaluación ex post realizada en este Documento contribuye a cerrar esta brecha en el conocimiento sobre los impactos ex post de las políticas regulatorias identificada por la OCDE. Según tenemos entendido y luego de revisar la literatura especializada en el Perú, este Documento sería la primera evaluación ex post de una política regulatoria en el Perú que se ejecuta mediante la metodología propuesta por la OCDE. Este Documento permite, entonces, cerrar el ciclo de la buena gobernanza regulatoria para el procedimiento de supervisión y fiscalización del alumbrado público en el Perú.

implementada por Osinergmin, ha reportado US\$ 272.4 millones en beneficios netos a la sociedad.

Por otra parte, la agenda de investigación sobre el procedimiento de supervisión de alumbrado público vigente estaría vinculada a la factibilidad de reducir los umbrales de deficiencias a niveles cercanos a cero. Este objetivo podría alcanzarse diseñando mecanismos de incentivos que impulsen a la propia empresa concesionaria a que reduzca los indicadores de deficiencias, complementando el diseño actual de sanciones.

Anexo N° 1: Valorización Contingente

Es importante señalar que la **DAP** se aproximará a la variación equivalente si es que el escenario potencial implica una pérdida en el nivel de utilidad del agente analizado. El trabajo de Willis et al. (2005) formaliza este enunciado al definir la función de utilidad de un agente representativo por la siguiente expresión:

$$u^0 = v\left(\bar{p}, \bar{z}^0, \bar{y}\right), \quad [1]$$

donde u^0 representa el nivel de utilidad o satisfacción inicial del agente representativo, p representa el vector de precios de los bienes y/o servicios de una canasta básica, cuyo impacto es inversamente proporcional al nivel de utilidad, z^0 representa un indicador de calidad del servicio de alumbrado público y genera un impacto positivo al nivel de utilidad e y expresa el nivel de ingresos del agente representativo. Si el Estado ejecutase una política sectorial cuyo efecto secundario implicase una disminución del nivel del indicador z^0 hacia z^1 , donde $z^1 < z^0$, se generaría un nuevo estado de utilidad representado por u^1 :

$$u^1 = v(p, z^1, y) < u^0 = v(p, z^0, y). \quad [2]$$

El objetivo del método de valorización contingente, en este escenario, será determinar cuánto será la máxima disposición a pagar para que, sin haber ocurrido la política, el agente tenga una utilidad igual como si ésta hubiese ocurrido:

$$u^1 = v(p, z^1, y) = v(p, z^0, y - \text{DAP}). \quad [3]$$

Estimación y procedimiento declaración

Con el objetivo de estimar la valorización del servicio de alumbrado público a nivel nacional, se incorporó en la Encuesta Residencial de Consumos y Usos de Energía (en adelante ERCUE) una sección vinculada al método de valorización contingente, utilizando el enfoque de *payment card*, el cual consistente en proporcionar al encuestado rangos de valores predefinidos para que éste elija el intervalo que contenga su verdadera disposición a pagar (ver **Cuadro A.1**). Cabe señalar que Haab y McConnell (2002) identifican en la literatura cuatro alternativas de procedimientos de declaración que permiten estimar la **DAP**: (i) *Open Ended*, (ii) *bidding game*, (iii) *payment cards* y (iv) *dichotomous choice*.

Cuadro N° A.1

Rangos de valorizaciones del servicio de alumbrado público

¿Cuánto dinero estaría dispuesto a pagar mensualmente por asegurar que no le corten el alumbrado público en las noches?	
No quiere pagar	
De 1 a 10 soles al mes	
De 10 a 20 soles al mes	
De 20 a 50 soles al mes	
Más de 50 soles al mes	

Fuente: ERCUE 2016. Elaboración: GPAE-Osinerghmin

El procedimiento de preguntas aplicado en la ERCUE, asume la existencia de un modelo estructural subyacente a la disposición a pagar declarada. Si se asume una especificación lineal de la *DAP*:

$$DAP_i = \alpha + x_i' \beta + \varepsilon_i, \quad [4]$$

donde *DAP_i* representa la variable latente vinculada a la disposición a pagar, α es la constante del modelo, x es el vector de variables socioeconómicas del individuo i , β es el vector de estimadores de impacto asociados al vector de variables socioeconómicas y ε representa el error idiosincrático del modelo, entonces la probabilidad de que la verdadera *DAP* se encuentre entre el límite inferior (t_l) y límite superior (t_u) estará representada por la siguiente expresión:

$$P\{DAP_i \in [t_l, t_u]\} = P\{t_l \leq DAP_i \leq t_u\} \quad [5]$$

$$= P\{t_l \leq \alpha + x_i' \beta + \varepsilon_i \leq t_u\} \quad [6]$$

$$= P\{t_l - \alpha - x_i' \beta \leq \varepsilon_i \leq t_u - \alpha - x_i' \beta\} \quad [7]$$

$$= P\left\{z_{iu} = \frac{t_l - \alpha - x_i' \beta}{\sigma} \leq z_i \leq \frac{t_u - \alpha - x_i' \beta}{\sigma} = z_{il}\right\}. \quad [8]$$

Si el error sigue una distribución normal con media cero y varianza σ , $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma)$, entonces la variable z_i presentará una distribución normal estándar, $z_i \sim N(0, 1)$. Modificando la ecuación [8] a través de la diferencia de las funciones de distribución acumuladas de la normal estándar, se obtiene la siguiente expresión:

$$P\{DAP_i \in [t_l, t_u]\} = \Phi(z_{iu}) - \Phi(z_{il}) \quad [A.8.8 - 9]$$

$$P\{DAP_i \in [t_l, t_u]\} = \left[\int_{-\infty}^{\frac{t_u - \alpha - x'_i \beta}{\sigma}} \phi[z] dz \right] - \left[\int_{-\infty}^{\frac{t_l - \alpha - x'_i \beta}{\sigma}} \phi[z] dz \right], \quad [A.8.8 - 10]$$

donde $\phi[*]$ es una función de densidad de probabilidad de la distribución normal estándar.

De acuerdo a los intervalos de valores exhaustivos y mutuamente excluyentes presentados en el **Cuadro N° A.1**, se aplicó una generalización del proceso de estimación Tobit, conocida como *regresión por intervalos*. La disposición a pagar de cada individuo por el servicio de alumbrado público estará representada por la siguiente expresión:

$$DAP_i \begin{cases}] - \infty, 0] \\ [1, 10] \\]10, 20] \\]20, 50] \\]50, +\infty[\end{cases}, \quad [11]$$

Por tanto, la función de verosimilitud total estará representada por la siguiente expresión:

$$L = \prod_{i=1}^N [\Phi(z_{iu1})]^{d1} * [\Phi(z_{iu2}) - \Phi(z_{il2})]^{d2} * [\Phi(z_{iu3}) - \Phi(z_{il3})]^{d3} * [\Phi(z_{iu4}) - \Phi(z_{il4})]^{d4} \\ * [1 - \Phi(z_{iu5})]^{d5}, \quad [12]$$

donde la variable dj , $j = 1, \dots, 5$, toma el valor de 1 si el individuo encuestado ubicó su *DAP* en el intervalo j y 0 en caso contrario. Aplicando el algoritmo propuesto por Newton-Raphson, se hallaron los estimadores de máxima verosimilitud (ver **Cuadro N° A.2**). El vector de variables socioeconómicas utilizado incluye los siguientes aspectos: el gasto anual per cápita (en soles), el número de miembros del hogar menores de edad, la edad del jefe del hogar, dos variables dicotómicas que identifican si el hogar está ubicado en una zona urbana o rural y si el hogar posee o no uno o más vehículos, y dos variables categóricas que identifican el nivel educativos del jefe del hogar y el principal beneficio del alumbrado público percibido por el hogar.

Cuadro N° A.2
Resultados de la regresión por intervalos

Variables	Coefficiente	Desviación Estándar	z	P > z	[95% Intervalo Conf.]	
Gasto anual pc (S/)	0.002	0.0005	4.14	0.000	0.001	0.003
# Miembros < 18	0.621	0.1625	3.82	0.000	0.302	0.939
Edad del Jefe del Hogar	-0.056	0.0126	-4.42	0.000	-0.080	-0.031
Área						
0-Urbana	(base)					
1-Rural	-0.980	0.3714	-2.64	0.008	-1.708	-0.252
Tenencia de vehículo						
0-No	(base)					
1-Si	2.967	0.4407	6.73	0.000	2.104	3.831
Educación del Jefe del Hogar						
0-Primaria	0.292	0.4125	0.71	0.480	-0.517	1.100
1-Secundaria	(base)					
2-Superior	0.898	0.4307	2.08	0.037	0.053	1.742
Beneficio Alumbrado P.						
0-Seguridad ciudadana	(base)					
1-Accidentes Tránsito	2.07	0.5094	4.06	0.000	1.070	3.067
2-Act. Comerciales	3.12	0.7259	4.30	0.000	1.696	4.541
3-Valor del Predio	4.35	0.9132	4.77	0.000	2.562	6.142
4-Interacción Social	2.92	0.7005	4.16	0.000	1.544	4.290
Constante	5.026	0.8579	5.86	0.000	3.345	6.708

Notas: 10,254 observaciones. Wald $\chi^2(11) = 209.08$. Prob > $\chi^2 = 0.0000$. Log pseudolikelihood = -14629.208. El modelo es seleccionado por presentar el menor valor del Criterio de Akaike (29284.4169) entre cuatro especificaciones utilizadas.

Fuente: ERCUE-2016. Elaboración: GPAE-Osinerghmin.

Finalmente, es importante señalar que debido a eventos fortuitos presentados en la ejecución del procedimiento de valorización contingente, el diseño de la encuesta no contextualizó correctamente el escenario contingente vinculado al servicio de alumbrado público, por lo cual se evidenció un número significativo de observaciones que seleccionaron el intervalo de pago nulo o negativo (Dong, 2013). Por tanto, debido a estas limitaciones el estimador de tendencia central a utilizar estará representado por la siguiente expresión:

$$E[DAP_i | DAP_i^* \geq 0] = E[\hat{\alpha} + x_i' \hat{\beta} | DAP_i^* \geq 0] \quad [13]$$

En base al modelo estimado, se determinó que el valor promedio de la disposición a pagar fue de 9.28 soles al mes (véase el **Gráfico N° 8**).

Referencias

Dahlby, Bev (2008). *The Marginal Cost of Public Funds: Theory and Applications*. Cambridge, MA: MIT Press.

Dammert, Alfredo; Gallardo, José y Lennin Quiso (2004). *La problemática de la Supervisión de la Calidad del Servicio Eléctrico*. Documento de Trabajo N° 6. Oficina de Estudios Económicos, Osinergmin. Lima, Perú. Disponible en http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Documentos_de_Trabajo/Documento_de_Trabajo_06.pdf

Dammert, Alfredo; García, Raúl y Fiorella Molinelli (2008). *Regulación y Supervisión del Sector Eléctrico*. Tercera edición. Lima: Fondo Editorial PUCP.

Dong, Yanyan (2013). *Contingent Valuation of Yangtze Finless Porpoises in Poyang Lake, China*. Berlín: Springer.

Encuesta Residencial de Consumo y Usos de Energía (2016). Preparada por el Instituto Cuanto por encargo de Osinergmin.

Haab, T. y K. McConnell (2002). *Valuing Environmental and Natural Resources: The Econometrics of Non-Market Valuation*. Northampton, MA: Edward Elgar Publishing.

Murillo, Victor (2007). *Análisis del Impacto de la Fiscalización realizada por la Autoridad Regulatoria a la Calidad del Servicio de Alumbrado Público en el Perú*. Tesis (Mg). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.

OCDE (2015). *OECD Regulatory Policy Outlook*. Organización de Cooperación para el Desarrollo Económico. Paris: OECD Publishing. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1787/9789264238770-en>

Osinergmin (2016). *Guía de Política Regulatoria N°1: Guía Metodológica para la realización de Análisis de Impacto Regulatorio en Osinergmin*. Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. Gerencia de Políticas y Análisis Económico. Lima, Perú Disponible en http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/RIA/Guia-Politica-Regulatoria-N-1.pdf

Tamayo, Jesús; Salvador, Julio; Vásquez Cordano, Arturo y Carlo Vílches (editores) (2016). *La Industria de la Electricidad en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento económico del país*. Lima: Osinergmin.

Tamayo, Jesús; Salvador, Julio; Vásquez Cordano, Arturo y Ricardo de la Cruz (editores) (2015). *La Industria de los Hidrocarburos Líquidos en el Perú: 20 años de aporte al desarrollo del país*. Lima: Osinergmin.

Vásquez Cordano, Arturo y Edward Balestri (2010). "The marginal cost of public funds of mineral and energy taxes in Perú". *Resources Policy*, 35: 257-264.

Vásquez, Arturo y José Gallardo (2006). *Sistemas de Supervisión y Esquemas de Sanciones para el Sector Hidrocarburos*. Documento de Trabajo N° 10. Oficina de Estudios Económicos, Osinergmin. Lima, Perú. Disponible en:
http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Documentos_de_Trabajo/Documento_de_Trabajo_10.pdf

Willis, K.; Powe, N. y G. Garrod (2005). "Estimating the Value of Improved Street Lighting: A Factor Analytical Discrete Choice Approach". *Urban Studies*, 42: 2289-2303.

Wooldridge, Jeffrey (2010) *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, 2nd ed. Cambridge MA: MIT Press.

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería – Osinergmin

Gerencia de Políticas y Análisis Económico – GPAE

Documento de Evaluación de Políticas N° 001-2017

Evaluación Ex Post del Impacto de la Supervisión del Servicio de Alumbrado Público en el Perú

Alta Dirección

Jesús Tamayo Pacheco

Presidente del Consejo Directivo

Julio Salvador Jácome

Gerente General

Equipo de Trabajo de la GPAE que preparó el Reporte

Arturo L. Vásquez Cordano

Gerente de Políticas y Análisis Económico

Carlo Magno Vilches Cevallos

Especialista de Electricidad

Carlos Renato Salazar Rios

Especialista en Econometría

El contenido de esta publicación podrá ser reproducido total o parcialmente con autorización de la Gerencia de Políticas y Análisis Económico de Osinergmin. Se solicita indicar en lugar visible la autoría y la fuente de la información. Todo el material presentado en este reporte es propiedad del Osinergmin, a menos que se indique lo contrario.

Citar el documento como: Vásquez, A.; Vilches, C.; Salazar, C.; y T. Chavez (2017). *Evaluación Ex Post del Impacto de la Supervisión del Servicio de Alumbrado Público en el Perú*. Documento de Evaluación de Políticas N° 001-2017. Gerencia de Políticas y Análisis Económico, Osinergmin – Perú.

Osinergmin no se identifica, necesariamente, ni se hace responsable de las opiniones vertidas en el presente documento. Las ideas expuestas en los artículos del reporte pertenecen a sus autores. La información contenida en el presente reporte se considera proveniente de fuentes confiables, pero Osinergmin no garantiza su completitud ni su exactitud. Las opiniones y estimados representan el juicio de los autores dada la información disponible y están sujetos a modificación sin previo aviso. La evolución pasada no es necesariamente indicador de resultados futuros. Este reporte no se debe utilizar para tomar decisiones de inversión en activos financieros.