

**GERENCIA DE POLÍTICAS Y ANÁLISIS
ECONÓMICO**

DOCUMENTO DE TRABAJO N° 37

**El Costo Promedio Ponderado del Capital (WACC):
Una estimación para los sectores de Minería, Electricidad,
Hidrocarburos Líquidos y Gas Natural en el Perú**

Lima, Enero del 2017

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería del Perú - Osinergmin
Gerencia de Políticas y Análisis Económico

El Costo Promedio Ponderado del Capital (WACC): Una estimación para los sectores de Minería, Electricidad, Hidrocarburos Líquidos y Gas Natural en el Perú

Los documentos de trabajo de la Gerencia de Políticas y Análisis Económico de Osinergmin buscan contribuir a la discusión de diferentes aspectos de la problemática del sector energético y minero desde un punto de vista académico. Osinergmin no se identifica, necesariamente, ni se hace responsable de las opiniones vertidas en el presente documento. Las ideas expuestas en los documentos de trabajo pertenecen a sus autores y no implican necesariamente una posición institucional de Osinergmin o de su Consejo Directivo. La información contenida en el presente documento se considera proveniente de fuentes confiables, pero Osinergmin no garantiza su completitud ni su exactitud. Las opiniones y estimaciones representan el juicio de los autores dada la información disponible y están sujetos a modificación sin previo aviso.

Documento de Trabajo N° 37, Gerencia de Políticas y Análisis Económico

Está permitida la reproducción total o parcial de este documento por cualquier medio, siempre y cuando se cite la fuente y los autores.

Primera versión: Diciembre 2016

Autores: Arturo L. Vásquez Cordano y Carlos Aguirre Zurita

Asistentes de investigación: Darha Chávez y Julio Llocle.

Colaboradores: Víctor Zurita, Ricardo de la Cruz, Donald Barboza, Carlos Miranda, Ernesto Guevara, Luis Grajeda.

Citar el documento como: Vásquez, A. y C. Aguirre (2017). *El Costo Promedio Ponderado del Capital (WACC): Una estimación para los sectores de Minería, Electricidad, Hidrocarburos Líquidos y Gas Natural en el Perú*. Documento de Trabajo N° 37. Gerencia de Políticas y Análisis Económico – Osinergmin, Perú.

Se solicita indicar en lugar visible la autoría y la fuente de la información.

Para comentarios o sugerencias dirigirse a:

Osinergmin
Bernardo Monteagudo 222, Magdalena del Mar
Lima, Perú
Tel. (511) 219-3400, anexo 1057
Fax (511) 219-3413

Portal Corporativo
<http://www.osinergmin.gob.pe/>

Portal de la GPAE
http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/acerca_osinergmin/estudios_economicos/documentos-de-trabajo

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería - Osinergmin
Gerencia de Políticas y Análisis Económico
Documento de Trabajo N° 37

El Costo Promedio Ponderado del Capital (WACC): Una estimación para los sectores de Minería, Electricidad, Hidrocarburos Líquidos y Gas Natural en el Perú

Resumen

En el presente Documento de Trabajo se realiza una revisión de la metodología de estimación del costo promedio ponderado del capital (WACC) y la aplicación de la metodología para calcular las tasas WACC para los sectores de minería, gas natural, hidrocarburos líquidos, electricidad, así como para empresas que generan energía mediante recursos energéticos renovables no convencionales (RER) en el Perú.

En la primera sección, se exponen las razones para calcular la tasa WACC; en ese sentido, se concluye que es necesario tener valores referenciales de las tasas WACC para sectores regulados que sean consistentes con el contexto económico más actual que atraviesa una economía. A continuación, se realiza una descripción de la metodología utilizada para el cálculo de las tasas WACC para las industrias antes mencionadas; esta sección aborda conceptos como la medición del costo del capital propio mediante la metodología CAPM, el costo de la deuda, entre otros. En el tercer capítulo se exponen las consideraciones adoptadas para el cálculo de las tasas WACC para cada industria bajo el ámbito de competencia de Osinergmin; en esta sección se describen las fuentes estadísticas que se han empleado para obtener variables como: la tasa libre de riesgo, la prima de riesgo de mercado, los coeficientes beta, el riesgo país, el costo de la deuda y el ratio deuda/capital. Luego, se muestran los resultados del cálculo de las tasas WACC para cada industria.

Finalmente, se presentan las conclusiones y comentarios finales del estudio. Los detalles del procedimiento para cada industria se encuentran en los anexos. Las tasas WACC estimadas para el período 2011-2015 son las siguientes: a) sector minero, 10.89%; b) sector gas natural, 8.06%; c) sector hidrocarburos líquidos, 10.51%; d) sector eléctrico, 8.70%; e) sector RER, 7.19%.

Clasificación JEL: G11, G31

Palabras clave: Costo promedio ponderado del capital, costo del capital propio, costo de la deuda, sector minería, sector electricidad, sector de hidrocarburos en el Perú, CAPM, riesgo país.

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción.....	5
2. Revisión del WACC	7
3. Metodología del WACC.....	9
4. Consideraciones para el cálculo del WACC.....	19
5. Resultados y benchmarking	21
6. Conclusiones y/o comentarios finales	35
7. Referencias	36
8. Anexos	40
8.1 ANEXO 1. MINERÍA	40
8.2 ANEXO 2. GAS NATURAL.....	49
8.3 ANEXO 3. HIDROCARBUROS LÍQUIDOS	57
8.4 ANEXO 4. ELECTRICIDAD	65
8.5 ANEXO 5. RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLES NO CONVENCIONALES (RER)	74

1. Introducción

El costo promedio ponderado del capital, o WACC por sus siglas en inglés, busca identificar el costo de oportunidad de realizar una actividad económica en un determinado sector o empresa basada en su estructura de financiamiento. De esta manera, la tasa WACC representa la rentabilidad promedio que requiere un inversionista como mínimo para invertir en el sector o empresa. Asimismo, esta herramienta es utilizada para hacer descuentos del flujo de caja libre de empresas que están estructuradas con recursos de terceros (deuda) y fondos propios¹.

La estimación del WACC realizada en este documento emplea el método estándar de mercado o *'plain vanilla'*, el cual está compuesto por una ponderación del costo del capital propio con el costo de la deuda; para el cálculo del costo del capital se utiliza el modelo de valoración de activos de capital (CAPM, por sus siglas en inglés) al cual se le añade una prima de riesgo país, mientras que el costo de la deuda es después de impuestos. Este enfoque es utilizado por diversos bancos de inversión para valorizar empresas o proyectos de infraestructura en sectores regulados.

La finalidad del presente Documento de Trabajo es determinar la tasa WACC para los sectores supervisados y regulados por Osinergmin². Los resultados de este trabajo pueden utilizarse como costos promedio de oportunidad ponderados referenciales para las actividades oficiales que realiza Osinergmin por medio de sus Gerencias de Línea en sus labores de regulación y supervisión. En el caso de la actividad de transporte de gas natural por red de ductos el Reglamento de Transporte de Hidrocarburos Líquidos³ señala que se podrá emplear la metodología del WACC para modificar la tasa de actualización⁴, mientras que el Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos, señala que la Tasa de Actualización podrá ser modificada por Osinergmin de oficio o a solicitud de la empresa regulada, siempre y cuando la propuesta de la empresa este sustentada en un estudio encargado a consultores

¹ Cabe señalar que la tasa WACC no viene a ser la tasa de actualización citada en el marco regulatorio de las industrias de electricidad y gas. La diferencia radica en que la tasa WACC descuenta flujos de caja libre, mientras que la tasa de actualización descontaría flujos operativos.

² Los cálculos realizados en el presente documento son referenciales; asimismo, se precisa que las industrias sujetas a regulación tarifaria son sólo los sectores de electricidad y gas natural (transporte y distribución). Para el resto de industrias, la labor de Osinergmin es principalmente la supervisión de las condiciones de seguridad de las instalaciones y supervisión de la calidad de los servicios prestados por las empresas supervisadas.

³ Aprobado mediante Decreto Supremo Nº 081-2007-EM.

⁴ El artículo 135º del Reglamento señala lo siguiente: *"La Tasa de Actualización podrá ser modificada sobre la base de un promedio ponderado del retorno aplicable a cada fuente de fondos. (...)"*

especializados. La modificación de la tasa deberá considerar la tasa libre de riesgo, el riesgo de la actividad en particular y el riesgo país.⁵

En el caso del sector eléctrico, la Ley de Concesiones Eléctricas⁶ y su Reglamento⁷ establecen que la tasa de actualización utilizada para regular las concesiones eléctricas puede modificarse en caso existan alteraciones en el contexto económico-financiero que implique cambios en la tasa. La tasa podrá modificarse si se aprecia que la tasa fijada es diferente a la tasa libre de riesgo más el premio por riesgo en el país; este enfoque establecido por la ley requiere utilizar los conceptos del WACC para calcular la tasa de actualización aplicable.

Por lo tanto, en este documento se han considerado las disposiciones en relación a la metodología de modificación de las tasas de actualización establecidas en el marco normativo aplicable a los sectores regulados por Osinergmin.

El presente Documento de Trabajo se encuentra estructurado de la siguiente forma: se inicia con una introducción, seguido por una explicación de por qué resulta necesaria una estimación del WACC; le sigue la explicación de la metodología de cálculo, así como las consideraciones y fuentes utilizadas para los principales insumos empleados en la estimación. Luego, se muestran los resultados para cada industria y por subsector; finalmente se exponen las conclusiones y comentarios finales del Documento.

⁵ Artículo 115° del Reglamento, aprobado por Decreto Supremo N° 042-1999-EM.

⁶ Decreto Legislativo N° 25844, Artículo 79°.

⁷ Decreto Supremo N° 009-1993 y normas modificatorias.

2. Revisión del WACC

El cálculo de la tasa costo promedio ponderado del capital (WACC) consiste en la aplicación de diferentes conceptos de la teoría de las finanzas corporativas para determinar las tasas de descuento utilizada en la metodología de valorización de los flujos de caja libre (DCF⁸) de empresas que están estructuradas con deuda y fondos propios (Brealey, Myers y Allen 2010). La tasa WACC debe ser revisada cada vez que se producen cambios en la estructura deuda/capital, así como cambios importantes en el contexto económico.

En ese sentido, se observa que en el caso peruano la coyuntura económico-financiera en los últimos años ha cambiado de forma significativa; a continuación, se realiza una revisión de los principales cambios en las variables económicas del país.

En la década de 1990 el Perú registraba una tasa de crecimiento negativa, alta inflación, bajo ratio de inversión y un elevado nivel de deuda pública con respecto al PBI. Esta situación hacía que el Perú sea un país poco confiable para la inversión extranjera, por lo que se financiaba del exterior a tasas de interés muy altas.

Desde ese entonces, el contexto económico de Perú cambió y con mayor fuerza en los últimos 15 años. El Perú ha logrado consolidar su crecimiento económico con baja inflación, abriendo su economía al mercado externo, incrementando su inversión privada y pública, reduciendo su percepción del riesgo y su dolarización del crédito. Asimismo, el Perú ha mejorado su posición fiscal, reduciendo la deuda pública e incrementado sus reservas internacionales para hacer frente a choques externos, como se puede apreciar en el cuadro siguiente:

Cuadro N°1: Principales Indicadores Económicos

Indicadores Económicos	1992	2002	2015
PBI (Var. % anual, prom. 3 años previos)	-1.1	2.9	3.8
Inflación (Var. % anual, prom. 3 años previos)	2,655	2.0	3.2
PBI Percápita (US\$ corrientes)	1,565.5	2,094.8	5,637.8
Inversión Total (% PBI)	16.0	17.4	25.4
Riesgo País EMBIG (pbs)	n.d.	611.0	201.0
Dolarización del Crédito (% del total)	66	77.7	34.0
Deuda Bruta del Gobierno General (% PBI)	48.8	45.0	22.4
Reservas Internacionales (% PBI)	5.7	17.6	31.6

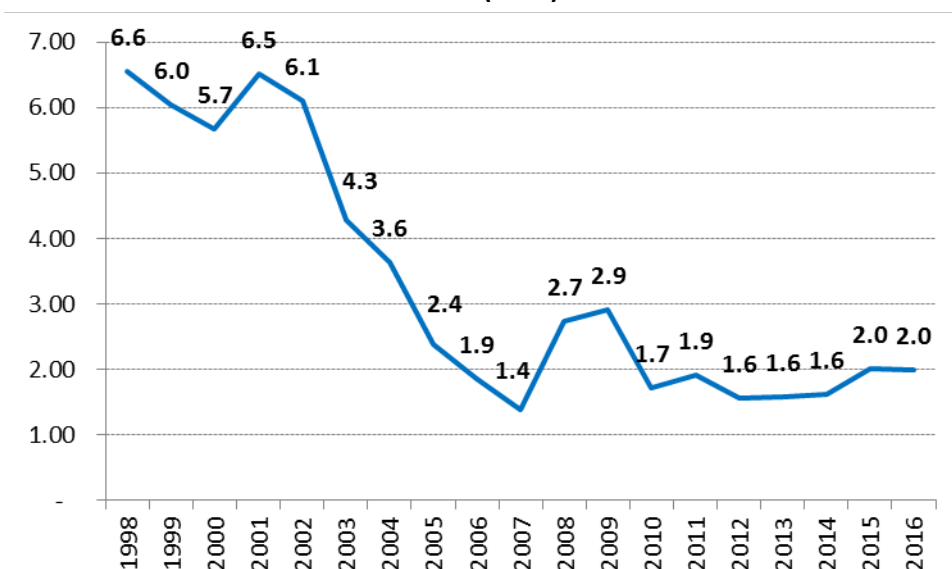
Fuente: BCRP. FMI – WEO Octubre 2015 (PBI per cápita y Deuda Pública son los proyectados 2015 FMI).

⁸ *Discounted cash flow* por sus siglas en inglés.

Este desempeño de la economía peruana se dio gracias a una serie de reformas: (i) la implementación de reglas fiscales y un manejo presupuestal equilibrado, (ii) el establecimiento de la autonomía del Banco Central, (iii) la aplicación de un esquema de metas explícitas de inflación, (iv) la liberalización del comercio internacional, y (v) la adopción de un marco legal y constitucional no discriminatorio para la inversión extranjera.

Es así que, a partir del 2008, el Perú goza de **grado de inversión**, según las principales agencias calificadoras de riesgo como Standard & Poor's Moody's y Fitch. El Perú es considerado como uno de los países con mejor ambiente para hacer negocios, y se encuentra entre los primeros 23 países en el ranking de entorno macroeconómico en el 2015. En consecuencia, la situación económica del Perú de hoy es distinta a aquella de principios de la década de 1990. El Perú al tener una buena performance económica y fiscal puede acceder a los mercados internacionales a tasas de interés bajas y financiarse a bajo costo. En el siguiente gráfico se aprecia el descenso de la tasa de riesgo país para el Perú; es así que de registrar una tasa de 6.6% en el año 1998, se ha pasado a 2.0% en el año 2016.

Gráfico N° 1: Evolución del Riesgo País para Perú, 1998 –2016.
(en %)



Fuente: BCRP

En base a esta evidencia, se observa que el contexto económico-financiero ha cambiado, por lo que se considera apropiado hacer una revisión de la tasa WACC para las distintas industrias supervisadas y reguladas por Osinergmin.

3. Metodología del WACC

3.1 Costo de Capital Promedio Ponderado

El costo de oportunidad del capital se estimará a partir del concepto de Costo de Capital Promedio Ponderado (*WACC, Weighted Average Cost of Capital*), el cual es un promedio ponderado del costo de la deuda y el costo del capital propio (*equity*), asumiendo que las empresas se financian mediante ambos tipos de fondos (deuda y capital propio)⁹. Si se tiene el caso de una empresa que no ha emitido deuda y sólo se financia con capitales propios, su costo de oportunidad del capital equivaldría al costo del capital propio. En el otro caso, si una empresa se financia sólo mediante deuda, su costo de oportunidad del capital equivaldría al costo de la deuda.

La tasa WACC es una medida referencial del retorno esperado que las empresas esperan obtener como mínimo para poder hacer frente a sus obligaciones y permitirles una rentabilidad adecuada. La fórmula para determinar la tasa WACC es la siguiente:

$$WACC = \left(\frac{D}{D+E} \right) r_D (1-t) + \left(\frac{E}{D+E} \right) r_E, \quad (1)$$

donde:

D : Valor de la deuda,

E : Valor del capital propio,

$r_D (1-t)$: Costo de la deuda después de impuestos,

r_E : Costo del capital propio.

La metodología antes descrita corresponde a la versión estándar o *plain vanilla* utilizada por Bancos de Inversión, Valoradores de Empresas, Entidades del Gobierno, entre otras entidades. En ese sentido, la metodología utilizada en este documento de trabajo ha optado por no utilizar primas adicionales a las normalmente establecidas en el marco teórico del WACC y del modelo CAPM.

Esta postura es sustentada por las prácticas que se dan en el mercado; es así que podemos citar distintos casos, como por ejemplo:

⁹ Ross, Westerfield y Jaffe (1995), capítulos 12 y 15. Véase también Shannon y Grabowski (2002).

- (i) En el proceso de arbitraje entre el accionista de una empresa eléctrica (TECO Guatemala Holdings) y la República de Guatemala¹⁰, era necesario calcular el valor nuevo de reemplazo (VNR). Para ello se utilizó la tasa WACC. Su estimación aplicó la metodología estándar, lo mismo ocurrió con la fórmula del costo del capital mediante la metodología CAPM, la cual solo toma en cuenta la prima de riesgo país, sin añadir alguna prima adicional.
- (ii) El Manual para ingresos descontados en el sector de petróleo y gas del Estado de Texas, EE.UU.¹¹ señala con claridad que la metodología WACC es el método ampliamente usado para derivar la tasa de descuento con fines de valoración y descuento de flujos; asimismo, describe la metodología para el cálculo del costo de oportunidad del capital (COK) utilizando la fórmula general sin incluir primas adicionales. Cabe señalar que no se agrega el riesgo país debido a que la tasa de bonos de los EE.UU. es considerada como una tasa libre de riesgo para el mercado y es el referente para calcular las primas de riesgo respecto a bonos de otros países.
- (iii) Bravo (2004)¹², en su Documento de Trabajo “El costo de capital en sectores regulados y mercados emergentes: metodología y casos aplicativos”, señala que la metodología para el costo del capital (COK), en la industria eléctrica, en mercados emergentes corresponde al costo del capital de EE.UU más un premio por riesgo país, sin añadir algún premio adicional.
- (iv) Fernández (2007)¹³, en su Documento de Trabajo “120 errores en valoración de empresas”, señala los errores cometidos en valorizaciones en las que el autor ha participado; entre los principales errores vinculados a añadir primas son los siguientes: incluir una prima de riesgo por pequeño tamaño, incluir una prima de riesgo por iliquidez e incluir una prima de riesgo por pequeño tamaño idéntica para todas las empresas.

¹⁰ ICSID CASE NO. ARB/10/23 Between TECO Guatemala Holdings, LLC (Claimant) v. Republic of Guatemala (Respondent). May 2012, Appendix 3.I. – WACC. Ver la sección de referencias para mayores detalles.

¹¹ Hegar, Glen. Texas Comptroller of Public Accounts (TCPA) “Manual for Discounting Oil and Gas Income”, 2015, páginas 7 y 8. Recuperado de <https://www.comptroller.texas.gov/taxes/property-tax/docs/96-1703.pdf> (último acceso: 17/01/2017).

¹² Bravo, Sergio (2004). *El costo de capital en sectores regulados y mercados emergentes: metodología y casos aplicativos*. ESAN. Junio. Recuperado de <http://www.esan.edu.pe/publicaciones/2009/12/07/DocTrab13.pdf> (último acceso: 17/01/2017). Para ello, el autor presenta la siguiente fórmula $KOA\text{ Perú} = KOA\text{ USA} + \text{Premio Riesgo País}$. Para mayores detalles, véase la página 66 del documento.

¹³ Fernández, Pablo (2007). *120 errores en valoración de empresas*. IESE, Marzo, pp. 15-16. Recuperado de <http://www.iese.edu/research/pdfs/DI-0681.pdf> (último acceso: 17/01/2017).

(v) El documento entregado por Europe Economics (EE)¹⁴ a la Ofgem (Regulador de Gas y Electricidad Inglés) tiene por finalidad evaluar los inputs y la metodología para el cálculo del costo del capital; en dicho documento se señala que la metodología más recomendada es la del cálculo de la tasa WACC la cual incluye también el uso del Modelo CAPM para el cálculo del costo del capital; a éste no se le debe añadir alguna prima adicional.

(vi) El Banco de Inversión JP Morgan¹⁵ en su documento de trabajo “Here we go again... Financial policies in volatile environments: Lessons for and from energy firms” señala la importancia de la metodología WACC para captar cambios en los niveles de riesgo de mercado en el sector del petróleo y del gas, ello se puede deber a una caída de la liquidez lo que repercute en un incremento de los costos para acceder a préstamos.

De esta manera, se evidencia que la práctica internacional prefiere utilizar la metodología estándar a otra que agregue primas que luego son difíciles de probar metodológicamente.¹⁶ Por lo tanto, en este documento se opta por la utilización del enfoque *plain vanilla* para estimar las tasas WACC.

3.2 Procedimiento de cálculo del WACC

La metodología de cálculo de la tasa WACC es una herramienta que permite conocer si un proyecto es rentable o no; este concepto nos muestra el costo de oportunidad de la inversión, considerando las diferentes fuentes de financiamiento.

A continuación, se describirá metodológicamente la construcción de la tasa WACC bajo el enfoque *plain vanilla*:

a. Ponderadores

Según Chisari, Rodriguez y Rossi (1999) existen 2 formas de obtener los ratios deuda sobre capital total:

¹⁴ Europe Economics “The Weighted Average Cost of Capital for Ofgem’s Future Price Control”. December 2010, páginas 7 y 48. Recuperado de <https://www.ofgem.gov.uk/ofgem-publications/53852/europe-economics-final-report-011210.pdf> (último acceso: 17/01/2017).

¹⁵ JP Morgan “Here we go again... Financial policies in volatile environments: Lessons for and from energy firms”. February 2015, página 5. Recuperado de <http://docplayer.net/17640405-Here-we-go-again-financial-policies-in-volatile-environments-lessons-for-and-from-energy-firms.html> (último acceso: 17/01/2017). Disponible también en <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jacf.12104/abstract> (último acceso: 17/01/2017).

¹⁶ Es así que en esta revisión hemos tomado una fuente jurídica (arbitraje TECO vs Guatemala), dos fuentes de gobierno (Estado de Texas, EE.UU y el documento de EE para la Ofgem), dos fuentes académicas (Sergio Bravo, Esan y Pablo Fernandez, IESE) y finalmente una fuente de banca de inversión (JP Morgan).

- Valor en libros: Se calcula usando los datos contables registrados en los Estados Financieros de las empresas.
- Valor de mercado: Se calcula multiplicando el número de acciones por el precio de las mismas.

El valor de mercado da una mejor aproximación del verdadero valor de la firma. No obstante, el valor de mercado de la mayoría de las compañías no se encuentra disponible. Por lo tanto, se utiliza el método del valor en libros.

Para el valor de la deuda se tomará el valor de los pasivos no corrientes (deuda de largo plazo) y para el valor del capital propio se tomará el valor del patrimonio.

b. Costo de la deuda

El costo de la deuda de una empresa representa el costo de endeudamiento de mediano y largo plazo en el que se incurre para obtener fondos que financien sus actividades. Éste se puede calcular mediante un promedio ponderado de varios préstamos realizados por la empresa, para lo cual se utiliza información contable.

Chisari, Rodriguez y Rossi (1999) mencionan que hay opciones teóricas que se deben considerar para calcular el costo de endeudamiento: (i) costo medio, el cual se obtiene al dividir los intereses pagados por el valor en libros de la deuda, es decir, se obtiene la tasa que efectivamente está pagando la empresa por la deuda contraída; (ii) costo marginal, el cual calcula el costo de endeudarse una unidad adicional; (iii) *benchmark* de mercado, el cual toma una tasa referencial de mercado que actúa como una aproximación de lo que estaría pagando una empresa o sector. En el trabajo, los autores resaltan que la ventaja de usar el costo medio de endeudamiento es que los pagos de intereses que realizan las empresas no depende de la tasa de interés actual de mercado, sino de la tasa al momento de contraer las obligaciones, lo que le permite a la empresa cubrirse en caso de fluctuaciones de la tasa de interés.

El presente documento busca identificar el costo de la deuda de la siguiente forma: (i) mediante la revisión de Estados Financieros (EEFF) auditados, en donde se señale cuáles son las tasas utilizadas para las deudas de largo plazo, y con ello se hace una ponderación de las distintas tasas con los montos de deuda a los que se encuentran asociados; (ii) si no se cuenta con esta información se utiliza la metodología de costo medio o (iii) se utiliza una referencia de mercado de cuál puede ser el costo de la deuda, en este caso se puede utilizar también las

tasas activas que cobra la banca local por tipo de empresa (Corporativa, Gran empresa o Mediana empresa).

Asimismo, se corrige por impuestos para quitar el efecto del escudo financiero que se genera al sustraer los pagos de intereses de la utilidad antes de intereses e impuestos. Además, cuando las empresas descuentan el flujo de caja, ellas utilizan el costo de capital propio promedio ponderado después de impuestos¹⁷.

c. Costo del capital propio

Para la estimación del costo de capital propio existen varios modelos, entre los cuales podemos mencionar el *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), el *Dividend Growth Model* (DWM) y el *Arbitrage Pricing Model* (APM). De acuerdo al trabajo realizado por Chisari, Rodriguez y Rossi (1999) el modelo CAPM es extensivamente utilizado para calcular el costo del capital de empresas reguladas y no reguladas, asimismo es de lejos el modelo dominante en el mercado.

Cabe señalar que el modelo CAPM fue desarrollado por Sharpe (1964) y Lintner (1965), basado en los resultados de Markowitz (1952). Los supuestos empleados en este modelo de acuerdo a lo descrito por Rubio (1987) son los siguientes:

- (1) *Los inversionistas son individuos adversos al riesgo y maximizan la utilidad esperada de su riqueza al final del período, que ellos consideran su horizonte de planeación.*
- (2) *Los inversionistas son tomadores de precios, es decir, ningún inversionista es lo suficientemente poderoso como para afectar el precio de los activos en el mercado.*
- (3) *Existe un activo de cero riesgo tal que los inversionistas pueden endeudarse o prestar cantidades ilimitadas a esa tasa de cero riesgo.*
- (4) *Las cantidades de activos son fijas, además todos los activos son comerciables en cualquier momento, es decir, son perfectamente líquidos y perfectamente divisibles.*
- (5) *Los mercados de activos son friccionales (es decir, la tasa de endeudamiento iguala a la tasa de préstamo) y la información tiene costo cero, a la vez que está simultáneamente disponible para todos los inversionistas.*
- (6) *No hay imperfecciones de mercado tales como impuestos.* (Rubio 1987, p. 4)

De igual forma, Bravo (2012) señala que dicho modelo es el más usado y explica el por qué de ello de la siguiente forma:

El CAPM es un modelo utilizado para la medición del costo de capital, que se sustenta basado en los parámetros de rendimiento esperado y riesgo asociado, otorgándole un valor al importante concepto de discernimiento de inversiones -en activos reales o financieros- que

¹⁷ Brealey, Myers y Allen (2010).

utiliza un inversionista. El principal aporte del modelo son los conceptos de riesgo sistemático y riesgo no sistemático, fuerte como modelo explicativo y de gran difusión por su simplicidad, que le ha permitido convertirse en el modelo preferido por los inversionistas.

Es también su simplicidad la que ha -en cierta forma- generado dudas sobre su consistencia para estimar el costo de capital, por lo que se han realizado un número significativo de estudios y pruebas de contraste del modelo. Sin embargo, a pesar de ser un modelo simple, se vuelve complejo al estimar sus parámetros asociados al identificar que éstos tienen que ver con la naturaleza de los flujos de caja de los activos financieros a evaluar, con su periodicidad y su horizonte de ocurrencia (Bravo 2012, pp. 106-107).

Este modelo considera que el riesgo asociado a un activo proviene del riesgo que existe sobre el retorno del mismo. Ese retorno depende de dos tipos de riesgos: un riesgo sistémico, asociado a las fluctuaciones del mercado y un riesgo no sistémico o específico. Debido a que el inversionista puede protegerse del riesgo no sistémico diversificando su portafolio, el único riesgo relevante para determinar el costo de capital propio es el riesgo sistémico, es decir, aquél que no se puede diversificar.

El CAPM¹⁸ muestra que el costo de capital propio es la suma del retorno de un activo libre de riesgo más la prima por el riesgo de mercado multiplicado por una medida del riesgo sistémico de la empresa representado por la letra griega beta (β) más la prima de riesgo país, tal como se muestra en la siguiente fórmula¹⁹:

$$r_E = r_f + \beta [E(R_m) - r_f] + r_p, \quad (2)$$

donde:

r_f : Tasa libre de riesgo,

$E(R_m)$: Retorno promedio del mercado,

β : Riesgo sistémico de la empresa,

r_p : Riesgo país.

El modelo CAPM funciona bajo tres supuestos fundamentales: **(i)** mercados competitivos y eficientes, es decir, los precios resumen toda la información disponible, **(ii)** los inversores son racionales y su objetivo es maximizar beneficios, es decir, un mayor retorno se

¹⁸ El Modelo CAPM utilizado en este Documento es consistente con lo establecido en el Artículo N° 79 de la LCE, el cual indica que se deben de considerar los factores de Tasa Libre de Riesgo y la Prima por Riesgo País para la determinación de la Tasa de Actualización del Sector Eléctrico Peruano. Este modelo es recomendado por Rothwell y Gómez (2003) para su utilización en la medición del costo de oportunidad del capital para el Sector Eléctrico, con propósitos regulatorios. Asimismo, el Modelo CAPM es referenciado en el Artículo 135° del Decreto Supremo N° 081-2007-EM.

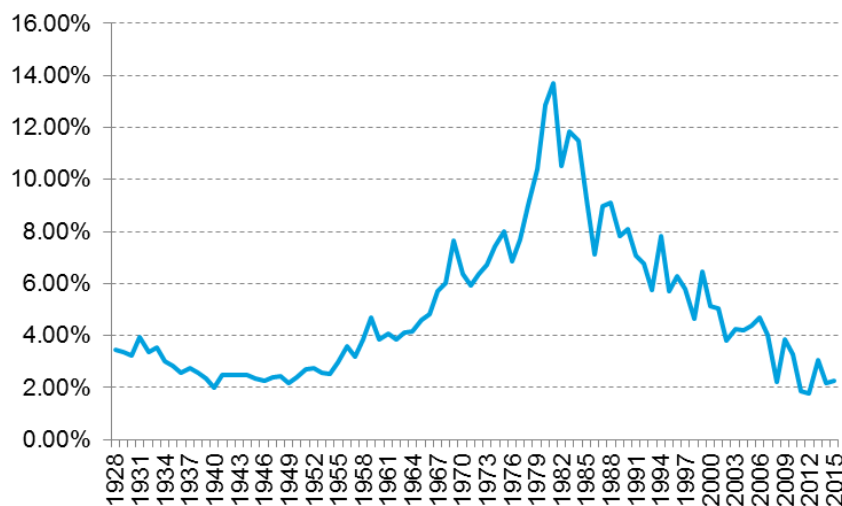
¹⁹ Para mayores detalles, véase Chisari, Rodríguez y Rossi (1999). El modelo también ha sido planteado como recomendado por Ahern et. al. (2011).

relaciona con un mayor riesgo y **(iii)** no existen oportunidades de arbitraje, condición necesaria para obtener un equilibrio²⁰.

A continuación se describe y se presenta una metodología de cálculo para cada uno de los parámetros de la ecuación del CAPM.

- i) *Tasa libre de riesgo*: Representa el retorno de un activo que no tiene riesgo de default²¹. En el caso de los países desarrollados se usa como variable aproximada (*proxy*) la tasa de los bonos del tesoro. En el caso de países emergentes como el Perú, se considera como variable *proxy* la tasa de los Bonos del Tesoro de Estados Unidos a 20 años. En el siguiente gráfico se muestra la evolución del rendimiento mensual de los bonos del Tesoro de Estados Unidos desde el año 1928.

Gráfico N° 2: Evolución del rendimiento de los bonos del tesoro de Estados Unidos a 20 años, 1928 –2015.



Fuente: FED (Federal Reserve System) – Economic Research & Data.
Elaboración: Gerencia de Políticas y Análisis Económico – Osinergmin.

- ii) *Prima por el riesgo de mercado*: Representa el retorno adicional que requiere un inversionista para mantener una cartera diversificada de acciones en lugar de un activo sin riesgo de default.

²⁰ Chisari, Rodríguez y Rossi (1999), así como Marín y Rubio (2001).

²¹ El riesgo de default viene a ser al riesgo de impago que tiene todo activo (acciones o bonos) que es adquirido; el riesgo de impago es mayor en acciones y menor en bonos. Sin embargo existen activos considerados como libre de riesgo, entre estos está el bono de los Estados Unidos; ello se debe a que, la liquidez del activo y fortaleza económica del país hace que el mercado lo considere libre de riesgo.

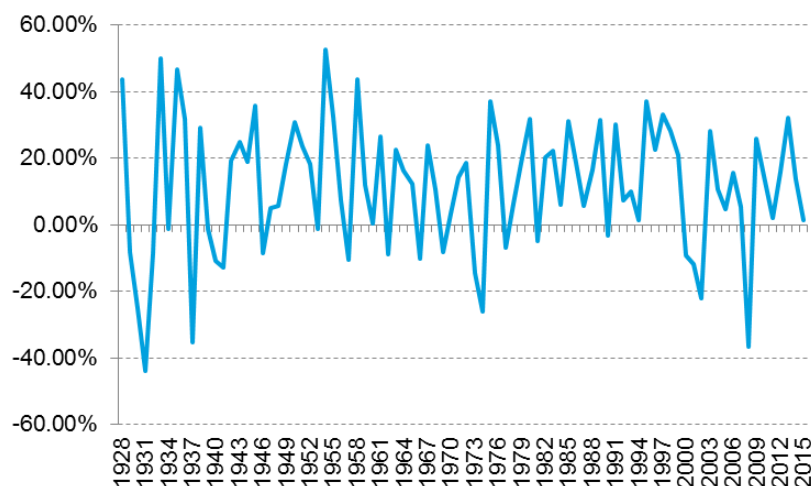
Esta prima se puede obtener calculando separadamente sus componentes (retorno promedio del mercado y tasa libre de riesgo); sin embargo, también se puede obtener mediante el promedio de los retornos pasados de un índice de mercado adecuado.

Debido a que la estimación de la Prima es sensible al periodo del cual se toman los datos²², es recomendable usar el periodo de tiempo más amplio posible para el que se tenga información, es decir, se utilizará un enfoque histórico. Esta posición se encuentra alineada con el planteamiento que realiza Chisari, Rodriguez y Rossi (1999) en donde señalan:

... la práctica usual es calcular directamente la prima de riesgo del mercado, estimándose como el promedio de los retornos pasados de un índice de mercado de un índice de mercado apropiado. La idea detrás de realizar un promedio de los retornos pasados como para obtener la prima de riesgo promedio de mercado (PRPM) presupone que todos los retornos históricos tienen igual probabilidad de ocurrencia en el futuro. (Chisari, Rodriguez y Rossi 1999, pp. 7).

En el siguiente gráfico se muestra la evolución del rendimiento anual del índice S&P 500.

Gráfico N° 3: Evolución del rendimiento anual del índice S&P 500, 1928 – 2015.



Fuente: S&P 500, portal de Damodaran.

Elaboración: Gerencia de Políticas y Análisis Económico – Osinergmin.

Damodaran calcula la Prima por el riesgo de mercado a través de un promedio aritmético de la diferencia entre el retorno anual del Índice S&P500 y el retorno de los bonos del tesoro; los datos que utiliza Damodaran son a partir del año 1928²³.

iii) *Riesgo sistémico de la empresa (β):* El β es una medida del riesgo específico de la empresa, teóricamente se calcula como el cociente de la covarianza del retorno de las acciones de la empresa y del retorno del mercado entre la varianza del retorno del mercado.

²² Véase Chisari, Rodriguez y Rossi (1999).

²³ Para mayor información visitar la siguiente página web: <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>.

Para estudios de valoración es necesario utilizar los betas apalancados, debido a que estos nos brindan información de cómo está estructurada la empresa o sector bajo análisis; ello brinda información de riesgo a ser tomada en cuenta en la valoración; por ejemplo, una empresa o sector que es intensiva en deuda es más riesgosa²⁴; por ende, su beta apalancado es mayor.

En el presente Documento de Trabajo para el cálculo de los betas apalancados de cada una de las industrias analizadas se utilizará la metodología basada en Rubinstein (1973), la cual se expresa en la siguiente fórmula:

$$\beta = \beta_{\text{Desapalancado}} * [(1 + (1 - t)) * (D / E)], \quad (3)$$

donde:

t = Tasa de impuesto,
 β = Beta apalancado,
 D/E = Ratio deuda/patrimonio.

Debido a que la base de datos de Bloomberg proporciona los betas desapalancados para todas las empresas comparables, es posible estimar el beta apalancado contando con la información local del ratio D/E y tasa de impuesto de las industrias analizadas. De esta manera, ha sido posible realizar en este documento el ajuste a los betas internacionales al contexto de riesgo que se maneja en Perú.

Las empresas seleccionadas para la estimación del beta corresponden a empresas que operan en las industrias de minería, electricidad, gas natural, hidrocarburos y RER. La información de estas empresas se tomaron de la plataforma Bloomberg.

iv) Riesgo país (r_p): Damodaran (2003) menciona que el riesgo relevante al estimar el costo de capital es el riesgo no diversificable (o de mercado), por lo que se debe determinar si el riesgo de un país emergente es diversificable o no. Si se puede diversificar no debería existir una prima por riesgo adicional. En ese sentido, las condiciones para que exista y se estime una prima por riesgo país son dos: (i) deben existir mercados segmentados, es decir, el inversionista sólo puede diversificar su riesgo dentro de ese mercado, mientras que en un mercado abierto el inversionista podría invertir en todos los mercados; (ii) debe existir una

²⁴ Una empresa o sector intensivamente financiado con deuda se encuentra más expuesta a cambios económicos, por ejemplo, una recesión. Ello significaría que el cumplimiento de sus compromisos pueden verse afectados por una reducción significativa de sus ventas; por tanto, se incrementa el riesgo de caer en situaciones de iliquidez o insolvencia.

alta correlación entre mercados, es decir una baja probabilidad de diversificar el riesgo. Damodaran (2003) indica que la correlación entre mercados ha aumentado en los últimos años y que las barreras para invertir entre mercados ha disminuido, por lo que una porción del riesgo país no es diversificable.

Damodaran establece alternativas de incorporación del riesgo país en el modelo CAPM; para ello utiliza el factor “ λ ”. Entre estas alternativas se tiene: i) asumir que todas las empresas en un país tienen igual exposición al riesgo país, ii) asumir que la exposición al riesgo país de una empresa es proporcional a la exposición de otros riesgos de mercado, iii) tratar el riesgo país como un factor separado, suponiendo que las empresas tienen diferente exposición al mismo. En el presente Documento de Trabajo se adopta la práctica estándar del mercado, por la cual se asume, conservadoramente, que todas las empresas tienen igual exposición al riesgo país²⁵; en ese sentido, utilizamos la alternativa i) y asumimos un factor “ λ ” igual a 1. La estimación considera el EMBIG Perú, elaborado por JP Morgan y publicado por el Banco Central de Reserva del Perú.

²⁵ Este supuesto se basa en los diversos estudios revisados en donde asumen que el valor de lambda es uno y por lo tanto no tiene ningún efecto sobre el riesgo país. De esta forma, se citan los trabajos de Bravo (2004), ICSID CASE NO. ARB/10/23(2012). A ello se puede sumar los distintos casos prácticos de empresas domiciliadas en el Perú, las cuales añaden el riesgo país sin que aquel esté afectado por el factor lambda; entre estos se puede mencionar los cálculos de *Kallpa Equity Research* para Buenaventura, Milpo, Cerro Verde y Relapasa.

4. Consideraciones para el cálculo del WACC

Para el cálculo de la tasa WACC bajo el enfoque *plain vanilla* en las industrias supervisadas y reguladas por Osinergmin, se tomaron las siguientes consideraciones:

- Tasa Libre de Riesgo: es un concepto teórico que asume que en la economía existe una alternativa de inversión que no tiene riesgo para el inversionista. Ésta ofrece un rendimiento seguro en una unidad monetaria y en un plazo determinado, donde no existe riesgo crediticio ni riesgo de reinversión ya que, vencido el período, se dispondrá del efectivo. La estimación considera para esta variable la tasa del Bono del Tesoro Americano a 20 años publicada por el U.S. *Department of the Treasury* para cada uno de los años del período 2011-2015.
- Prima de Riesgo de Mercado²⁶: La prima de mercado permite determinar qué rentabilidad añadida se obtiene de una inversión diversificada en renta variable más allá que las que ofrece la renta fija. Para nuestro cálculo, se ha tomado la prima de Riesgo de Mercado generada por la diferencia entre el rendimiento del S&P500 y el rendimiento de los bonos de EE.UU.
- Beta: Con el objetivo de determinar un beta adecuado para cada subsector, se utilizó el beta promedio de un grupo de empresas correspondiente a cada subsector. El detalle es el siguiente:
 - Industria Minera: subsector de metales preciosos y subsector de mineras polimetálicas.
 - Industria de Hidrocarburos Líquidos: subsectores de *upstream* (exploración, explotación y transporte por ductos) y *downstream* (refinación, almacenamiento, comercialización mayorista y minorista).
 - Industria de Gas Natural: subsectores de exploración y producción (E&P), transporte y distribución.
 - Industria de Electricidad: subsectores de generación, transmisión y distribución.
 - Industria de generadores de energía mediante RER²⁷: se utilizó una muestra de empresas comparables que realizan electricidad mediante tecnologías RER.

²⁶ El documento de Chisari, Rodríguez y Rossi (1999) considera que se debe de utilizar el promedio histórico de los retornos para el cálculo de la prima de riesgo de mercado.

²⁷ Recursos energéticos renovables no convencionales de acuerdo a la definición del Decreto Legislativo N° 1002.

Cabe mencionar que la base de datos fue extraída de Bloomberg²⁸, la cual proporciona betas desapalancados que son promediados por subsector y posteriormente reapalancados considerando el ratio deuda-capital promedio de cada subsector junto con la tasa impositiva del mercado (el cálculo detallado se encuentra descrito en el Anexo, el cual detalla los valores utilizados para cada subsector).

- Riesgo País: El riesgo país está relacionado con la eventualidad de que un estado soberano se vea imposibilitado o incapacitado de cumplir con sus obligaciones con algún agente extranjero, por razones fuera de los riesgos usuales que surgen de cualquier relación crediticia. La estimación considera el EMBIG Perú promedio de cada año, elaborado por JP Morgan y publicado por el Banco Central de Reserva del Perú.
- Costo de Deuda²⁹: La estimación considera la información histórica de los estados financieros (EE.FF.) de las empresas; en base a este valor, se obtiene el ratio de los gastos financieros (pagos por intereses) entre la deuda de largo plazo³⁰. Asimismo, hay casos en donde las notas de EE.FF. señalan las tasas a las que la empresa se endeuda, en dichos casos se ha utilizado estas tasas y se ha ponderado con el peso de la deuda que representa. Finalmente, se puede utilizar también un referente de mercado que corresponde a las tasas activas que cobra la banca local por tipo de empresa (Corporativa, Gran Empresa, Mediana Empresa) elaboradas por la SBS.
- Deuda/Patrimonio: La estimación considera el ratio de Deuda/Patrimonio de cada subsector.

²⁸ Se tomó como muestra a un grupo de empresas que listan en bolsa y que corresponden a los subsectores antes señalados.

²⁹ Fuentes (2014), numeral 1, sobre el riesgo del negocio (u operativo) y riesgo financiero, indica que el costo de la deuda debe de analizarse de forma diversificada por tipo de empresa, por ese motivo es que se estimó el costo de la deuda en base a la información histórica de los EEEF de cada subsector.

³⁰ Fuentes (2014) señala que para el análisis del costo de la deuda es mejor utilizar la deuda de largo plazo debido a que es una deuda no estacional, para ello se cita a Van Horne y Wachowics (2010) señalando (...) *la empresa financia un proyecto de capital cuyos beneficios se extienden varios años, con financiamiento que, por naturaleza, suele ser de largo plazo.*

5. Resultados y benchmarking

Sector Minero

En base a la metodología antes expuesta, la cual se encuentra detallada en el Anexo 8.1 del presente Documento, se muestran los resultados del cálculo de la tasa WACC nominal en dólares por subsector de la industria minera en el Perú.

Cuadro N°2: Costo Promedio Ponderado del Capital (WACC por sus siglas en inglés) para el período 2011-2015

Cálculo de la Tasa de Descuento	2015		2014		2013		2012		2011	
	Metales preciosos	Poli-metálicas	Metales preciosos	Poli-metálicas	Metales preciosos	Poli-metálicas	Metales preciosos	Poli-metálicas	Metales preciosos	Poli-metálicas
Costo del Capital										
Beta desapalancado	0.73	1.24	0.73	1.24	0.73	1.24	0.73	1.24	0.73	1.24
Deuda/Capital	26.1%	46.8%	26.1%	46.8%	26.1%	46.8%	26.1%	46.8%	26.1%	46.8%
Tasa de Impuesto	28.00%	28.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%
Beta apalancado	0.871	1.661	0.867	1.649	0.867	1.649	0.867	1.649	0.867	1.649
Tasa libre de riesgo	2.98%	2.98%	3.28%	3.28%	3.48%	3.48%	3.73%	3.73%	4.21%	4.21%
Prima de riesgo de mercado (MRP)	6.43%	6.43%	6.51%	6.51%	6.46%	6.46%	6.19%	6.19%	6.09%	6.09%
Costo del Capital	8.58%	13.66%	8.92%	14.02%	9.08%	14.13%	9.10%	13.94%	9.49%	14.26%
Prima de riesgo país	2.01%	2.01%	1.62%	1.62%	1.62%	1.62%	1.57%	1.57%	1.91%	1.91%
Costo del Capital ajustado para Perú	10.59%	15.66%	10.55%	15.64%	10.71%	15.76%	10.67%	15.51%	11.40%	16.17%
Costo de la Deuda										
Costo de la Deuda	4.4%	5.2%	4.8%	4.8%	4.5%	4.7%	4.6%	5.2%	5.81%	5.10%
Tasa de Impuesto	28.00%	28.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%
Costo de la Deuda	3.14%	3.76%	3.33%	3.35%	3.18%	3.30%	3.22%	3.66%	4.06%	3.57%
Deuda	20.7%	31.9%	20.7%	31.9%	20.7%	31.9%	20.7%	31.9%	20.7%	31.9%
Capital	79.3%	68.1%	79.3%	68.1%	79.3%	68.1%	79.3%	68.1%	79.3%	68.1%
WACC US\$	9.04%	11.87%	9.05%	11.72%	9.15%	11.79%	9.13%	11.74%	9.88%	12.16%

Elaboración: Gerencia de Políticas y Análisis Económico - Osinergmin.

En base a la composición de las exportaciones de productos mineros³¹ en el año 2015, se ha ponderado la tasa WACC nominal en dólares del sector en su conjunto; de esta forma, los resultados son los siguientes:

Cuadro N°3: Estimación del Costo Promedio Ponderado del Capital (WACC) para la Industria Minera Peruana en US\$

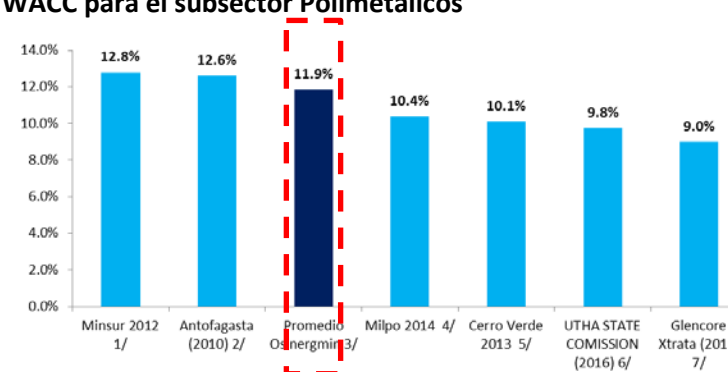
	2015	2014	2013	2012	2011
WACC del Sector Minero Nominal	10.8%	10.7%	10.8%	10.8%	11.3%

Elaboración: Gerencia de Políticas y Análisis Económico – Osinergmin.

Se realizó una revisión de fuentes públicas en donde se identificó la tasa WACC para distintos países; en el siguiente cuadro se pueden resumir los resultados encontrados.

Cuadro N°4: Comparación de la tasa WACC para el subsector Polimetálicos

País	WACC sector polimetálicos
Minsur 2012 1/	12.8%
Antofagasta (2010) 2/	12.6%
Osinergmin (2011-2015) 3/	11.9%
Milpo 2014 4/	10.4%
Cerro Verde 2013 5/	10.1%
UTHA STATE COMMISSION (2016) 6	9.8%
Glencore Xtrata (2013) 7/	9.0%



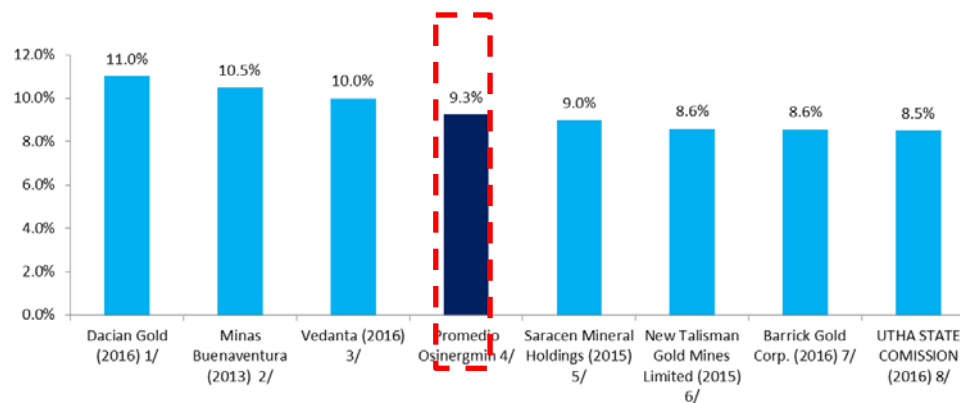
Fuentes:

1. Centrum Católica, 2012.
2. Basinvest "Valuation of Metals and Mining Companies", 2010.
3. Osinergmin. Gerencia de Políticas y Análisis Económico, WACC promedio para el período 2011-2015. Enero 2017.
4. Kallpa, Equity Research, 2014.
5. Kallpa, Equity Research, 2013.
6. Utha State Tax Commission, 2016.
7. Credit Suisse, Equity Research, 2013.

³¹ El WACC consolidado es el resultado de una ponderación, la cual toma en cuenta la estructura de las exportaciones de cada subsector. De esta forma, los pesos con los que se trabajó son los siguientes: Metales preciosos (37%) y Polimetálicos (63%).

Cuadro N°5: Comparación de la tasa WACC para el Subsector de Metales Preciosos

País	WACC sector M. Preciosos
Dacian Gold (2016) 1/	11.0%
Minas Buenaventura (2013) 2/	10.5%
Vedanta (2016) 3/	10.0%
Osinergmin (2011-2015) 4/	9.3%
Saracen Mineral Holdings (2015) 5/	9.0%
New Talisman Gold Mines Limited (2015) 6/	8.6%
Barrick Gold Corp. (2016) 7/	8.6%
UTHA STATE COMISSION (2016) 8/	8.5%



Fuentes:

1. Macquarie Research, Dacian Gold, 2016.
2. Kallpa, Equities Research, 2013.
3. Vedanta Resources Plc, Tom Albaneece, 2016.
4. Osinergmin. Gerencia de Políticas y Análisis Económico, WACC promedio para el período 2011-2015. Enero 2017.
5. Macquarie Research, Saracen Mineral Holdings, 2015.
6. Pwc, Appreciating Value New Zealand, 2015.
7. Washburn University, Applied Portfolio Management, 2016.
8. Utha State Tax Commission, 2016.

En base a los resultados obtenidos en el subsector de metales preciosos y polimetálicos, se pudo hacer una ponderación de ambas tasas obteniendo una tasa **WACC promedio para la Industria Minera de 10.89%, correspondiente al período 2011-2015.**

Sector Gas Natural

En base a la metodología antes expuesta, la cual se encuentra detallada en el Anexo 8.2 del presente Documento, se muestran los resultados del cálculo de la tasa WACC nominal en dólares para el Sector de Gas Natural en el Perú.

Cuadro N°6: Costo Promedio Ponderado del Capital (WACC por sus siglas en inglés) para el período 2011-2015

Calculo del Costo Promedio Ponderado del Capital	2015			2014			2013			2012			2011		
	E&P	Transporte	Distribución	E&P	Transporte	Distribución	E&P	Transporte	Distribución	E&P	Transporte	Distribución	E&P	Transporte	Distribución
Costo del Capital															
Beta desapalancado	0.82	0.50	0.47	0.82	0.50	0.47	0.82	0.50	0.47	0.82	0.50	0.47	0.82	0.50	0.47
Deuda/Capital	100.9%	184.1%	120.9%	100.9%	184.1%	120.9%	100.9%	184.1%	120.9%	100.9%	184.1%	120.9%	100.9%	184.1%	120.9%
Tasa de Impuesto	28.00%	28.00%	28.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%
Beta apalancado	1.420	0.883	0.873	1.404	0.872	0.862	1.404	0.872	0.862	1.404	0.872	0.862	1.404	0.872	0.862
Tasa libre de riesgo	2.98%	2.98%	2.98%	3.28%	3.28%	3.28%	3.48%	3.48%	3.48%	3.73%	3.73%	3.73%	4.21%	4.21%	4.21%
Prima de riesgo de mercado (MRP)	6.43%	6.43%	6.43%	6.51%	6.51%	6.51%	6.46%	6.46%	6.46%	6.19%	6.19%	6.19%	6.09%	6.09%	6.09%
Costo del Capital	12.11%	8.65%	8.59%	12.42%	8.96%	8.89%	12.55%	9.11%	9.05%	12.42%	9.13%	9.07%	12.76%	9.52%	9.46%
Prima de riesgo país	2.01%	2.01%	2.01%	1.62%	1.62%	1.62%	1.62%	1.62%	1.62%	1.57%	1.57%	1.57%	1.91%	1.91%	1.91%
Costo del Capital ajustado para Perú	14.12%	10.66%	10.60%	14.04%	10.58%	10.51%	14.17%	10.74%	10.67%	13.99%	10.70%	10.64%	14.67%	11.43%	11.37%
Costo de la Deuda															
Costo de la Deuda	4.6%	6.2%	4.8%	3.3%	6.2%	3.6%	5.9%	7.7%	5.6%	5.7%	7.4%	5.3%	3.9%	7.0%	5.4%
Tasa de Impuesto	28.00%	28.00%	28.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%
Costo de la Deuda	3.28%	4.44%	3.44%	2.30%	4.31%	2.54%	4.13%	5.37%	3.90%	4.02%	5.15%	3.74%	2.76%	4.92%	3.77%
Deuda	50.2%	64.8%	54.7%	50.2%	64.8%	54.7%	50.2%	64.8%	54.7%	50.2%	64.8%	54.7%	50.2%	64.8%	54.7%
Capital	49.8%	35.2%	45.3%	49.8%	35.2%	45.3%	49.8%	35.2%	45.3%	49.8%	35.2%	45.3%	49.8%	35.2%	45.3%
WACC US\$	8.67%	7.47%	6.68%	8.14%	7.36%	6.15%	9.12%	7.99%	6.97%	8.98%	7.86%	6.86%	8.69%	8.09%	7.21%

Elaboración: GPAE - Osinergmin.

En base a la composición de ingresos de las empresas peruanas³² para el período 2011-2015, se ha ponderado la tasa WACC nominal en dólares del sector; de esta forma, los resultados son los siguientes:

³² El WACC consolidado es el resultado de una ponderación, la cual toma en cuenta la estructura de ingresos de cada subsector, basados en la información de las empresas peruanas disponibles. De esta forma, los pesos con los que se trabajó son los siguientes: Distribución (18%), Transporte con (53%), así como Exploración y Producción con (29%).

Cuadro N°7: Costo Promedio Ponderado del Capital (WACC) para la Industria de Gas Natural en US\$

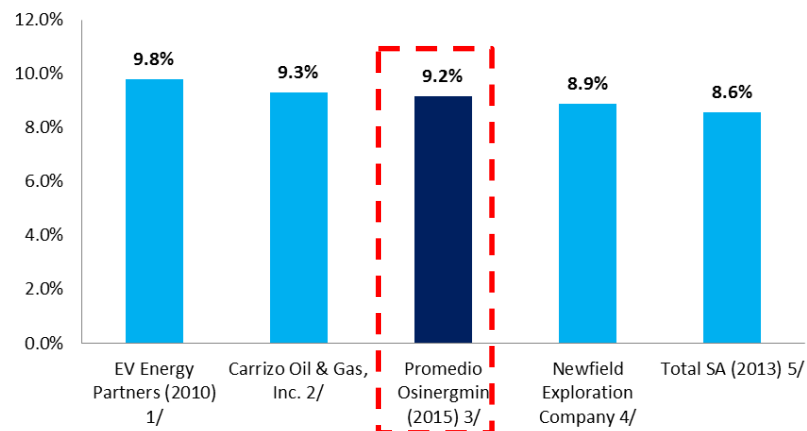
	2015	2014	2013	2012	2011
WACC de la Industria GN	7.9%	7.6%	8.4%	8.2%	8.2%

Elaboración: Gerencia de Políticas y Análisis Económico – Osinergmin.

Se realizó una revisión de fuentes públicas en donde se identificó la tasa WACC para distintos países; en los siguientes cuadros se resumen los resultados encontrados.

Cuadro N°8: Comparación de tasa WACC para la Industria de Gas Natural – Subsector de Exploración y Explotación

Empresa	WACC subsector E&P
EV Energy Partners (2007) 1/	9.8%
Carrizo Oil & Gas, Inc. 2/	9.3%
Osinergmin (2011-2015) 3/	9.2%
Newfield Exploration Company 4/	8.9%
Total SA (2013) 5/	8.6%



Fuentes:

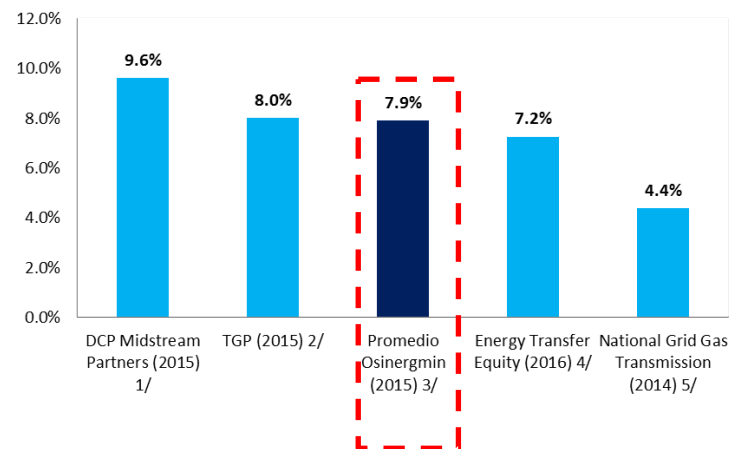
1. Legacy Reserves, 2007.
2. Bloomberg 2016.
3. Osinergmin. Gerencia de Políticas y Análisis Económico, WACC promedio para el período 2011-2015. Enero 2017.
4. Pindick, Robert. MIT, 2010.
5. Helm Comisionista de Bolsa, 2013.

Cuadro N°9: Comparación de tasa WACC para la Industria de Gas Natural – Subsector de Transporte

Empresa	WACC subsector transporte
DCP Midstream Partners (2015) 1/	9.6%
TGP (2015) 2/	8.0%
Osinergmin (2011-2015) 3/	7.9%
Energy Transfer Equity (2016) 4/	7.2%
National Grid Gas Transmission (2014) 5/	4.4%

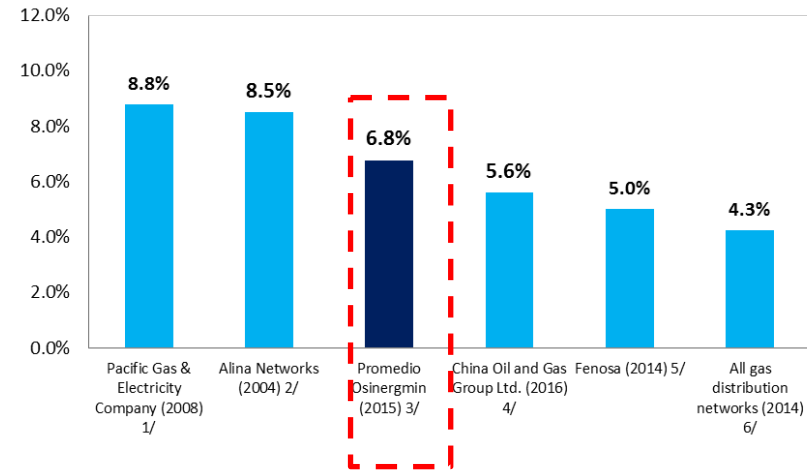
Fuentes:

1. Gurufocus, 2015.
2. Universidad del Pacífico, 2015.
3. Osinergmin. Gerencia de Políticas y Análisis Económico, WACC promedio para el período 2011-2015. Enero 2017.
4. Bloomberg, 2016.
5. Competition and Markets Authority. The Weighted Average Cost of Capital for Electricity and Gas Networks, 2014.



Cuadro N°10: Comparación de tasa WACC para la Industria de Gas Natural – Subsector de Distribución

Empresa	WACC subsector distribución
Pacific Gas & Electricity Company (2008) 1	8.8%
Alina Networks (2004) 2/	8.5%
Osinergmin (2011-2015) 3/	6.8%
China Oil and Gas Group Ltd. (2016) 4/	5.6%
Fenosa (2014) 5/	5.0%
All gas distribution networks (2014) 6/	4.3%



Fuentes:

1. Ruud Weijermars. Value chain analysis of the natural gas industry, 2008.
2. KPMG. The Weighted Average Cost of Capital for Gas Distribution, 2004.
3. Osinergmin. Gerencia de Políticas y Análisis Económico, WACC promedio para el período 2011-2015. Enero 2017.
4. Bloomberg, 2016.
5. José Vasquez. Análisis fundamental y valorización de Gas Natural Fenosa, 2014.
6. Competition and Markets Authority. The Weighted Average Cost of Capital for Electricity and Gas Networks, 2014.

En base a los resultados obtenidos en los subsectores de Exploración y Producción, Transporte y Distribución, se pudo hacer una ponderación de dichas tasas obteniendo una tasa **WACC promedio para la Industria de Gas Natural de 8.06%, correspondiente al período 2011-2015.**

Hidrocarburos Líquidos

En base a la metodología antes expuesta, la cual se encuentra detallada en el Anexo 8.3 del presente Documento, se muestran los resultados del cálculo de la tasa WACC nominal en dólares para la línea integrada del sector hidrocarburos en el Perú, la cual incluye el negocio de los hidrocarburos líquidos.

Cuadro N°11: Estimación del Costo Promedio Ponderado del Capital (WACC) para la Industria de Hidrocarburos Líquidos

Calculo del Costo Promedio Ponderado del Capital	2015		2014		2013		2012		2011	
	Up-stream	Down-stream	Up-stream	Down-stream	Up-stream	Down-stream	Up-stream	Down-stream	Up-stream	Down-stream
Costo del Capital										
Beta desapalancado	1.04	0.93	1.04	0.93	1.04	0.93	1.04	0.93	1.04	0.93
Deuda/Capital	45.0%	53.4%	45.0%	53.4%	45.0%	53.4%	45.0%	53.4%	45.0%	53.4%
Tasa de Impuesto	28.00%	28.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%
Beta apalancado	1.383	1.288	1.373	1.278	1.373	1.278	1.373	1.278	1.373	1.278
Tasa libre de riesgo	2.98%	2.98%	3.28%	3.28%	3.48%	3.48%	3.73%	3.73%	4.21%	4.21%
Prima de riesgo de mercado (MRP)	6.43%	6.43%	6.51%	6.51%	6.46%	6.46%	6.19%	6.19%	6.09%	6.09%
Costo del Capital	11.87%	11.26%	12.22%	11.60%	12.35%	11.74%	12.23%	11.65%	12.58%	12.00%
Prima de riesgo país	2.01%	2.01%	1.62%	1.62%	1.62%	1.62%	1.57%	1.57%	1.91%	1.91%
Costo del Capital ajustado para Perú	13.87%	13.27%	13.84%	13.22%	13.97%	13.36%	13.80%	13.22%	14.49%	13.91%
Costo de la Deuda										
Costo de la Deuda	4.2%	7.2%	4.8%	5.6%	4.8%	5.8%	4.9%	7.0%	6.2%	5.8%
Tasa de Impuesto	28.00%	28.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%
Costo de la Deuda	3.01%	5.19%	3.34%	3.90%	3.35%	4.05%	3.45%	4.89%	4.34%	4.07%
Deuda	31.0%	34.8%	31.0%	34.8%	31.0%	34.8%	31.0%	34.8%	31.0%	34.8%
Capital	69.0%	65.2%	69.0%	65.2%	69.0%	65.2%	69.0%	65.2%	69.0%	65.2%
WACC US\$	10.50%	10.46%	10.58%	9.98%	10.68%	10.12%	10.59%	10.32%	11.34%	10.48%

Elaboración: Gerencia de Políticas y Análisis Económico - Osinermin.

En base a la composición de ingresos de las empresas peruanas³³ para el período 2011-2015, se ha ponderado la tasa WACC nominal en dólares del sector; de esta forma, los resultados son los siguientes:

³³ El WACC consolidado es el resultado de una ponderación, la cual toma en cuenta la estructura de ingresos de cada subsector, basados en la información de las empresas peruanas disponibles. De esta forma, los pesos con los que se trabajó son los siguientes: Upstream (52%) y Downstream (48%).

Cuadro N°12: Costo Promedio Ponderado del Capital (WACC) para la Industria de Hidrocarburos Líquidos en US\$

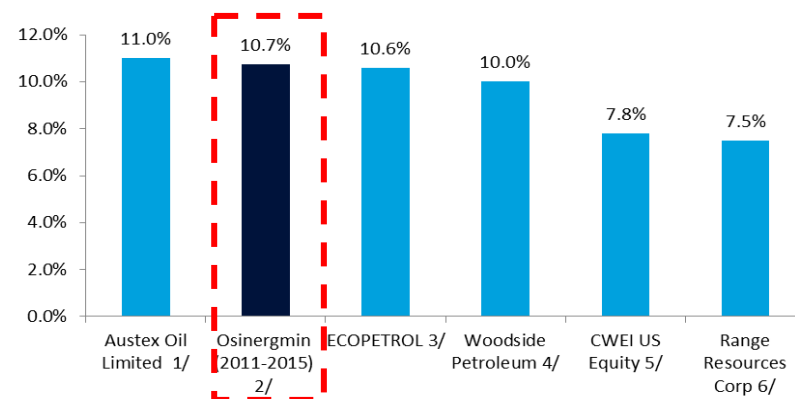
	2015	2014	2013	2012	2011
WACC del sector Hidrocarburos Nominal	10.5%	10.3%	10.4%	10.5%	10.9%

Elaboración: Gerencia de Políticas y Análisis Económico – Osinergmin.

Se realizó una revisión de fuentes públicas en donde se identificó la tasa WACC para distintos países. En el siguiente cuadro se pueden resumir los resultados encontrados.

Cuadro N°13: Comparación de tasa WACC para la Industria de Hidrocarburos – Segmento Upstream

País	WACC subsector Upstream
Austex Oil Limited (2014) 1/	11.0%
Osinergmin (2011-2015) 2/	10.7%
ECOPETROL (2011) 3/	10.6%
Woodside Petroleum (2014) 4/	10.0%
CWEI US Equity (2016) 5/	7.8%
Range Resources Corp (2016) 6/	7.5%



Fuentes:

1/ Notice of extraordinary general meeting explanatory, 2014.

2/ Osinergmin. Gerencia de Políticas y Análisis Económico, WACC promedio para el período 2011-2015. Enero2017.

3/ Global Securities Colombia, 2011.

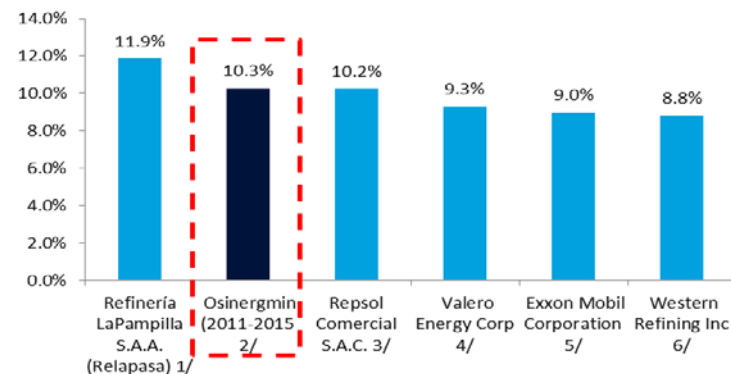
4/ Macquarie Private Wealth, 2014.

5/ Bloomberg, 2015.

6/ Bloomberg, 2015.

Cuadro N°14: Comparación de tasa WACC para la Industria de Hidrocarburos Líquidos – Segmento Downstream

País	WACC subsector Downstream
Refinería LaPampilla S.A.A. (2014) 1/	11.9%
Osinergmin (2011-2015) 2/	10.3%
Repsol Comercial (2014) 3/	10.2%
Valero Energy (2016) 4/	9.3%
Exxon Mobil (2010) 5/	9.0%
Western Refining (2016) 6/	8.8%



Fuentes:

1/ Kallpa, Equities Research, 2014.

2/ Osinergmin. Gerencia de Políticas y Análisis Económico, WACC promedio para el período 2011-2015. Enero 2017.

3/ Kallpa, Equities Research, 2014.

4/ Bloomberg, 2015.

5/ Exxon Mobil, 2010.

6/ Bloomberg, 2015.

De esta manera, se estima que la tasa **WACC promedio para la Industria de Hidrocarburos Líquidos es de 10.51%, correspondiente al período 2011-2015.**

Electricidad:

En base a la metodología antes expuesta, la cual se encuentra detallada en el Anexo 8.4 del presente Documento, se muestran los resultados del cálculo de la tasa WACC nominal en dólares por subsector de la industria eléctrica en el Perú.

Cuadro N°15: Costo Promedio Ponderado del Capital (WACC por sus siglas en inglés) para el período 2011-2015

Cálculo de la Tasa de Descuento	2015			2014			2013			2012			2011		
	Distribución	Transmisión	Generación	Distribución	Transmisión	Generación	Distribución	Transmisión	Generación	Distribución	Transmisión	Generación	Distribución	Transmisión	Generación
Costo del Capital															
Beta desapalancado	0.66	0.37	0.53	0.66	0.37	0.53	0.66	0.37	0.53	0.66	0.37	0.53	0.66	0.37	0.53
Deuda/Capital	39.6%	132.9%	52.0%	39.6%	132.9%	52.0%	39.6%	132.9%	52.0%	39.6%	132.9%	52.0%	39.6%	132.9%	52.0%
Tasa de Impuesto	28.00%	28.00%	28.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%
Beta apalancado	0.849	0.724	0.726	0.844	0.714	0.721	0.844	0.714	0.721	0.844	0.714	0.721	0.844	0.714	0.721
Tasa libre de riesgo	2.98%	2.98%	2.98%	3.28%	3.28%	3.28%	3.48%	3.48%	3.48%	3.73%	3.73%	3.73%	4.21%	4.21%	4.21%
Prima de riesgo de mercado (MRP)	6.43%	6.43%	6.43%	6.51%	6.51%	6.51%	6.46%	6.46%	6.46%	6.19%	6.19%	6.19%	6.09%	6.09%	6.09%
Costo del Capital	8.44%	7.63%	7.65%	8.77%	7.92%	7.97%	8.93%	8.09%	8.14%	8.96%	8.15%	8.19%	9.35%	8.56%	8.60%
Prima de riesgo país	2.01%	2.01%	2.01%	1.62%	1.62%	1.62%	1.62%	1.62%	1.62%	1.57%	1.57%	1.57%	1.91%	1.91%	1.91%
Costo del Capital ajustado para Perú	10.45%	9.64%	9.65%	10.40%	9.55%	9.59%	10.56%	9.71%	9.76%	10.53%	9.72%	9.76%	11.26%	10.47%	10.51%
Costo de la Deuda															
Costo de la Deuda	5.4%	4.9%	6.9%	5.4%	4.9%	6.9%	8.2%	6.6%	10.2%	8.9%	5.5%	7.7%	10.3%	7.1%	8.5%
Tasa de Impuesto	28.00%	28.00%	28.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%
Costo de la Deuda	3.87%	3.55%	4.95%	3.76%	3.45%	4.82%	5.73%	4.62%	7.14%	6.25%	3.85%	5.39%	7.20%	4.96%	5.97%
Deuda	28.3%	57.1%	34.2%	28.3%	57.1%	34.2%	28.3%	57.1%	34.2%	28.3%	57.1%	34.2%	28.3%	57.1%	34.2%
Capital	71.7%	42.9%	65.8%	71.7%	42.9%	65.8%	71.7%	42.9%	65.8%	71.7%	42.9%	65.8%	71.7%	42.9%	65.8%
WACC US\$	8.58%	6.16%	8.05%	8.51%	6.07%	7.96%	9.19%	6.81%	8.86%	9.32%	6.37%	8.27%	10.11%	7.32%	8.96%

Elaboración: Gerencia de Políticas y Análisis Económico - Osinerghin.

En base a la composición de ingresos del mercado eléctrico³⁴ en el año 2015, se ha ponderado la WACC nominal en dólares del sector en su conjunto, de esta forma los resultados son los siguientes:

³⁴ El WACC consolidado es el resultado de una ponderación la cual toma en cuenta la estructura de ingresos de cada subsector. De esta forma, los pesos con los que se trabajó son los siguientes: Distribución (50%), Generación con (45%), y Transmisión con (5%).

Cuadro N°16: Costo Promedio Ponderado del Capital (WACC) para el Sector Electricidad en US\$

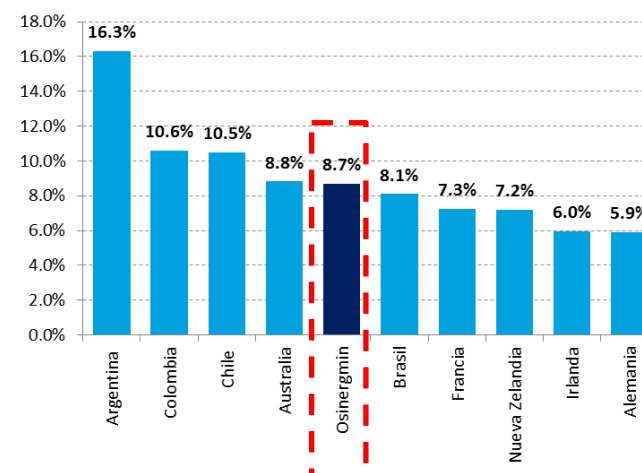
	2015	2014	2013	2012	2011
WACC del sector eléctrico Nominal	8.2%	8.1%	8.9%	8.7%	9.5%

Elaboración: Gerencia de Políticas y Análisis Económico – Osinermin.

Se realizó una revisión de fuentes públicas en donde se identificó la tasa WACC para distintos países. En el siguiente cuadro se pueden resumir los resultados encontrados.

Cuadro N°17: Comparación de tasa WACC para el Sector Electricidad por país

País	WACC sector electricidad
Argentina (2011) ^{/1}	16.3%
Colombia (2011) ^{/1}	10.6%
Chile (2011) ^{/1}	10.5%
Australia (2009) ^{/2}	8.8%
Osinermin (2011-2015) ^{/3}	8.7%
Brasil (2015) ^{/4}	8.1%
Francia (2013) ^{/5}	7.3%
Nueva Zelanda (2014) ^{/6}	7.2%
Irlanda (2014) ^{/7}	6.0%
Alemania (2013) ^{/5}	5.9%



Fuentes:

1. Euro-américa. Informe sectorial de estudios, diciembre 2011.
2. Australian Energy Regulator. Electricity transmission and distribution network services provided, May 2009.
3. Osinermin. Gerencia de Políticas y Análisis Económico, WACC promedio para el período 2011-2015. Enero 2017.
4. AES Brazil. Brazil power sector Outlook, march 2015.
5. EY. Mapping power and utilities regulation in Europe, 2013.
6. Commerce Commission New Zealand. Cost of capital determination for electricity distribution businesses' default price-quality paths and Transpower's individual price-quality path, October 2014.
7. Commission for Energy Regulation CER. Mid-Term review of WACC applying to the Electricity TSO and TAO and ESB Networks Ltd for 2014 to 2015, January 2014.

En base a los resultados obtenidos en los subsectores de generación, transmisión y distribución, se pudo hacer una ponderación de dichas tasas obteniendo un **WACC promedio para la Industria Eléctrica de 8.7%, correspondiente al período 2011-2015.**

Electricidad - Recursos Energéticos Renovables No Convencionales (RER)

En base a la metodología antes expuesta, la cual se encuentra detallada en el Anexo 8.5 del presente Documento, se muestran los resultados del cálculo de la tasa WACC nominal en dólares para el subsector de generación eléctrica basada en tecnologías RER para el caso peruano.

Cuadro N°15: Costo Promedio Ponderado del Capital (WACC por sus siglas en inglés) para el período 2011-2015

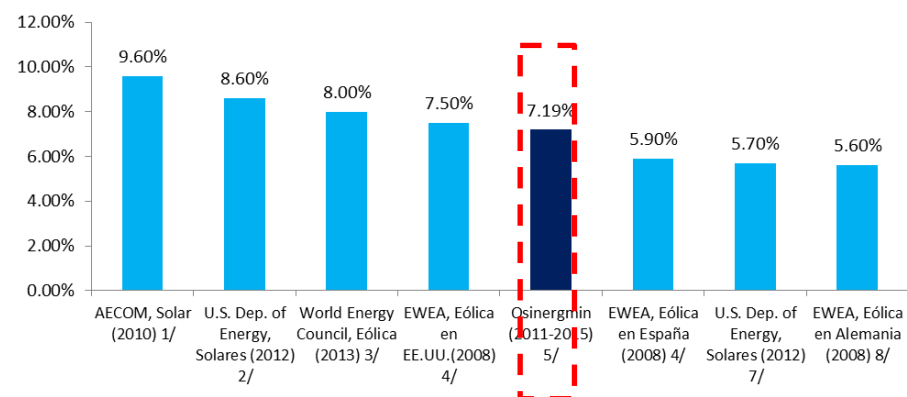
Calculo del Costo Promedio Ponderado del	2015	2014	2013	2012	2011
Costo del Capital					
Beta desapalancado	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
Deuda/Capital	72.6%	72.6%	72.6%	72.6%	72.6%
Tasa de Impuesto	28.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%
Beta apalancado	0.662	0.655	0.655	0.655	0.655
Tasa libre de riesgo	2.98%	3.28%	3.48%	3.73%	4.21%
Prima de riesgo de mercado (MRP)	6.43%	6.51%	6.46%	6.19%	6.09%
Costo del Capital	7.23%	7.54%	7.72%	7.79%	8.20%
Prima de riesgo país	2.01%	1.62%	1.62%	1.57%	1.91%
Costo del Capital ajustado para Perú	9.24%	9.17%	9.34%	9.36%	10.11%
Costo de la Deuda					
Costo de la Deuda	5.7%	5.8%	5.9%	5.9%	5.7%
Tasa de Impuesto	28.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%
Costo de la Deuda	4.11%	4.08%	4.13%	4.12%	3.96%
Deuda	42.1%	42.1%	42.1%	42.1%	42.1%
Capital	57.9%	57.9%	57.9%	57.9%	57.9%
WACC US\$	7.08%	7.03%	7.15%	7.16%	7.52%

Elaboración: Gerencia de Políticas y Análisis Económico - Osinergmin.

Se realizó una revisión de fuentes públicas en donde se identificó la tasa WACC para distintos países y/o empresas. En el siguiente cuadro se pueden resumir los resultados encontrados.

Cuadro N°17: Comparación de la tasa WACC para el Subsector Generación que utiliza RER

País	WACC RER
AECOM, Solar (2010) 1/	9.60%
U.S. Dep. of Energy, Solares (2012) 2/	8.60%
World Energy Council, Eólica (2013) 3/	8.00%
EWEA, Eólica en EE.UU.(2008) 4/	7.50%
Osinergmin (2011-2015) 5/	7.19%
EWEA, Eólica en España (2008) 4/	5.90%
U.S. Dep. of Energy, Solares (2012) 7/	5.70%
EWEA, Eólica en Alemania (2008) 8/	5.60%



Fuentes:

1/ AECOM, Pre-Feasibility Study for a Solar Power Precinct, 2010.

2/ U.S. Department of Energy, Proyectos solares, 2012.

3/ World Energy Council, Eólica, 2013.

4/ The European Wind Energy Association, Proyectos eólicos en EE.UU., 2008.

5/ Osinergmin. Gerencia de Políticas y Análisis Económico, WACC promedio para el período 2011-2015. Enero2017.

6/ The European Wind Energy Association, Proyectos eólicos en España, 2008.

7/ U.S. Department of Energy, Proyectos eólicos, 2010.

8/ The European Wind Energy Association, Proyectos eólicos en Alemania, 2008.

De acuerdo a los resultados obtenidos para el período 2011-2015 se obtiene que **la tasa WACC promedio para el Subsector Generación que utiliza RER es de 7.19% en dólares nominales.**

6. Conclusiones y/o comentarios finales

El presente Documento de Trabajo atiende una necesidad solicitada por el Consejo Directivo de Osinergmin, en donde solicita contar con indicadores financieros actualizados para las Industrias reguladas y/o supervisadas. En ese sentido, la Gerencia de Políticas y Análisis Económico (GPAE) ha calculado el costo promedio ponderado del capital (WACC) para la Industria Minera, Gas Natural, Hidrocarburos Líquidos, Electricidad y para las empresas que generan energía mediante Recursos Energéticos Renovables No Convencionales (RER).

Para este trabajo, se realizó una revisión de la metodología estándar o *‘plain vanilla’* del cálculo de la tasa WACC para las Industrias antes mencionadas, la cual es la metodología de mayor utilización por bancos de inversión, entidades reguladoras y valuatoras de empresas. Asimismo, utilizando información pública y de la plataforma Bloomberg, se pudo hacer una estimación de estas tasas de descuento para el período 2011-2015. Cabe señalar que para el caso de la estimación del WACC para las RER se tuvo la limitación de no contar con los estados financieros de las empresas que operan actualmente en el Perú.

Adicionalmente, a los resultados por industria se ha realizado un *benchmark* de mercado, el cual permite tener una referencia de la estimación realizada en esta investigación. En base a este ejercicio, se concluye que los resultados obtenidos en este Documento son razonables y consistentes con la evidencia internacional.

Los resultados por sector, en dólares americanos nominales, son los siguientes:

- WACC de Minera para el período 2011-2015: 10.89%,
- WACC de Gas Natural para el período 2011-2015: 8.06%,
- WACC de Hidrocarburos líquidos para el período 2011-2015: 10.51%,
- WACC de Electricidad para el período 2011-2015: 8.70%,
- WACC de RER para el período 2011-2015: 7.19%.

El detalle por subsectores se encuentra descrito en la sección de resultados. Cabe señalar que la presente investigación tiene por finalidad entregar un resultado referencial para las actividades oficiales que realiza Osinergmin por medio de sus Gerencias de Línea en sus labores de regulación y supervisión.

7. Referencias

AES Brazil (2015). *Brazil power sector Outlook*. Disponible en: https://www.iamericas.org/presentations/AES_Presentation.pdf

Ahern, Pauline; Hanley, Frank y Richard Michelfelder (2011). “New approach to estimating the cost of common equity capital for public utilities”. *Journal of Regulatory Economics*, 40(3): 261-278.

Australian Energy Regulator (2009). *Electricity transmission and distribution network services provided*. Mimeo. Disponible en <https://www.aer.gov.au/system/files/Final%20decision%20-%20Review%20of%20electricity%20transmission%20and%20distribution%20WACC%20parameters%20-%20201%20May%202009.pdf>

Basinvest (2010). *Valuation of Metals and Mining Companies*. Recuperado de <http://ehrenworthsyme.com/casadeleon/Docs/ValuationofMining.pdf>

Bravo, Sergio (2012). *Consistencia del spread de los costos de capitales sobre los costos de la deuda: una teoría del costo de capital para empresas que no cotizan y para empresas de mercados emergentes*. Tesis Doctoral. Red Universitat Ramon Llull. ESADE-BS - Màrqueting, Operacions i Finances.

Bravo, Sergio (2004). *El costo de capital en sectores regulados y mercados emergentes: metodología y casos aplicativos*. ESAN.

Bodie, Zvi; Kane, Zvi y Alan J. Marcus (2003). *Principios de Inversiones*, Cuarta Edición. New York: McGraw-Hill.

Brealey, Richard; Myers; Stewart y Franklin Allen (2010). *Principios de Finanzas Corporativas*, Novena Edición. México DF: McGraw-Hill.

Centrum Católica. (2012). *Reporte Financiero Burkenroad Perú*. Recuperado de [http://www.latinburkenroad.com/docs/BRLA%20Minsur%20\(201203%20Spanish\).pdf](http://www.latinburkenroad.com/docs/BRLA%20Minsur%20(201203%20Spanish).pdf)

Chisari, Omar; Rodriguez, Martín y Martín Rossi (1999). “El Costo del Capital en Empresas Reguladas: Incentivos y Metodología”. *Desarrollo Económico*, 38(152): 953-984.

Commerce Commission of New Zealand (2014). *Cost of capital determination for electricity distribution businesses' default price-quality paths and Transpower's individual price-quality path*. Mimeo. Disponible en https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj-5rCQ-_rKAhWBJR4KHR8YDscQFggeMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.comcom.govt.nz%2Fdmsdocument%2F12632&usg=AFQjCNHPdQsi81bKPqPkbsclPluNhte0Lg&sig2=LaXNaURCUkZST8Um59pD3Q

Commission for Energy Regulation (2014). *Mid-Term review of WACC applying to the Electricity TSO and TAO and ESB Networks Ltd for 2014 to 2015*.

Credit Suisse. (2013). *Equity Research*. Recuperado de https://doc.research-and-analytics.csfb.com/docView?language=ENG&source=emfromsendlink&format=PDF&document_id=1015733541&extdocid=1015733541_1_eng_pdf&serialid=r0m4tXkMcQa6Pek8XMphlaABhybYiMfsMXTdwFNv8NQ%3d

Damodaran, Aswath (2003). *Country Risk and Company Exposure: Theory and Practice*. *Journal of Applied Finance*, 13(2): 63-76.

Decreto Ley N°25844. *Ley de Concesiones Eléctricas*.

Decreto Supremo N°042-1999-EM. *Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos*.

Decreto Supremo N°009-1993-EM. *Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas*.

Decreto Supremo N° 081-2007-EM. *Reglamento de Transporte de Hidrocarburos por Ductos*.

Ernst & Young (2013). *Mapping power and utilities regulation in Europe*. Disponible en [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Mapping_power_and_utilities_regulation_in_Europe/\\$FILE/Mapping_power_and_utilities_regulation_in_Europe_DX0181.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Mapping_power_and_utilities_regulation_in_Europe/$FILE/Mapping_power_and_utilities_regulation_in_Europe_DX0181.pdf)

Estonian Competition Authority (2013). *Guidelines for the Determination of Weighted Average Cost of Capital*. Mimeo.

Euroamerica (2011). *Informe Sectorial de Estudios*. Mimeo.

Europe Economics (2010). *The Weighted Average Cost of Capital for Ofgem's Future Price Control*.

Exxon Mobil (2010). *Reports*. Recuperado de <https://business.missouri.edu/ifmprogram/reports/2010FS/Exxon%20Report.pdf>

Fernandez, Pablo (2007). *120 errores en valorización de empresas*. IESE. <http://www.iese.edu/research/pdfs/DI-0681.pdf>

Fuentes, César (2014). *Revisión Técnica y Académica del Estudio Preliminar sobre estimación del Costo del Capital en el Sector Minero*. Universidad ESAN. Informe de Consultoría para Osinergmin.

Hegar, Glen (2015). *Manual for Discounting Oil and Gas Income*. Texas Comptroller of Public Accounts (TCPA), página 7. Disponible en: <https://www.comptroller.texas.gov/taxes/property-tax/docs/96-1703.pdf>

ICSID CASE NO. ARB/10/23 (May 2012). *Arbitration between TECO Guatemala Holdings, LLC (Claimant) v. Republic of Guatemala (Respondent) – Expert Reply Report of Brent C. Kaczmarek, CFA*. Appendix 3.I. – WACC, página 106. Disponible en: <http://www.italaw.com/sites/default/files/case-documents/italaw1453.pdf>

ICSID CASE NO. ARB/10/23 (May 2012). *Arbitration between TECO Guatemala Holdings, LLC (Claimant) v. Republic of Guatemala (Respondent) – Award*, páginas 147, 148.

Disponible en: <http://www.italaw.com/sites/default/files/case-documents/italaw3035.pdf>

JP Morgan (February 2015). *Here we go again... Financial policies in volatile environments: Lessons for and from energy firms*. Página 5.

Disponible en: <https://www.jpmorgan.com/jmpdf/1320693987524.pdf>

J.P. Morgan (2014). *Bridging the gap between interest rates and investments. Understanding the weak links between interest rates, cost of capital, hurdle rates and capital allocation*.

Disponible en

https://www.jpmorgan.com/cm/BlobServer/JPMorgan_CorporateFinanceAdvisory_InterestRatesAnd.pdf?blobkey=id&blobwhere=1320693985317&blobheader=application/pdf&blobheadername1=Cache-Control&blobheadervalue1=private&blobcol=urldata&blobtable=MungoBlobs

Kallpa (2014). “Compañía Minera Milpo”. *Equity Research*. Recuperado de

<http://kallpasab.com/reportes/Cia.%20Minera%20Milpo%20S.A.A.%20-%20Inicio%20de%20Cobertura%20-%20VF%20@%20PEN%202.75%20-%20Comprar.pdf>

Kallpa (2014). “RELAPASA”. *Equities Research*. Recuperado de

<http://kallpasab.com/reportes/Relapasa%20-%20Actualizaci%C3%B3n%20-%20VF%20@%20PEN%200.345%20-%20Mantener.pdf>

Kallpa (2013). “Compañía de Minas Buenaventura”. *Equities Research*. Recuperado de

<http://kallpasab.com/reportes/Compa%F1ias%20de%20Minas%20Buenaventura%20S.A.A.%20%208BVN%29%20-%20Actualizaci%F3n%20-%20VF%20@%20USD%2032.79%20-%20Sobponderar.pdf>

Kallpa (2013). “Compañía Minera Cerro Verde”. *Equity Research*. Recuperado de

[http://kallpasab.com/reportes/Cerro%20Verde%20-%20Actualizaci%C3%B3n%20-%20VF%20@%20US\\$%2031.36%20-%20Sobponderar.pdf](http://kallpasab.com/reportes/Cerro%20Verde%20-%20Actualizaci%C3%B3n%20-%20VF%20@%20US$%2031.36%20-%20Sobponderar.pdf)

Lintner, J. (1965). “The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky investments in Stock Portfolios and Capital Budgets”. *Review of Economics and Statistics*, 47 (1): 13–37.

Macquarie Research. (2016). *Equities*. Disponible en: <http://daciangold.com.au/wp-content/uploads/2016/02/Macquarie-Coverage-An-Emerging-Gold-Developer.pdf>

Macquarie Research. (2015). *Equities*. Disponible en:

http://www.saracen.com.au/files/3714/2535/5193/150302_Macquarie_research.pdf

Marín, José y Gonzalo Rubio (2001). *Economía Financiera*. Barcelona: Antoni Bosch.

Markowitz, H (1952). “Portfolio Selection”. *Journal of Finance*, 7(1): 77-91.

Pratt, Shannon y Roger Grabowski (2002). *Cost of Capital: Estimation and Applications*, Segunda Edición. New York: Wiley Finance.

PWC (2015). *Appreciating Value New Zealand* (Ed.6). Recuperado de

<http://www.pwc.co.nz/PWC.NZ/media/pdf-documents/appreciating-value/pwc-appreciating-value-nz-edition-6-march-2015-deal-activity-ipo-listed-share-price-performance.pdf>

Ross, Stephen; Westerfield, Randolph y Jeffrey Jaffe (1995). *Fundamentos de Finanzas Corporativas*. Tercera Edición. México DF: McGraw Hill.

Rothwell, Geoffrey y Tomás Gómez (2003). *Electricity Economics: Regulation and Deregulation*. New York: Wiley-IEEE.

Rubio, Fernando (1987). *Capital Asset Pricing Model (CAPM) y Arbitrage Pricing Theory (APT) una nota técnica*. Recuperado de <http://econwpa.repec.org/eps/fin/papers/0402/0402007.pdf>

Sharpe, W. (1963). "A simplified model for portfolio analysis". *Management Science*, 9(2): 277-293.

Utha State Tax Commission. (2016). *Capitalization Rate Study for Centrally Assessed Properties*. Recuperado de http://propertytax.utah.gov/library/pdf/ca_pdfs/caprates/2016utahnrcapratestudy.pdf

Van Horne, J. y J. Wachowics (2010). *Fundamentos de Administración Financiera*, México DF: Prentice Hall.

Vedanta Resources Plc. (2016). *Deutsche Bank Access Metals and Mining Conference*. Recuperado de http://www.vedantaresources.com/media/204414/investor_presentation_sept_2016_final.pdf

Washburn University. (2016). *Applied Portfolio Management*. Recuperado de <http://www.washburn.edu/sobu/apm/Reports-2016/ABX.pdf>

8. Anexos

8.1 ANEXO. MINERÍA

Descripción del Procedimiento de Cálculo

El cálculo del WACC para el sector minero se encuentra en función del subsector que se estudia, debido a que en el mercado peruano las empresas explotan diferentes tipos de metales (preciosos y polimetálicos). Por ello, se procederá a realizar el cálculo de la tasa WACC para cada uno de estos subsectores. Cabe señalar que Fuentes (2014) señala que no es técnicamente apropiado contar con una tasa para todo el sector debido a que éstas están expuestas a riesgos operativos distintos. Por ello, recomienda *construir portafolios de empresas a fin de capturar el riesgo operativo de manera adecuada* (2014, p. 23).

A continuación, se procederá a describir el cálculo para cada uno de los componentes necesarios para la estimación del WACC durante el período 2011 – 2015. Para ello, se procede paso a paso por cada componente que permite calcular la WACC.

a) Ponderadores

En este acápite es necesario utilizar información financiera de empresas del sector minero, específicamente será necesario conocer la estructura Deuda/Capital, de esta forma en este acápite calcularemos los componentes resaltados en los círculos:

$$WACC = \left(\frac{D}{D+E} \right) r_D (1-t) + \left(\frac{E}{D+E} \right) r_E$$

El cálculo del ratio Deuda/Capital siguió el siguiente procedimiento:

- Se utilizaron los EE.FF auditados – disponibles - de las empresas que se encuentran operando en Perú, vinculadas a la industria en evaluación.
- Se obtuvo de cada empresa el ratio Deuda/Capital al cierre de cada año, en el período 2011-2015.
- Para cada empresa se promedió el resultado del Ratio Deuda/Capital en el período 2011-2015.

En base a este procedimiento se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro A1.1: Ratio Deuda/Capital (2011-2015)

	D/E
Metales preciosos	26.10%
Polimetálicos	46.77%

Fuente: Bloomberg (la información se basó en una muestra de empresas).
Elaboración: Gerencia de Políticas y Análisis Económico – Osinergmin.

b) Costo de la Deuda

El costo de la deuda corresponde al costo de endeudamiento que incurre cada empresa para solventar sus actividades. El dato que identificaremos en este acápite se encuentra en el círculo rojo.

$$WACC = \left(\frac{D}{D+E} \right) r_D (1-t) + \left(\frac{E}{D+E} \right) r_E,$$

La estimación considera la información histórica de los estados financieros (EE.FF.) de las empresas peruanas de extracción de metales preciosos y polimetálicos. En base a ella se obtiene el ratio de los gastos financieros (pagos por intereses) entre la deuda de largo plazo. En el siguiente cuadro se puede apreciar la información para el periodo 2011-2015.

Cuadro A1.2: Costo de la deuda, 2011-2015

Año	Metales preciosos	Polimetálicos
2011	5.81%	5.10%
2012	4.60%	5.23%
2013	4.55%	4.72%
2014	4.76%	4.78%
2015	4.36%	5.23%

Fuente: SMV

Elaboración: Gerencia de Políticas y Análisis Económico – Osinermin.

c) Impuesto a la renta (IR)

El impuesto a la renta en el Perú para el período 2011-2014 fue de 30%, mientras para para el año 2015 fue de 28%. Con ello cubrimos el componente que se encuentra en círculo rojo.

$$WACC = \left(\frac{D}{D+E} \right) r_D (1-t) + \left(\frac{E}{D+E} \right) r_E,$$

d) Costo de capital

El costo del capital representa la tasa a la que los inversionistas están dispuestos a ganar por su inversión en una empresa. Este componente se encuentra en círculo rojo.

$$WACC = \left(\frac{D}{D+E} \right) r_D (1-t) + \left(\frac{E}{D+E} \right) r_E,$$

Dicho componente puede ser estimado mediante distintas metodologías. Se utilizará la metodología CAPM, que es la más estándar en el mercado de acuerdo a lo comentado anteriormente. Para reflejar el mayor riesgo de que el sector opera en un país emergente, se incorpora una prima de riesgo país (véase ecuación 8). El Modelo se estructura con la siguiente fórmula:

$$r_E = r_f + \beta * MRP + r_p,$$

donde:

- r_f : Tasa libre de riesgo,
 MRP : Prima de riesgo de mercado,
 β : Riesgo sistémico de la empresa,
 r_p : Riesgo país.

i) Tasa libre de riesgo (r_f): Representa el retorno de un activo que no tiene riesgo de impago. Para determinar esta variable se utilizó el rendimiento de los bonos de los Estados Unidos a 20 años. A continuación, se muestran los valores para el período 2011-2015. Para el cálculo de cada uno de los años, se realizó el siguiente procedimiento:

- Se tomaron los rendimientos diarios de los bonos a 20 años. La información se publica en la página web del US Department of the Treasury.
- Se realiza un promedio móvil para cada año tomando los resultados de cinco años, por ejemplo la tasa libre de riesgo del año 2015 es el resultado del promedio aritmético de las tasas de los años 2011-2015, este ejercicio permite reducir volatilidad a los resultados anuales.

Cuadro A1.3: Tasa libre de riesgo, 2011-2015
(En porcentaje)

	2011	2012	2013	2014	2015
Tasa libre de riesgo Bonos 20 yr	4.2	3.7	3.5	3.3	3.0

Fuente: Oficina del Tesoro de los EEUU (Treasury Rates).

Elaboración: Gerencia de Políticas y Análisis Económico – Osinergmin.

ii) Prima de riesgo de mercado (MRP por sus siglas en inglés): Representa el retorno adicional que requiere un inversionista para invertir en un activo, en lugar de un activo sin riesgo de

default; para ello, se utiliza la información del S&P500 y los T-bond rate a 10 años³⁵. El procedimiento para el cálculo del MRP fue el siguiente:

- Se tomó información histórica del índice S&P500, para el período 1928-2015, junto con sus dividendos. En base a esta información, se calculó su rendimiento conjunto para cada año utilizando la siguiente fórmula:

$$y_t = \frac{(y_t - y_{t-1} + div_t)}{y_{t-1}},$$

donde:

- Y_t : Rendimiento en el período t,
 Y_{t-1} : Rendimiento en el período t-1,
 Div_t : Dividendos generados en el período t.

- La tasa de los bonos a 10 años para el período 1928-2015 tiene como fuente a la Reserva Federal de St. Luis de los EE.UU.
- Se realizó una diferencia entre el Rendimiento del S&P500 menos la tasa de bonos a 10 años, como resultado se obtiene el MRP para el período 1928-2015.
- Para el cálculo del MRP del año t se utiliza el promedio aritmético de los MRP para el período 1928-t. De esta manera se obtienen los MRP para cada uno de los años.

Cuadro A1.4: Prima de riesgo de Mercado (MRP por sus siglas en inglés), 2011-2015

	2011	2012	2013	2014	2015
MRP	6.09%	6.19%	6.46%	6.51%	6.43%

Fuente: S&P500, Reserva Federal de St. Luis, Damodaran.

Elaboración: Gerencia de Políticas y Análisis Económico – Osinergmin.

iii) Beta: Es una medida de la sensibilidad de la rentabilidad de un activo financiero ante cambios en la rentabilidad de una cartera de referencia o mercado bursátil. Para el cálculo de este parámetro, se ha realizado lo siguiente:

- Se obtiene información de compañías comparables que cotizan en un mercado bursátil (para los subsectores de preciosos y polimetálicos), estas compañías fueron elegidas en función a la similitud de actividades.
- Identificadas las compañías, se utilizan los betas desapalancados de cada una de ellas para obtener un beta desapalancado promedio, por empresa para el período 2011-2015, esto se puede apreciar en los siguientes cuadros:

³⁵ La base de datos fue tomada de la página web de Damodaran, en la sección Annual Returns on Stock, T.Bonds and T.Bills: 1928- Current - <http://www.stern.nyu.edu/~adamodar/pc/datasets/histretSP.xls>

Cuadro A1.5: Betas desapalancados para el Subsector de metales preciosos

Tiker de empresa	Beta promedio 2011-2015
ABX US Equity	0.4980
CDE US Equity	1.0782
EGO US Equity	0.6629
GG US Equity	0.5875
HL US Equity	1.0613
IAG US Equity	0.7982
KGC US Equity	0.7178
NEM US Equity	0.4757
NGD US Equity	0.6286
PAAS US Equity	0.8690
RIC US Equity	0.6875
Promedio	0.7331

Fuente: Bloomberg.

Cuadro A1.6: Betas desapalancados para el Subsector polimetálico

Tiker de empresa	Beta promedio 2011-2015
AAL LN Equity	1.1947
ANTO LN Equity	1.3966
BHP AU Equity	1.0616
BOL SS Equity	1.1170
FCX US Equity	1.1390
III CN Equity	0.8382
IMN CN Equity	1.4215
LUN CN Equity	2.0396
SCCO UN Equity	0.8520
TECK US Equity	1.4208
HBM CN Equity	1.5365
TGB US Equity	0.8938
Promedio	1.2426

Fuente: Bloomberg.

- El propósito de este procedimiento es apalancar el beta desapalancado promedio con la estructura deuda/capital promedio de la muestra de empresas, en base a esta información se realiza el cálculo del beta apalancado para los subsectores de metales preciosos y polimetálicos.

Cuadro A1.7 : Betas desapalancados por subsector (2011-2014)

Subsector	Impuesto	Deuda/Capital	Beta desapalancado	Beta apalancado
Metales preciosos	30%	26.10%	0.73	0.87
Polimetálicos	30%	46.77%	1.243	1.65

Fuente: Bloomberg

Cuadro A1.8: Betas desapalancados por subsector (2015)

Subsector	Impuesto	Deuda/Capital	Beta desapalancado	Beta apalancado
Metales preciosos	28%	26.10%	0.73	0.87
Polimetálicos	28%	46.77%	1.243	1.66

Fuente: Bloomberg.

En el siguiente cuadro se detalla la muestra de empresas comparables con las que se pudo calcular los betas desapalancados promedio.

Cuadro A1.9: Descripción de empresas comparables

#	Nombre	Subsector	Ticket	Descripción
1	Barrick Gold	Metales preciosos	ABX US Equity	Barrick Gold Corporation es una empresa internacional dedicada a la extracción de oro, con minas en funcionamiento y proyectos de desarrollo en Estados Unidos, Canadá, Sudamérica, Australia y África.
2	Coeur d'Alene Mines	Metales preciosos	CDE US Equity	Coeur Mining, Inc., mediante sus filiales, explora, desarrolla, opera y posee propiedades mineras y empresas de plata y oro. Sus propiedades se ubican mayormente en Estados Unidos, Australia y Sudamérica.
3	ELDORADO GOLD CORP	Metales preciosos	EGO US Equity	Eldorado Gold Corporation adquiere, explora y explota propiedades minerales. Actualmente, tiene minas de oro en funcionamiento en Brasil, China, Turquía, Grecia y las regiones circundantes.
4	Goldcorp Inc.	Metales preciosos	GG US Equity	Goldcorp, Inc. participa en la adquisición, exploración, desarrollo y operación de propiedades de metales preciosos en Canadá, los Países Bajos, Estados Unidos, México y América Central y del Sur. Goldcorp tiene su sede en Vancouver, Columbia Británica.
5	Hecla Mining	Metales preciosos	HL US Equity	Hecla Mining explora, desarrolla y extrae metales preciosos, oro y plata. Tiene operaciones en Estados Unidos y Mexico.
6	IAMGOLD CORP	Metales preciosos	IAG US Equity	IAMGOLD Corporation es una empresa minera de oro del mercado intermedio. Se centra en África Occidental, el Macizo Guayánico de Sudamérica y en Quebec, donde cuenta con ductos de proyectos de reconocimiento y exploración.
7	KINROSS GOLD CORP	Metales preciosos	KGC US Equity	Es una empresa dedicada a la exploración, desarrollo y producción de oro en países de todo el mundo. Actualmente, tiene operaciones en Estados Unidos, Brasil, Chile, Ecuador y Rusia.
8	Newmont Mining	Metales preciosos	NEM US Equity	Newmont Mining Corporation adquiere, explora y desarrolla propiedades de minerales. Produce oro en Estados Unidos, Australia, Perú, Indonesia, Ghana, Canadá, Nueva Zelanda y México. También extrae y procesa cobre en Indonesia.
9	New Gold Inc	Metales preciosos	NGD US Equity	New Gold Inc. es una empresa de recursos naturales. La empresa adquiere, prospecta y explota propiedades de oro.
10	Pan Amer. Silver	Metales preciosos	PAAS US	Pan American Silver Corporation es un productor primario de plata. Tiene siete minas operacionales en México, Perú,

			Equity	Argentina y Bolivia y varios proyectos de desarrollo en EE. UU., México, Perú y Argentina.
11	RICHMONT MINES INC	Metales preciosos	RIC US Equity	Richmont Mines, Inc. es una empresa canadiense de minería de oro. Posee y opera propiedades mineras ubicadas en Ontario y Quebec, Canadá.
12	ANGLO AMERICAN PLC	Polimetálicos	AAL LN Equity	Anglo American PLC es una empresa minera global con activos mineros como materias primas a granel como mineral de hierro, carbón metalúrgico y de manganeso, metales básicos como el cobre y el níquel y metales y minerales preciosos como platino y diamantes. Realiza sus operaciones mineras en África, Europa, Norteamérica, Sudamérica, Asia y Australia.
13	ANTOFAGASTA PLC	Polimetálicos	ANTO LN Equity	Antofagasta plc posee y opera minas de cobre en Chile y realiza actividades de exploración en Chile y Perú. También opera una red ferroviaria que recorre la región minera del norte de Chile, además de operar una concesión para la distribución de agua en la región.
14	BHP BILLITON LIMITED	Polimetálicos	BHP AU Equity	BHP Billiton Limited es una empresa internacional de explotación de recursos. Sus rubros principales son la exploración y producción de minerales, tal como carbón, mineral de hierro, oro, titanio, ferroaleaciones, níquel y concentrado de cobre, más exploración, producción y refinación de petróleo. Cotiza en Bolsa doblemente con BLT LN.
15	BOLIDEN AB	Polimetálicos	BOL SS Equity	Boliden AB explota, procesa y vende metales y productos minerales, principalmente zinc y cobre. Otros productos incluyen oro, plomo, plata y ácido sulfúrico. Tiene operaciones de minería y molienda en Europa, además de operaciones de fundición y refinación en Suecia, Finlandia y Noruega.
16	FREEMPORT-MCMORAN INC	Polimetálicos	FCX US Equity	Freeport-McMoRan Inc. es una transnacional de recursos naturales. Opera activos grandes, de vida larga, geográficamente diversos con reservas significativas de cobre, oro, molibdeno, cobalto, petróleo y gas.
17	HUDBAY MINERALS INC	Polimetálicos	HBM CN Equity	HudBay Minerals, Inc. es una empresa minera que explota y produce zinc, cobre, oro y plata. Tiene participación en propiedades en Norteamérica.
18	IMPERIAL METALS CORP	Polimetálicos	III CN Equity	Imperial Metals Corporation es una empresa de desarrollo minero y operacional. Extrae cobre, oro y molibdeno.
19	LUNDIN MINING CORP	Polimetálicos	LUN CN Equity	Lundin Mining Corporation es una empresa diversificada de extracción de metales base con operaciones en Chile, Portugal, Suecia, España y Estados Unidos, que produce cobre, zinc, plomo y níquel. Mantiene interés en la mina de cobre/cobalto Tenke Fungurume en la República Democrática del Congo y una refinería de cobalto ubicada en Kokkola, Finlandia.
20	SOUTHERN COPPER CORP	Polimetálicos	SCCO UN Equity	Southern Copper Corporation dirige operaciones mineras en Perú y México. Es propietaria y operadora de minas de pozo abierto y complejo metalúrgicos que producen cobre, molibdeno, zinc y metales preciosos.

21	TECK RESOURCES LTD-CLS B	Polimetálicos	TECK US Equity	Teck Resources Ltd. es un grupo integrado de explotación de recursos naturales con actividades en las áreas de minería, fundición y refinación. Explora zinc, cobre, molibdeno, oro y carbón metalúrgico en Estados Unidos, Canadá, Perú y Chile. También produce metales refinados, productos de metal especializados y otros productos.
22	TASEKO MINES LTD	Polimetálicos	TGB US Equity	Taseko Mines Ltd. prospecta y explota cobre y molibdeno. Tiene operaciones en Canadá.

Fuente: Bloomberg

iv) Prima por riesgo país (r_p): Debido a que las empresas mineras realizan sus operaciones en el Perú, se asumió la necesidad de ajustar el costo de capital de la empresa con una prima por riesgo país. Para poder calcular el riesgo país, se utilizó el valor del *emerging market bond index* (EMBI) para el período 2011-2015. Esta información proviene del portal de estadísticas del Banco Central de Reserva del Perú.

En el siguiente cuadro se presentan los EMBI al cierre de cada uno de los años.

Cuadro A1.10: Prima de Riesgo País, 2011-2015

	2011	2012	2013	2014	2015
Tasa libre de riesgo Bonos 20 yr	4.2	3.7	3.5	3.3	3.0

Fuente: BCRP.

8.2 ANEXO 2. GAS NATURAL

Descripción del Procedimiento de Cálculo

El cálculo del WACC para la Industria del Gas Natural está compuesto por las tasas WACC calculadas en los subsectores de exploración & producción, transporte y distribución. Por ello se procederá a realizar el cálculo de la tasa WACC para cada uno de estos subsectores. Posteriormente mediante un ejercicio de ponderación, basado en los ingresos, las tasas WACC de los subsectores se consolidan en una. Cabe señalar que Fuentes (2014) señala que no es técnicamente apropiado contar con una tasa para todo el sector debido a que éstas están expuestas a riesgos operativos distintos, esto puede estar asociado a: i) la tecnología que se utilice, ii) los distintos niveles de riesgos sociales que pueden tener, iii) estructura financiera de deuda/capital, entre otros.

A continuación, se procederá a describir el cálculo para cada uno de los componentes necesarios para la estimación del WACC durante el período 2011 – 2015. Para ello, se procede paso a paso por cada componente que permite calcular la WACC.

a) Ponderadores

En este acápite es necesario utilizar información financiera de empresas del sector gas natural, específicamente será necesario conocer la estructura Deuda/Capital, de esta forma en este acápite calcularemos los componentes resaltados en los círculos:

$$WACC = \left(\frac{D}{D+E} \right) r_D (1-t) + \left(\frac{E}{D+E} \right) r_E,$$

El cálculo del ratio Deuda/Capital siguió el siguiente procedimiento:

- Se utilizaron los EE.FF auditados – disponibles - de las empresas que se encuentran operando en Perú, vinculadas a la industria en evaluación.
- Se obtuvo de cada empresa el ratio Deuda/Capital al cierre de cada año, en el período 2011-2015.
- Para cada empresa se promedió el resultado del Ratio Deuda/Capital en el período 2011-2015.

En base a este procedimiento, se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro A2.1: Ratio Deuda/Capital
(En porcentaje)

	D/E
Exploración y explotación	100.95
Transporte	184.08
Distribución	120.95

Fuente: Bloomberg (la información se basó en una muestra de empresas).
Elaboración: GPAE – Osinergmin.

b) Costo de la Deuda

El costo de la deuda corresponde al costo de endeudamiento que incurre cada empresa para solventar sus actividades. El dato que identificaremos en este acápite se encuentra en el círculo rojo.

$$WACC = \left(\frac{D}{D+E} \right) r_D (1-t) + \left(\frac{E}{D+E} \right) r_E,$$

La estimación considera la información histórica de los estados financieros (EE.FF.) de las empresas de exploración y producción, transporte y distribución. En base a ella se obtiene el ratio de los gastos financieros (pagos por intereses) entre la deuda de largo plazo. En el siguiente cuadro se puede apreciar la información para el periodo 2011-2015.

Cuadro A2.2: Costo de la deuda, 2011-2015

Año	Exploración y explotación	Transporte	Distribución
2015	4.56%	6.17%	4.78%
2014	3.28%	6.15%	3.63%
2013	5.90%	7.68%	5.58%
2012	5.74%	7.36%	5.34%
2011	3.95%	7.02%	5.38%

Fuentes: BVL y DSGN-Osinergmin
Elaboración: GPAE – Osinergmin.

c) Impuesto a la renta (IR)

El impuesto a la renta en el Perú para el período 2011-2014 fue de 30%, mientras para para el año 2015 fue de 28%. Con ello cubrimos el componente que se encuentra en círculo rojo.

$$WACC = \left(\frac{D}{D+E} \right) r_D (1-t) + \left(\frac{E}{D+E} \right) r_E,$$

d) Costo de capital

El costo del capital representa la tasa a la que los inversionistas están dispuestos a ganar por su inversión en una empresa, este componente se encuentra en círculo rojo.

$$WACC = \left(\frac{D}{D+E} \right) r_D (1-t) + \left(\frac{E}{D+E} \right) r_E$$

Dicho componente puede ser estimado mediante distintas metodologías. Se utilizará la metodología CAPM, que es la más estándar en el mercado de acuerdo a lo comentado anteriormente. Para reflejar el mayor riesgo de que el sector opera en un país emergente, se incorpora una prima de riesgo país. El Modelo se estructura con la siguiente fórmula:

$$r_E = r_f + \beta * MRP + r_p$$

donde:

- r_f : Tasa libre de riesgo,
- MRP : Prima de riesgo de mercado,
- β : Riesgo sistémico de la empresa,
- r_p : Riesgo país.

i) Tasa libre de riesgo (r_f): Representa el retorno de un activo que no tiene riesgo de impago. Para esta variable se utiliza el rendimiento de los bonos de los Estados Unidos a 20 años. En el siguiente cuadro se muestran los valores para el período 2011-2015. Para el cálculo de cada uno de los años se realizó el siguiente procedimiento:

- Se tomaron los rendimientos diarios de los bonos a 20 años la información se publica en la página web del *US Department of the Treasury*.
- Se realiza un promedio móvil para cada año tomando los resultados de cinco años, por ejemplo la tasa libre de riesgo del año 2015 es el resultado de promediar las tasas de los años 2011-2015, este ejercicio permite reducir volatilidad a los resultados anuales.

Cuadro A2.3: Tasa libre de riesgo, 2011-2015
(En porcentaje)

	2011	2012	2013	2014	2015
Tasa libre de riesgo	4.2	3.7	3.5	3.3	3.0

Fuente: Oficina del Tesoro de los EEUU (Treasury Rates).

Elaboración: GPAE – Osinergmin.

ii) Prima de riesgo de mercado (MRP por sus siglas en inglés): Representa el retorno adicional que requiere un inversionista para invertir en un activo en lugar de un activo sin riesgo de

default; para ello, se utiliza la información del S&P500 y los *T-bond rate* a 10 años³⁶. El procedimiento para el cálculo del MRP fue el siguiente:

- Se tomó información histórica del índice S&P500, para el período 1928-2015, junto con sus dividendos, en base a esta información se calculó su rendimiento conjunto para cada año utilizando la siguiente fórmula:

$$y_t = \frac{(y_t - y_{t-1} + div_t)}{y_{t-1}}$$

donde:

- Y_t : Rendimiento en el período t,
- Y_{t-1} : Rendimiento en el período t-1,
- Div_t : Dividendos generados en el período t.

- La tasa de los bonos a 10 años para el período 1928-2015 tiene como fuente a la Reserva Federal de St. Luis de los EE.UU.
- Se realizó una diferencia entre el Rendimiento del S&P500 menos la tasa de bonos a 10 años, como resultado se obtiene el MRP para el período 1928-2015.
- Para el cálculo del MRP del año t se utiliza el promedio aritmético de los MRP para el período 1928-t. De esta manera se obtienen los MRP para cada uno de los años los cuales se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro A2.4: Prima de riesgo de Mercado
(MRP por sus siglas en inglés), 2011-2015

	2011	2012	2013	2014	2015
MRP	6.09%	6.19%	6.46%	6.51%	6.43%

Fuente: S&P500, Reserva Federal de St. Luis, Damodaran.
Elaboración: GPAE – Osinergmin.

iii) Beta (β): Es una medida de la sensibilidad de la rentabilidad de un activo financiero ante cambios en la rentabilidad de una cartera de referencia o mercado bursátil. Para el cálculo de este parámetro, se ha realizado lo siguiente:

- Se obtiene información de compañías comparables que cotizan en un mercado bursátil (para los subsectores de exploración y explotación, transporte y distribución); estas compañías fueron elegidas en función a la similitud de actividades.

³⁶ La base de datos fue tomada de la página web de Damodaran, en la sección de Implied Equity Risk Premiums - United States - <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>

- Identificadas las compañías se utilizan los betas desapalancados de cada una de ellas para obtener un beta desapalancado promedio, por empresa para el período 2011-2015, esto se puede apreciar en los siguientes cuadros.

Cuadro A2.5: Betas desapalancados para el subsector explotación y exploración

ítem	Ticker de empresa	Beta, promedio 2011-2015
1	NOG US Equity	1.2455
2	CRZO US Equity	0.9377
3	EVEP US Equity	0.5126
4	SES CN Equity	1.2335
5	WRL NO Equity	0.6050
Promedio		0.9068

Fuente: Bloomberg.

Cuadro A2.6: Betas desapalancados para el subsector transporte

ítem	Ticker de empresa	Beta, promedio 2011-2015
1	ENLK US Equity	0.5705
2	WES US Equity	0.4038
3	WMB US Equity	0.6156
4	601139 CH Equity	0.6708
Promedio		0.5652

Fuente: Bloomberg.

Cuadro A2.7: Betas desapalancados para el subsector distribución

ítem	Ticker de empresa	Beta, promedio 2011-2015
1	NWN US Equity	0.3895
2	EGAS US Equity	0.1596
3	SWX US Equity	0.5084
4	PGAS IJ Equity	0.7067
5	APU US Equity	0.1598
6	603 HK Equity	0.6533
7	PGD VN Equity	0.6889
Promedio		0.4666

Fuente: Bloomberg.

- El propósito de este procedimiento es apalancar el beta desapalancado promedio con la estructura deuda/capital promedio de la muestra de empresas, en base a esta información se realiza el cálculo del beta apalancado para los subsectores de exploración y explotación, transporte y distribución.

Cuadro A4.8: Betas desapalancados por subsector (2011-2014)

Subsector	Impuesto	Deuda/Capital	Beta desapalancado	Beta apalancado
Exploración y explotación	30%	0.9818	0.9068	1.5301
Transporte	30%	1.0516	0.5023	0.8720
Distribución	30%	1.1619	0.4666	0.8461

Fuente: Bloomberg.

Cuadro A2.9: Betas desapalancados por subsector (2015)

Subsector	Impuesto	Deuda/Capital	Beta desapalancado	Beta apalancado
Exploración y explotación	28%	0.9818	0.9068	1.5479
Transporte	28%	1.0516	0.5023	0.8826
Distribución	28%	1.1619	0.4666	0.8570

Fuente: Bloomberg.

En el cuadro A2.10 se detalla la muestra de empresas comparables con las que se pudo calcular los betas desapalancados promedio.

Cuadro A2.10: Descripción de empresas comparables

#	Nombre	Subsector	Ticker	Descripción
1	Northern Oil and Gas, Inc.	Exploración y explotación	NOG US Equity	Empresa de exploración y producción de petróleo y gas. Se centra en las regiones de las Montañas Rocosas de Estados Unidos.
2	Carrizo Oil & Gas, Inc.	Exploración y explotación	CRZO US Equity	Explora y produce gas natural y crudo. Desarrolla y explota propiedades en tierra en todo Texas y las regiones de la costa del golfo de Luisiana.
3	EV Energy Partners, L.P.	Exploración y explotación	EVEP US Equity	Sociedad limitada maestra upstream que prospecta petróleo y gas natural en Estados Unidos. Sus principales reservas se ubican en Texas, Nuevo México y Pennsylvania.
4	Secure Energy Services Inc.	Exploración y explotación	SES CN Equity	Empresa de abastecimiento energético que ofrece servicios especializados en la extracción y la producción de petróleo y gas natural en la cuenca sedimentaria del oeste de Canadá. Trata y vende crudo y se encarga de la manipulación de productos derivados del desarrollo y la producción de petróleo y gas natural.
5	Wentworth Resources Ltd.	Exploración y explotación	WRL NO Equity	Wentworth Resources Ltd. es una empresa independiente de petróleo y gas con: producción de gas natural, activos integrados, programa comprometido de prospección y perforación de evaluación y oportunidades de monetización de gas a gran escala, todo ello en la cuenca del Delta del Roovuma, en la costa sur de Tanzania y el norte de Mozambique.
6	Enlink Midstream Partners LP (Crosstex Energy, LP)	Transporte	ENLK US Equity	Empresa de abastecimiento de energía que reúne, transmite, procesa y comercializa gas natural. Conecta pozos de gas natural a su sistema de recolección, mayormente en el área de la Costa del Golfo, Texas, elimina sus impurezas y líquidos, y transporta el gas natural a los usuarios industriales finales, servicios públicos y otros gasoductos.
7	Western Gas Partners LP	Transporte	WES US Equity	Western Gas Partners LP es propietaria, opera, desarrolla y adquiere activos integrados de energía. Con activos integrados en el este de Texas, las Montañas Rocosas, región central y oeste de Texas, la sociedad opera el negocio de la recolección, compresión, tratamiento y transporte gas natural.
8	Williams Companies, Inc.	Transporte	WMB US Equity	The Williams Companies, Inc. es una empresa de infraestructura de energía enfocada en conectar operaciones de hidrocarburo en Norteamérica con mercados crecientes para gas natural, gas natural licuado (GNLs) y olefinas. Tiene y opera la recolección y el procesamiento de activos y gasoductos interestatales de gas natural.
9	Shenzhen Gas Corporation Ltd.	Transporte	601139 CH Equity	Shenzhen Gas Corporation Ltd., supplies gas in Shenzhen. The Company business includes wholesale of gas, pipeline and the supply of bottled gas, investment and construction in the distribution network of gas transmission.

10	Northwest Natural Gas Company	Distribución	NWN Equity	Distribuye gas natural a clientes en Oregon occidental, así como en partes de Washington. Atiende clientes residenciales, comerciales, e industriales. Northwest Natural abastece a muchos de sus clientes no estratégicos a través del servicio de transporte de gas, entregando gas comprado por estos clientes directamente a los proveedores.
11	Gas natural Inc.	Distribución	EGAS US Equity	Compañía de suministro de gas natural con operaciones en Montana, Wyoming, Ohio, Pensilvania, Maine y Carolina del Norte. También comercializa y distribuye gas natural y realiza operaciones de gasoductos interestatales en Montana y Wyoming.
12	Southwest Gas Corporation	Distribución	SWX US Equity	Compra, transporta y distribuye gas natural a clientes residenciales, comerciales e industriales. También provee servicios de contratación de tuberías subterráneas a empresas de servicios públicos, incluyendo excavación de zanjas e instalación, reemplazo y mantenimiento para sistemas de distribución de energía. Atiende a clientes en Estados Unidos.
13	PT Perusahaan Gas Negara Persero Tbk	Distribución	PGAS IJ Equity	PT Perusahaan Gas Negara Persero Tbk opera en la distribución y transmisión de gas natural a usuarios industriales, comerciales y domésticos.
14	AmeriGas Partners, L.P	Distribución	APU US Equity	AmeriGas Partners, L.P. es un comerciante minorista de propano. Sus servicios están disponibles para clientes residenciales, comerciales, industriales, agrícolas y de carburantes de los Estados Unidos. Opera una amplia red de almacenamiento y distribución mediante gasoductos, buques, vehículos ferroviarios y camiones cisterna.
15	China Oil and Gas Group Ltd.	Distribución	603 HK Equity	China Oil and Gas Group Ltd. se dedica a invertir, gestionar y operar gas natural y negocios relacionados con la energía. Sus operaciones de gas incluyen negocios de gasoductos en la ciudad, estaciones de gas natural para vehículos, construcción y gestión de gasoductos, así como transporte, entrega y distribución de gas natural comprimido (GNC) y gas natural licuado (GNL).
16	PetroVietnam Low Pressure Gas Distribution JSC	Distribución	PGD VN Equity	PetroVietnam Low Pressure Gas Distribution JSC distributes and transports low pressure gas through pipes. The Company also trades other industrial gases, petroleum and oil-based products, as well as machinery, supplies and transportation means for the gas industry.

Fuente: Bloomberg.

iv) Prima por riesgo país (r_p): Debido a que la empresa realiza sus operaciones en el Perú, se asumió la necesidad de ajustar el costo de capital de la empresa con una prima por riesgo país. Para poder calcular el riesgo país se utilizó el valor del *Emerging Market Bond Index* (EMBI) para el período 2011-2015. Esta información proviene del portal de estadísticas del Banco Central de Reserva del Perú.

En el siguiente cuadro se presentan los EMBI al cierre de cada uno de los años.

Cuadro A2.11: Prima de Riesgo País, 2011-2015

	2011	2012	2013	2014	2015
Riesgo país	1.91%	1.57%	1.62%	1.62%	2.01%

Fuente: BCRP.

8.3 ANEXO. HIDROCARBUROS LÍQUIDOS

Descripción del Procedimiento de Cálculo

A continuación, se procederá a describir el cálculo para cada uno de los componentes necesarios para la estimación del WACC durante el período 2011 – 2015. Para ello, se procede paso a paso por cada componente que permite calcular la WACC.

a) Ponderadores

En este acápite es necesario utilizar información financiera de empresas del sector, específicamente será necesario conocer la estructura Deuda/Capital, los nombres de las empresas se encuentran en el Cuadro A3.1, de esta forma en este acápite calcularemos los componentes resaltados en los círculos:

$$WACC = \left(\frac{D}{D+E} \right) r_D (1-t) + \left(\frac{E}{D+E} \right) r_E,$$

El cálculo del ratio Deuda/Capital siguió el siguiente procedimiento:

- Se utilizaron los EE.FF auditados – disponibles - de las empresas que se encuentran operando en Perú, vinculadas a la industria en evaluación.
- Se obtuvo de cada empresa el ratio Deuda/Capital al cierre de cada año, en el período 2011-2015.
- Para cada empresa se promedió el resultado del Ratio Deuda/Capital en el período 2011-2015.

En base a este procedimiento, para el ratio Deuda/Capital, se obtuvo los siguientes resultados:

Cuadro A3.1: Ratio Deuda/Capital (2011-2015)

	D/E
Upstream	44.98%
Downstream	53.38%

Fuente: Bloomberg (la información se basó en una muestra de empresas).
Elaboración: Gerencia de Políticas y Análisis Económico – Osinermin.

b) Costo de la Deuda

El costo de la deuda corresponde al costo de endeudamiento que incurre cada empresa para solventar sus actividades. El dato que identificaremos en este acápite se encuentra en el círculo rojo.

$$WACC = \left(\frac{D}{D+E} \right) r_D (1-t) + \left(\frac{E}{D+E} \right) r_E,$$

La estimación considera la información histórica de los estados financieros (EE.FF.) de las empresas que operan en el sector hidrocarburos en Perú. En base a ella se obtiene las tasas con las que se endeudaron las empresas o en su defecto el ratio de los gastos financieros (pagos por intereses) entre la deuda de largo plazo. En el siguiente cuadro se puede apreciar la información para el periodo 2011-2015.

Cuadro A3.2: Costo de la deuda, 2011-2015

(En porcentaje)

Año	Upstream	Downstream
2015	4.18%	7.20%
2014	4.77%	5.57%
2013	4.78%	5.78%
2012	4.93%	6.98%
2011	6.20%	5.81%

Fuente: SMV

Elaboración: Gerencia de Políticas y Análisis Económico – Osinergmin.

c) Impuesto a la renta (IR)

El impuesto a la renta en el Perú para el período 2011-2014 fue de 30%, mientras para el año 2015 fue de 28%. Con ello cubrimos el componente que se encuentra en círculo rojo.

$$WACC = \left(\frac{D}{D+E} \right) r_D (1-t) + \left(\frac{E}{D+E} \right) r_E,$$

d) Costo de capital

El costo del capital representa la tasa a la que los inversionistas están dispuestos a ganar por su inversión en una empresa; este componente se encuentra señalado con el círculo rojo.

$$WACC = \left(\frac{D}{D+E} \right) r_D (1-t) + \left(\frac{E}{D+E} \right) r_E,$$

Dicho componente puede ser estimado mediante distintas metodologías. Se utilizará la metodología CAPM, que es la más estándar en el mercado de acuerdo a lo comentado anteriormente. Para reflejar el mayor riesgo de que el sector opera en un país emergente, se incorpora una prima de riesgo país. El modelo se estructura con la siguiente fórmula:

$$r_E = r_f + \beta * MRP + r_p,$$

donde:

- r_f : Tasa libre de riesgo,
 MRP : Prima de riesgo de mercado,
 β : Riesgo sistémico de la empresa,
 r_p : Riesgo país.

i) Tasa libre de riesgo (r_f): Representa el retorno de un activo que no tiene riesgo de impago. Para esta variable se utiliza el rendimiento de los bonos de los Estados Unidos a 20 años. A continuación se muestran los valores para el período 2011-2015. Para el cálculo de cada uno de los años se realizó el siguiente procedimiento:

- Se tomaron los rendimientos diarios de los bonos a 20 años la información se publica en la página web del US Department of the Treasury.
- Se realiza un promedio móvil para cada año tomando los resultados de cinco años, por ejemplo la tasa libre de riesgo del año 2015 es el resultado de promediar las tasas de los años 2011-2015, este ejercicio permite reducir volatilidad a los resultados anuales.

Cuadro A3.3: Tasa libre de riesgo, 2011-2015

(En porcentaje)

	2011	2012	2013	2014	2015
Tasa libre de riesgo	4.2	3.7	3.5	3.3	3.0

Fuente: Oficina del Tesoro de los EEUU (Treasury Rates).

Elaboración: Gerencia de Políticas y Análisis Económico – Osinergmin.

ii) Prima de riesgo de mercado (MRP por sus siglas en inglés): Representa el retorno adicional que requiere un inversionista para invertir en un activo en lugar de un activo sin riesgo de default; para ello, se utiliza la información del S&P500 y los *T-bond rate* a 10 años³⁷. El procedimiento para el cálculo del MRP fue el siguiente:

- Se tomó información histórica del índice S&P500, para el período 1928-2015, junto con sus dividendos, en base a esta información se calculó su rendimiento conjunto para cada año utilizando la siguiente fórmula:

$$y_t = \frac{(y_t - y_{t-1} + div_t)}{y_{t-1}},$$

donde:

- Y_t : Rendimiento en el período t,
 Y_{t-1} : Rendimiento en el período t-1,
 Div_t : Dividendos generados en el período t.

³⁷ La base de datos fue tomada de la página web de Damodaran, en la sección de Implied Equity Risk Premiums - United States - <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>

- La tasa de los bonos a 10 años para el período 1928-2015 tiene como fuente a la Reserva Federal de St. Luis de los EE.UU.
- Se realizó una diferencia entre el Rendimiento del S&P500 menos la tasa de bonos a 10 años, como resultado se obtiene el MRP para el período 1928-2015.
- Para el cálculo del MRP del año t se utiliza el promedio aritmético de los MRP para el período 1928-t. De esta manera se obtienen los MRP para cada uno de los años.

Cuadro A3.4: Prima de riesgo de Mercado
(MRP por sus siglas en inglés), 2011-2015

	2011	2012	2013	2014	2015
MRP	6.09%	6.19%	6.46%	6.51%	6.43%

Fuente: S&P500, Reserva Federal de St. Luis, Damodaran.

Elaboración: Gerencia de Políticas y Análisis Económico – Osinergmin.

iii) Beta: Es una medida de la sensibilidad de la rentabilidad de un activo financiero ante cambios en la rentabilidad de una cartera de referencia o mercado bursátil. Para el cálculo de este parámetro, se ha realizado lo siguiente:

- Se obtiene información de compañías comparables que cotizan en un mercado bursátil, estas compañías elegidas corresponde a empresas integradas, es decir aquellas que tienen participación en toda la cadena de valor, desde la exploración hasta el refinamiento y distribución.
- Identificadas las compañías se utilizan los betas desapalancados de cada una de ellas para obtener un beta desapalancado promedio, por empresa para el período 2011-2015, esto se puede apreciar en los siguientes cuadros:

Cuadro A3.5: Betas desapalancados para el subsector Downstream

Ítem	Tiker de la empresa	Beta, promedio 2011-2015
1	ETP US Equity	0.3298
2	TSO US Equity	1.0448
3	VLO US Equity	1.1284
4	MPC US Equity	1.0180
5	PSX US Equity	0.9915
6	WNR US Equity	1.0677
7	ALJ US Equity	0.8470
8	HFC US Equity	1.0201
	Promedio	0.9309

Fuente: Bloomberg.

Cuadro A3.6: Betas desapalancados para el subsector Upstream

Ítem	Tiker de la empresa	Beta, promedio 2011-2015
1	AXAS US Equity	0.9671
2	CRK US Equity	0.8989
3	DNR US Equity	1.0857
4	PHX US Equity	1.3055
5	PQ US Equity	0.5605
6	RRC US Equity	0.7132
7	SM US Equity	1.0534
8	SGY US Equity	1.2464
9	CWEI US Equity	0.9604
10	UNT US Equity	1.2144
11	PXD US Equity	1.2606
12	NBL US Equity	0.9948
13	HES US Equity	1.2711
14	MUR US Equity	1.0897
Promedio		1.0444

Fuente: Bloomberg.

- El propósito de este procedimiento es apalancar el beta desapalancado promedio con la estructura deuda/capital promedio del mercado peruano.

Cuadro A3.7: Betas desapalancados por subsector (2011-2014)

Subsector	Impuesto	Deuda/Capital	Beta Desapalancado	Beta apalancado
Upstream	30%	44.98%	1.044	1.3732
Downstream	30%	53.38%	0.931	1.2788

Fuente: Bloomberg

Cuadro A3.8: Betas desapalancados por subsector (2015)

Subsector	Impuesto	Deuda/Capital	Beta Desapalancado	Beta apalancado
Upstream	28%	44.98%	1.044	1.3826
Downstream	28%	53.38%	0.931	1.2887

Fuente: Bloomberg.

En el siguiente cuadro se detalla la muestra de empresas comparables con las que se pudo calcular los betas desapalancados promedio.

Cuadro A3.9: Descripción de empresas comparables

#	Nombre	Subsector	Tiker	Descripción
1	Abraxas Petroleum Corp	Upstream	AXAS US Equity	Abraxas Petroleum Corporation adquiere propiedades de petróleo y gas. Además, explora y produce petróleo crudo y gas natural en Texas, Wyoming y Canadá. También opera y posee una participación en diversas plantas de procesamiento de gas en Canadá .
2	Denbury Resources Inc	Upstream	DNR US Equity	Denbury Resources Inc. produce productos derivados del petróleo. La Compañía adquiere, desarrolla, opera y explora propiedades de petróleo y gas. Denbury Resources comercializa sus servicios a clientes en la región de la Costa del Golfo de los Estados Unidos.
3	Panhandle Oil and Gas Inc	Upstream	PHX US Equity	Panhandle Oil & Gas, Inc. explora y desarrolla propiedades de petróleo y gas, y produce y vende petróleo y gas natural. Las reservas de petróleo y gas de la Compañía se localizan principalmente en el sur-central y el oeste de los Estados Unidos.

4	Range Resources Corp	Upstream	RRC US Equity	Range Resources Corporation es una compañía independiente de petróleo y gas que explora, desarrolla y adquiere propiedades de petróleo y gas. La Compañía realiza operaciones principalmente en las regiones del suroeste, de los Apalaches y de la Costa del Golfo de los Estados Unidos.
5	SM Energy Co	Upstream	SM US Equity	SM Energy Company es una compañía independiente de energía que explora y produce gas natural y crudo. Las operaciones de la Compañía están enfocadas en las regiones ArkLaTex, Costa del Golfo, Medio Continente, Montañas Rocosas y Cuenca del Permiano.
6	Stone Energy Corp	Upstream	SGY US Equity	Stone Energy Corporation opera como una compañía independiente de petróleo y gas. La Compañía adquiere, explora, desarrolla y opera propiedades de petróleo y gas en tierra y costa afuera en la Cuenca del Golfo.
7	Clayton Williams Energy Inc	Upstream	CWEI US Equity	Clayton Williams Energy, Inc. y sus subsidiarias exploran y producen petróleo y gas natural. Las actividades de la Compañía se localizan principalmente en Texas, Louisiana y otros estados del sur.
8	Unit Corp	Upstream	UNT US Equity	Unidad Corporation, a través de sus subsidiarias, contratos para perforar pozos de petróleo y gas natural en tierra, así como desarrolla, adquiere y produce propiedades de petróleo y gas natural. Las operaciones de la Compañía se localizan principalmente en las cuencas de Anadarko y Arkoma, así como en las cuencas del sur de Texas y del Permiano. Unidad también tiene propiedades productoras en otros estados y Canadá.
9	Pioneer Natural Resources Co	Upstream	PXD US Equity	Pioneer Natural Resources Company es una compañía independiente de exploración y producción de petróleo y gas. La Compañía se dedica a la perforación, exploración y producción de petróleo y gas en los Estados Unidos.
10	Noble Energy Inc	Upstream	NBL US Equity	Noble Energy, Inc. es una empresa independiente de exploración y producción de energía. La Compañía explora y produce petróleo crudo, gas natural y líquidos de gas natural. Noble Energy opera principalmente en las zonas de las Montañas Rocosas, el Mediocontinente y el Golfo de México en aguas profundas en los Estados Unidos, con operaciones internacionales clave en alta mar en Israel, Mar del Norte y África Occidental.
11	Hess Corp	Upstream	HES US Equity	Hess Corporation es una compañía independiente de energía global dedicada a la exploración y producción de crudo y gas natural.
12	Murphy Oil Corp	Upstream	MUR US Equity	Murphy Oil Corporation es una compañía mundial de exploración y producción de petróleo y gas con operaciones de refinación y comercialización en los Estados Unidos y el Reino Unido. La Compañía también tiene actividades de exploración y producción en países que incluyen Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Malasia y Ecuador. Murphy Oil tiene operaciones minoristas también en los Estados Unidos.
13	Energy Transfer Partners LP	Downstream	ETP US Equity	Energy Transfer Partners, L.P. posee y opera una cartera diversificada de activos energéticos. La compañía tiene operaciones de gasoductos en Arkansas, Arizona, Colorado, Luisiana, Misisipí, Nuevo México, Utah y West Virginia y un sistema de gasoductos intraestatal en Texas. Energy Transfer también comercializa propano desde puntos de venta en varios estados de los Estados Unidos.
14	Tesoro Corp	Downstream	TSO US Equity	Tesoro Corporation refina y comercializa productos petrolíferos y proporciona servicios de transporte. La Compañía opera refineries, así como una red de estaciones minoristas y de reabastecimiento en el oeste de los Estados Unidos. Tesoro también comercializa gasolina y combustible diesel a comerciantes independientes y usuarios finales comerciales.
15	Valero Energy Corp	Downstream	VLO US Equity	Valero Energy Corporation es una empresa independiente de refinación y comercialización de petróleo que posee y opera refineries en los Estados Unidos, Canadá y Aruba. La Compañía produce gasolinas convencionales, destilados, combustible para reactores, asfalto, petroquímicos, lubricantes y otros productos refinados, además de ofrecer combustible diesel, bajo consumo de azufre y combustible ultrabajo de azufre y compuestos oxigenados.

16	Marathon Petroleum Corp	Downstream	MPC US Equity	Marathon Petroleum Corporation refina, transporta y comercializa productos derivados del petróleo. La Compañía vende sus productos a revendedores y consumidores en el centro-oeste, la costa del Golfo y el sudeste de los Estados Unidos.
17	Phillips 66	Downstream	PSX US Equity	Phillips 66 es una compañía de energía de abajo. Las operaciones de la Compañía incluyen refinación de petróleo, comercialización y transporte. Las operaciones de Phillips 66 también incluyen la fabricación de productos químicos y la generación de energía.
18	Western Refining Inc	Downstream	WNR US Equity	Western Refining, Inc., a través de una subsidiaria, refina el petróleo crudo y comercializa productos derivados del petróleo. La subsidiaria produce principalmente gasolina, diesel y combustible para aviones. Los productos se comercializan en Arizona, Nuevo México y Texas en los Estados Unidos, y Juárez, México.
19	Alon USA Energy Inc	Downstream	ALJ US Equity	Alon USA Energy, Inc. refina y comercializa petróleo, opera ductos y opera tiendas de conveniencia. La Compañía opera una refinería de petróleo crudo y gasoducto, comercializa gasolina y diesel a minoristas, comercializa gasolina sin marca y diesel y combustibles para aviones, suministra asfalto en West Texas, Nuevo México y Arizona y opera tiendas de conveniencia en el oeste de Texas y Nuevo México.
20	HollyFrontier Corp	Downstream	HFC US Equity	HollyFrontier Corporation, a través de sus filiales, refina, transporta, almacena y comercializa productos petrolíferos. Las refinerías de la Compañía producen productos ligeros como gasolina, combustible diesel y combustible para aviones que se comercializan en el suroeste de Estados Unidos, el norte de México y Montana.
21	PetroQuest Energy Inc	Downstream	PQ US Equity	PetroQuest Energy, Inc. explora, desarrolla, adquiere y opera propiedades de petróleo y gas en alta mar en la región de la Costa del Golfo y en tierra en Texas y Oklahoma.
22	Comstock Resources Inc	Downstream	CRK US Equity	Comstock Resources, Inc., una compañía independiente de exploración y producción, adquiere, desarrolla, produce y explora propiedades de petróleo y gas natural. Las reservas de petróleo y gas natural de la Compañía se encuentran en el Golfo de México, Texas y Louisiana.

Fuente: Bloomberg.

iv) Prima por riesgo país (rp): Debido a que la empresa realiza sus operaciones en el Perú, se asumió la necesidad de ajustar el costo de capital de la empresa con una prima por riesgo país. Para poder calcular el riesgo país se utilizó el valor del emerging market bond index (EMBI) para el período 2011-2015. Esta información del portal de estadísticas del Banco Central de Reserva del Perú. En el siguiente cuadro se presentan los EMBI al cierre de cada uno de los años.

Cuadro A3.9: Prima de Riesgo País, 2011-2015

	2011	2012	2013	2014	2015
Riesgo país	1.91%	1.57%	1.62%	1.62%	2.01%

Fuente: BCRP.

8.4 ANEXO. ELECTRICIDAD

Descripción del Procedimiento de Cálculo

El cálculo del WACC para el sector eléctrico se encuentra en función del subsector que se estudia, debido a que en el mercado peruano el sector electricidad se encuentra verticalmente desestructurado³⁸ en generación, transmisión y distribución. Por ello se procederá a realizar el cálculo de la tasa WACC para cada uno de estos subsectores. Posteriormente mediante un ejercicio de ponderación, basado en los ingresos, las tasas WACC de los subsectores generación, transmisión y distribución se consolidan en una. Cabe señalar que Fuentes (2014) señala que no es técnicamente apropiado contar con una tasa para todo el sector debido a que éstas están expuestas a riesgos operativos distintos, esto puede estar asociado a: i) la tecnología que se utilice (térmica o hidráulica), ii) los distintos niveles de riesgos sociales que pueden tener las generadores, transmisoras y distribuidoras, iii) estructura financiera de deuda/capital, entre otros.

A continuación, se procederá a describir el cálculo para cada uno de los componentes necesarios para la estimación del WACC durante el período 2011 – 2015. Para ello, se procede paso a paso por cada componente que permite calcular la WACC.

a) Ponderadores

En este acápite es necesario utilizar información financiera de empresas del Sector Eléctrico, específicamente será necesario conocer la estructura Deuda/Capital, los nombres de las empresas se encuentran en el Cuadro 1, de esta forma en este acápite calcularemos los componentes resaltados en los círculos:

$$WACC = \frac{D}{D+E} r_D (1-t) + \left(\frac{E}{D+E} \right) r_E$$

El cálculo del ratio Deuda/Capital siguió el siguiente procedimiento:

- Se utilizaron los EE.FF auditados – disponibles - de las empresas que se encuentran operando en Perú, vinculadas a la industria en evaluación.
- Se obtuvo de cada empresa el ratio Deuda/Capital al cierre de cada año, en el período 2011-2015.

³⁸ D.L. N°25844 “Ley de Concesiones Eléctricas”

- Para cada empresa se promedió el resultado del Ratio Deuda/Capital en el período 2011-2015.

En base a este procedimiento, para el ratio Deuda/Capital, se obtuvo los siguientes resultados:

Cuadro A4.1: Ratio Deuda/Capital
(En porcentaje)

	D/E
Distribución	0.40
Transmisión	1.33
Generación	0.52

Fuente: Bloomberg (la información se basó en una muestra de empresas).
Elaboración: Gerencia de Políticas y Análisis Económico – Osinergmin.

b) Costo de la Deuda

El costo de la deuda corresponde al costo de endeudamiento que incurre cada empresa para solventar sus actividades. El dato que identificaremos en este acápite se encuentra en el círculo rojo.

$$WACC = \left(\frac{D}{D+E} \right) r_D (1-t) + \left(\frac{E}{D+E} \right) r_E$$

La estimación considera la información histórica de los estados financieros (EE.FF.) de las empresas de generación, transmisión y distribución. En base a ella se obtiene el ratio de los gastos financieros (pagos por intereses) entre la deuda de largo plazo. En el siguiente cuadro se puede apreciar la información para el periodo 2011-2015.

Cuadro A4.2: Costo de la deuda, 2011-2015
(En porcentaje)

Año	Generación	Transmisión	Distribución
2015	6.4%	4.4%	4.7%
2014	6.9%	4.9%	5.4%
2013	10.2%	6.6%	8.2%
2012	7.7%	5.5%	8.9%
2011	8.5%	7.1%	10.3%
2010	8.1%	5.5%	8.9%

Fuente: Osinergmin, Anuario estadístico de empresas eléctricas (GRT).
Elaboración: Gerencia de Políticas y Análisis Económico – Osinergmin.

c) Impuesto a la renta (IR)

El impuesto a la renta en el Perú para el período 2011-2014 fue de 30%, mientras para para el año 2015 fue de 28%. Con ello cubrimos el componente que se encuentra en círculo rojo.

$$WACC = \left(\frac{D}{D+E} \right) r_D (1-t) + \left(\frac{E}{D+E} \right) r_E,$$

d) Costo de capital

El costo del capital representa la tasa a la que los inversionistas están dispuestos a ganar por su inversión en una empresa. Este componente se encuentra en círculo rojo.

$$WACC = \left(\frac{D}{D+E} \right) r_D (1-t) + \left(\frac{E}{D+E} \right) r_E,$$

Dicho componente puede ser estimado mediante distintas metodologías. Se utilizará la metodología CAPM, que es la más estándar en el mercado de acuerdo a lo comentado anteriormente. Para reflejar el mayor riesgo de que el sector opera en un país emergente, se incorpora una prima de riesgo país. El modelo se estructura con la siguiente fórmula:

$$r_E = r_f + \beta * MRP + r_p,$$

donde:

- r_f : Tasa libre de riesgo,
- MRP : Prima de riesgo de mercado,
- β : Riesgo sistémico de la empresa,
- r_p : Riesgo país.

i) Tasa libre de riesgo (r_f): Representa el retorno de un activo que no tiene riesgo de impago. Para esta variable se utiliza el rendimiento de los bonos de los Estados Unidos a 20 años. A continuación se muestran los valores para el período 2011-2015. Para el cálculo de cada uno de los años se realizó el siguiente procedimiento:

- Se tomaron los rendimientos diarios de los bonos a 20 años. La información se publica en la página web del *US Department of the Treasury*.

- Se realiza un promedio móvil para cada año tomando los resultados de cinco años. Por ejemplo la tasa libre de riesgo del año 2015 es el resultado de promediar las tasas de los años 2011-2015. Este ejercicio permite reducir volatilidad a los resultados anuales.

Cuadro A4.3: Tasa libre de riesgo, 2011-2015

(En porcentaje)

	2011	2012	2013	2014	2015
Tasa libre de riesgo	4.2	3.7	3.5	3.3	3.0

Fuente: Oficina del Tesoro de los EEUU (Treasury Rates).

Elaboración: Gerencia de Políticas y Análisis Económico – Osinergmin.

- ii) Prima de riesgo de mercado (MRP por sus siglas en inglés): Representa el retorno adicional que requiere un inversionista para invertir en un activo en lugar de un activo sin riesgo de default; para ello, se utiliza la información del S&P500 y los *T-bond rate* a 10 años³⁹. El procedimiento para el cálculo del MRP fue el siguiente:

- Se tomó información histórica del índice S&P500, para el período 1928-2015, junto con sus dividendos, en base a esta información se calculó su rendimiento conjunto para cada año utilizando la siguiente fórmula:

$$y_t = \frac{(y_t - y_{t-1} + div_t)}{y_{t-1}}$$

donde:

- Y_t : Rendimiento en el período t,
 Y_{t-1} : Rendimiento en el período t-1,
 Div_t : Dividendos generados en el período t.

- La tasa de los bonos a 10 años para el período 1928-2015 tiene como fuente a la Reserva Federal de St. Luis de los EE.UU.
- Se realizó una diferencia entre el Rendimiento del S&P500 menos la tasa de bonos a 10 años, como resultado se obtiene el MRP para el período 1928-2015.
- Para el cálculo del MRP del año t se utiliza el promedio aritmético de los MRP para el período 1928-t. De esta manera se obtienen los MRP para cada uno de los años.

³⁹ La base de datos fue tomada de la página web de Damodaran, en la sección de Implied Equity Risk Premiums - United States - <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>

Cuadro A4.4: Prima de riesgo de Mercado
(MRP por sus siglas en inglés), 2011-2015

	2011	2012	2013	2014	2015
MRP	6.09%	6.19%	6.46%	6.51%	6.43%

Fuente: S&P500, Reserva Federal de St. Luis, Damodaran.

Elaboración: Gerencia de Políticas y Análisis Económico – Osinergmin.

iii) **Beta:** Es una medida de la sensibilidad de la rentabilidad de un activo financiero ante cambios en la rentabilidad de una cartera de referencia o mercado bursátil. Para el cálculo de este parámetro, se ha realizado lo siguiente:

- Se obtiene información de compañías comparables que cotizan en un mercado bursátil (para los subsectores de generación, transmisión y distribución), estas compañías fueron elegidas en función a la similitud de actividades.
- Identificadas las compañías, se utilizan los betas desapalancados de cada una de ellas para obtener un beta desapalancado promedio, por empresa para el período 2011-2015. Esto se puede apreciar en los siguientes cuadros:

Cuadro A4.5: Betas desapalancados para el Subsector Distribución

Tiker de empresa	Beta promedio 2011-2015
ECL CI Equity	0.6439
EDN AR Equity	0.8931
ENEL IM Equity	0.5641
IBE SM Equity	0.5560
PPC GA Equity	0.7186
OTTR US Equity	0.7638
RWE GR Equity	0.4883
Promedio	0.6611

Fuente: Bloomberg.

Cuadro A4.6: Betas desapalancados para el Subsector Transmisión

Tiker de empresa	Beta promedio 2011-2015
ISA CB Equity	0.6152
TRN IM Equity	0.1767
ENBR3 BZ Equity	0.3300
PNM US Equity	0.3572
Promedio	0.3698

Fuente: Bloomberg.

Cuadro A4.7: Betas desapalancados para el Subsector Generación

Tiker de empresa	Beta promedio 2011-2015
EDEGELC1 PE Equity	0.4809
FUM1V FH Equity	0.4775
ELET6 BZ Equity	0.4009
ELE SM Equity	0.6914
EDF FP Equity	0.5186
ELPL4 BZ Equity	0.5398
ENDESA CI Equity	0.5900
Promedio	0.5284

Fuente: Bloomberg.

- El propósito de este procedimiento es apalancar el beta desapalancado promedio con la estructura deuda/capital promedio de la muestra de empresas, en base a esta información se realiza el cálculo del beta apalancado para los subsectores de generación, transmisión y distribución.

Cuadro A4.8: Betas desapalancados por subsector (2011-2014)

Subsector	Impuesto	Deuda/Capital	Beta desapalancado	Beta apalancado
Distribución	30%	0.3956	0.6611	0.8442
Transmisión	30%	1.3286	0.3698	0.7137
Generación	30%	0.5197	0.5284	0.7207

Fuente: Bloomberg

Cuadro A4.9: Betas desapalancados por subsector (2015)

Subsector	Impuesto	Deuda/Capital	Beta desapalancado	Beta apalancado
Distribución	28%	0.3956	0.6611	0.8494
Transmisión	28%	1.3286	0.3698	0.7235
Generación	28%	0.5197	0.5284	0.7262

Fuente: Bloomberg.

En el siguiente cuadro se detalla la muestra de empresas comparables con las que se pudo calcular los betas desapalancados promedio.

Cuadro A4.10: Descripción de empresas comparables

Nro	Nombre	Subsector	Ticker	Descripción
1	E. CL S.A.	Distribución	ECL CI Equity	E. CL S.A. compra, produce, distribuye y transmite energía eléctrica en la primera y segunda regiones de Chile. También compra, vende y transporta combustibles líquidos, sólidos y gaseosos, y provee servicios de asesoría relacionados con el mantenimiento de sistemas eléctricos.
2	Empresa Distribuidora y Comercializadora Norte S.A.	Distribución	EDN AR Equity	Empresa Distribuidora y Comercializadora Norte S.A. distribuye y vende electricidad en la región noreste del Gran Buenos Aires.
3	Enel SpA	Distribución	ENEL IM Equity	Enel SpA es una empresa de energía eléctrica y un operador integrado en la sectores de electricidad y gas, con un enfoque especial en Europa y Latinoamérica. Participa en la generación y distribución de energía. También ofrece soluciones integradas para productos de electricidad y gas.
4	Iberdrola S.A.	Distribución	IBE SM Equity	Iberdrola S.A. genera, distribuye, opera y comercializa electricidad en el Reino Unido, Estados Unidos, España, Portugal y Latinoamérica. La empresa se especializa en energía limpia, específicamente energía eólica.
5	Public Power Corporation S.A.	Distribución	PPC GA Equity	Public Power Corporation S.A. (PPC) genera, transmite y distribuye electricidad en todo Grecia continental e insular.
6	Otter Tail Corporation	Distribución	OTTR US Equity	Otter Tail Corporation, proporciona electricidad y servicios energéticos a clientes de Minnesota, Dakota del Norte y Dakota del Sur.
7	RWE AG	Distribución	RWE GR Equity	RWE AG genera, distribuye y comercia electricidad con clientes municipales, industriales, comerciales y residenciales.
8	Interconexión Eléctrica S.A.	Transmisión	ISA CB Equity	Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P. transporta electricidad de alto voltaje en la red nacional de Colombia. La empresa opera y supervisa subestaciones y redes eléctricas, y ofrece servicios de análisis químico y mantenimiento.
9	Terna - Rete Elettrica Nazionale SpA	Transmisión	TRN IM Equity	Terna - Rete Elettrica Nazionale SpA transmite electricidad mediante la red de energía eléctrica y de alto voltaje de Italia. Mediante subsidiarias, posee una participación considerable de la red nacional de transmisión de electricidad.
10	EDP - Energias do Brasil SA	Transmisión	ENBR3 BZ Equity	EDP - Energias do Brasil SA, la unidad brasileña de EDP - Energias de Portugal SA, Genera, transmite y distribuye electricidad en Brasil.
11	PNM Resources Inc.	Transmisión	PNM US Equity	PNM Resources Inc. es un conglomerado. A través de sus subsidiarias, genera, transmite y distribuye electricidad.

12	Edegel SAA	Generación	EDEGELC1 PE Equity	Edegel SAA produce y distribuye electricidad a clientes en el centro y norte de Perú. Gestiona plantas termoeléctricas e hidroeléctricas. Asimismo, es asesora de instalación para clientes.
13	Fortum Oyj	Generación	FUM1V FH Equity	Fortum Oyj cuenta con actividades que van desde la generación, distribución y venta de electricidad, hasta la operación de plantas de energía y servicios relacionados con el abastecimiento de energía. Realiza negocios en todo el mundo, principalmente en el norte de Europa.
14	Centrais Eletricas Brasileiras S.A.	Generación	ELET6 BZ Equity	Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobras) genera, transporta y comercializa electricidad a través de empresas regionales en Brasil. La empresa planifica, financia, coordina y supervisa proyectos de expansión para sus filiales.
15	Endesa	Generación	ELE SM Equity	Endesa participa en la generación, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en España, Portugal y el Norte de África. También es un operador importante en el mercado de gas natural y ofrece otros servicios relacionados con el negocio de energía.
16	Electricite de France (EDF)	Generación	EDF FP Equity	Electricite de France (EDF) produce, transmite, distribuye, importa y exporta electricidad. Mediante el uso de energía nuclear, de carbón y gas, abastece de electricidad a consumidores de energía en Francia.
17	Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de Sao Paulo S.A.	Generación	ELPL4 BZ Equity	Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de Sao Paulo S.A. (AES Eletropaulo) opera como un concesionario del servicio público de energía eléctrica. Genera, transmite, distribuye y comercializa energía eléctrica. AES Eletropaulo opera en la región de la Gran Sao Paulo.
18	Empresa Nacional de Electricidad SA	Generación	ENDESA CI Equity	Empresa Nacional de Electricidad SA (Endesa Chile) se dedica mayormente a la generación y distribución de electricidad en Chile. A través de principales filiales y empresas relacionadas, también ofrece una amplia gama de servicios de asesoría e ingeniería, y opera en la generación de electricidad en Argentina, Brasil, Colombia y Perú.

Fuente: Bloomberg.

iv) Prima por riesgo país (r_p): Debido a que la empresa realiza sus operaciones en el Perú, se asumió la necesidad de ajustar el costo de capital de la empresa con una prima por riesgo país. Para poder calcular el riesgo país, se utilizó el valor del emerging market bond index (EMBI) para el período 2011-2015. Esta información del portal de estadísticas del Banco Central de Reserva del Perú.

En el siguiente cuadro se presentan los EMBI al cierre de cada uno de los años.

Cuadro A1.11: Prima de Riesgo País, 2011-2015

	2011	2012	2013	2014	2015
Riesgo país	1.91%	1.57%	1.62%	1.62%	2.01%

Fuente: BCRP.

8.5 ANEXO. RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLES NO CONVENCIONALES (RER)

Descripción del Procedimiento de Cálculo

El cálculo del WACC para empresas que generan energía mediante RER consiste en un ejercicio que busca identificar el costo de oportunidad de las empresas que operan en Perú. La investigación tiene limitaciones debido a que no cuenta con información de EE.FF. de las empresas que operan en la actualidad, en ese sentido nos es imposible identificar cuál sería el ratio Deuda/Capital. Sin embargo se ha tratado de hacer un esfuerzo en el cálculo por lo que se ha utilizado la mayor información local posible; entre esta podemos mencionar a la tasa de impuesto y el costo de la deuda.

A continuación, se procederá a describir el cálculo para cada uno de los componentes necesarios para la estimación del WACC durante el período 2011 – 2015. Para ello, se procede paso a paso por cada componente que permite calcular la WACC.

a) Ponderadores

En este acápite es necesario utilizar información financiera de empresas de la Industria a analizar, específicamente será necesario conocer la estructura Deuda/Capital. Lo ideal es conocer la estructura Deuda/Capital de la industria local; debido a que, no se cuenta con esta información, se utilizarán los datos de empresas que generan energía mediante RER que se encuentran en Bloomberg. De esta forma en este acápite calcularemos los componentes resaltados en los círculos:

$$WACC = \left(\frac{D}{D+E} \right) r_D (1-t) + \left(\frac{E}{D+E} \right) r_E$$

El cálculo del ratio Deuda/Capital siguió el siguiente procedimiento:

- Se identificó una muestra de empresas comparables que desarrollan actividades en la generación de energía mediante RER. La fuente de esta información es Bloomberg.
- Se obtuvo de cada empresa el ratio Deuda/Capital al cierre de cada año, en el período 2011-2015.
- Para cada empresa se promedió el resultado del Ratio Deuda/Capital en el período 2011-2015.
- Se promediaron los valores, de cada empresa, obtenidos en el paso anterior, consiguiendo un ratio Deuda/Capital para las empresas que generan energía mediante RER.

En base a este procedimiento, se identificó que la tasa Deuda/Capital viene a ser 72 para el período 2011-2015.

b) Costo de la Deuda

El costo de la deuda corresponde al costo de endeudamiento que incurre cada empresa para solventar sus actividades. El dato que identificaremos en este acápite se encuentra en el círculo rojo.

$$WACC = \left(\frac{D}{D+E} \right) r_D (1-t) + \left(\frac{E}{D+E} \right) r_E,$$

Debido a que no se cuenta con información pública de EE.FF. correspondiente a empresas que generan energía mediante RER, se ha utilizado la información pública de tasas activas en dólares americanos que cobra la banca en Perú.

Para tener una aproximación de qué tasa es la que se utilizaría en empresas RER en Perú, se ha estimado el posible nivel de ingresos de estas empresas. Para ello se ha identificado la participación que tienen las RER en la producción de energía; de acuerdo al Anuario Estadístico de Osinergmin-GRT 2015 se identificó que todas las empresas RER, en Perú, generan el 1.8% de la energía al cuarto trimestre⁴⁰ de 2015; cruzando esta información con los ingresos de la generación eléctrica (9 506 millones de soles en el año 2015) determinamos que los ingresos de todas las empresas RER ascienden a 171.7 millones de soles. Por lo tanto las empresas que generan energía mediante RER, en el Perú, se colocarían en la categoría de Gran Empresa⁴¹. De acuerdo a esta información, el costo de la deuda se describe en el siguiente cuadro:

Cuadro A5.1: Costo de la deuda, 2011-2015
(En porcentaje)

	2015	2014	2013	2012	2011
Costo de la Deuda	5.7%	5.8%	5.9%	5.9%	5.7%

Fuente: SBS, Tasas activas para grandes empresas.

Elaboración: Gerencia de Políticas y Análisis Económico – Osinergmin.

⁴⁰ Osinergmin – GRT “Anuario Estadístico 2015”, Capítulo 3, Situación Comercial: Electricidad, Cuadro: Producción de energía eléctrica, por actividad y empresa, al cuarto trimestre del año 2015 (En MW.h).

⁴¹ La Superintendencia de Banca Seguros y AFP define a los Créditos a Gran Empresa como: “Créditos otorgados a personas jurídicas con ventas anuales mayores a S/. 20 millones pero no mayores a S/. 200 millones en los dos últimos años, o, a deudores que hayan mantenido en el último año emisiones de instrumentos representativos de deuda en el mercado de capitales”. Esta información se encuentra disponible en: https://www.sbs.gob.pe/app/stats/Notas/Definiciones_creditos.pdf (último acceso 12.01.2017)

c) Impuesto a la renta (IR)

El impuesto a la renta en el Perú para el período 2011-2014 fue de 30%, mientras para para el año 2015 fue de 28%. Con ello cubrimos el componente que se encuentra en círculo rojo.

$$WACC = \left(\frac{D}{D+E} \right) r_D (1-t) + \left(\frac{E}{D+E} \right) r_E,$$

d) Costo de capital

El costo del capital representa la tasa a la que los inversionistas están dispuestos a ganar por su inversión en una empresa. Este componente se encuentra en círculo rojo.

$$WACC = \left(\frac{D}{D+E} \right) r_D (1-t) + \left(\frac{E}{D+E} \right) r_E,$$

Dicho componente puede ser estimado mediante distintas metodologías. Se utilizará la metodología CAPM, que es la más estándar en el mercado de acuerdo a lo comentado anteriormente. Para reflejar el mayor riesgo de que el sector opera en un país emergente, se incorpora una prima de riesgo país. El modelo se estructura con la siguiente fórmula:

$$r_E = r_f + \beta * MRP + r_p,$$

donde:

- r_f : Tasa libre de riesgo,
- MRP : Prima de riesgo de mercado,
- β : Riesgo sistémico de la empresa,
- r_p : Riesgo país.

i) Tasa libre de riesgo (r_f): Representa el retorno de un activo que no tiene riesgo de impago. Para esta variable se utiliza el rendimiento de los bonos de los Estados Unidos a 20 años. A continuación se muestran los valores para el período 2011-2015. Para el cálculo de cada uno de los años, se realizó el siguiente procedimiento:

- Se tomaron los rendimientos diarios de los bonos a 20 años. La información se publica en la página web del *US Department of the Treasury*.

- Se realiza un promedio móvil para cada año tomando los resultados de cinco años. Por ejemplo, la tasa libre de riesgo del año 2015 es el resultado de promediar las tasas de los años 2011-2015. Este ejercicio permite reducir volatilidad a los resultados anuales.

Cuadro A5.2: Tasa libre de riesgo, 2011-2015

(En porcentaje)

	2011	2012	2013	2014	2015
Tasa libre de riesgo	4.2	3.7	3.5	3.3	3.0

Fuente: Oficina del Tesoro de los EEUU (Treasury Rates).

Elaboración: Gerencia de Políticas y Análisis Económico – Osinergmin.

- ii) Prima de riesgo de mercado (MRP por sus siglas en inglés): Representa el retorno adicional que requiere un inversionista para invertir en un activo en lugar de un activo sin riesgo de default; para ello, se utiliza la información del S&P500 y los *T-bond rate* a 10 años⁴². El procedimiento para el cálculo del MRP fue el siguiente:

- Se tomó información histórica del índice S&P500, para el período 1928-2015, junto con sus dividendos, en base a esta información se calculó su rendimiento conjunto para cada año utilizando la siguiente fórmula:

$$y_t = \frac{(y_t - y_{t-1} + div_t)}{y_{t-1}},$$

donde:

 Y_t : Rendimiento en el período t, Y_{t-1} : Rendimiento en el período t-1, Div_t : Dividendos generados en el período t.

- La tasa de los bonos a 10 años para el período 1928-2015 tiene como fuente a la Reserva Federal de St. Luis de los EE.UU.
- Se realizó una diferencia entre el Rendimiento del S&P500 menos la tasa de bonos a 10 años, como resultado se obtiene el MRP para el período 1928-2015.
- Para el cálculo del MRP del año t se utiliza el promedio aritmético de los MRP para el período 1928-t. De esta manera se obtienen los MRP para cada uno de los años.

Cuadro A5.3: Prima de riesgo de Mercado

(MRP por sus siglas en inglés), 2011-2015

	2011	2012	2013	2014	2015
MRP	6.09%	6.19%	6.46%	6.51%	6.43%

Fuente: S&P500, Reserva Federal de St. Luis, Damodaran.

Elaboración: Gerencia de Políticas y Análisis Económico – Osinergmin.

⁴² La base de datos fue tomada de la página web de Damodaran, en la sección de Implied Equity Risk Premiums - United States - <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>

iii) **Beta**: Es una medida de la sensibilidad de la rentabilidad de un activo financiero ante cambios en la rentabilidad de una cartera de referencia o mercado bursátil. Para el cálculo de este parámetro, se ha realizado lo siguiente:

- Se obtiene información de compañías comparables que cotizan en un mercado bursátil, estas compañías fueron elegidas en función a la similitud de actividades.
- Identificadas las compañías, se utilizan los betas desapalancados de cada una de ellas para obtener un beta desapalancado promedio, por empresa para el período 2011-2015. Esto se puede apreciar en los siguientes cuadros:

Cuadro A5.4: Betas desapalancados

Empresa	Beta promedio 2011-2015
AXY CN Equity	0.2480
ENEL IM Equity	0.6105
ANA SM Equity	0.4395
NEE US Equity	0.3018
735 HK Equity	0.5728
Promedio	0.4345

Fuente: Bloomberg.

- El propósito de este procedimiento es apalancar el beta desapalancado promedio con la estructura deuda/capital promedio de la muestra de empresas, en base a esta información se realiza el cálculo del beta apalancado.

Cuadro A5.5: Betas desapalancados por subsector (2011-2015)

Subsector	Impuesto	Deuda/Capital	Beta desapalancado	Beta apalancado
2011-2014	30%	0.7264	0.4345	0.6555
2015	28%	0.7264	0.4345	0.6618

Fuente: Bloomberg

En el siguiente cuadro se detalla la muestra de empresas comparables con las que se pudo calcular los betas desapalancados promedio.

Cuadro A5.6: Descripción de empresas comparables

#	Ticker	Nombre	Descripción
1	AXY CN Equity	Americas Wind Energy Corporation	La compañía genera electricidad en base a fuentes alternativas; es propietaria y opera infraestructuras de geotermia, hidroeléctricas. Sus centros de operación son en el norte y sur de américa.
2	ENEL IM Equity	Enel SpA	Es una compañía multinacional de energía, opera en sectores de electricidad y gas, sus operaciones se centran en Europa y Lationamérica. La actividad de generación y distribución de energía de fuentes renovables y convencionales.
3	ANA SM Equity	Acciona S.A.	Es un desarrollador global y proveedor de servicios y soluciones en energía renovable, encargado de grandes obras civiles de infraestructura y tratamiento de agua y desalinización.
4	NEE US Equity	NextEra Energy, Inc.	La compañía provee energía sostenible para los servicios de generación y distribución. La compañía genera electricidad mediante energía eólica, solar y gas natural. Sus subsidiarias operan también unidades de generación nuclear.
5	735 HK Equity	China Power New Energy	Es una compañía que tiene dentro de su cartera de proyectos, energía eólica, hidráulica y biomasa.

Fuente: Bloomberg.

iv) Prima por riesgo país (r_p): Debido a que la empresa realiza sus operaciones en el Perú, se asumió la necesidad de ajustar el costo de capital de la empresa con una prima por riesgo país. Para poder calcular el riesgo país, se utilizó el valor del emerging market bond index (EMBI) para el período 2011-2015. Esta información proviene del portal de estadísticas del Banco Central de Reserva del Perú. En el siguiente cuadro se presentan los EMBI al cierre de cada uno de los años.

Cuadro A5.7: Prima de Riesgo País, 2011-2015

	2011	2012	2013	2014	2015
Riesgo país	1.91%	1.57%	1.62%	1.62%	2.01%

Fuente: BCRP.

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería – Osinergmin
Gerencia de Políticas y Análisis Económico – GPAE

Alta Dirección

Ing. Jesús Tamayo Pacheco

Presidente del Consejo Directivo

Ing. Julio Salvador Jácome

Gerente General

Equipo de Trabajo de la OEE

Dr. Arturo Vásquez Cordano

Gerente de Políticas y Análisis Económico

Carlos Javier Aguirre Zurita

Asesor Técnico Económico

Especialistas Sectoriales:

Victor Raúl Zurita Saldaña (Minería), Carlo Magno Vílchez Cevallos (Electricidad y Gas Natural), Ricardo de la Cruz Sandoval (Hidrocarburos), Carlos Renato Salazar Ríos (Econometría), Jorge Rodas Chiarella (Métodos Cuantitativos).

Analistas Económicos:

Francisco Javier Coello Jaramillo, Carlos Alberto Miranda Velásquez, Edison Alex Chavez Huamán, Melissa Isabel Llerena Pratolongo, Donald Barboza Garaundo, Ernesto Yuri Guevara Ccama

Asistentes Económicos:

Thaís Chávez Porta, Merry Romero Córdova

Asistente Administrativo:

Clelia Bandini Malpartida



Gerencia de Políticas y Análisis Económico
Bernardo Monteagudo 222 - Magdalena del Mar - Lima 17
Teléfono: 219-3400 Anexo: 1057 Fax: 219-3413

www.osinergmin.gob.pe

http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/acerca_osinergmin/estudios_economicos/oficina-estudios-economicos