

**Facultad Politécnica Universidad Nacional de Asunción
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología**

**Proyecto 14-INV-271
“Valuación de Inversiones en Infraestructura Eléctrica y
Comportamiento Estratégico”**

**ANEXO 03
PGT 2.1 – Formulación matemática de modelos de
Opciones Reales – Informe**

Comité de Estudio CE C1 – Desarrollo y Economía del Sistema

PLANIFICACIÓN DE EXPANSIÓN DE GENERACIÓN Y TRANSMISIÓN BAJO INCERTIDUMBRE CONSIDERANDO FLEXIBILIDAD EN INVERSIONES DE GENERACIÓN

M. AREVALO*

D. RIOS

G. BLANCO

**Grupo de Investigación en Sistema Energéticos, Facultad Politécnica, UNA
Paraguay**

***Resumen**– El proceso de liberalización de los mercados eléctricos ha supuesto un cambio de paradigma en el ámbito de la planificación de la expansión conjunta de los segmentos de generación y transmisión. La evaluación de este tipo de problemas es aún más compleja si se consideran las incertidumbres que determinan la evolución del sistema. Más aún, y desde el punto de vista de los reguladores y responsables políticos, una evaluación óptima es de sumo interés debido a que la falta de coordinación entre ambos tipos de inversiones puede poner en riesgo la competencia y la eficiencia en el sector eléctrico. Atendiendo a ello, la literatura sugiere el empleo de enfoques holísticos, los cuales consideran necesaria la evaluación de los riesgos asociados a la coordinación de inversiones en el sistema de potencia, para permitir a los reguladores la identificación de un modo de inversión eficiente, aún en escenarios donde las variables inciertas evolucionan de manera desfavorable. En este sentido, este trabajo propone un método de planificación de la expansión conjunta de los segmentos de generación y transmisión, considerando la flexibilidad de las inversiones en el primer segmento, empleando el enfoque de valoración de Opciones Reales, basado en el método Mínimos Cuadrados de Montecarlo. Con el fin de ilustrar la validez del método propuesto, se incluyen resultados del análisis de un caso de estudio, donde se demuestra que la consideración de flexibilidad de las inversiones permite incrementar el beneficio social mediante la coordinación de la expansión de generación y transmisión.*

Palabras clave: Análisis de riesgos – Flexibilidad - Incertidumbre - Inversiones - Mínimos Cuadrados de Monte Carlo - Programación dinámica - Simulación estocástica.

1 INTRODUCCIÓN

La evolución del sector eléctrico hacia un entorno competitivo ha aumentado el requerimiento de planificación idónea de la expansión del sistema para mejorar el grado de competencia en el mercado. Por lo tanto, los marcos normativos y las apreciaciones de evaluación claras para inducir inversiones eficientes y bien sincronizadas en sistemas eléctricos de potencia son actualmente temas de gran interés para los reguladores, investigadores, tomadores de decisiones e inversores en sistemas de energía.

La regulación se refiere a un conjunto de prácticas y reglas por las cuales el gobierno cambia o guía la conducta y/o la estructura de una industria o establecimiento público o privado, con el fin de: a) reducir al mínimo los costos de transacción asociados a factores institucionales, y b) mejorar la eficiencia y la equidad del mercado de acuerdo con los intereses sociales[1]. En este sentido, la regulación debe garantizar las condiciones de acceso a la capacidad del sistema existente; los mecanismos de expansión; así como, los requisitos técnicos de operación relacionados con los niveles adecuados de competencia, calidad y fiabilidad.

El problema de planificación de expansión de segmentos del sistema de potencia puede ser formulado como un problema de optimización estocástico no lineal entero mixto a gran escala. Un gran número de algoritmos y enfoques se han propuesto para resolver este complejo problema. No obstante, la teoría y las herramientas

masa_aregon@hotmail.com

utilizadas para la evaluación de la coordinación de las inversiones en los sistemas de generación y transmisión están todavía por debajo de las necesidades prácticas de los nuevos mercados de energía[2].

El problema de la expansión del sistema de potencia se caracteriza por la naturaleza de las inversiones implicadas, así como también, por las incertidumbres que determinan la evolución del mercado eléctrico. La economía de escala y uso intensivo de capital son algunas de las características de las inversiones de generación; En ese contexto, las incertidumbres implicadas en la planificación de la expansión del sistema eléctrico son mejor encaradas cuando se considera la flexibilidad de las inversiones. Esta flexibilidad puede incluir diversas acciones en diferentes etapas del horizonte de inversión, tales como las opciones para diferir, ampliar, o incluso abandonar el proyecto. En este contexto, la flexibilidad tiene un valor sustancial, y debe tomarse en consideración en el proceso de toma de decisiones.

La flexibilidad estratégica es una técnica de gestión de riesgos que está ganando cada vez más atención de la investigación, ya que permite una gestión adecuada de las principales incertidumbres, que no se han resuelto en el momento de tomar decisiones de inversión. Sin embargo, expresar el valor de la flexibilidad en términos económicos no es una tarea trivial y su valoración requiere de herramientas sofisticadas[3]. En ese sentido, se ha encontrado que una manera eficiente de valorar la flexibilidad es a través del enfoque de Opciones Reales. De acuerdo a lo revisado en [3], la técnica de valoración de Opciones Reales (ROV) proporciona un marco bien fundado -basado en la teoría de opciones financieras- para evaluar las inversiones estratégicas en condiciones de incertidumbre.

En este contexto, en [4] se propone un enfoque para resolver la interacción de opciones financieras, basado en simulaciones de Monte Carlo. Después, en [5] se incluye una extensión de este enfoque para la valoración de los problemas de inversión de capital con derechos de opción, teniendo en cuenta la interacción e interdependencia entre ellos.

Las inversiones en energía incluyen la flexibilidad intrínseca de múltiples opciones estratégicas, tales como: la opción de ampliar, posponer y/o abandonar la inversión más adelante [5].

Ahora bien, se ha encontrado que los esfuerzos de planificación de expansión conjunta de generación y transmisión se centran generalmente en inversiones en nuevas líneas de transmisión. Sin embargo, este tipo de inversión tiene un importante nivel de irreversibilidad, lo que conduce a un alto riesgo frente a las incertidumbres a largo plazo. Una alternativa de hacer frente a estas deficiencias es la instalación de generadores flexibles locales, con el fin de suministrar localmente el crecimiento de la demanda que permite el funcionamiento de la red dentro de los márgenes de seguridad establecidos de acuerdo con la estabilidad transitoria [5]. Por lo tanto, esto permitiría aplazar la inversión necesaria para construir nuevas líneas [6], sin comprometer la seguridad y confiabilidad del suministro.

En ese contexto, este artículo tiene como objetivo cuantificar el valor de coordinar las inversiones en sistemas de potencia, considerando la flexibilidad de inversiones en generación, bajo condiciones de incertidumbre, con el fin de incrementar el bienestar social. El enfoque propuesto tiene por objeto proporcionar el regulador las señales de inversión y el valor de la sinergia que las inversiones flexibles proporcionan. De manera a ilustrar la validez del método, se plantea el análisis de un caso de estudio, comparando dos alternativas de inversión: una alternativa de expansión convencional (sólo línea de transmisión) y una alternativa de inversión flexible (generadores flexibles y líneas de transmisión).

2 VALORACIÓN DE COORDINACIÓN DE LAS INVERSIONES FLEXIBLES EN SISTEMAS DE POTENCIA

Como se ha señalado en [5], las inversiones en transmisión suelen presentar características intrínsecas que tienen un efecto sobre su desempeño y deben tenerse en cuenta a lo largo de su evaluación. Algunas de estas características son [7]:

- La economía de escala, es decir, menor coste unitario, mientras el tamaño de la expansión aumenta.
- Una fracción significativa del capital requerido debe ser pagado con anterioridad a la puesta en marcha de la nueva línea de transmisión, mientras que la depreciación lleva muchos años, incluso décadas.
- Proyectos de inversión en el sistema de transmisión están expuestos a situaciones imprevistas a lo largo del horizonte de inversión.

Por lo tanto, un enfoque para la valoración de las inversiones en sistemas de potencia tiene que incorporar estas características de una manera cuantitativa. Dicha incorporación puede darse en términos de tres características fundamentales: la irreversibilidad, las incertidumbres de largo plazo y la flexibilidad[8].

Por otra parte, se ha verificado que el método clásico de Valor Presente Neto (VPN) puede ser ineficiente para evaluar las inversiones irreversibles bajo incertidumbre[9]. El método de Opciones Reales se ha propuesto como una alternativa válida para la evaluación de la flexibilidad de los proyectos en condiciones de incertidumbre. Dicha técnica aplica los métodos basados en la teoría de las finanzas corporativas para la valoración de los activos derivados.

En esta sección se aborda el problema de la valoración de las carteras de inversión flexibles del sistema eléctrico sobre la base del bienestar social del mercado. Se propone una metodología basada en el enfoque de opciones reales para valorar la flexibilidad de las inversiones estratégicas en la generación de energía y la red de transporte, así como para encontrar el momento óptimo para la ejecución de las alternativas de inversión que incluyen el valor de flexibilidad [9]. En este sentido, como se mencionó antes, los generadores flexibles parecen ser una alternativa apropiada para incrementar la flexibilidad de las carteras de inversiones en transmisión.

Como fue presentado en [10], las principales opciones de flexibilidad previstas para las inversiones en generación se analizan a continuación.

A. Opción de abandono

La opción de abandono pone de relieve la importancia de reconocer y cuantificar el valor añadido al proyecto por la oportunidad de recuperarse parcialmente los gastos de capital, en caso de que el proyecto debe ser abandonado [11]. La ejecución de esta opción se llevará a cabo sólo cuando las incertidumbres se desarrollan gravemente. Dentro de este trabajo, el valor residual del generador se considera igual al 40% del coste inicial de la inversión.

B. Opción de Expandir

Permite expandir la capacidad instalada, si las condiciones de mercado que se producen después de que uno ha realizado alguna inversión inicial, son más favorables de lo esperado. Dentro de este marco, el Generador se considera modular y es posible aumentar el número de módulos en circunstancias favorables.

Atendiendo al contexto del presente trabajo se proponen dos alternativas de expansión: la inversión en un generador y una línea de transmisión. Estas oportunidades de inversión están abiertas para M años. Las estrategias de inversión mutuamente exclusivas disponibles para ampliar el sistema son:

I1: Invertir como primera estrategia en la generación,

I2: Invertir como primera estrategia en una línea de transmisión,

I3: Invertir en la generación y la línea de transmisión en forma conjunta.

Es importante considerar la posibilidad de invertir inicialmente en cualquiera de las dos primeras opciones y en los años anteriores a la expiración de la opción se puede invertir en la otra. Esto significa que la ejecución de cualquiera de las dos alternativas (generador o línea de transmisión) crea por separado la opción de inver-

tir en la otra alternativa más adelante. Esta es la flexibilidad para invertir en etapas y debe ser considerado en la evaluación. Adicionalmente, la alternativa del generador tiene la opción de expansión y abandono.

El mapa de opciones de inversión en el generador se muestra en la Fig. 1. El diagrama muestra las opciones que están disponibles una vez que se ha instalado el generador. Cabe señalar que la opción de aplazar está presente en cada etapa de la decisión, y la ejecución significa aplazar el resto de las opciones disponibles en este período a otro.

Del mismo modo, la Fig. 2 y la Fig. 3 representan el mapa de estrategias de opciones restantes de inversión: la inversión primera línea de transmisión y la inversión en línea y la generación distribuida en forma conjunta, respectivamente. En todos los casos, la opción de caducidad M es de tres años.

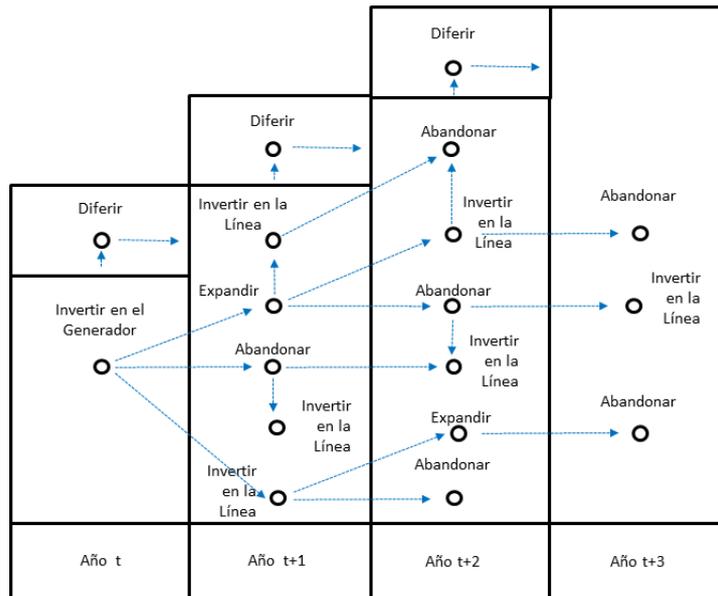


Fig. 1. Invertir como primera estrategia en la generación – Mapa de Opciones

Cabe señalar que la flexibilidad añadida por generadores aparece sólo una vez ejecute la inversión, mientras que la flexibilidad estratégica está disponible después de que la inversión se haya ejecutada. La alternativa de expansión en generadores permite realizar inversiones en etapas debido a que la flexibilidad de la gestión de la incertidumbre se mantiene a lo largo del horizonte de planificación.

Por el contrario, el valor de la opción alternativa de expansión de la línea, donde estas opciones no están disponibles (sólo la opción de diferir) es considerable debido a las enormes incertidumbres sobre retorno de la inversión y el hecho de que la flexibilidad se pierde en el momento de la ejecución de la inversión. Esto sugiere que los planificadores deben "esperar y ver" hasta que una parte sustancial de la incertidumbre se resuelve en el largo plazo. Las ecuaciones de Bellman para la evaluación de las opciones que figuran a continuación:

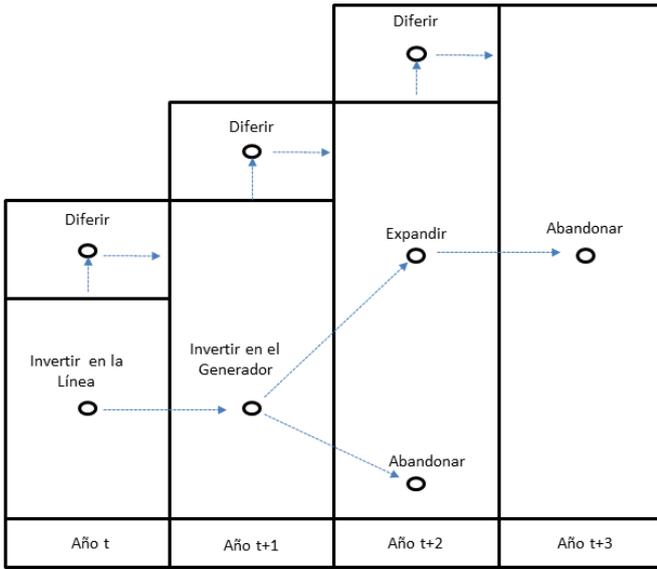


Fig. 2. Invertir como primera estrategia en una línea de transmisión – Mapa de Opciones

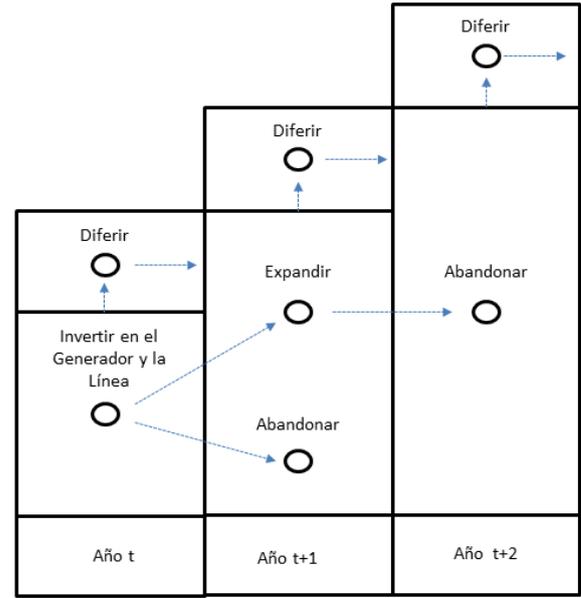


Fig.3. Invertir en la Generación y la línea de transmisión en forma conjunta - Mapa de opciones.

Opción de invertir por primera vez en el generador:

$$F_G(t_n, X_{t_n}) = \max \left\{ \begin{array}{l} \Pi_G(t_n, X_{t_n}) + \max \left(F_E(t_{n+1}, X_{t_{n+1}}); F_A(t_{n+1}, X_{t_{n+1}}); F_{TL}^G(t_{n+1}, X_{t_{n+1}}) \right) \cdot df \\ \dots; \mathbb{E}_{t_n}^* \left[F_G(t_{n+1}, X_{t_{n+1}}) \right] \cdot df \end{array} \right\} \quad (1)$$

Opción de invertir por primera vez en la línea de transmisión:

$$F_{TL}(t_n, X_{t_n}) = \max \left\{ \begin{array}{l} \Pi_{TL}(t_n, X_{t_n}) + F_G^{TL}(t_{n+1}, X_{t_{n+1}}) \cdot df; \mathbb{E}_{t_n}^* \left[F_{TL}(t_{n+1}, X_{t_{n+1}}) \right] \cdot df \end{array} \right\} \quad (2)$$

Opción de invertir primer generador y la línea de transmisión en forma conjunta:

$$F_{TL\&G}(t_n, X_{t_n}) = \max \left\{ \begin{array}{l} \Pi_{TL\&G}(t_n, X_{t_n}) + \max \left(F_E^{TL\&G}(t_{n+1}, X_{t_{n+1}}); F_A^{TL\&G}(t_{n+1}, X_{t_{n+1}}) \right) \cdot df \\ \dots; \mathbb{E}_{t_n}^* \left[F_{TL\&G}(t_{n+1}, X_{t_{n+1}}) \right] \cdot df \end{array} \right\} \quad (3)$$

Donde está la valoración de la opción y el pago de la opción, para la opción m (G : Generador, TL : Línea de Transmisión, E : Expansión del Generador, A : Abandonar Generador) y el estado n (G : Inversión realizada en el generador, TL : Inversión realizada en la línea, Ab : Abandono del Generador). Expandiendo las ecuaciones de (1):

$$F_E(t_n, X_{t_n}) = \max \left\{ \begin{array}{l} \Pi_E(t_n, X_{t_n}) + \max \left(F_{TL}^E(t_n, X_{t_n}); F_A(t_{n+1}, X_{t_{n+1}}) \right) \cdot df; \mathbb{E}_{t_n}^* \left[F_E(t_{n+1}, X_{t_{n+1}}) \right] \cdot df \end{array} \right\} \quad (4)$$

$$F_A(t_n, X_{t_n}) = \max \left\{ \begin{array}{l} \Pi_A(t_n, X_{t_n}) + F_{TL}^A(t_n, X_{t_n}); \mathbb{E}_{t_n}^* \left[F_A(t_{n+1}, X_{t_{n+1}}) \right] \cdot df \end{array} \right\} \quad (5)$$

$$F_{TL}^G(t_n, X_{t_n}) = \max \left\{ \begin{array}{l} \Pi_{TL}^G(t_n, X_{t_n}) + \max \left\{ F_E^{TL\&G}(t_{n+1}, X_{t_{n+1}}); F_{Ab}^{TL\&G}(t_{n+1}, X_{t_{n+1}}) \right\} \cdot df \\ \dots; \mathbb{E}_{t_n}^* \left[F_{TL}^G(t_{n+1}, X_{t_{n+1}}) \right] \cdot df \end{array} \right\} \quad (6)$$

Del mismo modo la expansión de las ecuaciones (2) y (3)

$$F_G^{TL}(t_n, X_{t_n}) = \max \left\{ \begin{array}{l} \Pi_G^{TL}(t_n, X_{t_n}) + \max \left\{ F_E^{TL\&G}(t_{n+1}, X_{t_{n+1}}); F_{Ab}^{TL\&G}(t_{n+1}, X_{t_{n+1}}) \right\} \cdot df; \\ \dots \mathbb{E}_{t_n}^* \left[F_G^{TL}(t_{n+1}, X_{t_{n+1}}) \right] \cdot df \end{array} \right\} \quad (7)$$

$$F_E^{TL\&G}(t_n, X_{t_n}) = \max \left\{ \Pi_E^{TL\&G}(t_n, X_{t_n}) + F_{Ab}^{TL\&G,A}(t_{n+1}, X_{t_{n+1}}) \cdot df; \mathbb{E}_{t_n}^* \left[F_E^{TL\&G}(t_{n+1}, X_{t_{n+1}}) \right] \cdot df \right\} \quad (8)$$

$$F_A^{TL\&G}(t_n, X_{t_{n+1}}) = \max \left\{ \Pi_A^{TL\&G}(t_n, X_{t_n}); \mathbb{E}_{t_n}^* \left[F_A^{TL\&G}(t_{n+1}, X_{t_{n+1}}) \right] \cdot df \right\} \quad (9)$$

3 CASO DE ESTUDIO

A continuación se presenta un ejemplo numérico detallado construido en un entorno real, mediante el cual se busca demostrar la importancia de considerar el valor de la flexibilidad dentro del marco de inversión propuesto. Se considera la inversión en una línea de transmisión de interconexión de 1.000 MW entre dos sistemas aislados. El caso de estudio se muestra en la Fig. 4.

El crecimiento de la carga de la región 2 y evolución de los costes de combustible se toman en cuenta en la evaluación como variables inciertas.

La tasa de crecimiento de la demanda se supone que sigue un movimiento browniano (BM), donde la tasa de crecimiento esperada es de 12% para el período de carga máxima con una desviación estándar de 0,4% y 9% para el periodo de carga baja con una desviación estándar de 0,3%. En el caso de los costes de combustible se supone una reversión a la media donde el factor de reversión a la media es 65% y el desvío de la tasa de crecimiento es 16,7%.

El generador 1, por la línea de transmisión, suministra la demanda al principio, de acuerdo con la evolución incierta de la carga; la capacidad de esta línea puede ser excedida. En garantía para el suministro de la demanda es necesaria una inversión de expansión. Las alternativas de inversión son:

1. Una nueva línea de transmisión que interconecta ambas barras y es paralela a la línea existente, con la opción de aplazar la inversión durante tres años
2. Un generador local en la barra 2, con la opción de posponer la inversión de tres años y una vez que se ejecute la inversión, las opciones de expansión y abandonar el proyecto.

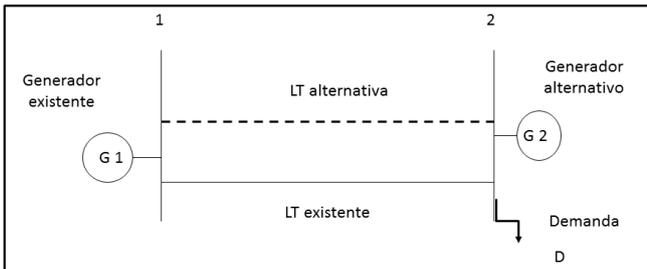


Fig. 4. Caso de estudio

Los diferentes escenarios para el análisis de las diferencias de costos de inversión con respecto al caso inicial son los siguientes:

El primer caso es la instalación del generador local en la barra 2, como segundo caso una nueva línea de transmisión que interconecta ambos buses, el tercer caso es la combinación de la instalación del generador local en la barra 2 y la nueva línea de transmisión que interconecta ambas barras, en el cuarto caso es expandir la capacidad del generador local ya instalado en la barra 2 y como quinto caso la combinación de expandir la capacidad del generador local ya instalado en la barra 2 y la nueva línea de transmisión que interconecta ambas barras.

Los valores obtenidos de los diferentes casos de estudio son utilizados para el cálculo de la valoración de las tres opciones de inversión tanto a través del método tradicional (VPN) y utilizando la flexibilidad de ROV. Recordando que las estrategias de inversión mutuamente exclusivas disponibles para ampliar el sistema son:

I1: Invertir como primera estrategia en la generación,

I2: Invertir como primera estrategia en una línea de transmisión,

I3: Invertir en la generación y la línea de transmisión en forma conjunta.

Como resultado de este análisis, se determina que *I1* es la mejor decisión, a diferencia de la decisión sugerido por el enfoque de la evaluación de inversión tradicional (VPN) *I2* (véase la Tabla I).

TABLA I. RANKING DE VALORACIÓN DE LA INVERSIÓN Y VALOR DE FLEXIBILIDAD DE LAS OPCIONES

Estrategia	Valor de la Opción (ROV) [MUSD]	Valor Presente Neto (VPN) [MUSD]	Flexibilidad[MUSD]
I1	89.891 (1ro)	16.211 (2do)	73.681
I2	76.997 (3ro)	59.945 (1ro)	17.052
I3	77.320 (2do)	-27454 (3ro)	351.856

IV. CONCLUSION

El trabajo muestra un nuevo marco para evaluar inversiones en el marco de la planificación de expansión de generación y transmisión, considerando la flexibilidad que otorgan las inversiones en el primer segmento, bajo condiciones de incertidumbre. Las grandes incertidumbres inherentes a los sistemas de energía eléctrica se han modelado con éxito y se gestionan con el fin de mejorar los perfiles de riesgo de inversión.

La evaluación de la flexibilidad mediante la ejecución de opciones reales disponibles es una tarea fundamental en la optimización de recursos para una planificación estratégica de expansión. Las valoraciones de opciones se derivan del hecho de que ellos establecen un límite inferior frente a posibles pérdidas de proyectos.

Se ha verificado que los planes de expansión flexibles y la mejora de los niveles de adaptabilidad a los escenarios futuros inciertos pueden obtenerse combinando estratégicamente inversiones mediante la coordinación de la expansión en generación y transmisión a lo largo del horizonte de planificación. Estas alternativas de expansión inducen la ejecución de las inversiones en etapas en vez de sólo el aplazamiento de grandes proyectos de líneas de transmisión.

Con el caso de estudio se ha demostrado que los métodos tradicionales de evaluación de inversiones pueden ser inapropiados en la evaluación de las inversiones en transmisión, ya que la presencia de incertidumbre

aumenta drásticamente el riesgo implicado en las decisiones irreversibles a gran escala. La flexibilidad para posponer, expandir o abandonar un proyecto de inversión proporciona información muy valiosa en un entorno tan incierto.

IV. REFERENCIAS

- [1] Rol del Organismo Regulador en la Confiabilidad del Sistema Eléctrico. Curso de Mercados Eléctricos Competitivos y la Red Transporte. 2004. Instituto de Energía Eléctrica, y Pedro Meroño. PRIMERA EDICION DEL CURSO DE REGULACION ENERGETICA DE ARIAE. La función de la regulación (2003).
- [2] T.A. Luehrman, "Strategy as a portfolio of real options," *Harvard Business Review*, pp. 76-99, 1998.
- [3] S. Olafsson, "Making decisions under uncertainty - implications for high technology investments," *BT Technology Journal*, vol. 21, 2003, pp. 170-183.
- [4] F. Longstaff and E. Schwartz, "Valuing American Options by Simulation: A Simple Least-Squares Approach," *Review of Financial Studies*, vol. 14, 2001, pp. 113-47.
- [5] A. Gamba, "Real Options Valuation: a Monte Carlo Approach," Working paper, University of Verona, pp. 1-49, 2003.
- [6] G. Shrestha and P. Fonseka, "Flexible transmission and network reinforcements planning considering congestion alleviation," *Generation, Transmission and Distribution, IEE Proceedings-*, vol. 153, 2006, pp. 591-598.
- [7] G. Latorre, R. Cruz, J. Areiza, and A. Villegas, "Classification of publications and models on transmission expansion planning," *Power Systems, IEEE Transactions on*, vol. 18, 2003, pp. 938-946.
- [8] P. Vázquez y F. Olsina. "Valuing Flexibility of DG Investments in Transmission Expansion Planning," *Power Tech Proceedings, 2007 IEEE Switzerland*, pp. 1-6, Jul. 2007.
- [9] R. Brosch. "Portfolio-aspects in real options management," Working paper series: finance & accounting, J.W. Goethe-University, No.61, ISSN1434-3401, February 2001.
- [10] G. Blanco, F. Olsina, F. Garces, and C. Rehtanz, "Real Option Valuation of FACTS Investments Based on the Least Square Monte Carlo Method", *Power Systems, IEEE Transactions on*, vol. PP, 2011, pp. 1-10.
- [11] E. Buzarquis, G. A. Blanco, F. Olsina, and F. F. Garcés, "Valuing investments in distribution networks with DG under uncertainty," in *Transmission and Distribution Conference and Exposition: Latin America (T D-LA)*, 2010 IEEE/PES, 2010, pp. 341 -348.



L'Internationale des Grands Réseaux Electriques
Asso Internacionale de Grandes Redes Eléctricas
Comité Nacional Paraguayo



Paraguay - Ciudad del Este
21 al 25 de mayo del 2017

XVII ENCUENTRO REGIONAL IBEROAMERICANO DEL CIGRE

El Comité Nacional Paraguayo del CIGRE, certifica que:

MARIO SALOMÓN ARÉVALO GONZÁLEZ

Ha participado del Encuentro Regional Iberoamericano del CIGRE - XVII
ERAC, en carácter de:

AUTOR Y EXPOSITOR

Ing. Hugo O. Zarate
PRESIDENTE ORGANIZACIÓN XVII ERAC

Ing. Helio Pereira
PRESIDENTE CIGRE PARAGUAY



INADORES:

Categoría	Grupo de Estudio	Título del Trabajo
AUTOR Y EXPOSITOR	C1	PLANIFICACIÓN DE EXPANSIÓN DE GENERACIÓN Y TRANSMISIÓN BAJO INCERTIDUMBRE CONSIDERANDO FLEXIBILIDAD EN INVERSIONES DE GENERACIÓN
AUTOR Y EXPOSITOR	C6	ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTINUIDAD PARA EL MEJORAMIENTO DEL SERVICIO TÉCNICO DEL SISTEMA METROPOLITANO DE DISTRIBUCIÓN



Conseil Internationale des Grands Réseaux Electriques
 Consejo Internacional de Grandes Redes Eléctricas
 Comité Nacional Paraguayo