



**ING. HUGO VILLACÍS SALAZAR**

**CELEC EP TRANSELECTRIC**

**[hugo.villacis@celec.gob.ec](mailto:hugo.villacis@celec.gob.ec)**

**INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ECUADOR-PERÚ ACTUAL Y FUTURA**

# INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ECUADOR-PERÚ ACTUAL Y FUTURA

*“Historia del desarrollo de las redes existentes, énfasis en las dificultades para su concepción, diseño, desarrollo y puesta en operación. Estado actual del proyecto de refuerzo.”*



# ANTECEDENTES

- ✓ El día 15 de marzo del 2000 se procedió a la firma del “Acuerdo de colaboración para la ejecución del estudio de Interconexión Eléctrica entre Ecuador y Perú” entre la Empresa de Transmisión Eléctrica Centro Norte S. A., ETECEN, de Perú, HYDRO QUEBEC Internacional de Canadá y la Compañía Nacional de Transmisión Eléctrica, “TRANSELECTRIC S.A.”, de Ecuador

# HISTORIA ETAPAS DE LA INTERCONEXIÓN



sembramos  
*Futuro*

*Lenín*



# ETAPA INTERCONEXIÓN RADIAL



**Figura 1.** Ubicación de la Interconexión Ecuador – Perú  
230 kV.  
Fuente: revista CIER N°74

## INFORMACIÓN BASE: Estudios Eléctricos - Caso Radial

Demanda	PERÚ EXPORTA		ECUADOR EXPORTA
	Sin Comp.	Con Comp.	
Máxima	95	110	110
Media	85	100	110
Mínima	90	100	110

**Fuente:**

**Documento: Estudios Eléctricos de la Interconexión Perú - Ecuador - Colombia 230 kV**

**Elaborador por : COES - CENACE - ISA - TRANSELECTRIC**

**Diciembre 5 de 2001**

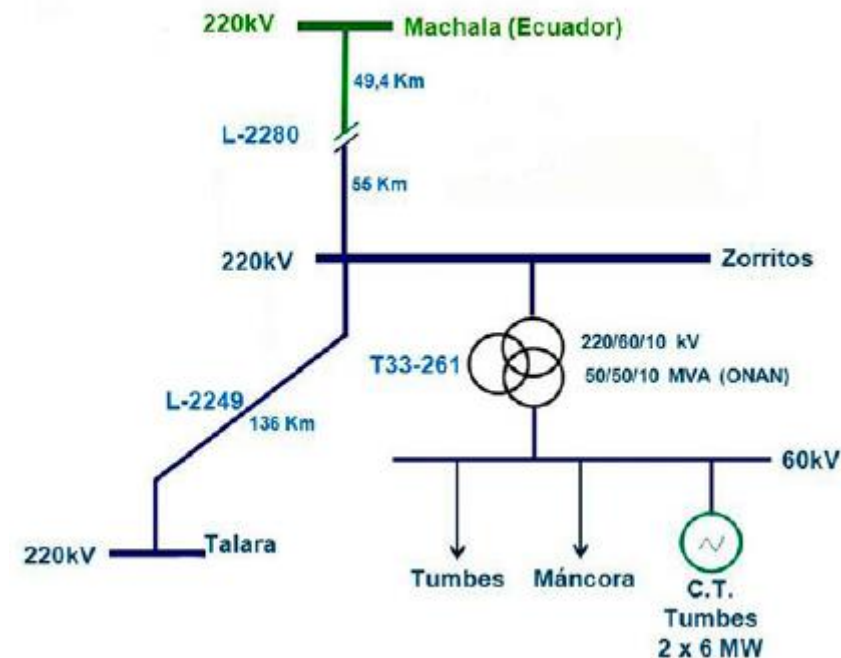
Perú puede exportar hasta 95 MW. Sin embargo, se requiere que la C.T. Talara se encuentre operando

Ecuador puede importar y/o exportar hasta 110 MW si se instala una compensación capacitiva de 20 MVar en la S.E. Milagro (a nivel de 13.8 kV)

En caso de que Perú exporte, habría que instalar esquemas de disparo automático de carga para que el sistema peruano conserve la estabilidad (contingencias de la central de Talara o de las líneas Piura - Talara o Piura - Chiclayo)

## Algunas conclusiones de los estudios

- ✓ No es factible la operación sincrónica de los sistemas Perú - Ecuador debido a las oscilaciones de voltaje que se generarían ante contingencias sencillas en alguno de los dos países.
- ✓ Mediante operación radial, el Perú puede exportar hasta 95 MW en demanda máxima, 85 MW en demanda media y 90 MW en demanda mínima. Se requiere la central Talara en servicio.
- ✓ En operación radial, Ecuador puede exportar 110 MW en cualquier condición de demanda.



**Figura 2.** Unifilar de la Interconexión Ecuador – Perú 230 kV.

Fuente: revista CIER N°74

**AÑO 2001**

## **Desarrollo de la interconexión**

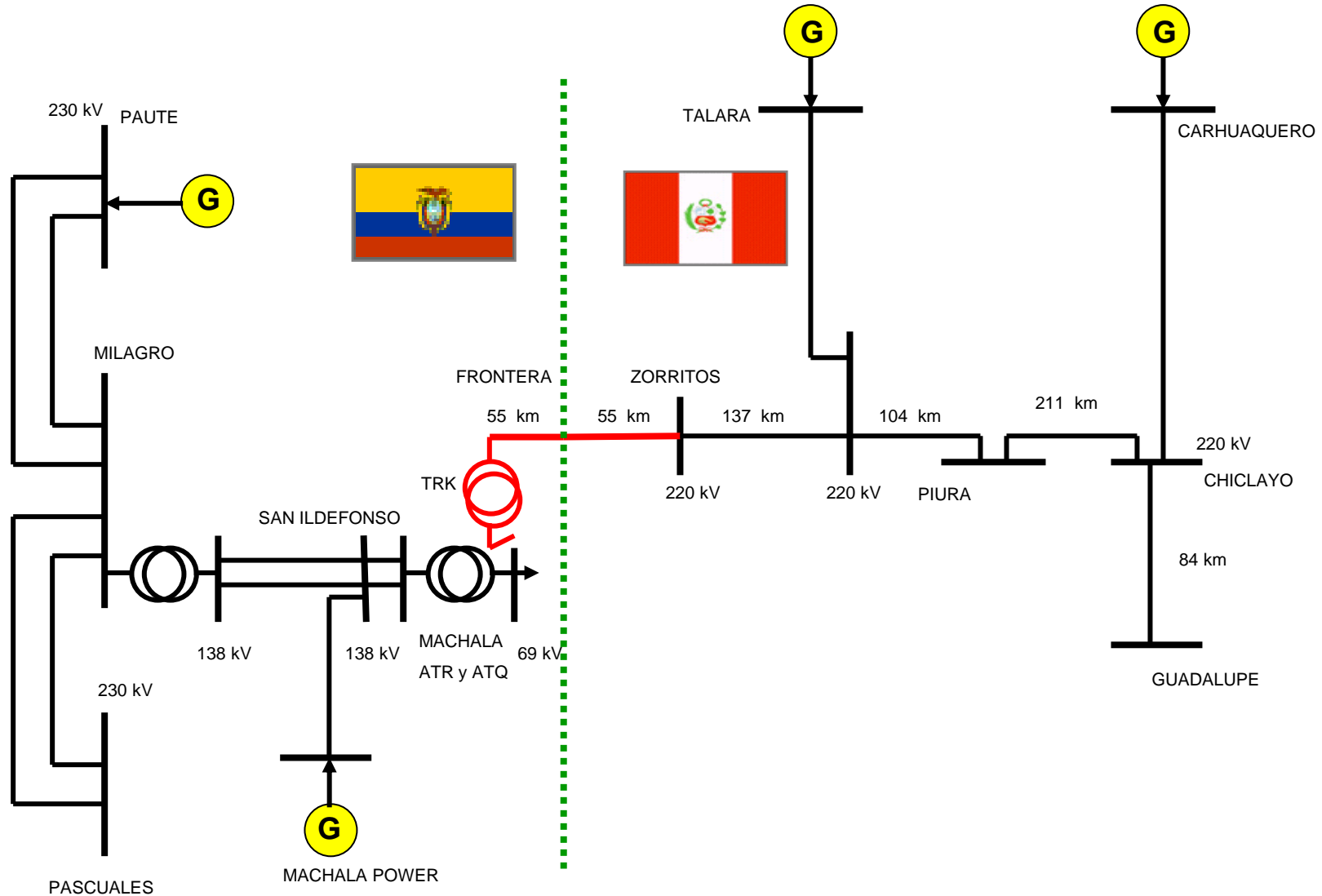
- ✓ El gobierno del Perú en el proceso de concesión del sistema de transmisión incluyó como responsabilidad del concesionario, la ejecución del sistema de transmisión Zorritos – Frontera Perú – Ecuador, a 220 kV, un circuito, como parte de la interconexión.
- ✓ Red de Energía del Perú, REP, concesionario del sistema de transmisión peruano y TRANSELECTRIC S.A. el 19 de noviembre de 2002 suscribieron un convenio para la ejecución de la Interconexión Ecuador - Perú.



# PRIMERA ETAPA – OPERACIÓN RADIAL 2005

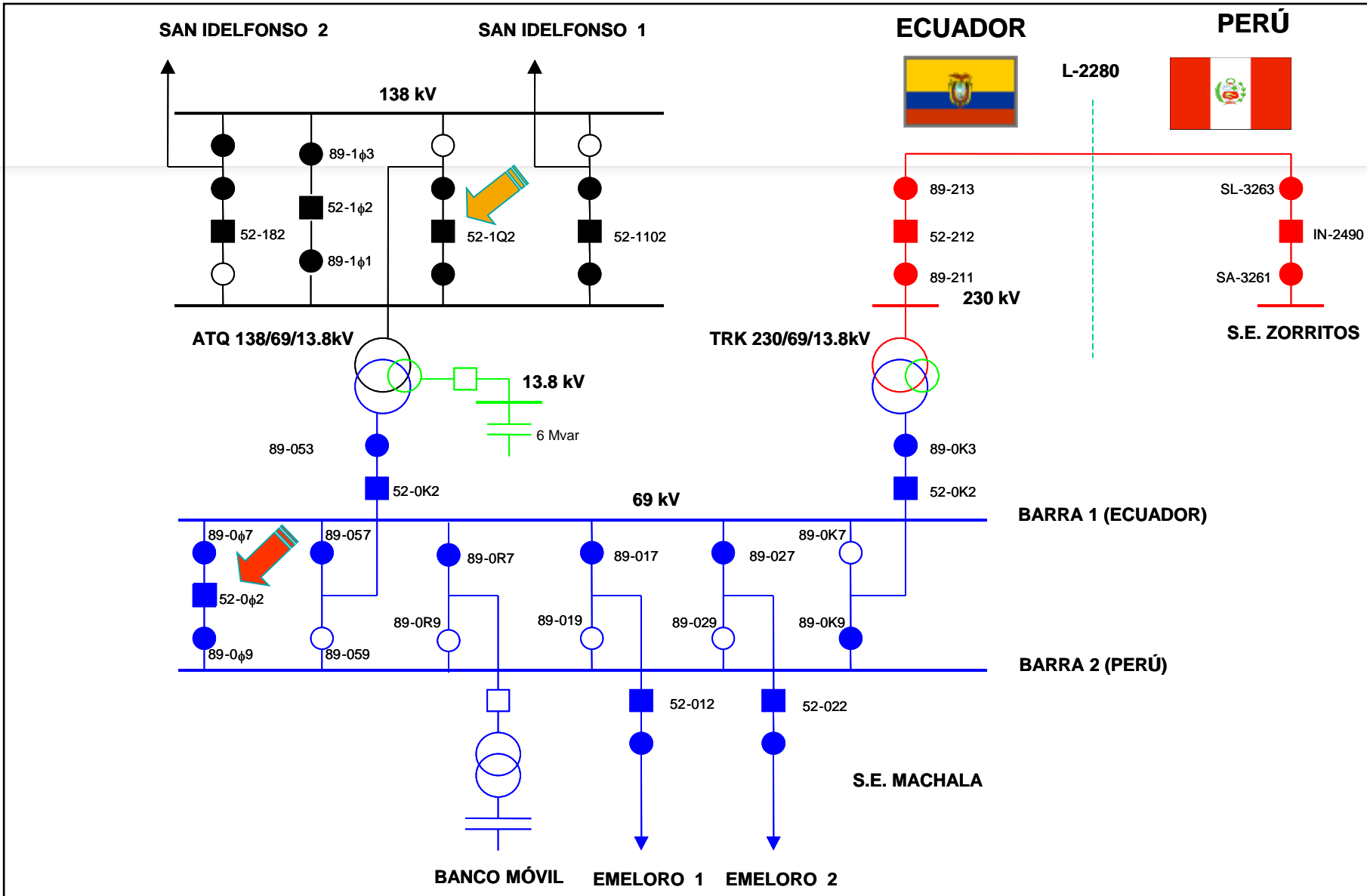


Imagen: Torre frontera en lado ecuatoriano, línea de 230 kV existente

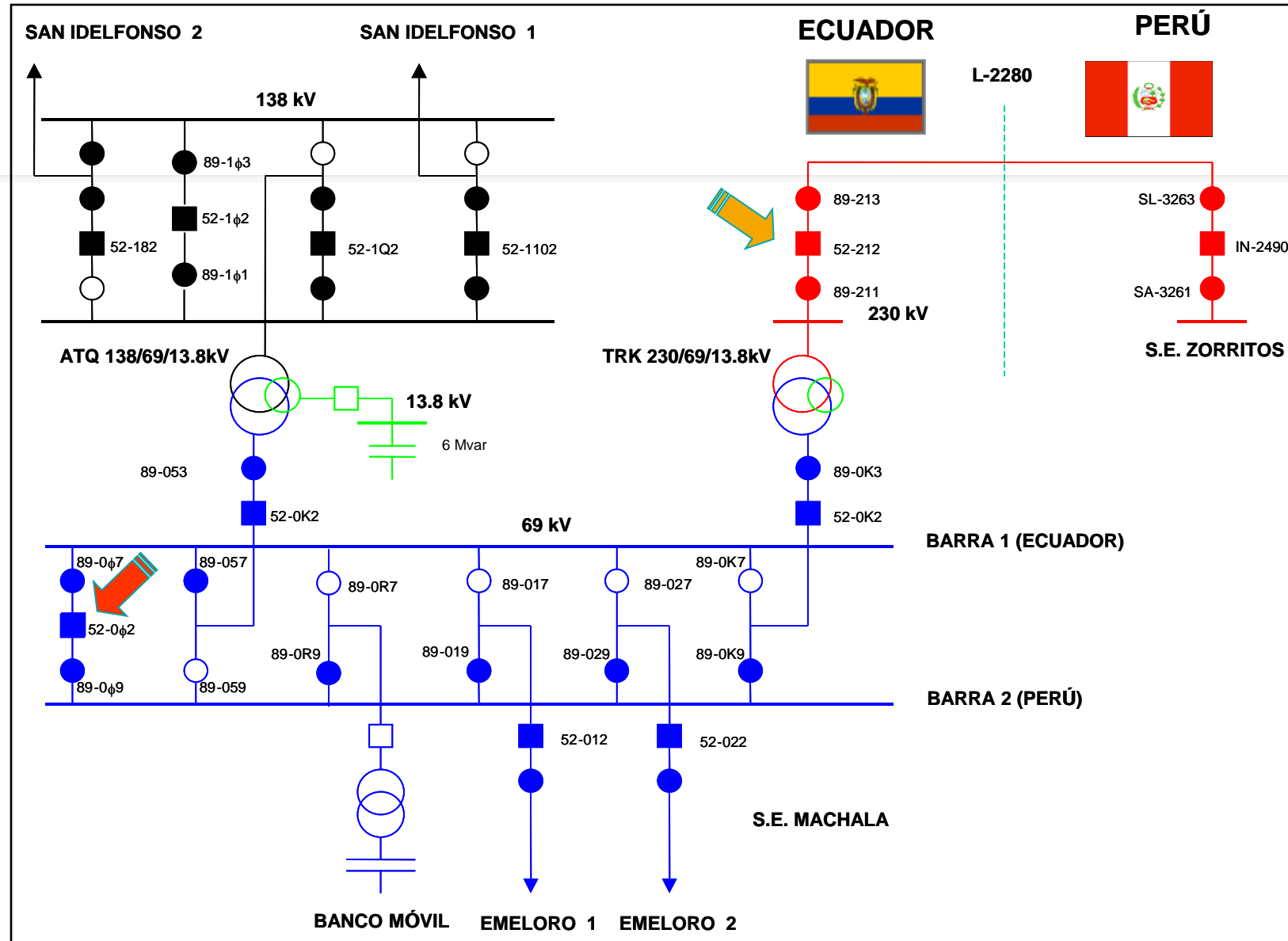


**INVERSIÓN EN ECUADOR: 22 M\$**

# SINCRONIZACIÓN Y TRANSFERENCIA MACHALA ABASTECIDA DESDE PERU



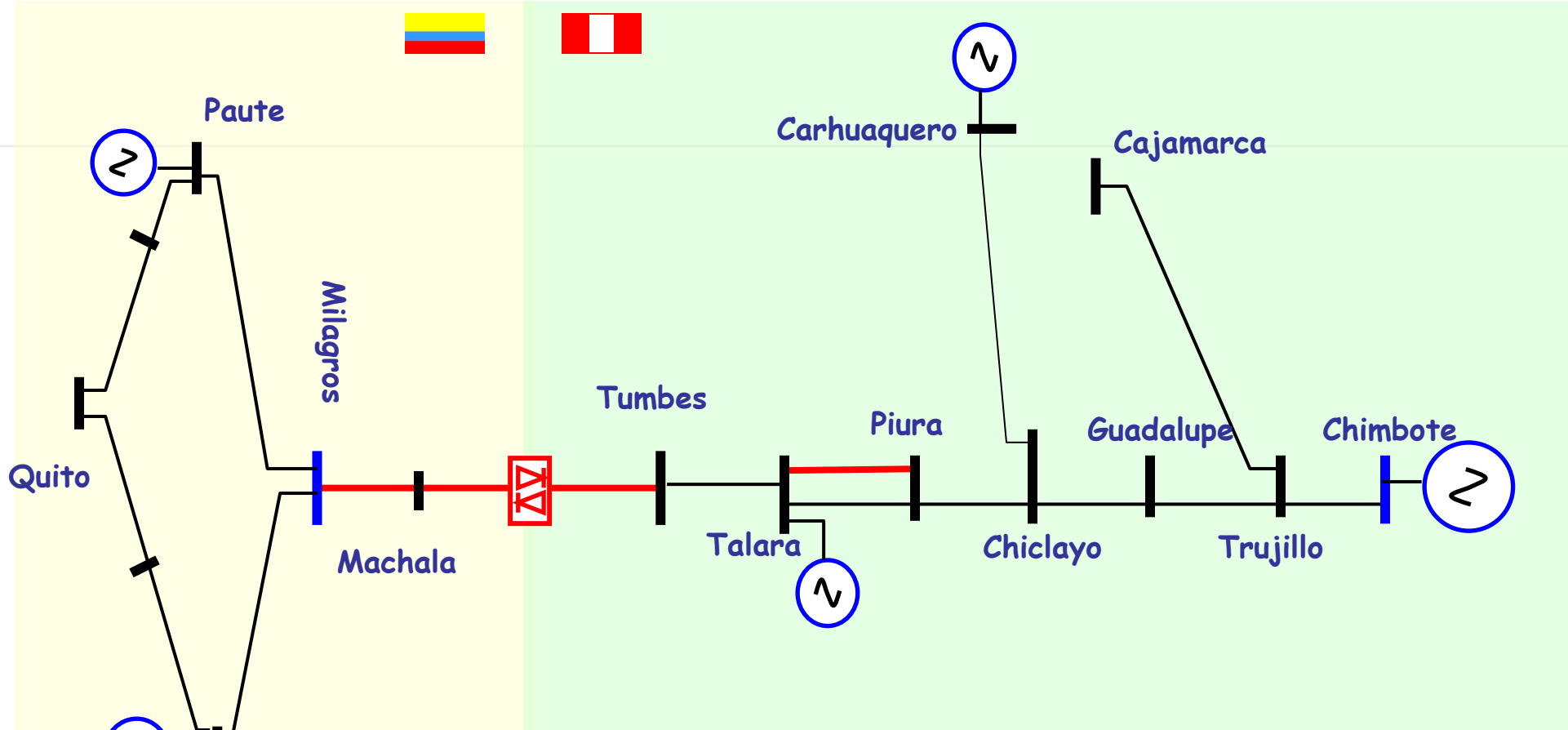
# SINCRONIZACIÓN RETORNO DE LA CARGA DE MACHALA DESDE PERU



# ETAPA INTERCONEXIÓN BACK TO BACK

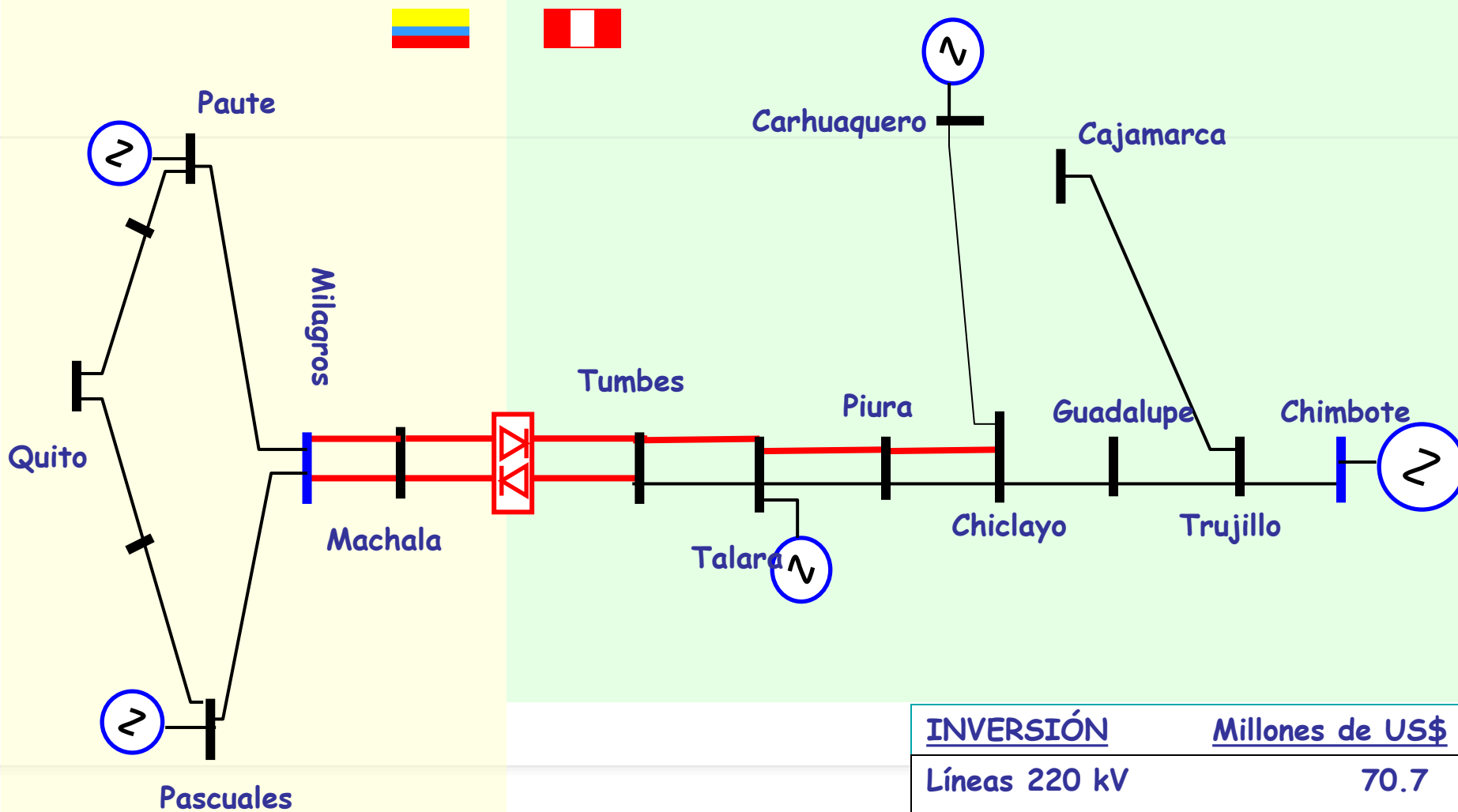


## ALTERNATIVA 125 MW - ENLACE ASÍNCRONO



<u>INVERSIÓN</u>	<u>Millones de US\$</u>
Líneas 220 kV (355 km Simple Circuito)	33.7
Módulos de Subestaciones (8)	4.5
Convertidor 125 MW	<u>26.5</u>
<b>TOTAL</b>	<b>64.7</b>

## ALTERNATIVA 250 MW - ENLACE ASÍNCRONO



<u>INVERSIÓN</u>	<u>Millones de US\$</u>
Líneas 220 kV (250 km - 2 Circuitos y 435 km - 1 Circuito)	70.7
Módulos Subestaciones (14)	10.5
Convertidor 250 MW	<u>58.0</u>
<b>TOTAL</b>	<b>139.2</b>

- ✓ Para obtener transferencias en la interconexión eléctrica 220 kV, sin dependencia del despacho de la central térmica Malacas, **era necesario que la interconexión 220 kV HVDC back-to-back ingrese posterior al proyecto LT 500 kV La Niña – Piura y la compensación reactiva automática en Piura 500 kV, que sería implementado bajo los alcances del Plan de Transmisión.** Se estimaba que este proyecto se encuentre en servicio por el año 2021.
- ✓ Adicionalmente, a fin de aumentar la confiabilidad del sistema eléctrico dentro del área de influencia del proyecto de interconexión 220 kV HVDC back-to-back, se requiere implementar un segundo circuito de la LT 220 kV Talara-Zorritos Frontera (el tramo Talara – Zorritos ha sido propuesto en el PT mas no el tramo Zorritos -Frontera. Cabe señalar que en el lado de Ecuador el tramo Frontera – Machala cuenta con dos circuitos)
- ✓ Dada la debilidad del sistema eléctrico peruano en 220 kV en la frontera, no se recomienda la interconexión back-to back debido al bajo flujo de potencia desarrollado por la interconexión, principalmente en sentido de Perú a Ecuador.
- ✓ Se recomienda desarrollar la interconexión eléctrica 500 kV HVAC Perú-Ecuador, la cual presentará una transferencia máxima bidireccional mayor a 400 MW.

# SITUACIÓN ACTUAL DE OPERACIÓN INTERCONEXIÓN ECUADOR – PERU 230 KV



sembramos  
*Futuro*

*Lenín*





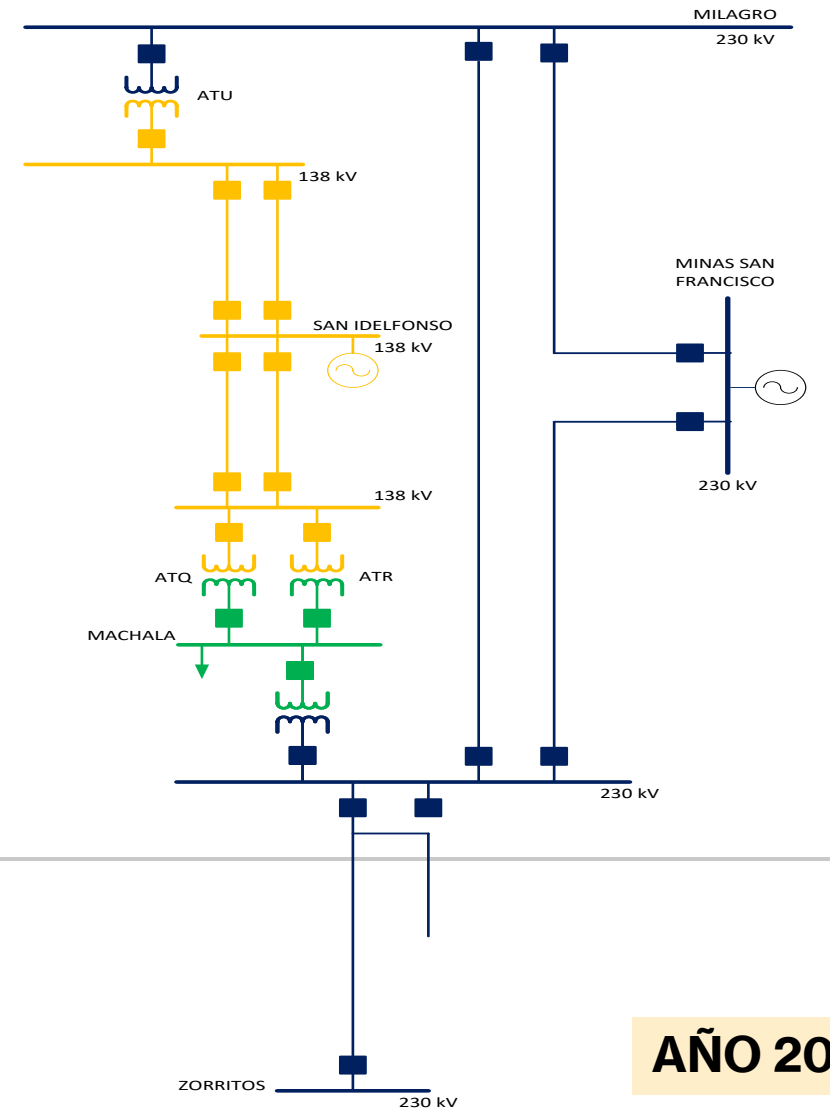
# OPERACIÓN INTERCONEXIÓN ECUADOR – PERU 230 KV

Debido a problemas de estabilidad, la Interconexión Ecuador – Perú 230 kV, desde su ingreso en operación el 20 de mayo del 2005, no ha podido operar de forma sincronizada. Las transferencias de energía se realizan de forma radial, ya sea exportando a Perú con la carga de la S/E Zorritos, o importando de Perú con parte de la carga de la S/E Machala.



# OPERACIÓN INTERCONEXIÓN ECUADOR – PERU 230 KV

Con el ingreso del sistema de transmisión a 230 kV Milagro Machala y la generación de la Central Minas San Francisco, el intercambio por esta interconexión ha incrementado, sin embargo para soportar las máximas transferencias a través de la interconexión Ecuador – Perú se requiere el ingreso en operación permanente de las unidades de las centrales Termogas Machala I y II, central Minas San Francisco del sistema ecuatoriano y de las centrales Malacas TGN4 ó TG6, ó la central RF Talara TG5, en el sistema peruano.



**AÑO 2021**

## Máximas transferencias de carga de Ecuador (Emeloro 1) en Perú

### IMPORTACIÓN DE ENERGÍA

Condición Hidrológica	Carga de Ecuador en Perú (Malacas TGN4 o RF Talara TG5)		
	Demanda Máxima	Demanda Media	Demanda Mínima
	[MW]	[MW]	[MW]
Avenida	Compensación de la L/T Milagro Machala 135 km transferida hacia Perú		
	70	70	85
	Compensación de la L/T Milagro Machala 135 km + L/T Machala - Minas San Francisco 60 km transferida hacia Perú		
	75	75	90
Estiaje	Compensación de la L/T Milagro Machala 135 km transferida hacia Perú		
	70	80	90
	Compensación de la L/T Milagro Machala 135 km + L/T Machala - Minas San Francisco 60 km transferida hacia Perú		
	75	85	95

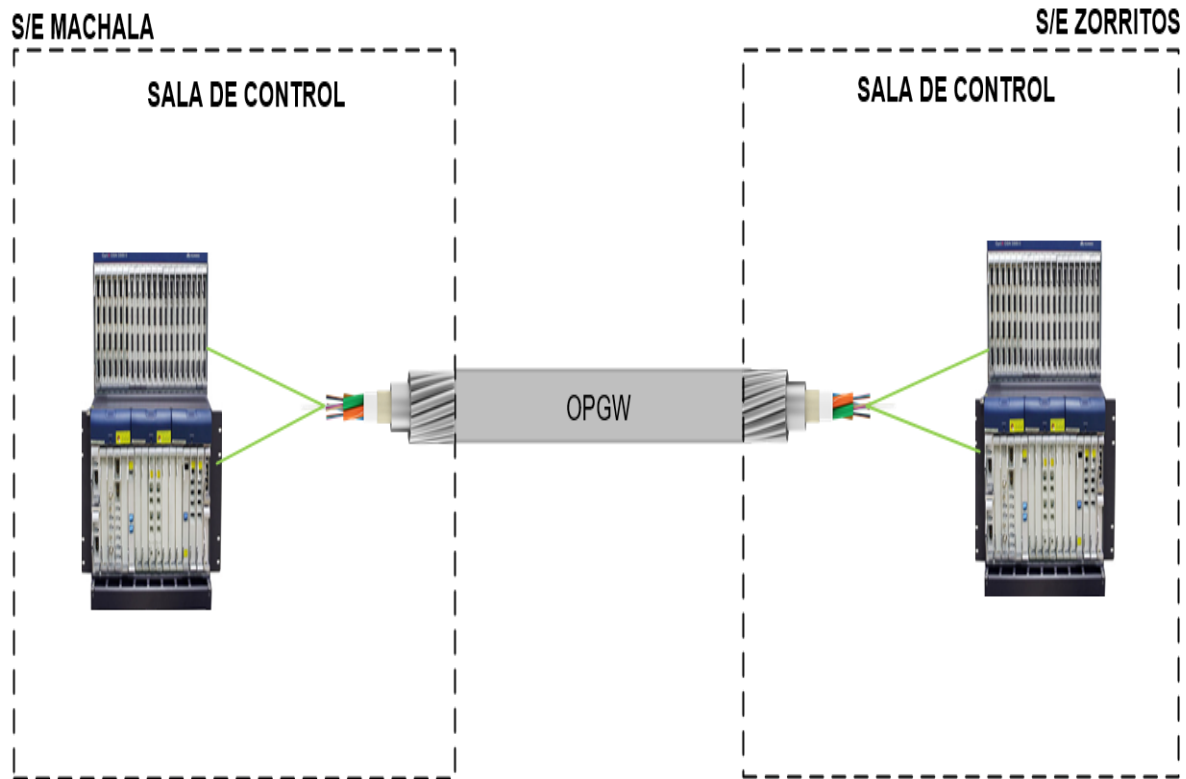
## Máximas transferencias de carga de Perú en Ecuador

### EXPORTACIÓN DE ENERGÍA

LÍMITES DE TRANSFERENCIA PERÚ					
Despacho de Minas San Francisco	Carga de Perú en Ecuador				
	Despacho de TGM I	Despacho de TGM II	Demanda Máxima	Demanda Media	Demanda Mínima
			[MW]	[MW]	[MW]
sin unidades	1 unidad	1 unidad	50*	50*	50*
1 unidad	1 unidad	1 unidad	50*	50*	60*
2 unidades	1 unidad	1 unidad	60*	60*	60*
3 unidades	1 unidad	1 unidad	70*	70*	60*
			80**	70**	60**
* Zorritos				** Zorritos + Talara	

**AÑO 2021**

CORPORACIÓN ELÉCTRICA DEL ECUADOR



Se cuenta con cable con fibra óptica tipo OPGW con 48 hilos entre las subestaciones Machala y Zorritos.

Sobre este cable se tiene levantado un enlace troncal con una capacidad de 2.5 Gbps, con equipamiento SDH de TRANSELECTRIC en el lado ecuatoriano y equipamiento de INTERNEXA-PERÚ en el lado peruano.

Los servicios que se transportan sobre esta interconexión son:

Teleprotección Machala – Zorritos

Adquisición de datos Machala – Zorritos

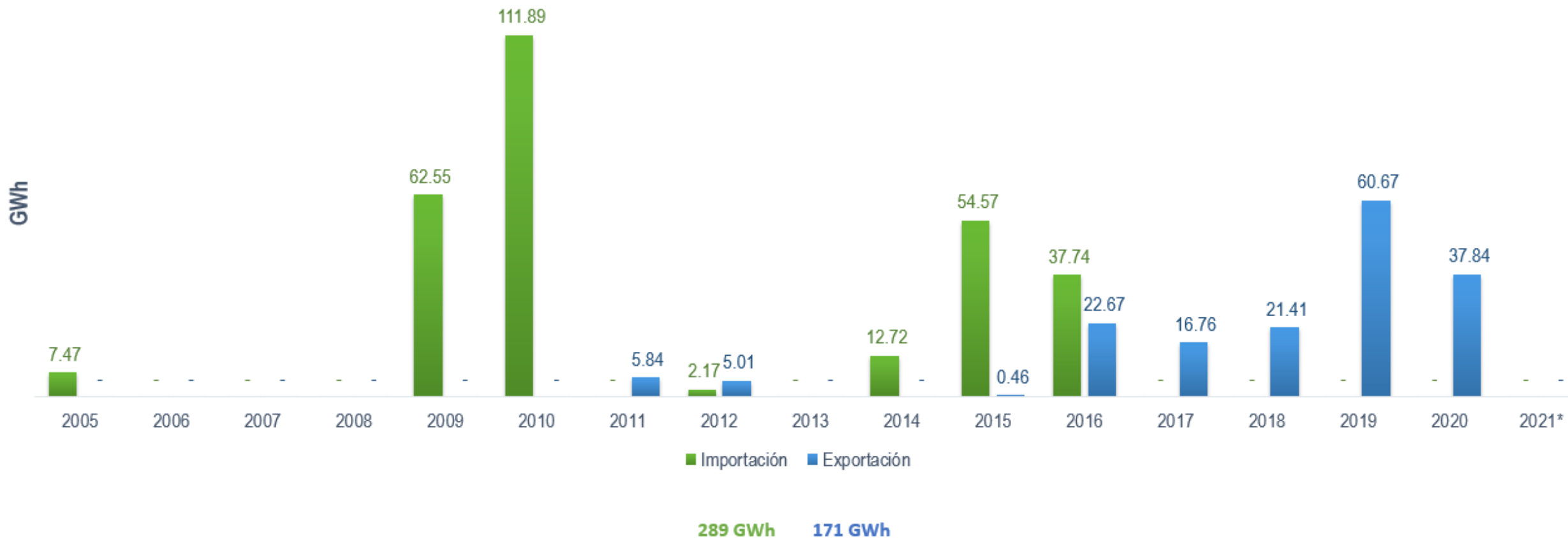
Comunicación de voz entre las dos subestaciones.

**AÑO 2021**

CORPORACIÓN ELÉCTRICA DEL ECUADOR

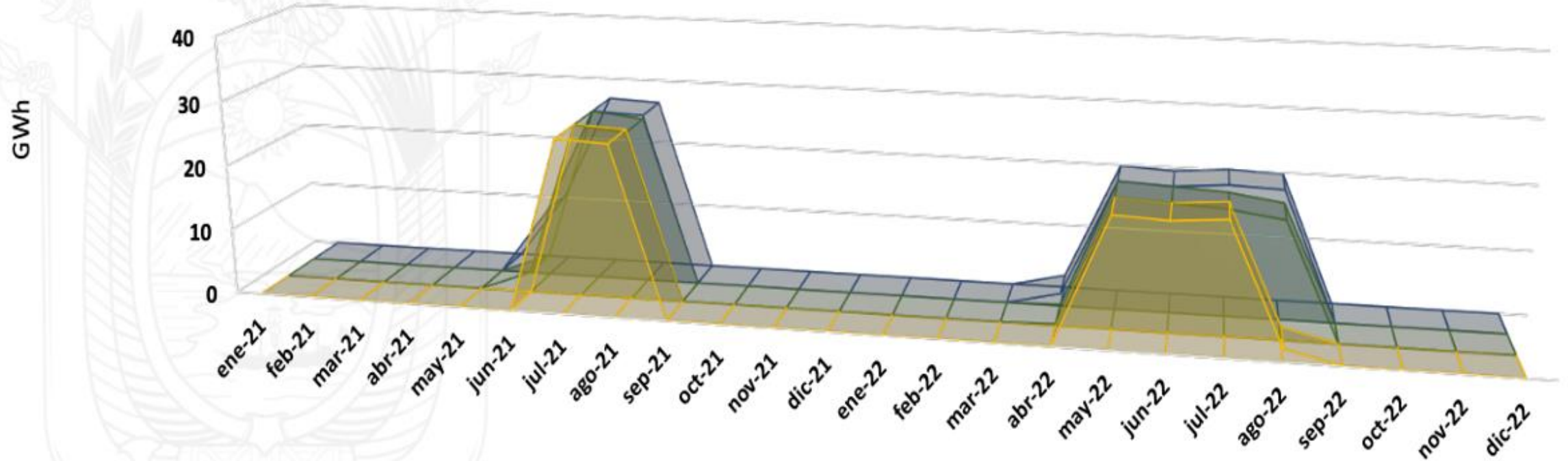
# TRANSACCIONES INTERNACIONALES

ECUADOR-PERÚ (GWh)



# TRANSACCIONES INTERNACIONALES

## EXPORTACIONES ECUADOR - PERÚ (GWh)



	ene-21	feb-21	mar-21	abr-21	may-21	jun-21	jul-21	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22	jul-22	ago-22	sep-22	oct-22	nov-22	dic-22
EXPO ECU-PER 230kV [90%]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.8	26.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.9	19.5	20.1	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
EXPO ECU-PER 230kV [Prom.]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	26.8	25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	19.9	19.5	19.0	17.9	0.0	0.0	0.0	0.0
EXPO ECU-PER 230kV [10%]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4	26.8	26.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	19.9	19.5	20.1	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0

# ESTADO ACTUAL DEL PROYECTO DE REFUERZO



sembramos  
*Futuro*

*Lenín*



# ETAPA INTERCONEXIÓN 500 KV



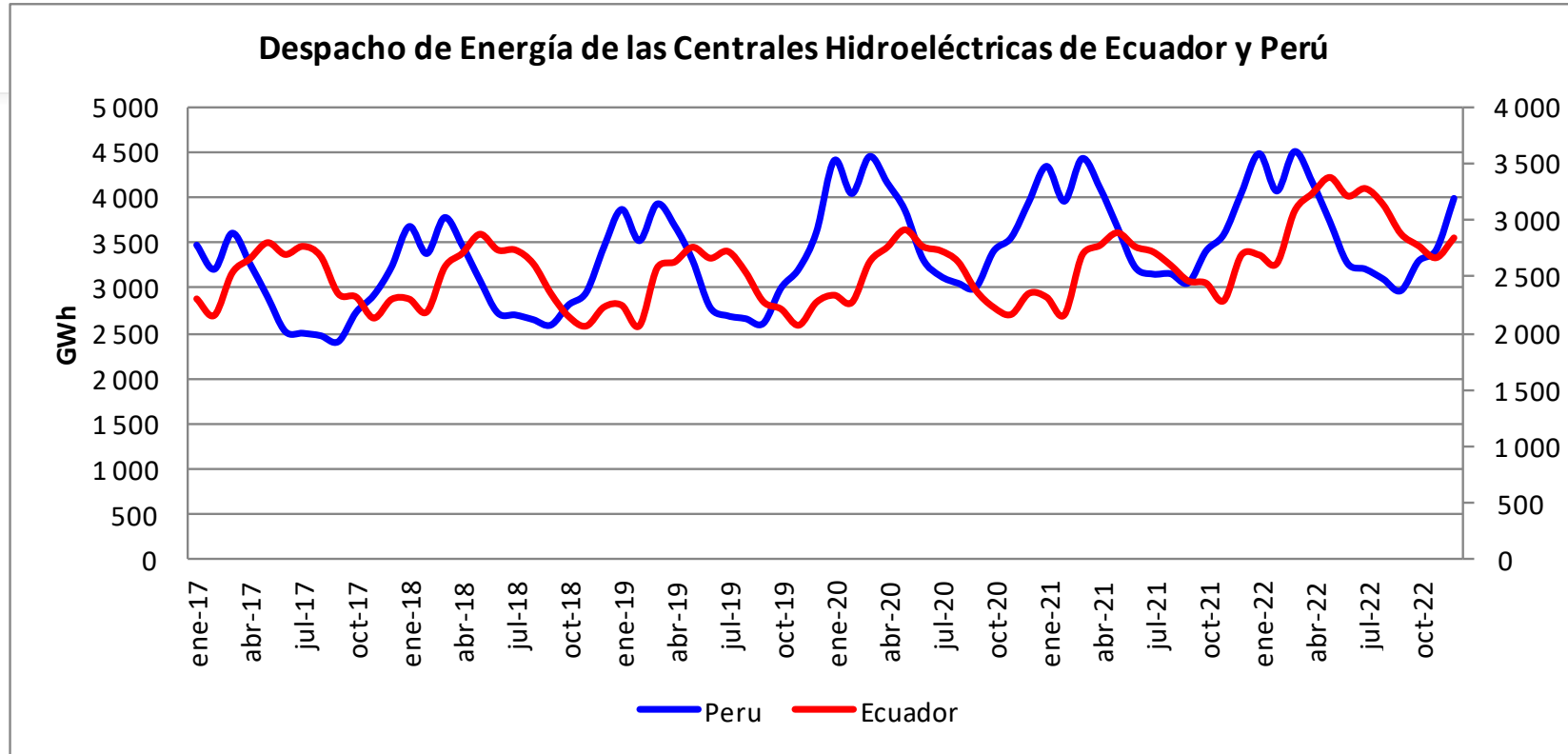
Mapa geográfico Interconexión Ecuador – Perú 500 kV



# COMPROMISOS BINACIONALES

- ✓ Primer Encuentro Minero – Energético de Integración entre Perú y Ecuador, 24 de enero de 2012, Piura –Perú.
- ✓ Declaración Presidencial, 29 de febrero de 2012 (Chiclayo-Perú).
- ✓ Reunión de Ministro de Perú y Ecuador, 14 de noviembre de 2013 (Piura-Perú).
- ✓ II Encuentro Minero Energético de Integración Ecuador – Perú, 05 de noviembre de 2013 (Machala – Ecuador)
- ✓ Reunión de autoridades de Perú y Ecuador, 27 de mayo de 2014, (Lima-Perú).
- ✓ V Encuentro Minero Energético de Interconexión Perú – Ecuador, 29 de septiembre de 2016, (Zorritos – Perú)
- ✓ Primera Reunión de Comités Técnicos del proyecto Interconexión en 500 kV Perú – Ecuador, 20 de diciembre de 2018.

# Característica Particular de la Interconexión Ecuador - Perú



Resultados de simulación de la operación de ambos sistemas de manera aislada

**Se observa una alta complementariedad hidrológica estacional entre ambas cuencas**

# Actualización del Estudio de Interconexión en 500 kV (Análisis eléctricos)



Fuente: COES

## Transferencia Ecuador – Perú (límite estabilidad transitoria)

La máxima transferencia de Ecuador a Perú se limita a **600 MW**, por estabilidad de voltaje y la capacidad del transformador de 500/230 kV de la S/E Pasaje

## Transferencia Perú – Ecuador (límite estabilidad transitoria)

La máxima transferencia de Perú a Ecuador se limita al rango de **500 a 650 MW**, dado que los efectos de las salidas en líneas de 500 kV en el área Norte del SEIN.

Entidades responsables del estudio:

- COES (Perú)
- CENACE y TRANSELECTRIC (Ecuador)

# Actualización del Estudio de Interconexión en 500 kV (Análisis eléctricos)



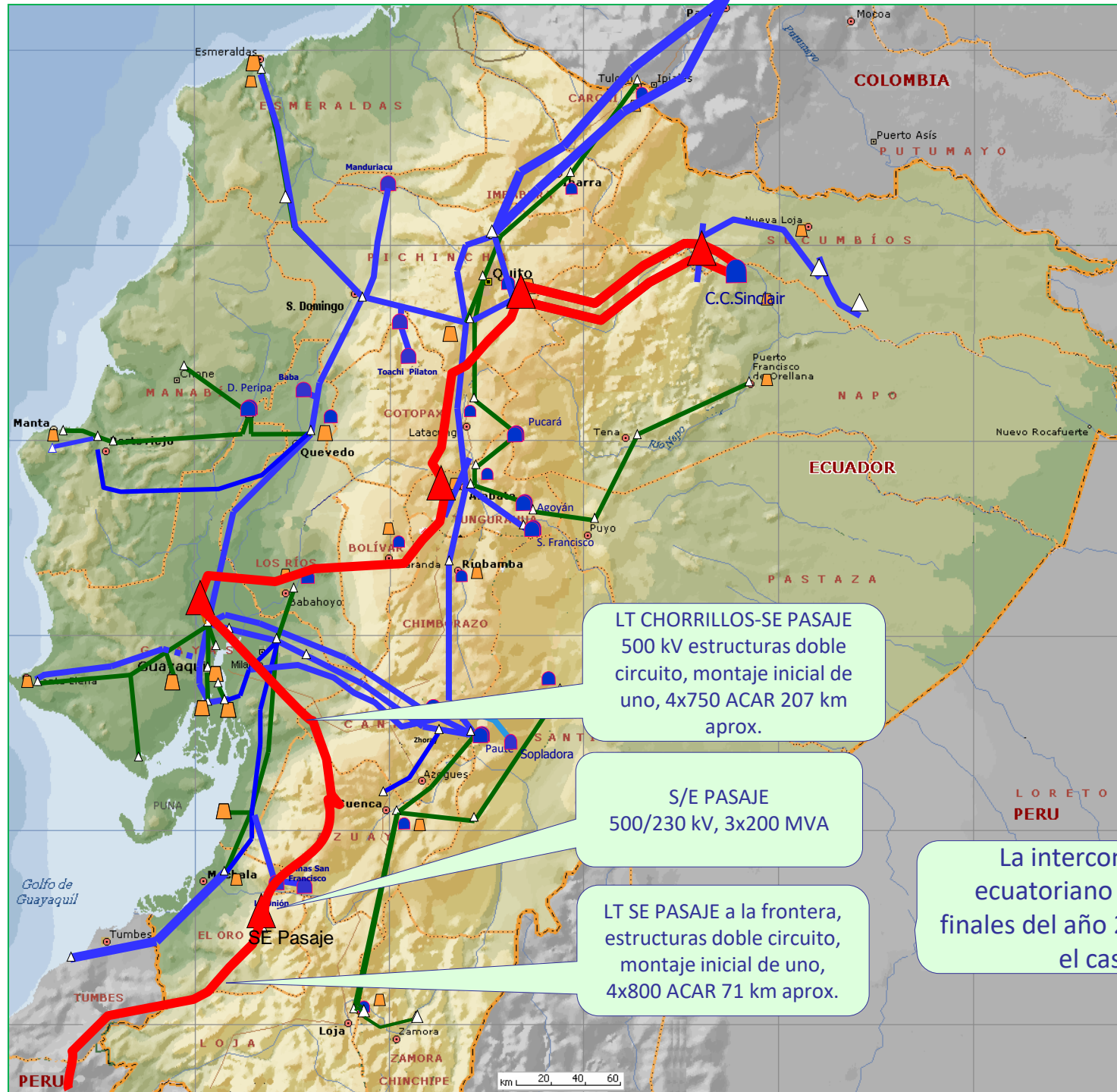
Fuente: COES

Año 2022 Periodo	Máxima Transferencia Ecuador - Perú
Avenida	600 MW
Estiaje	600 MW



Año 2022 Periodo	Demanda	Máxima Transferencia Perú- Ecuador
Avenida	Máxima	520 MW
	Media	540 MW
	Mínima	620 MW
Estiaje	Máxima	<b>500 MW</b>
	Media	590 MW
	Mínima	<b>650 MW</b>

## Entidades responsables del estudio:

- COES (Perú)
- CENACE y TRANSELECTRIC (Ecuador)



## SISTEMA 500 kV FUTURA INTERCONEXIÓN ECUADOR - PERÚ

<span style="color: red;">—</span>	Línea de 500 kV
<span style="color: red;">—</span>	Línea de 230 kV (Obras Asociadas).
<span style="color: red;">—</span>	Línea de 230 kV
<span style="color: blue;">—</span>	Línea de 138 kV
<span style="color: green;">—</span>	Línea de 138 (69) kV
	Gen. Hidro.
	Gen. Térmica

LT CHORRILLOS-SE PASAJE  
500 kV estructuras doble  
circuito, montaje inicial de  
uno, 4x750 ACAR 207 km  
aprox.

S/E PASAJE  
500/230 kV, 3x200 MVA

LT SE PASAJE a la frontera,  
estructuras doble circuito,  
montaje inicial de uno,  
4x800 ACAR 71 km aprox.

La interconexión en el lado  
ecuatoriano estaría operativa a  
finales del año 2024 y caso similar en  
el caso peruano.



# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

## AVANCE:

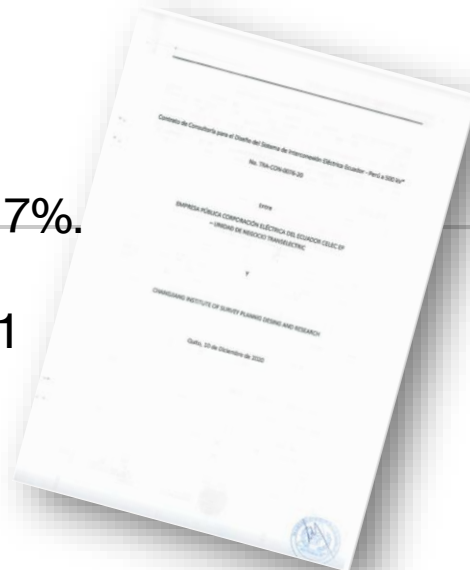
- 6 talleres virtuales de consulta pública para difusión del EIA de L/T así como análisis ambiental y social para ampliación S/E Chorrillos
- Reuniones con las autoridades asignadas por parte del Ministerio del Ambiente y Agua.
- Planificación de mesas de trabajo para obtención de Licencia Ambiental hasta septiembre de 2021.



## ESTUDIOS Y DISEÑOS

### AVANCE (21.3%):

- Estudios eléctricos: 60%.
- Estudios y diseños de líneas de transmisión: 17%.
- Estudios y diseños subestaciones: 17%.
- Entrega de todos los diseños: Diciembre 2021



# MATRIZ DE PRODUCTOS

Productos		FINANCIAMIENTO			Costo Estimado (US\$)
		BID	BEI	Contraparte Local	
		\$125,000,000	\$ 125,000,000	\$13,620,000	
<b>1</b>	<b>Componente I. Infraestructura eléctrica regional</b>	<b>\$113,220,000</b>	<b>\$125,000,000</b>	<b>\$13,620,000</b>	<b>\$251,840,000</b>
1.1	Ampliación Subestación Chorrillos, patio de 500kV construida y entregada	\$6,293,373	\$6,948,169	\$1,387,719	\$14,629,261
1.2	Línea de Transmisión Chorrillos – Pasaje a 500kV construida y entregada	\$52,718,140	\$58,203,211	\$6,542,664	\$117,464,015
1.3	Subestación Pasaje, 500kV/230kV	\$34,785,743	\$38,405,032	\$2,315,821	\$75,506,596
1.4	Línea de Transmisión Pasaje – Frontera a 500kV, construida y entregada	\$19,422,744	\$21,443,589	\$3,373,796	\$44,240,129
<b>2</b>	<b>Componente II. Fortalecimiento institucional y gestión socioambiental del programa</b>	<b>\$6,780,000</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$6,780,000</b>
<b>2.1</b>	<b>Subcomponente 2.1. Fortalecimiento institucional</b>	<b>\$780,000</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$780,000</b>
2.1.1	Programa de estudios para la integración de Ecuador en el mercado eléctrico regional.	\$530,000	\$0	\$0	\$530,000
2.1.2	Programa de innovación en la supervisión de obras	\$150,000	\$0	\$0	\$150,000
2.1.3	Plan de Acción de Género en Transmisión implementado	\$100,000	\$0	\$0	\$100,000
<b>2.2</b>	<b>Subcomponente 2.2. Gestión socioambiental del programa</b>	<b>\$6,000,000</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$6,000,000</b>
2.2.1	Planes de Gestión Ambiental y Social y Plan de Reasentamiento y Restitución de Activos	\$6,000,000	\$0	\$0	\$6,000,000
<b>3</b>	<b>Administración u otros gastos contingentes</b>	<b>\$5,000,000</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$5,000,000</b>

GRACIAS

