

DOCUMENTO DE EVALUACIÓN DE POLÍTICAS N° 003-2017

Evaluación Ex Post del Impacto de la Regulación de la Seguridad y Prevención de Accidentes Eléctricos en el Perú



Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería

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

Prólogo	3
Introducción	4
Contexto y Problemática	5
Seguridad pública en la distribución eléctrica en Perú	7
Marco Metodológico.....	11
Estimación del Impacto	13
Conclusiones	15
Anexo N°1: El Valor de la Vida Estadística	17
Referencias.....	19

Prólogo

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, Osinergmin 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 de la regulación 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 elaborando documentos que cuantifican el impacto ex post de las actividades de supervisión y fiscalización que realiza Osinergmin sobre sus 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 las políticas de supervisión destinadas a la prevención de accidentes eléctricos, políticas que resultan indispensables para que la ciudadanía tenga mejores niveles de seguridad.

Ing. Jesús Tamayo Pacheco
Presidente del Consejo Directivo

Introducción¹

Debido a las características físicas de la electricidad, la energía eléctrica se distribuye a través de conductores o cables los cuales pueden encontrarse suspendidos en el aire o enterrados bajo el suelo. En el caso de las redes aéreas existe el riesgo potencial que cualquier persona pueda tener contacto con las mismas, produciéndose un accidente que puede tener consecuencias fatales.

En el Perú el índice de accidentes eléctricos mortales (principalmente por contacto con conductores expuestos) fue alrededor de 0.0013% en el 2008, es decir, que por cada millón de habitantes 13 personas sufrían un accidente eléctrico mortal. Mientras que en el año 2015, dicho índice fue alrededor de 0.004%. Esta disminución se explica por la aplicación de los procedimientos de supervisión de Osinergmin asociados a la paralización de obras por riesgo eléctrico y la subsanación de deficiencias en las redes de distribución.

Por ello, en este documento se presenta la estimación del impacto económico que habría generado la implementación de estos procedimientos para prevenir accidentes eléctricos. En la primera sección, se presentará un análisis teórico de la seguridad en el sector eléctrico. En la segunda sección se detalla el proceso de supervisión implementado para prevenir accidentes. En la siguiente sección, se presenta la metodología utilizada para la determinación del impacto económico, así como los principales resultados respecto al análisis costo-beneficio. Finalmente, en la última sección, se esbozan algunas conclusiones.

¹ Esta evaluación ha sido presentada en Tamayo, Salvador, Vásquez y Vílches (2016) (editores), Capítulo 8.

Contexto y Problemática

La regulación de la seguridad comprende aquellas intervenciones en las actividades económicas que tienen el objetivo de controlar o mitigar los riesgos derivados de las imperfecciones de los mercados que pueden ocasionar daños al patrimonio, a la salud de las personas y al medio ambiente (Viscusi, 2006). Al respecto, Osinergmin interviene en el mercado utilizando mecanismos de regulación social para garantizar que las empresas eléctricas brinden un adecuado nivel de seguridad.

Desde un punto de vista económico, esta intervención se encuentra justificada por las características de bien público de la seguridad y las externalidades que genera. Vásquez (2012) menciona que el servicio eléctrico debe regularse según los riesgos implícitos para la vida humana asociados a la tecnología de provisión del servicio como, por ejemplo, la ocurrencia de accidentes mortales por un inadecuado mantenimiento de las redes de distribución eléctrica. En tal sentido, si las empresas de distribución son negligentes sobre los niveles de seguridad, los usuarios eléctricos pueden tener riesgos sobre su vida.

Adicionalmente, en lo concerniente a la característica de bien público, las inversiones en medidas de seguridad por parte de una empresa distribuidora para prevenir accidentes eléctricos cumplen las características de no rivalidad (el hecho de que un usuario se beneficie del forrado de cables de distribución para prevenir el riesgo de electrocución no impide que otros usuarios también se beneficien) y no exclusión (dado que no es posible evitar que algún usuario se beneficie de las mayores medidas de seguridad). Asimismo, cualquier insuficiencia en el nivel de seguridad de las instalaciones eléctricas puede dañar a terceros. De esta forma, existen costos externos a las empresas producto de los accidentes, aun así éstas no busquen dañar a terceras personas deliberadamente. Por ello, si se deja al mercado operar libremente, los niveles de seguridad no serían determinados correctamente.

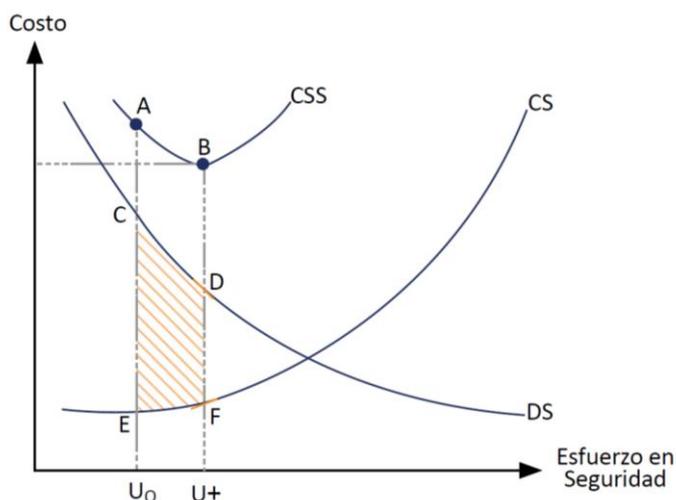
Nivel óptimo de seguridad

La inversión en medidas de seguridad es una actividad costosa tanto para las empresas como para el regulador, por lo que resulta necesario determinar el nivel óptimo de seguridad considerando los costos y beneficios de la regulación de la seguridad.

En el **Gráfico N° 1**, la curva **DS** representa el daño esperado para la sociedad en función del esfuerzo en seguridad por parte de la empresa (U). Si el esfuerzo en seguridad es alto, entonces se esperaría una menor cantidad de accidentes y, por ende, un menor daño esperado para la sociedad, mientras que un menor esfuerzo implicaría un mayor daño esperado. Por otro lado, la curva **CS** representa el costo de invertir en seguridad. Así, mientras mayor sea el nivel esfuerzo en seguridad, se necesitará invertir una mayor cantidad de recursos. Por lo tanto, el nivel óptimo en seguridad se obtendría cuando el costo marginal de invertir en seguridad es igual, en valor absoluto, a la reducción en el daño social esperado.

Esto ocurre para un nivel de seguridad igual a U^+ , donde las pendientes de ambas curvas son iguales, en valor absoluto. Si el nivel de esfuerzo fuera como U_0 , entonces aumentar en una pequeña cantidad el esfuerzo generaría una reducción del daño esperado mucho mayor al aumento de los recursos invertidos en seguridad, por lo que sería eficiente aumentar el nivel de esfuerzo. Nótese, que en el nivel de esfuerzo U^+ se minimiza el costo social neto de proveer seguridad (curva **CSS**), el cual es igual al costo de invertir en seguridad (**CS**) más el daño esperado para la sociedad (**DS**).

Gráfico N° 1: Nivel óptimo de seguridad



Fuente y elaboración: Tamayo et al. (2013), Vásquez et al. (2013).

Sin embargo, en la práctica no es posible determinar un punto óptimo de esta forma, por lo que el Estado elige un nivel de seguridad técnico mínimo y busca que la sociedad lo alcance, mediante diferentes alternativas de control tales como:

Negociación entre las partes. Una de las partes puede aceptar recibir una compensación (igual a su pérdida) para permitir a la otra mantener su nivel de actividad, por lo que los incentivos derivarían de los cálculos de ganancias y pérdidas individuales.

Demanda ante un tribunal. Una de las partes podría demandar a la otra ante un tribunal y obligarla a pagar una compensación igual al daño que le ha provocado. En este caso, los criterios asignación de responsabilidades del tribunal definirían los incentivos de prevención.

Intervención de la autoridad mediante impuestos. La autoridad podría fijar un impuesto igual al daño potencial que ocasiona realizar actividades por encima del nivel fijado por la autoridad. En este caso, cualquier beneficio extra sería recolectado por el Estado, lo cual incentivaría a mantenerse en la tolerancia.

Intervención de la autoridad para fijar niveles de actividad. La autoridad decidiría el nivel de seguridad óptimo de las operaciones, que iguale los costos y beneficios de las partes involucradas.

Aquí es indispensable que la autoridad tenga la información suficiente para determinar el nivel óptimo y que dedique recursos permanentemente para vigilar que se cumpla.

Seguridad pública en la distribución eléctrica en Perú

La norma que regula la seguridad de las instalaciones del servicio público de electricidad es el Código Nacional de Electricidad Suministro (CNE-S), aprobado por el Ministerio de Energía y Minas (Resolución Ministerial N° 214-2011-MEM/DM²) que contiene un conjunto de reglas orientadas a salvaguardar la seguridad de las personas y las instalaciones, siendo la principal medida de seguridad establecida en el CNE-S el cumplimiento de las distancias mínimas de seguridad entre las redes de distribución eléctrica, los límites de propiedad (distancias horizontales) y el nivel del suelo (distancias verticales).

En este sentido, Osinergmin es el encargado de supervisar el cumplimiento del CNE-S, para lo cual cuenta con distintos procedimientos administrativos.

El primer procedimiento de supervisión para la prevención de accidentes surgió en 2004 y planteaba que las empresas de distribución identifiquen y subsanen las deficiencias en sus instalaciones eléctricas. Sin embargo, como señala Barahona (2015), en la práctica muchas situaciones de riesgo eléctrico se originan por las actividades que realizan otras personas o empresas ajenas a las distribuidoras eléctricas; por ejemplo, la ampliación de viviendas que se construyen cerca de las instalaciones de distribución eléctrica.

Por ello, con la Resolución N° 735-2007-OS/CD se aprobó el “Procedimiento para la solicitud de paralización de actividades por riesgo eléctrico”. Este procedimiento consistía en que Osinergmin podía ordenar el cese de actividades que representaran un riesgo para la seguridad pública. Además, en caso de incumplimiento de la disposición se comunicaba a la Municipalidad y al Ministerio Público, pues son las autoridades competentes para hacer cumplir este tipo de mandatos.

Posteriormente, mediante Resolución N° 107-2010-OS/CD se aprobó el “Procedimiento para la atención y disposición de medidas ante situaciones de Riesgo Eléctrico Grave” (REG)³ que derogó la resolución anterior, pero mantuvo la esencia del procedimiento de paralización de actividades por riesgo eléctrico, corrigiendo algunos aspectos en su implementación.

² El CNE-S fue aprobado inicialmente con Resolución Ministerial N° 366-2001-EM/VME y modificado mediante Resolución Ministerial N° 214-2011-MEM/DM, publicada el 05 de mayo de 2011

³ Riesgo Eléctrico Grave es la posibilidad de sufrir un accidente eléctrico que ponga en peligro la vida de las personas.

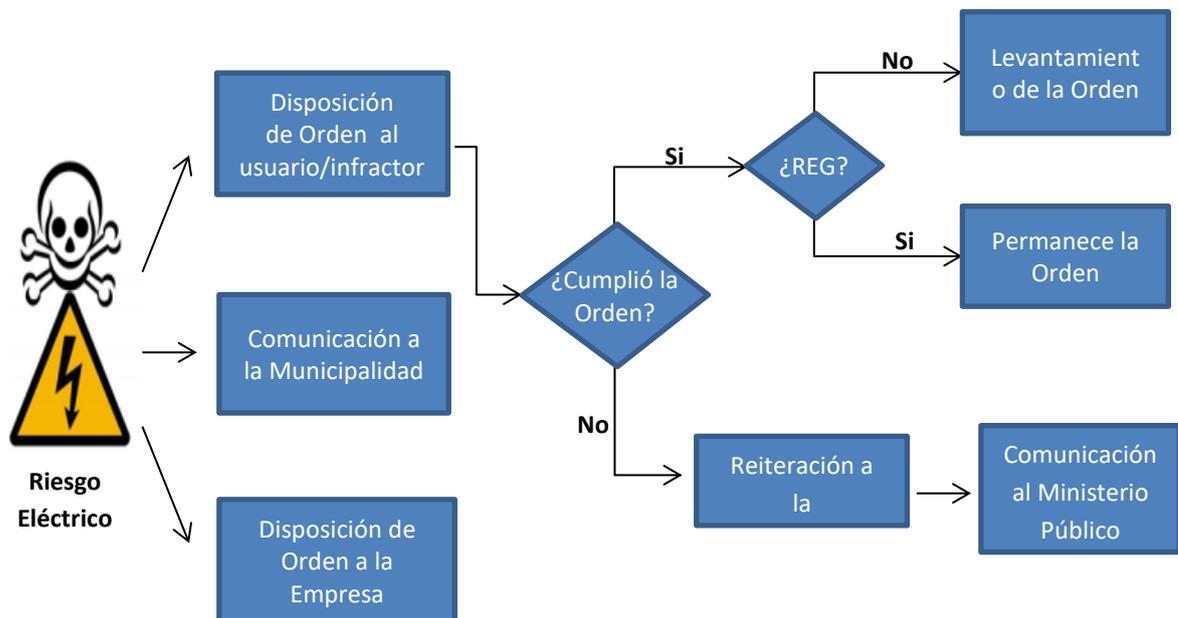
**Procedimiento para atención y disposición de medidas ante situaciones de riesgo eléctrico grave
- Resolución N° 107-2010-OS/CD**

Este procedimiento busca prevenir en la población riesgos eléctricos que conllevan el hecho de acercarse a conductores expuestos que transportan energía eléctrica en baja, media y alta tensión, conductores que producen accidentes e incluso la muerte.

Las etapas del procedimiento se explican a continuación:

1. La empresa eléctrica, personas jurídicas, personas naturales, supervisor u otro a nivel nacional, comunica a Osinergmin una situación de riesgo eléctrico. La comunicación puede ser presentada en mesa de partes o por correo electrónico.
2. Osinergmin toma conocimiento del caso y verifica la gravedad del riesgo eléctrico.
3. Si el riesgo eléctrico es grave, inmediatamente se emiten tres documentos, el primero destinado al Infractor, el segundo a la Autoridad Municipal y el tercero a la Empresa Eléctrica.
Al infractor se le ordena la paralización de obra, suspensión de actividades, retiro de letreros, andamios u otras instalaciones, corte del servicio eléctrico, etc., a la Municipalidad se le comunica sobre el riesgo eléctrico para que fiscalice la obra y a la empresa eléctrica se le ordena que tome medidas preventivas inmediatas.
4. Posteriormente, se verifica el cumplimiento de la orden *in situ*, en caso de incumplimiento, se reitera a la municipalidad y/o se comunica al Ministerio Público.
5. El levantamiento de la orden sólo procede cuando se constata que la situación de riesgo eléctrico grave se ha subsanado o reducido sustancialmente

Gráfico N° 2: Proceso ante situaciones de riesgo eléctrico grave



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

De acuerdo al numeral 4.1 del Procedimiento, *riesgo eléctrico grave* es la posibilidad intolerable de ocurrencia de un accidente por contacto accidental con partes energizadas expuestas, arco eléctrico o incendio en una instalación eléctrica. Considerándose como tal:

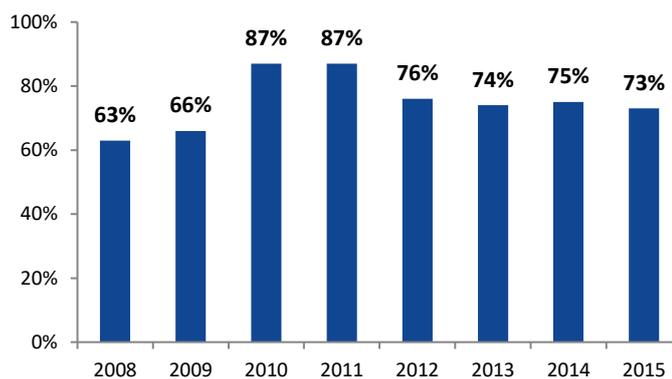
- a) El incumplimiento actual o potencial de las distancias de seguridad, establecidas en el CNE, entre conductores desnudos y/o partes con tensión ubicadas en áreas de acceso público, como vías, plazas, parques, etc., a las edificaciones u otras instalaciones en **proceso de construcción o montaje**.
- b) El desarrollo de actividades en andamios, escaleras, carteles, letreros u otras instalaciones, cuya ubicación con respecto a conductores desnudos y/o partes con tensión ubicadas en áreas de acceso público, incumple las distancias de seguridad establecidas en el CNE.
- c) Otras situaciones que Osinergmin califique como riesgo eléctrico grave, o apruebe dar dicha calificación en caso lo solicite la concesionaria.

Indicadores del procedimiento

Cumplimiento de la medida

Este indicador se refiere al porcentaje de casos que han cumplido efectivamente con la medida dispuesta por Osinergmin.

Gráfico N° 3: Niveles de cumplimiento de las disposiciones de paralización

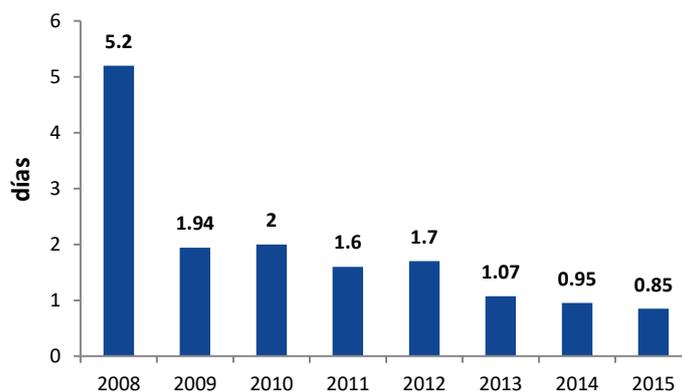


Fuente: GSE-DSR- Osinergmin. Elaboración: GPAE-Osinergmin.

Tiempo de atención

Este indicador mide el tiempo de atención de una solicitud de disposición de medida por riesgo eléctrico grave, el valor tope de este indicador es 5 días.

Gráfico N° 4: Tiempo de atención de las solicitudes

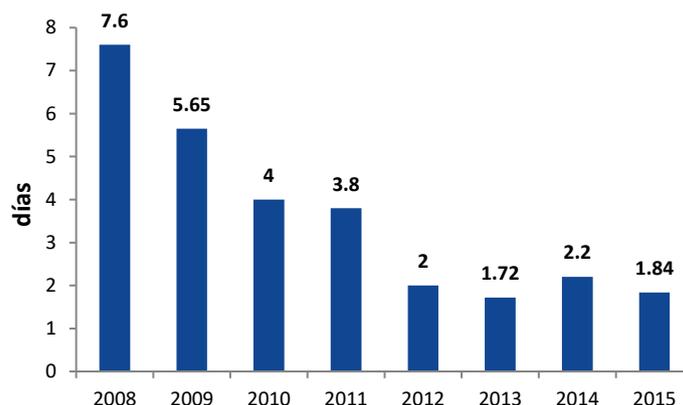


Fuente: GSE-DSR- Osinergmin. Elaboración: GPAE-Osinergmin.

Tiempo de Notificación

Este indicador mide el tiempo empleado por el notificador para entregar la disposición de medida al infractor, el valor tope de este indicador es 5 días.

Gráfico N° 5: Tiempo de notificación



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

Marco Metodológico

Con el objetivo de estimar los beneficios sociales de los procedimientos destinados a prevenir accidentes eléctricos, se utilizó el modelo desarrollado por Viscusi (2006), el cual permite analizar las decisiones de los individuos en situaciones riesgosas que pueden atentar contra su salud. El análisis se centra en el concepto del valor de la vida estadística (VVE), el cual es una medida promedio de la disposición a pagar por una reducción en el riesgo de mortalidad o en la probabilidad de muerte. Es decir, el valor de la vida estadística mide la disposición a pagar de una persona promedio (persona estadística) por disminuciones en los riesgos que atentan contra su bienestar⁴, por ejemplo, el riesgo de sufrir un accidente eléctrico (Vásquez, 2006).

La Comisión Federal de Mejora Regulatoria (COFEMER) de México emplea el VVE para estimar el impacto de las regulaciones destinadas a reducir el riesgo de mortalidad entre la población. Por ejemplo, considerando que una persona está dispuesta a renunciar a USD 10,000 a cambio de disminuir en 1% su probabilidad de muerte en un accidente automovilístico. Entonces, para reducir la probabilidad de este tipo de muerte en un 100%, el individuo está dispuesto a pagar $US\$ 10\,000 \times 100 = USD 1\,000\,000$. Es decir, el individuo en cuestión asigna un valor a su vida equivalente $US\$ 1\,000\,000$ (ver el **Anexo N° 1** para mayor detalle sobre el concepto del VVE).

⁴ Nótese que el VVE no representa valorizaciones subjetivas de cada individuo sobre su propia vida.

Sobre la base del análisis anterior, Viscusi (2006) plantea el siguiente método para valorizar los beneficios de una intervención regulatoria o en este caso un procedimiento de supervisión.

$$\text{beneficios} = n\delta v, \quad \text{Ecuación 1}$$

donde,

- n : Número de personas afectadas por el procedimiento,
- δ : Reducción en el riesgo de fallecimiento,
- v : Valor de la Vida Estadística (VVE).

El producto de la reducción en el riesgo δ por el VVE representa la disposición a pagar (DAP) del individuo por ver su riesgo de mortalidad disminuido en una cantidad δ . Luego, multiplicando la DAP individual por el número de personas afectas por el procedimiento se obtiene el beneficio total para la población.

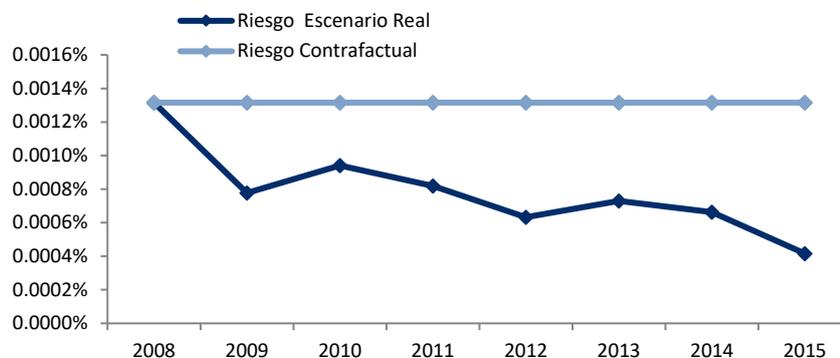
Medida de riesgo

El principal resultado del procedimiento de supervisión para la atención de medidas ante situaciones de riesgo eléctrico es prevenir los accidentes eléctricos en la población. Es decir, el objetivo final ha sido disminuir el riesgo de sufrir un accidente mortal (en adelante riesgo de fallecimiento). La estimación del impacto resulta de comparar el riesgo de fallecimiento en la situación actual contra el riesgo de fallecimiento en un escenario en el cual no se implementó el procedimiento de supervisión (escenario contrafactual). Como medida de riesgo de fallecimiento se utilizó como variable *proxy* el número de accidentes mortales dividido entre el número de clientes.

$$p = \frac{\text{Número de accidentes mortales}}{\text{Número de Clientes}} \quad \text{Ecuación 2}$$

En el Gráfico N° 6 se muestra la evolución del riesgo de fallecimiento desde 2008. Para el escenario contrafactual se asumió que el riesgo de fallecimiento se mantuvo constante en su nivel correspondiente al 2008, cuando recién empezó a aplicarse el procedimiento de supervisión, es decir, alrededor de 13 muertes por cada millón de personas (0.0013%).

Gráfico N° 6: Evolución del riesgo de fallecimiento



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

Estimación del Impacto

Siguiendo la metodología desarrollada por Viscusi (2006), se valorizó la reducción en el riesgo mediante la **Ecuación 2**. Utilizando el Valor de la Vida Estadística (VVE) actualizado del estudio de Vásquez (2006) que asciende S/. 3 267 691, se estimó la máxima disposición a pagar (DAP) individual de 2009 a 2015 (ver el **Cuadro N° 1**).⁵ Después, se multiplicó por el número de personas afectadas por la regulación, el cual se aproximó por el número de clientes del sistema eléctrico.

Cuadro N° 1:
Evolución de la DAP individual por reducir el riesgo de fallecimiento, 2009-2015

Año	Clientes (miles)	Reducción en el riesgo (s)	DAP (soles)
2009	4245	0.0005%	18
2010	4573	0.0004%	12
2011	4880	0.0005%	16
2012	5213	0.0007%	22
2013	5487	0.0006%	19
2014	5739	0.0007%	21
2015	6001	0.0009%	29

Fuente: GRT. Elaboración: GPAE-Osinergmin.

De esta manera, el procedimiento ha generado mejoras en los niveles de seguridad que brindan las empresas eléctricas, reduciendo la probabilidad de sufrir accidentes eléctricos mortales y en consecuencia, aumentó el número de vida salvadas. En conclusión, el impacto económico de reducir el riesgo de fallecimiento a valores de 2015 ascendería a US\$ 362 millones acumulados de

⁵ Viscusi y Aldy (2003) muestran una comparativa a nivel internacionales de diferentes estimaciones del valor de la vida estadística.

2009 a 2015. El **Cuadro N° 2** resume el beneficio social atribuible al procedimiento de supervisión de prevención de accidentes para cada año del periodo de evaluación.

Cuadro N° 2: Impacto económico del proceso de supervisión de prevención de accidentes eléctricos, 2009-2015 (en millones de US\$ de 2015)

Año	Beneficio (en millones ¹ US\$)	Costo (en millones ¹ US\$)	Ratio B/C
2009	54.4	2.2	24.7
2010	38.2	2.0	19.1
2011	48.5	1.8	26.9
2012	65.3	1.7	38.4
2013	50.6	1.6	31.6
2014	49.2	1.4	35.1
2015	55.3	1.3	42.5
Total ²	361.5	12.0	30.1

Nota. ¹ Se utilizó el tipo de cambio promedio venta del Banco Central de Reserva del Perú

² 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

Finalmente, en el marco del análisis de impacto regulatorio (RIA, por sus siglas en inglés), la evaluación ex – post de la política analizada representa la última etapa del proceso RIA. Esta etapa 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.

En este sentido, para estimar el ratio B/C se consideró como costo social la suma de los presupuestos anuales por la aplicación de los procedimientos **para atención y disposición de medidas ante situaciones de riesgo eléctrico grave** y de supervisión de las deficiencias en las redes de distribución, puesto que ambos procedimientos permiten disminuir la probabilidad de sufrir un accidente eléctrico. Adicionalmente, como señala Dahlby (2008) los recursos recaudados por las entidades del Estado afectan la eficiencia asignativa en los mercados, generando una pérdida de eficiencia social. Al respecto, Vásquez y Balistreri (2010) estiman un costo asociado a la utilización de fondos públicos para el sector eléctrico equivalente US\$ 0.905 por cada dólar gastado. De esta forma, los costos conjuntos que incluyen el presupuesto de la ejecución de la supervisión y el costo de los fondos públicos ascienden a US\$ 12 millones. Así, se obtiene una ratio beneficio costo fluctúa entre 42.5 y 19.1. Considerando los beneficios y costos conjuntos se tiene un ratio beneficio costo de 30.2. Es decir, por cada dólar asignado por la sociedad a los procedimientos de prevención de accidentes se generaría US\$ 17.2 dólares de beneficio para la sociedad (ver **Cuadro N° 2**).

Conclusiones

La regulación de la seguridad y prevención de accidentes, por medio de la paralización de obras que representen riesgos eléctricos para la población, ha permitido una disminución de la incidencia de accidentes en el país. De esta manera, se ha pasado de una incidencia de accidentes cercana a 13 muertes por cada millón de personas en el 2008 a 4 muertes por cada millón de personas en el 2015, es decir, una reducción de alrededor de 70% en el índice de incidencia de accidentes.

En base a la información disponible, se estimó que durante el periodo 2009-2015 el beneficio neto del procedimiento de supervisión de prevención de accidentes eléctricos sería de US\$ 349.5 millones, a valores de 2015. En este sentido, la intervención de Osinergmin tiene un impacto importante en el bienestar de la población.

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 Osinergmin 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,⁶ habiendo demostrado que el beneficio de la política de supervisión de prevención de accidentes eléctricos, implementada por Osinergmin, ha reportado US\$ 349.5 millones en beneficios netos a la sociedad.

Por otra parte, la agenda de investigación sobre el procedimiento de supervisión de prevención de accidentes eléctricos vigente estaría vinculada a la factibilidad de reducir la incidencia de accidentes mortales a niveles cercanos a cero. Este objetivo podría alcanzarse diseñando

⁶ 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. Este Documento permite, entonces, cerrar el ciclo de la buena gobernanza regulatoria para el procedimiento de supervisión de la seguridad y prevención de accidentes eléctricos.

mecanismos de incentivos que impulsen a los usuarios a tomar en consideración medidas de seguridad más estrictas en la realización de obras de construcción civil.

Anexo N°1: El Valor de la Vida Estadística

El modelo desarrollado por Viscusi (2006) permite analizar las decisiones de los individuos en situaciones riesgosas que pueden atentar contra su salud. En particular, el modelo se centra en dos decisiones. Primero, la decisión de los individuos de invertir recursos en su propia salud y segundo, la elección de un posible trabajo riesgoso. En general, los individuos solo estarían dispuestos a aceptar un trabajo más riesgoso si el salario que perciben es mayor.

Se asume que el individuo puede elegir el nivel de seguridad del empleo que desea (s) de un rango continuo de posibles oportunidades de trabajo, representadas por el salario $w(s)$ en cada caso, donde $w_s > 0$ y $w_{ss} \leq 0$. El riesgo individual también depende del nivel de gastos en salud, h . En concreto, existirán dos estados de la naturaleza, buena salud y la muerte, cada uno asociado al nivel de utilidad u y v respectivamente.

v es una función de herencia. Se asume que las personas son adversas o neutrales al riesgo. Se tiene que: $u(x) > v(x) > 0$, $u'(x) > v'(x)$, es decir se asume que el estado de buena salud es preferible a la muerte y que la utilidad es cóncava (o cuasicóncava) $u''(x), v''(x) \leq 0$. La probabilidad de encontrarse en el estado de buena salud (π) se incrementa con los niveles de seguridad del empleo s y los gastos en salud h . El riesgo de muerte $1 - \pi(s, h)$ se asume que es percibido adecuadamente por los consumidores. Finalmente, se denota por y al stock de activos del individuo.

Un consumidor maximizador de utilidad elegirá los niveles de s y h , tal que se maximice la siguiente función de utilidad esperada

$$\text{Max } E(U) = \pi(s, h)u(y + w(s) - h) + (1 - \pi(s, h))v(y + w(s) - h). \quad \text{Ecuación A-3}$$

La condición de primer orden para el valor óptimo de h es:

$$\frac{1}{\pi_h} = \frac{u - v}{\pi u' + (1 - \pi)v'} \quad \text{Ecuación A -4}$$

y la ecuación para s es la siguiente:

$$-\frac{w_s}{\pi_s} = \frac{u - v}{\pi u' + (1 - \pi)v'}. \quad \text{Ecuación A -5}$$

Juntando ambas ecuaciones, se tiene que:

$$\frac{1}{\pi_h} = -\frac{w_s}{\pi_s} = \frac{u - v}{\pi u' + (1 - \pi)v'} = VVE \quad \text{Ecuación A -6}$$

Si el nivel de seguridad s es equivalente a la probabilidad de sobrevivir, entonces $\pi_s = 1$. En consecuencia, para pequeños cambios en s , el valor de $-w_s$ será igual al incremento marginal del

salario que es necesario para soportar un riesgo mayor, o en términos equivalentes, igual a la disminución del salario debido a mayores niveles de seguridad. Esta variación en el salario es igual a la diferencia de utilidades en ambos estados de la naturaleza dividida por la utilidad marginal del consumo, la cual es igual a la utilidad marginal en cada estado de la naturaleza ponderada por las respectivas probabilidades de cada estado.

En equilibrio, el individuo incorpora las decisiones óptimas en los gastos en salud y los niveles de riesgo sobre su probabilidad de fallecimiento. De esta forma, se determina el valor de la vida estadística (VVE). Debe notarse que en la **Ecuación A-4**, según los supuestos planteados, el valor de la VVE es positivo.

Este resultado tiene varias implicancias de política puesto que permite determinar el impacto de reducción en el riesgo de mortalidad. En primer lugar, si las personas están al tanto de los riesgos entonces elegirán la combinación óptima entre las actividades que disminuyen y aumentan sus riesgos de tal forma que sus acciones reflejen el VVE.

De acuerdo a Vásquez (2006), el VVE se puede estimar mediante el concepto de Valor Económico Total, el cual mide los valores de uso (que refleja el costo de oportunidad del individuo entre ingreso y riesgo) y el valor de no uso (que está compuesto por el valor de existencia, disposición a pagar de un individuo por mantenerse vivo frente a una situación de riesgo; el valor altruista, disposición a pagar de un individuo por dejar un legado a la sociedad; y el valor de legado, disposición a pagar de un individuo por dejarle un legado a sus hijos).

Por último, para determinar el VVE se pueden utilizar las siguientes metodologías: i) enfoque del capital humano, ii) salarios hedónicos, iii) valoración contingente y iv) transferencia de valor.

Referencias

Barahona, E. (2015). *Evaluación y Propuestas para Controlar la Seguridad Pública en la Distribución Eléctrica en Perú*. Tesis (Mg.), Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú

Comisión Federal de Mejora Regulatoria - COFEMER (2013). *Guía para Evaluar el Impacto de la Regulación*. México. Recuperado de http://www.cofemer.gob.mx/presentaciones/Espa%F1ol_Vol%20I.%20Metodos%20y%20Metodologias_FINAL.pdf (ultimo acceso: 8/2/2016).

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> (ultimo acceso: 8/2/2016).

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 (ultimo acceso: 8/2/2016).

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

Vásquez A. (2006). *El Valor de la Vida Estadística y sus Aplicaciones a la Fiscalización de la Industria de Hidrocarburos*. Documento de Trabajo N° 18. Oficina de Estudios Económicos, Osinergmin. Recuperado de: http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Documentos_de_Trabajo/Documento_de_Trabajo_18.pdf (ultimo acceso: 8/2/2016).

Vásquez, A. (2012). *The Regulation of Oil Spills and Mineral Pollution: Policy Lessons for the U.S.A. and Peru from the Deep Water Horizon Blowout and other Accidents* (1ra edición). Berlín: Lambert Academic Publishing.

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. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resourpol.2010.08.002> (ultimo acceso: 8/2/2016).

Viscusi, W. (2006). *Regulation of Health, Safety, and Environmental Risks*. National Bureau of Economic Research, Working Paper N° 11934. Recuperado de <http://www.nber.org/papers/w11934> (ultimo acceso: 8/2/2016).

Viscusi, W. y J. Aldy (2003). *The Value of a Statistical Life: A Critical Review of Market Estimates throughout the World*. National Bureau of Economic Research, Working Paper N° 9487. Recuperado de <http://www.nber.org/papers/w9487.pdf>

