



Sumamos energía,
sumamos pasión

**Metodología evaluación
Técnico – Económica
de soluciones específicas
que permiten levantar
restricciones**

Julio de 2023



Metodología Evaluación Técnico – Económica de soluciones específicas que permiten levantar Restricciones

Centro Nacional de Despacho
Dirección Planeación de la Operación
Diciembre 2022

Objetivo

Socializar la metodología para la evaluación técnico – económica de soluciones específicas que permiten levantar restricciones.

Se desea que este sea un documento vivo que tenga retroalimentación constante a medida que el mismo es aplicado en la valoración de obras.

Marco regulatorio

El artículo 8 de la Resolución CREG 062 de 2000 indica que es obligación del CND definir un procedimiento para la evaluación técnica y económica de soluciones específicas que permitan levantar restricciones.

Generalidad

Evaluación Técnica

Evaluación Económica

Generalidad

Evaluación Técnica

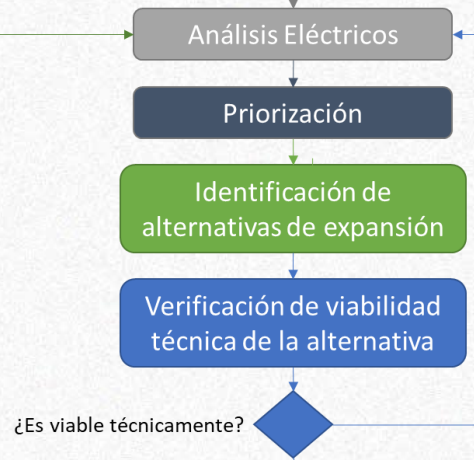
Identificación de requerimientos

A partir de información histórica

- Cortes activos en la operación
- Generación de seguridad programada
- Costos de reconciliación positiva
- Instalación y actuación ESPS
- Radialidades & Demanda no atendida

A partir de información prospectiva

- Planeamiento Operativo Mediano Plazo
- Planeamiento Operativo Largo Plazo
- Desarrollo de nueva infraestructura



Evaluación Económica

Identificación de Costos

- Inversión
- Operación
- Atraso en Fecha de Entrada

Identificación de beneficios

- Reducción precios del mercado **G**
- Reducción costos reconciliación **R**
- Reducción DNA
- Reducción de pérdidas del sistema **P**
- Reducción emisiones de CO2
- Reducción de las reservas del sistema **R**
- Reducción de la vulnerabilidad
- Incremento en límites de exportación TIE **R**
- Intangibles



Evaluación Técnica

Identificación de requerimientos

A partir de información histórica

Cortes activos en la operación

Generación de seguridad programada

Costos de reconciliación positiva

Instalación y actuación ESPS

Radialidades & Demanda no atendida

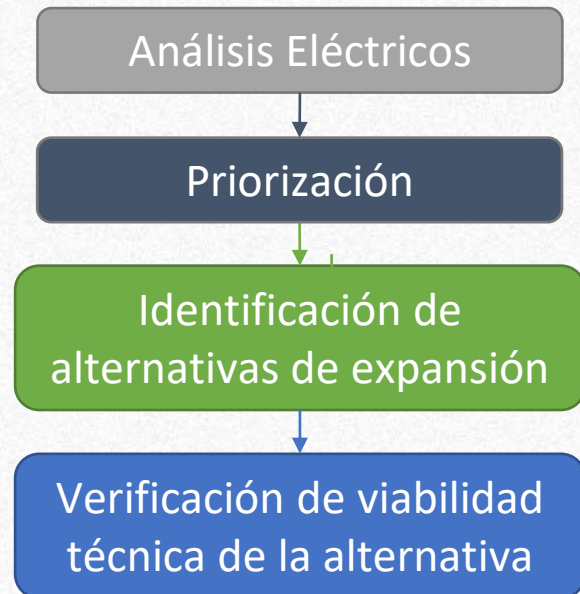
A partir de información prospectiva

Planeamiento Operativo Mediano Plazo

Planeamiento Operativo Largo Plazo

Desarrollo de nueva infraestructura

Evaluación Técnica



Estos estudios comprenden:

- Análisis de flujos de carga y dinámicos
- Estabilidad transitoria, dinámica, de tensión
- Estudios de confiabilidad
- Análisis de niveles corto circuito y Fortaleza de la red

La priorización se realiza con base:

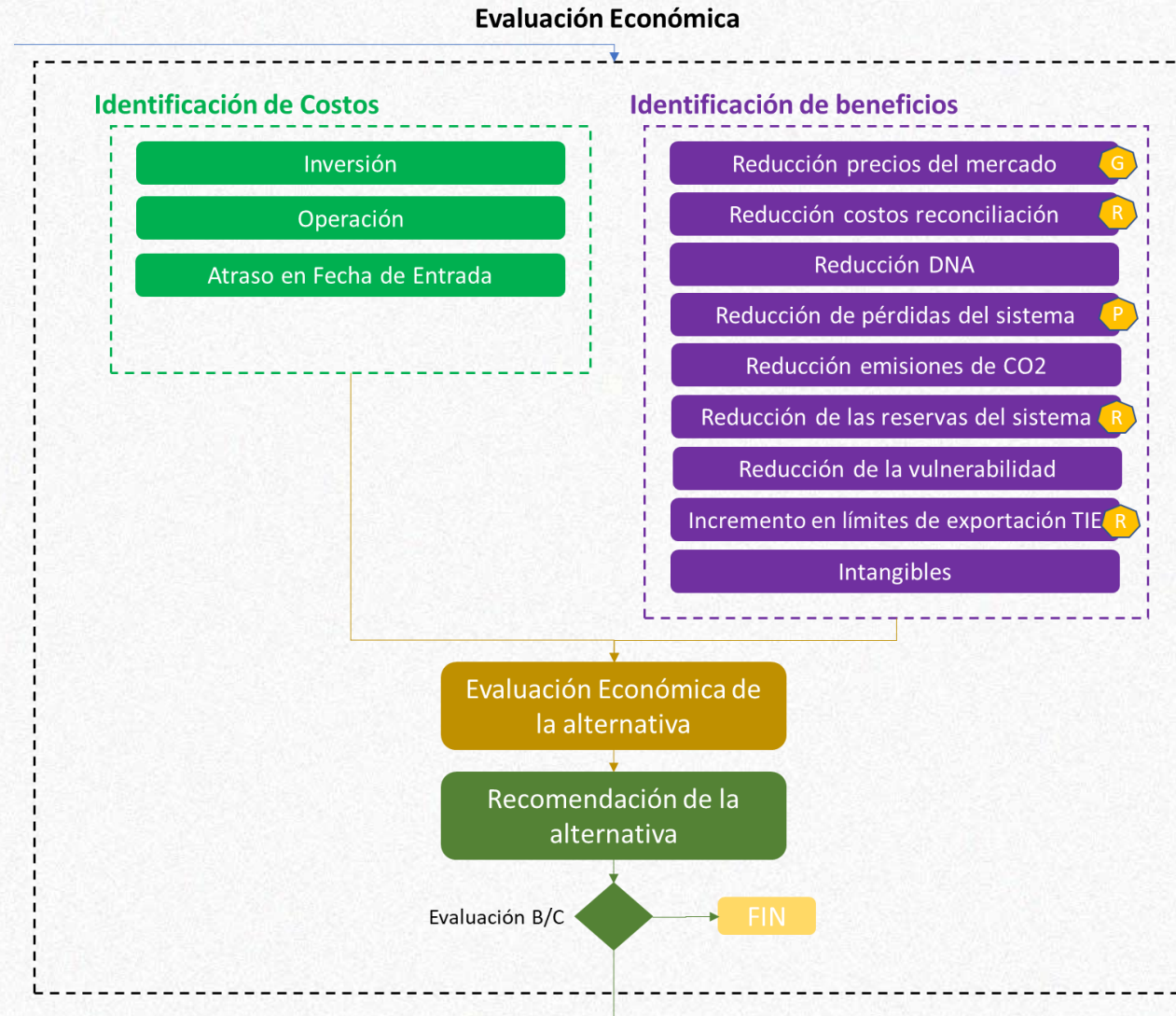
Inflexibilidad: Es evaluada de manera inversa, de cara a la cantidad de soluciones operativas que pueda tener la restricción, como cambios topológicos, número de recursos de generación que puedan prestar generación de seguridad para solucionar la restricción y otros.

Severidad: Es evaluada de cara al impacto operativo que tiene la restricción en caso de materializarse, como deterioro de la red por eventos en cascada, cantidad de demanda no atendida, actuación de esquemas suplementarios y otros.

Ocurrencia: Es evaluada de cara a la probabilidad de ocurrencia de los escenarios que activa la restricción.

Serán priorizadas aquellas que sea consideradas más inflexibles, de mayor severidad y con mayor ocurrencia.

Evaluación Económica



Evaluación Económica

Identificación de beneficios

Reducción precios del mercado

$$BRCM_{t,e} = (CMSP_{t,e} - CMCP_{t,e}) * Dem_{t,e}$$

Reducción costos reconciliación

$$BRCP_{t,e} = CRPSP_{t,e} - CRPCP_{t,e}$$

$$CRPSP_{t,e} = \sum_{r=1}^P \sum_{p=1}^R ((Prec_{r,p,t,e} - CMSP_{t,e}) * (GrealSP_{r,p,t,e} - GidealSP_{r,p,t,e}))$$

$$CRPCP_{t,e} = \sum_{r=1}^P \sum_{p=1}^R ((Prec_{r,p,t,e} - CMCP_{t,e}) * (GrealCP_{r,p,t,e} - GidealCP_{r,p,t,e}))$$

Reducción de pérdidas del sistema

$$BRP_{t,e} = (PSP_{t,e} - PCP_{t,e}) * CMSP_{t,e}$$

Disminución de las reservas

$$BDRSV_{t,e} = \sum_{sc=1}^n ((QRSVSP_{sc,t,e} - QRSVCP_{sc,t,e}) * CRSV_{sc,t,e})$$

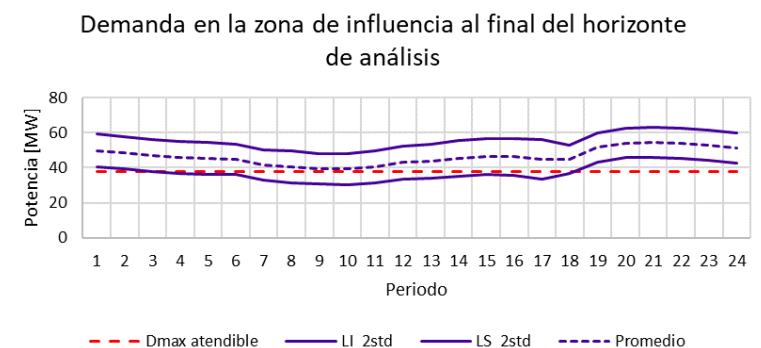
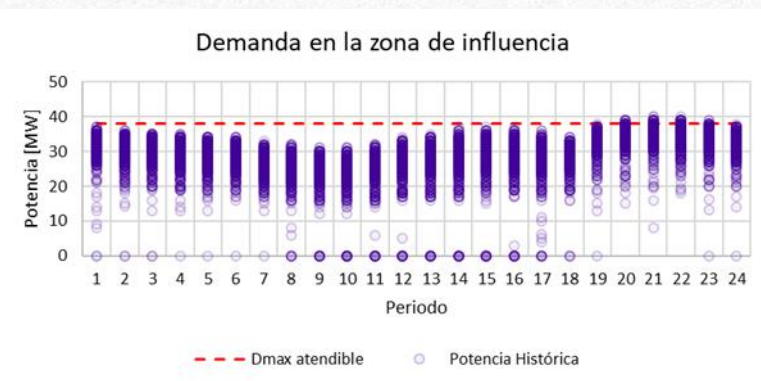
Evaluación Económica

Identificación de beneficios

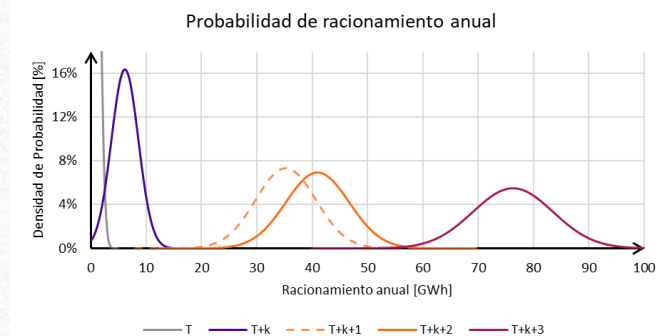
Reducción DNA

$$BRDNA_{t,e} = (DNASP_{t,e} - DNACP_{t,e}) * CR01$$

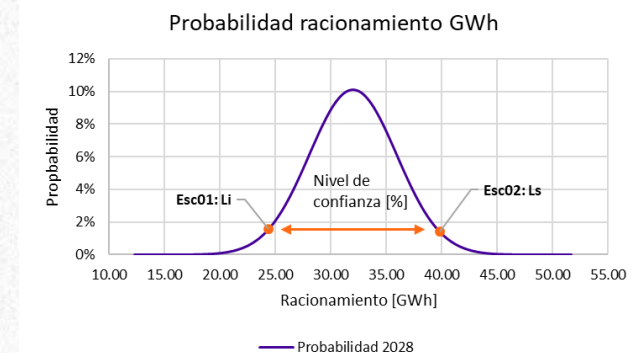
Análisis horario histórico de la demanda:



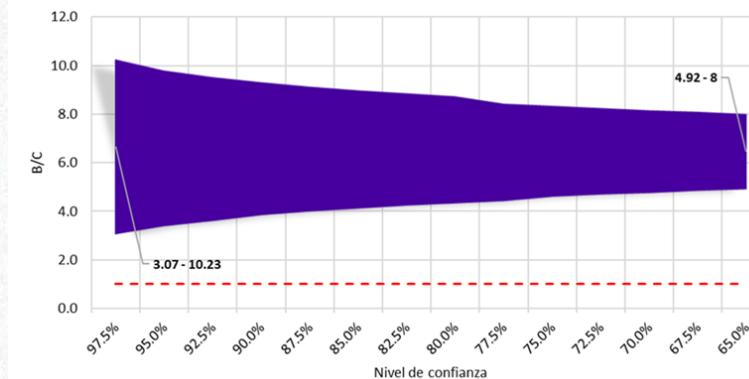
Estimación de funciones de densidad de probabilidad de racionamiento:



Estimación de racionamiento o limitación de demanda anual en función del nivel de confianza



Estimación curva de beneficio/costo



Evaluación Económica

Identificación de beneficios

Reducción emisiones de CO2

$$BRE_{t,e} = CESP_{t,e} - CECP_{t,e}$$

$$CESP_{t,e} = \sum_{1}^P \sum_{1}^{RT} (IC_t * GrealSP_{r,p,t,e} * (FE_r^{CO2} + 28 * FE_r^{CH4} + 265 * FE_r^{N2O}) * HR_r)$$

$$CECP_{t,e} = \sum_{1}^P \sum_{1}^{RT} (IC_t * GrealCP_{r,p,t,e} * (FE_r^{CO2} + 28 * FE_r^{CH4} + 265 * FE_r^{N2O}) * HR_r)$$

Reducción de la vulnerabilidad

$$BRV_t = (DNASP_t - DNACP_t) * CR01$$

Incremento en límites de exportación TIE

$$BILE_{t,e} = \sum_{1}^P \left(|ExpColCP_{p,t,e} - LimExpColSP_{p,t,e}| * \frac{RC_{p,t,e}}{2} \right)$$

$$RC_{p,t,e} = CMColExpCP_{p,t,e} - CMimpCP_{p,t,e}$$

Intangibles

Los beneficios intangibles deben ser listados y descritos de tal forma que sirvan como elementos adicionales (no cuantificables) a la hora tomar una decisión de proponer y llevar a cabo una obra.

$$Beneficios_{t,e} = BRCM_{t,e} + BRCP_{t,e} + BRDNA_{t,e} + BRP_{t,e} + BRE_{t,e} + BDRSV_{t,e} + BRV_t + BILE_{t,e}$$

Evaluación Económica

Identificación de Costos



$$\text{Costos}_{t,e} = CU_t + CO_{t,e} + CAFPO_{t,e}$$
$$CAFPO_{t,e} = \text{Beneficios}_{t,e} * \gamma_t / 12$$

Donde:

CU_t	es el costo inversión de los activos de la obra en el año t [COP\$] (debe incluir AOM)
$CO_{t,e}$	es el costo operativo de la obra en el año t en el escenario e [COP\$]
$CAFPO_{t,e}$	es el costo asociado al atraso de la fecha de puesta en operación del proyecto [COP\$]
$\text{Beneficios}_{t,e}$	es el beneficio identificado por la entrada de la obra en el año t en el escenario e [COP\$]
γ_t	número de meses en que el proyecto es considerado atrasado respecto a su fecha de puesta en operación.

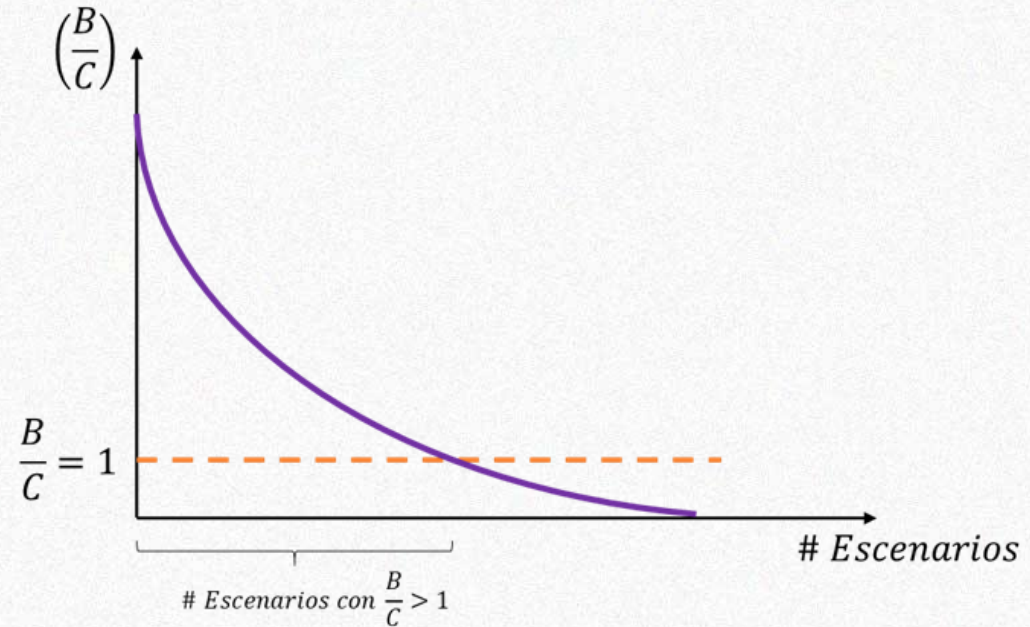
Evaluación Económica

Recomendación de la alternativa

$$\left(\frac{B}{C}\right)_e = \frac{VPN(B_e)}{VPN(C_e)}$$

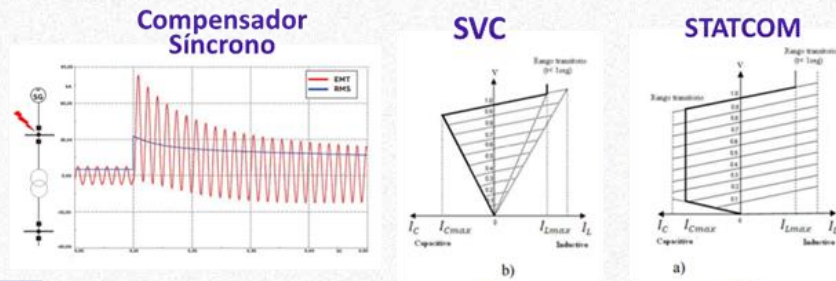
$$VPN(B_e) = \sum_{t=1}^n \frac{Beneficios_{t,e}}{(1+i)^t}$$

$$VPN(C_e) = \sum_{t=1}^n \frac{Costos_{t,e}}{(1+i)^t}$$

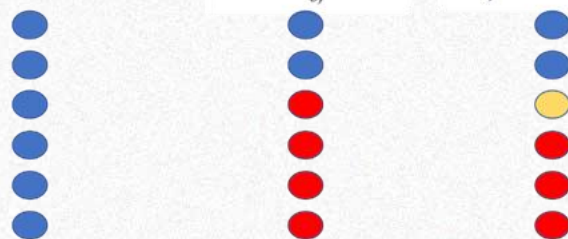


Aplicación de la metodología

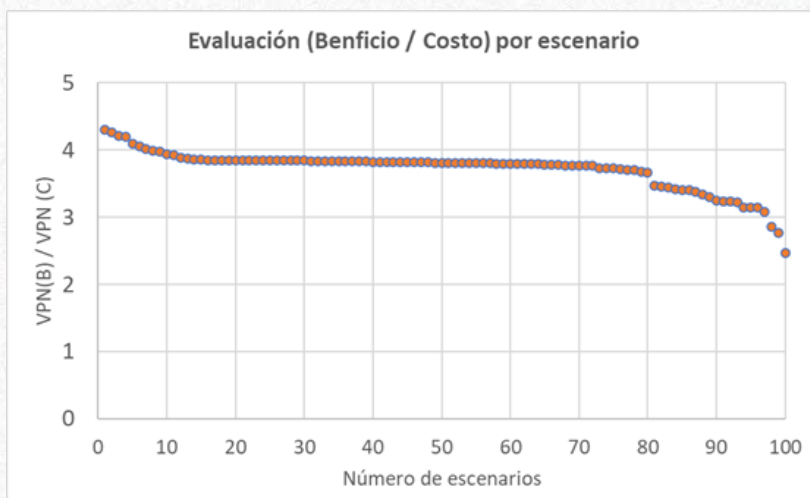
Compensaciones sincrónicas GCM para mitigación del FIDVR



Aporte de reactiva
Control dinámico
Operación en bajos voltajes
Potencia de Corto Circuito
Sobrecarga temporal
Inercia



Ubicación Probable	Capacidad de control dinámico de reactivos [MVAR]	Motivo
Cuestecitas 230 kV	60	Mitigación y control del fenómeno de FIDVR
Valledupar 230 kV	60	Mitigación y control del fenómeno de FIDVR
El Banco 110 kV	30	Mitigación y control del fenómeno de FIDVR
La Jagua 110 kV	30	Mitigación y control del fenómeno de FIDVR
Guatapurí / San Juan 110 kV	30	Mitigación y control del fenómeno de FIDVR
Riohacha / Maicao 110 kV	30	Mitigación y control del fenómeno de FIDVR
Santa Marta / Bureche 110 kV	30	Mitigación y control del fenómeno de FIDVR
Colectora / Cuestecitas 500 kV	150	Mitigación de sobretensiones en las barras de Cuestecitas y Colectora 500 kV, frente a pérdidas de carga producto del fenómeno de FIDVR.

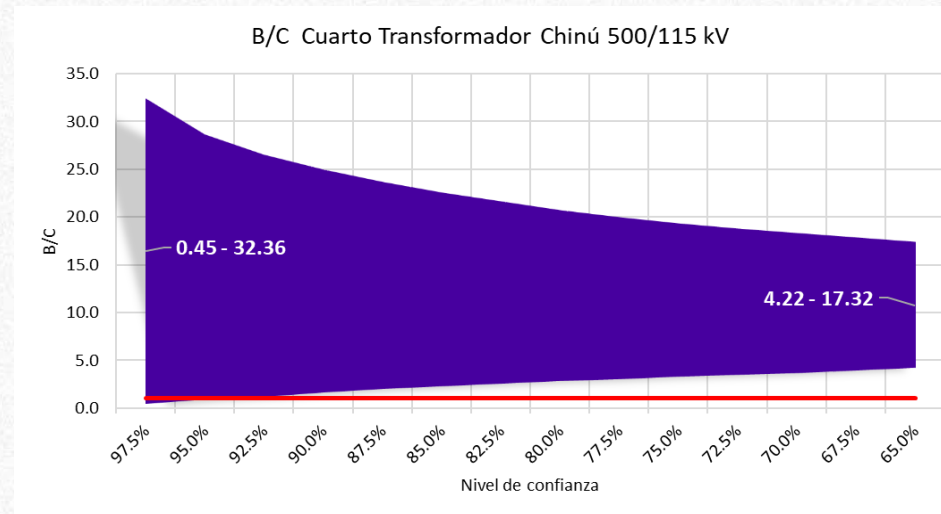
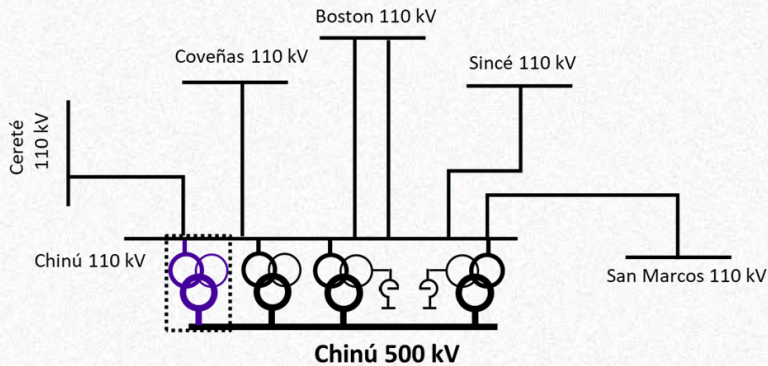


	Descripción	Valor	Unidad
1	Inversión inicial proyectada a 2027	113'400.000	USD
2	AOM Anual respecto al valor de la obra	3	%

Relación Beneficio costos mayor a 2.5 en las 100 series simuladas.

Aplicación de la metodología

Cuarto transformador Chinú 500/110 kV

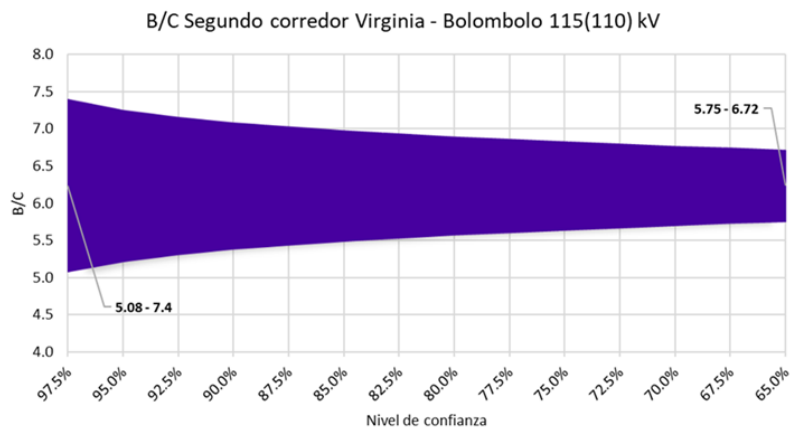
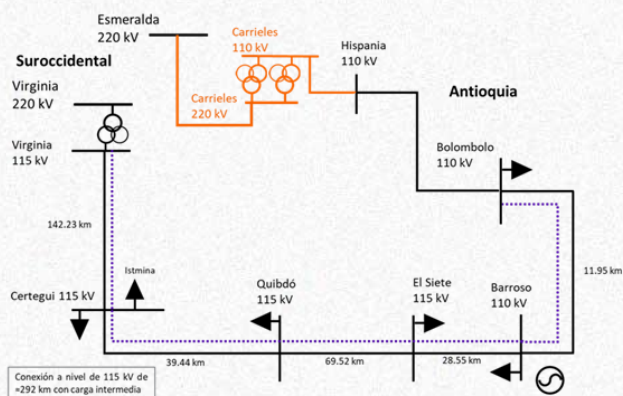


	Descripción	Valor	Unidad
1	Inversión inicial proyectada a 2027	43,212'555,208	COP
2	AOM Anual respecto al valor de la obra	3.20	%

Relación Beneficio costos mayor a 1, con un 95% de confianza

Aplicación de la metodología

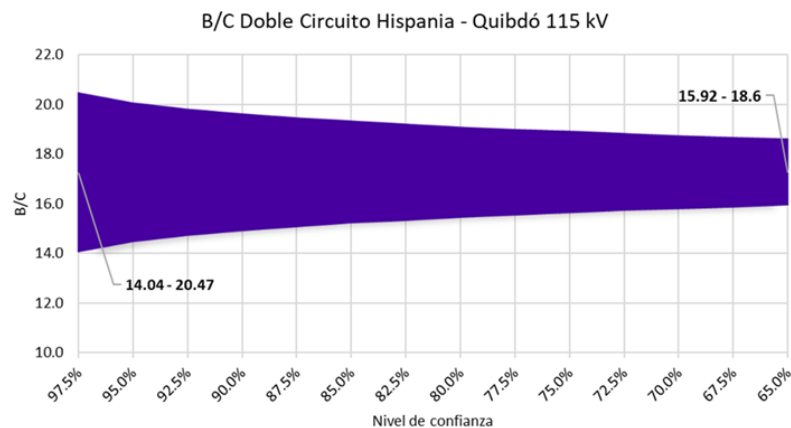
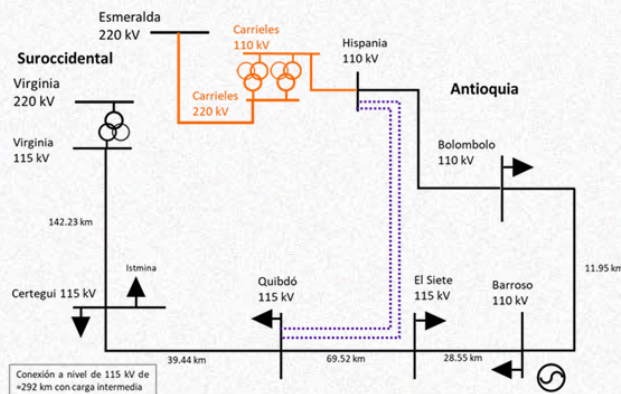
Segundo corredor Virginia – Bolombolo 115(110) kV



	Descripción	Valor	Unidad
1	Inversión inicial proyectada a 2027	130,216'571,733	COP
2	AOM Anual respecto al valor de la obra	3.20	%

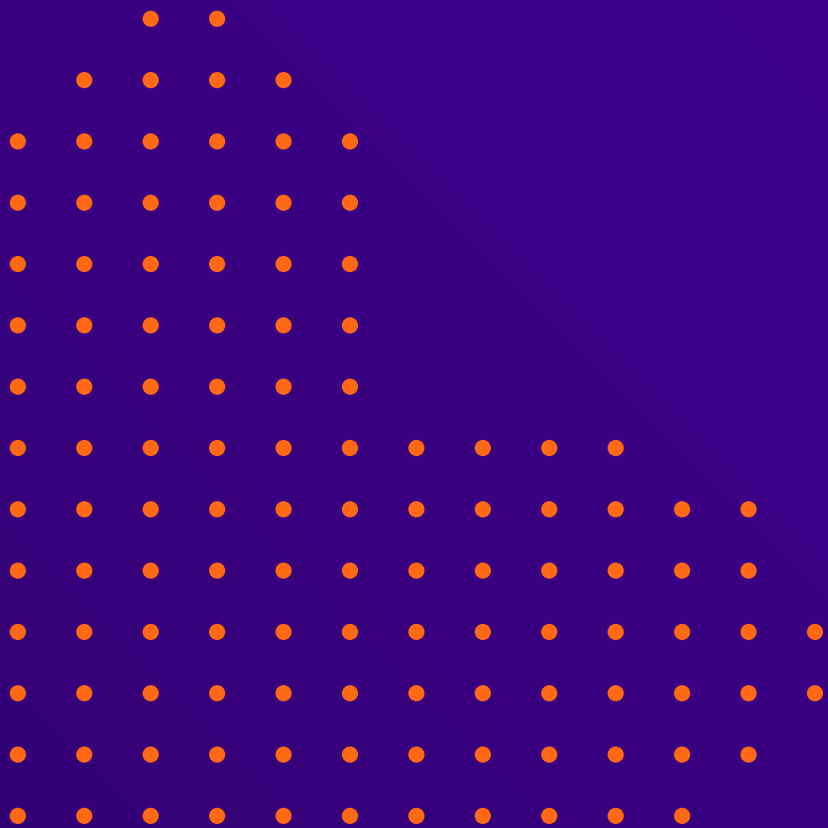
Relación Beneficio costos mayor a 5.08, con un 95 % de confianza

Doble circuito Hispania – Quibdó 115 kV - Alternativa



	Descripción	Valor	Unidad
1	Inversión inicial proyectada a 2027	47,992'410,176	COP
2	AOM Anual respecto al valor de la obra	3.20	%

Relación Beneficio costos mayor a 14.04, con un 95% de confianza



Muchas gracias

2023



Sumamos energía,
sumamos pasión