

00	04/03/2016	Primera Emisión	MMA	JRS	ERR	
Nº	Fecha	Naturaleza de la Revisión	Ejecutado	Verificado	Aprobado LEME	Aprobado Cliente
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>PERÚ</b> Ministerio de Energía y Minas</p> <p><b>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS</b></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>CELEC EP</b> Corporación Eléctrica Del Ecuador EP UNIDAD DE NEGOCIO TRANSELECTRIC</p> <p><b>Corporación Eléctrica Del Ecuador EP</b> <b>UNIDAD DE NEGOCIO TRANSELECTRIC</b></p> </div> </div>						
<b>LEME Engenharia</b>			<b>INTERCONEXIÓN 500 kV ECUADOR - PERÚ</b>			
EJECUTADO	MMA	04/03/2016	<b>RESUMEN EJECUTIVO GENERAL</b>			
VERIFICADO	JRS	04/03/2016				
APROBADO	ERR	04/03/2016				
			NÚMERO		HOJA	REVISIÓN
NÚMERO			8378-LEME-003		1 de 10	00

Título del documento: RESUMEN EJECUTIVO GENERAL	Documento No.: 8378-LEME-003 Versión: 00 Fecha: 04/03/2016 Página: 2 de 10
--	---

## ANTEPROYECTO INTERCONEXIÓN EN 500 KV ECUADOR – PERÚ

### Resumen Ejecutivo General

#### Objetivo

El Ministerio de Energía y Minas de Perú y el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable de Ecuador con la participación de la Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC EP – TRANSELECTRIC) acordaron realizar el Anteproyecto en el nivel de Ingeniería Básica Preliminar para Interconexión Eléctrica de Ecuador y Perú a 500 kV.

El objetivo de este informe es presentar una idea panorámica del proyecto de interconexión en su conjunto. Forman parte de este resumen el Diagrama Unifilar General del Sistema y el Mapa de Ruta de las líneas de 500 kV.

#### Descripción

La interconexión Ecuador – Perú está configurada con líneas de transmisión de 500 kV que conectan la Subestación Chorrillos en Ecuador a la Subestación La Niña en Perú con un total de 634 km de longitud. Se construirán dos nuevas subestaciones denominadas Pasaje en Ecuador y Piura Nueva en Perú. Para reforzar los sistemas de transmisión de 230 kV en Ecuador y de 220 kV en Perú las nuevas subestaciones se equiparán con transformaciones para estas tensiones de transmisión.

La subestación **Chorrillos** tiene configuración eléctrica de doble barra en kV. Se instalarán:

- 01 Celda de línea de 500 kV a S/E Pasaje,
- 01 Celda de Reactor de Línea 500 kV,
- 01 Reactor trifásico de línea de 500 kV de 133 MVAR (hacia Pasaje).

Las protecciones principal y de respaldo de la línea de transmisión se harán mediante la instalación de un tablero conteniendo relés de protección diferencial y de distancia y equipos complementarios. Las protecciones principal y de respaldo del reactor se harán mediante la instalación de un tablero conteniendo relés diferenciales y equipos complementarios.

El sistema de automatización y control contemplará la instalación de un tablero conteniendo la unidad de control de la línea y la unidad de control del reactor.

El sistema de medición contemplará la instalación de un tablero conteniendo los medidores de energía bidireccionales para las mediciones principal y de respaldo de la línea de 500 kV.

El sistema de telecomunicaciones propuesto para la línea de **Chorrillos-Pasaje** cumplirá conforme a lo solicitado en el Pliego, considerando que las comunicaciones de voz, datos y teleprotección entre subestaciones involucradas se hará mediante sistemas de transmisión óptica SDH STM-1 o mayores, siempre por cable OPGW 48 fibra monomodo, standard G.652. Este sistema debe funcionar con dos enlaces paralelos (principal y de respaldo), cada enlace en diferentes fibras óptica

Título del documento: RESUMEN EJECUTIVO GENERAL	Documento No.: 8378-LEME-003 Versión: 00 Fecha: 04/03/2016 Página: 3 de 10
--	---

del cable OPGW, y se encargará del tráfico de voz, datos, teleprotección y supervisión. Este enlace se compone principalmente de equipos multiplex SDH y PDH para todas las localidades involucradas. EL multiplex SDH deberá ser STM-1 o superior, con el procesamiento y fuentes de alimentación redundantes, interfaces ópticas STM-1, Fast Ethernet, E1. El equipo multiplex PDH debe suministrarse con la unidad de procesamiento y las fuentes redundantes, las interfaces FXS, FXO, E1, Ethernet.

Los servicios de Voz, Datos, teleprotección, red corporativa (LAN, CCTV, WAN, WLAN), Supervisión, Control y Oscilografía que no sean provistos por el sistema SDH/PDH propio de CELEC EP TRANSELECTRIC los realizarán las Concesionarias Públicas de Telecomunicaciones y/o empresas con autorización para prestar servicios de telecomunicaciones. A los equipos los alimentarán sistemas de energía de 48Vcc redundantes, específicos para el sistema de comunicaciones.

Las obras civiles en el patio de la Subestación Chorrillos comprenden las cimentaciones para un pilar de pórtico de 500 kV, cimentaciones para los soportes de equipos y de aisladores y las bases de los reactores. El sistema de drenaje se ampliará para el drenaje de agua y aceite de los reactores. Se construirá una Caseta de Patio para los equipos de protección y control y servicios auxiliares de la línea de 500 kV a Pasaje y de los reactores.

El primer tramo de la interconexión, la línea de 500 kV **Chorrillos – Pasaje**, tendrá una extensión aproximada de 211 km con estructuras metálicas de doble terna. Solo el primer circuito se tenderá con un haz de 4 cables ACAR 750 MCM por fase en esta etapa de construcción de la línea.

Las características básicas de la línea son las siguientes:

- Tensión de operación: 500kV
- Tensión máxima de servicio: 525 kV
- Potencia transmitida en operación normal: 1500 MVA
- Potencia transmitida en operación en emergencia: 2000 MVA
- Nivel de cortocircuito fase-tierra: 40 kA
- Longitud: 210,53 km
- Cantidad de circuitos: 2 (lanzamiento solo de uno)
- Disposición: vertical
- Número de estructuras por km: 2,38
- Número de cables conductores por fase: 4
- Distancia entre conductores en el haz: 457 mm
- Disposición del haz: “cuadrado”
- Cable conductor: ACAR 750 MCM (30/7)
- Cables de guardia convencionales: CAA Cochín/ Acero 3/8” EHS
- Cables de guardia tipo OPGW: OPGW 16,75 mm/ OPGW 14,4 mm
- Cable contrapeso: Copperweld 3 N° 8

Título del documento: RESUMEN EJECUTIVO GENERAL	Documento No.: 8378-LEME-003 Versión: 00 Fecha: 04/03/2016 Página: 4 de 10
--	---

- Resistencia media de los pies de torre de proyecto: 10  $\Omega$
- Aisladores de vidrio templado recubiertos con silicona (paso 159 mm, diámetro 330 mm, distancia de fuga 620 mm)
  - Suspensión: 27 aisladores
  - Anclaje: 2 x 28 aisladores
- Temperatura de ubicación: 75° C
- Ancho de la franja de servidumbre: 60 metros

La nueva subestación **Pasaje** tendrá configuración eléctrica de Doble Barra en 500 kV. Se instalarán:

- 02 celdas de línea 500 kV a Chorrillos y Piura Nueva en Perú
- Espacio físico para dos futuras celdas de línea de 500 kV a Chorrillos y Piura Nueva
- 02 celdas de reactor de línea de 500 kV
- 01 celda de reactor de barra de 500 kV
- 01 celda de autotransformador de 500/230 kV
- 01 celda de acoplamiento de barras de 500 kV
- 01 banco trifásico de autotransformadores 500/230/34,5 kV – 800 MVA
- 01 reactor trifásico de línea de 500 kV de 133 MVAR (hacia Chorrillos)
- 01 reactor trifásico de línea de 500 kV de 160 MVAR ( hacia Piura Nueva)
- 01 reactor trifásico de barra de 500 kV de 120 MVAR

La línea de 230 kV doble terna Minas San Francisco a San Idelfonso será seccionada y se conectará a la subestación Pasaje. El patio de 230 kV de la subestación Pasaje también se configurará con el esquema Doble Barra y se instalarán:

- 02 celdas de línea de 230 kV a Minas San Francisco
- 02 celdas de línea de 230 kV a San Idelfonso
- 01 celda de transformador 500/230 kV
- 01 celda de acoplamiento de barras

Las protecciones principal y de respaldo de las líneas de transmisión se harán mediante la instalación de tableros propios para cada línea de 500 kV y de 230 kV conteniendo relés de protección diferencial y de distancia y equipos complementarios. Las protecciones principal y de respaldo de autotransformadores y de reactores se harán mediante relés diferenciales y equipos complementarios y la protección de barras se hará mediante relés diferenciales instalados en tableros propios.

El sistema de automatización y control contemplará la instalación de tableros propios conteniendo la unidad de control para cada línea, para el banco de autotransformadores, para los acoplamientos de 500 kV y de 230 kV y para el sistema de servicios auxiliares.

El sistema de medición contemplará la instalación de medidores de energía bidireccionales para la medición principal y de respaldo de cada línea de 500 kV y de 230 kV y para medición de energía

Título del documento: RESUMEN EJECUTIVO GENERAL	Documento No.: 8378-LEME-003 Versión: 00 Fecha: 04/03/2016 Página: 5 de 10
--	---

del banco de autotransformadores y de los servicios auxiliares. Los medidores serán distribuidos en tableros propios de medición conteniendo hasta 04 medidores cada uno.

El sistema de telecomunicaciones propuesto para la línea de **Pasaje – Piura Nueva** cumplirá conforme a lo solicitado en el Pliego, considerando que las comunicaciones de voz, datos y teleprotección entre subestaciones involucradas se hará mediante sistemas de transmisión óptica SDH STM-1 o mayores, siempre por dos cables OPGW 48 fibra monomodo, standard G.652. Este sistema debe funcionar con dos enlaces paralelos (principal y de respaldo), cada enlace en diferentes cables OPGWs, y se encargará del tráfico de voz, datos, teleprotección y supervisión. Estos enlaces se componen principalmente de equipos multiplex SDH y PDH para todas las localidades involucradas. EL multiplex SDH deberá ser STM-1 o superior, con el procesamiento y fuentes de alimentación redundantes, interfaces ópticas STM-1, Fast Ethernet, E1. El equipo multiplex PDH debe suministrarse con la unidad de procesamiento y las fuentes redundantes, las interfaces FXS, FXO, E1, Ethernet. Dada la magnitud de la línea de transmisión entre la subestación Pasaje y Piura Nueva, cerca de 317km, deberán suministrarse amplificadores de señal óptica.

Las obras civiles de la subestación **Pasaje** contemplarán todos los trabajos de terraplén, drenaje, urbanización, sistema de puesta a tierra y todos los cimientos necesarios para el montaje de pórticos y equipos de 500 kV y de 230 kV. También se incluyen en las obras civiles la construcción de un Edificio de Control, de Casetas de Patio, canaletas de hormigón armado para cables, paredes corta fuego para autotransformadores y reactores, caja separadora de agua y aceite, la construcción de garita de vigilancia, el cerramiento del terreno con muro, la instalación de portones de vehículos y de peatones y la construcción de una vía pavimentada de aproximadamente 2 km de extensión para acceso a la subestación.

El segundo tramo de la interconexión, la línea de 500 kV **Pasaje – Piura Nueva** tendrá una extensión aproximada de 337 km con estructuras metálicas de doble terna. Sólo el primer circuito con un haz de 4 cables ACAR 800 MCM por fase se tenderá en esta etapa de construcción de la línea.

Las características básicas de la línea son las siguientes:

- Tensión de operación: 500kV
- Tensión máxima de servicio: 525 kV
- Potencia en operación normal: 1500 MVA
- Potencia en operación en emergencia: 2000 MVA
- Nivel de cortocircuito fase-tierra: 40 kA
- Longitud: 73,5 km
- Cantidad de circuitos: 2 (lanzamiento solo de uno)
- Disposición: vertical
- Número de estructuras por km: 2,37
- Número de cables conductores por fase: 4

Título del documento: RESUMEN EJECUTIVO GENERAL	Documento No.: 8378-LEME-003 Versión: 00 Fecha: 04/03/2016 Página: 6 de 10
--	---

- Distancia entre conductores en el haz: 457 mm
- Disposición del haz: “cuadrado”
- Cable conductor: ACAR 800 MCM (30/7)
- Cables de guardia tipo OPGW: OPGW 16,75 mm/ OPGW 14,4 mm
- Cable contrapeso: Copperweld 3 N° 8
- Resistencia media de los pies de torre de proyecto: 10  $\Omega$
- Aisladores de vidrio templado recubiertos con silicona (paso 159 mm, diámetro 330 mm, distancia de fuga 620 mm)
  - Suspensión: 27 aisladores
  - Anclaje: 2 x 28 aisladores
- Temperatura de ubicación: 75° C
- Ancho de la franja de servidumbre: 60 metros (Ecuador)
- Ancho de la franja de servidumbre: 64 metros (Perú)

La subestación **Piura Nueva** tendrá configuración eléctrica de Interruptor y Medio en 500 kV. Se instalarán los siguientes equipamientos en el patio de llaves 500 kV:

- 02 celdas de línea 500 kV a La Niña y Pasaje en Ecuador
- 02 celdas de reactor de línea de 500 kV
- 01 celda del Sistema Automático de Compensación Reactiva de 500kV
- 01 celda de autotransformador de 500/230 kV
- 04 celdas de acoplamiento de barras de 500 kV
- 01 reactor trifásico de línea de 500 KV de 80 MVAR (hacia La Niña)
- 01 reactor trifásico de línea de 500 KV de 160 MVAR (hacia S/E Pasaje)
- 01 Sistema automático de compensación reactiva de 500 kV;
- 01 banco de autotransformadores 500/220 kV – 800 MVA

Las líneas de 220 kV SE Chiclayo – SE Piura Oeste y SE La Niña – SE Piura Oeste serán seccionadas y se conectarán a la subestación Piura Nueva a través de dos líneas doble terna de 220 kV. Las características básicas de estas líneas son las siguientes:

- Tensión de operación: 220kV
- Tensión máxima de servicio: 242 kV
- Potencia a ser transmitida en operación normal: 450 MVA
- Potencia a ser transmitida en operación en emergencia: 585 MVA
- Nivel de cortocircuito fase-tierra: 40 kA
- Longitud: 16,00 km
- Cantidad de circuitos: 2 x 2
- Disposición: Vertical

Título del documento: RESUMEN EJECUTIVO GENERAL	Documento No.: 8378-LEME-003 Versión: 00 Fecha: 04/03/2016 Página: 7 de 10
--	---

- Número de estructuras por km: 2,37
- Número de cables conductores por fase: 2
- Distancia entre conductores en el haz: 457 mm
- Disposición del haz: “horizontal”
- Cable conductor: ACAR 750 MCM (30/7)
- Cables de guardia convencionales: CAA Cochín
- Cables de guardia tipo OPGW: OPGW 16,75 mm
- Cable contrapeso: Copperweld 3 N° 8
- Resistencia de los pies de torre de proyecto: 25  $\Omega$
- Aisladores de vidrio templado recubiertos con silicona (paso 146 mm, diámetro 330 mm, distancia de fuga 620 mm)
  - Suspensión: 14 aisladores
  - Anclaje: 2 x 16 aisladores
- Temperatura de ubicación: 75° C
- Ancho de la franja de servidumbre: 30 metros

El patio de 220 kV de esta subestación tendrá configuración eléctrica de Doble Barra con seccionador de transferencia y se instalarán los siguientes equipamientos:

- 02 celdas de línea de 220 kV a Piura Oeste
- 01 celda de línea de 220 kV a La Niña
- 01 celda de línea de 220 kV a Chiclayo
- 01 celda de transformador 500/220 kV
- 01 celda de acoplamiento de barras

Las protecciones principal y de respaldo de las líneas de transmisión se harán mediante la instalación de tableros propios para cada línea de 500 kV y de 230 kV conteniendo relés de protección diferencial y de distancia y equipos complementarios. Las protecciones principal y de respaldo de autotransformadores y de reactores se harán mediante relés diferenciales y equipos complementarios y la protección de barras se hará mediante relés diferenciales instalados en tableros propios.

El sistema de automatización y control contemplará la instalación de tableros propios conteniendo la unidad de control para cada línea, para el banco de autotransformadores, para los acoplamientos de 500 kV y de 230 kV y para el sistema de servicios auxiliares.

El sistema de medición contemplará la instalación de medidores de energía bidireccionales para la medición principal y de respaldo de cada línea de 500 kV y de 230 kV y para medición de energía del banco de autotransformadores y de los servicios auxiliares. Los medidores serán distribuidos en tableros propios de medición conteniendo hasta 04 medidores cada uno.



Título del documento: <b>RESUMEN EJECUTIVO GENERAL</b>	Documento No.: 8378-LEME-003 Versión: 00 Fecha: 04/03/2016 Página: 8 de 10
---	---

El sistema de telecomunicaciones propuesto para la línea de **Pasaje – Piura Nueva** cumplirá conforme a lo solicitado en el Pliego, considerando que las comunicaciones de voz, datos y teleprotección entre subestaciones involucradas se hará mediante sistemas de transmisión óptica SDH STM-1 o mayores, siempre por dos cables OPGW 48 fibra monomodo, standard G.652. Este sistema debe funcionar con dos enlaces paralelos (principal y de respaldo), cada enlace en diferentes cables OPGWs, y se encargará del tráfico de voz, datos, teleprotección y supervisión. Estos enlaces se componen principalmente de equipos multiplex SDH y PDH para todas las localidades involucradas. EL multiplex SDH deberá ser STM-1 o superior, con el procesamiento y fuentes de alimentación redundantes, interfaces ópticas STM-1, Fast Ethernet, E1. El equipo multiplex PDH debe suministrarse con la unidad de procesamiento y las fuentes redundantes, las interfaces FXS, FXO, E1, Ethernet. Dada la magnitud de la línea de transmisión entre la subestación Pasaje y Piura Nueva, cerca de 317km, deberán suministrarse amplificadores de señal óptica.

Los servicios de Voz, Datos, teleprotección, red corporativa (LAN, CCTV, WAN, WLAN), Supervisión, Control y Oscilografía que no sean provistos por el sistema SDH/PDH propio del Ministerio de Energía y Minas los realizarán las Concesionarias Públicas de Telecomunicaciones y/o empresas con autorización para prestar servicios de telecomunicaciones. A los equipos los alimentarán sistemas de energía de 48Vcc redundantes, específicos para el sistema de comunicaciones.

Las obras civiles de la subestación **Piura Nueva** contemplarán todos los trabajos de terraplén, drenaje, urbanización, sistema de puesta a tierra y todos los cimientos necesarios para el montaje de pórticos y equipos de 500 kV y de 220 kV. También se incluyen en las obras civiles la construcción de un Edificio de Control, de Casetas de Patio, canaletas de hormigón armado para cables, paredes corta fuego para autotransformadores y reactores, caja separadora de agua y aceite, la construcción de garita de vigilancia, el cerramiento del terreno con muro, la instalación de portones de vehículos y de peatones y la construcción de una vía pavimentada de aproximadamente 2 km de extensión para acceso a la subestación.

El tercer tramo de la interconexión, la línea de 500 kV **Piura Nueva – La Niña** tendrá una extensión aproximada de 87 km con estructuras metálicas de simple terna con un haz de 4 cables ACAR 750 MCM por fase.

Las características básicas de la línea son las siguientes:

- Tensión de operación: 500kV
- Tensión máxima de servicio: 525 kV
- Potencia a ser transmitida en operación normal: 1400 MVA
- Potencia a ser transmitida en operación en emergencia: 1900 MVA
- Nivel de cortocircuito fase-tierra: 40 kA
- Longitud: 84,92 km
- Cantidad de circuitos: 1



Título del documento: RESUMEN EJECUTIVO GENERAL	Documento No.: 8378-LEME-003 Versión: 00 Fecha: 04/03/2016 Página: 9 de 10
--	---

- Disposición: Horizontal
- Número de estructuras por km: 2,44
- Número de cables conductores por fase: 4
- Distancia entre conductores en el haz: 457 mm
- Disposición del haz: “cuadrado”
- Cable conductor: ACAR 750 MCM (30/7)
- Cables de guardia convencionales: CAA Cochín
- Cables de guardia tipo OPGW: OPGW 16,75 mm
- Cable contrapeso: Copperweld 3 N° 8
- Resistencia de los pies de torre de proyecto: 25  $\Omega$
- Aisladores de vidrio templado recubiertos con silicona (paso 159 mm, diámetro 330 mm, distancia de fuga 620 mm)
  - Suspensión: 27 aisladores
  - Anclaje: 2 x 28 aisladores
- Temperatura de ubicación: 75° C
- Ancho de la franja de servidumbre: 64 metros

La subestación La Niña tiene configuración eléctrica de Interruptor y Medio en 500 kV y se instalarán:

- 01 celda de línea de 500 kV a Piura Nueva,
- 01 celda de conexión de barras
- 01 celda de reactor de línea de 500 kV
- 01 Reactor trifásico de línea de 500 kV de 80 MVAR (hacia Piura Nueva)

Las protecciones principal y de respaldo de la línea de transmisión se harán mediante la instalación de un tablero conteniendo relés de protección diferencial y de distancia y equipos complementarios. Las protecciones principal y de respaldo del reactor se harán mediante la instalación de un tablero conteniendo relés diferenciales y equipos complementarios y la protección de barras se hará mediante un relé diferencial instalado en tablero propio.

El sistema de automatización y control contemplará la instalación de un tablero conteniendo la unidad de control de la línea y la unidad de control del reactor.

El sistema de medición contemplará la instalación de un tablero conteniendo los medidores de energía bidireccionales para las mediciones principal y de respaldo de la línea de 500 kV.

El sistema de telecomunicaciones propuesto para la línea de **Piura Nueva – La Niña** cumplirá conforme a lo solicitado en el Pliego, considerando que las comunicaciones de voz, datos y teleprotección entre subestaciones involucradas se harán mediante dos sistemas de transmisión. El sistema de transmisión principal funcionará por medio del sistema óptico SDH STM-1 o mayor, siempre por cable OPGW 24 fibra monomodo, standard G.652. Este sistema se encargará del tráfico

Título del documento: RESUMEN EJECUTIVO GENERAL	Documento No.: 8378-LEME-003 Versión: 00 Fecha: 04/03/2016 Página: 10 de 10
--	--

de voz, datos, teleprotección y supervisión. Este enlace se compone principalmente de equipos multiplex SDH y PDH para todas las localidades involucradas. EL multiplex SDH deberá ser STM-1 o superior, con el procesamiento y fuentes de alimentación redundantes, interfaces ópticas STM-1, Fast Ethernet, E1. El equipo multiplex PDH debe suministrarse con la unidad de procesamiento y las fuentes redundantes, las interfaces FXS, FXO, E1, Ethernet. El sistema de transmisión de respaldo será el DPLC, compuesto por transceptores DPLC Digitales, transceptores de teleprotección analógicos y llaves de pruebas.

Las obras civiles en el patio de la subestación La Niña comprenden las cimentaciones para una columna de pórtico de 500 kV, para los soportes de equipos y de aisladores, y las bases de los reactores. También se construirá una Caseta de Patio para los equipos de protección, control y servicios auxiliares de la línea de 500 kV a la SE Piura Nueva y de los reactores.

## Anexos

8378-LEME-004	Diagrama Unifilar General
8378-LEME-005	Trazo de Ruta de Líneas
8378-LEME-006	Costo General del Proyecto
8378-LEME-007	Cronograma General del Proyecto