



Consultoría para la Determinación de la  
Remuneración de las Instalaciones de Interconexión  
en Territorio Uruguayo, Asociadas a la Exportación e  
Importación de Energía Eléctrica con el Sistema  
Eléctrico Brasileño

INFORME DE INVENTARIO FÍSICO DE CONVERTORAS, ESTACIONES Y LÍNEAS  
PRIVADO & CONFIDENCIAL

## ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN .....	3
II.	Información Recibida .....	3
III.	Antecedentes .....	3
III.1	Cálculo de Peaje de Interconexión .....	3
III.2	Valorización de Redes de Transmisión del Sistema Interconectado Nacional.....	3
IV.	Determinación del Inventario a valorizar .....	4
IV.1	Metodología .....	4
IV.2	Asignación de UC.....	4
IV.2.1	Líneas de Alta Tensión.....	5
IV.2.2	Estaciones Transformadoras .....	5
IV.2.3	Conversoras.....	6
V.	Descripción de los Módulos Constructivos de ANNEL .....	7
V.1	Valorización de Estaciones Transformadoras .....	7
V.1.1	Módulos de Maniobra .....	8
V.1.2	Módulos de Infraestructura .....	9
V.1.3	Módulo de Equipamiento.....	9
V.2	Valorización de Líneas de transmisión .....	10

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: UC a utilizar.....	5
Tabla 2: Asignación de UC a Líneas de Alta Tensión .....	5
Tabla 3: Asignación de UC a Subestaciones .....	6
Tabla 4: Inventario de Conversoras.....	7
Tabla 5: Composición de Módulo EL - ANNEL.....	8
Tabla 6: Composición de Módulo IB - ANNEL .....	8
Tabla 7: Composición de Módulo CR - ANNEL .....	9
Tabla 8: Resumen composición de Módulos de Maniobra de ANNEL.....	9

## I. INTRODUCCIÓN

SIGLA y SEG Ingeniería han sido contratadas por la UNIDAD REGULADORA DE SERVICIOS DE ENERGÍA Y AGUA (URSEA) para la prestación de servicios de consultoría para la “DETERMINACION DE LA REMUNERACION DE LAS INSTALACIONES DE INTERCONEXION EN TERRITORIO URUGUAYO, ASOCIADAS A LA EXPORTACION E IMPORTACION DE ENERGIA ELECTRICA CON EL SISTEMA BRASILEÑO”<sup>1</sup>.

El primer paso para la determinación de la remuneración de las instalaciones es la confección del inventario de activos a valorizar, tópico que se desarrolla en el presente informe.

## II. Información Recibida

Se han recibido diversos documentos con información sobre las instalaciones de las interconexiones, siendo los archivos “180313\_Inventario\_Interconexion\_Rivera.xlsx” y “180312\_Inventario\_Interconexion\_Melo.xlsx” los que poseen el resumen detallado de los activos a valorizar, salvo la información sobre la Subestación 525/230 kV Candiota la cual se detalla en el “Contrato de construcción, implantación, operación, mantenimiento y uso del sistema de transmisión que entre si celebran por una parte, Centrais Elétricas Braileras S.A. Eletrobras y, por otra parte, Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas-UTE” recibido en el archivo “R100\_10\_Contrato UTE-Electrobras 16-3-2010.pdf”.

En cuanto a los valores unitarios de los equipos no se ha recibido información sobre costos de referencia (por ejemplo procesos de Licitaciones Públicas realizadas).

## III. Antecedentes

### III.1 Cálculo de Peaje de Interconexión

Se recibieron las Memorias de Cálculo de Peaje de las Interconexiones Rivera-Livramento y Melo-Candiota incluidos en el Decreto 217/015 del año 2015. En las mismas se presentan valores de Inversión y de Costos de O&M de las instalaciones.

### III.2 Valorización de Redes de Transmisión del Sistema Interconectado Nacional

En 2017 la Administración de Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE) presentó un estudio con el objeto de actualizar la conformación y valoración de las Unidades Constructivas que componen las instalaciones del Sistema de Transporte de Energía Eléctrica.

En el mismo año, una consultora realizó la valorización de las redes de trasmisión operadas por UTE con objeto de la determinación de su VNR a fecha Diciembre 2016. Esta valorización tuvo en cuenta el estudio elaborado por UTE mencionado en el párrafo anterior.

---

<sup>1</sup> Proyecto financiado por Convenio con la Corporación Andina de Fomento (CAF)

## IV. Determinación del Inventario a valorizar

### IV.1 Metodología

Como se ha expresado en los puntos anteriores, no se cuenta con valores de costos unitarios con base en licitaciones públicas realizadas. Por otro lado, como también se mencionó, en 2017 se realizó el cálculo del peaje con fecha base Diciembre 2016, el cual si fue sustentado con datos extraídos de licitaciones públicas llevadas a cabo en el país.

Por dichos motivos, se propone asignar las unidades constructivas (UC) utilizadas en el proceso de Valorización de Redes de Transmisión en todos aquellos casos donde una asignación directa es posible, y en los casos en los que no, se utilizará como base las UC del estudio para determinar los valores correspondientes a las nuevas que se requieran crear.

En un informe posterior del presente estudio se actualizará el valor de las UC a la fecha del presente estudio con el polinomio de ajuste propuesto en la valorización de las redes de transmisión internas de Uruguay. Para las instalaciones en territorio brasileño se usará la información de costos y conformación de las UC publicada por la ANNEL.

En cuanto a las convertoras, tampoco se recibió información sobre costos unitarios del equipamiento de las mismas. Debido a la especificidad de estas, su costeo se realizará mediante benchmarking internacional llevando los valores de cada referencia a una misma fecha mediante un polinomio que será tratado en un siguiente informe de valorización.

### IV.2 Asignación de UC

A partir de los inventarios recibidos se procedió a asignar las UC correspondientes. Los activos se separaron en Líneas de Alta Tensión, Estaciones Transformadoras y Convertoras.

Para las instalaciones en territorio uruguayo, las unidades constructivas fueron seleccionadas del informe “Valoración de Redes de Transmisión y Subtransmisión Eléctricas”, el cual toma la conformación del documento “Unidades constructivas y criterios de valorización de VNR 2016” elaborado por UTE. En los casos de instalaciones en Brasil, se adoptaron las UC publicadas por la ANNEL (“Unidades Modulares”) en su informe de “Banco de Preços de Referência”<sup>2</sup>. En los casos en los que no se pudo realizar una asignación directa se crearon nuevas UC, las cuales serán valorizadas tomando como base las existentes en los informes de referencia.

A continuación se listan las UC a utilizar, indicando si son tomadas de los informes de referencia (leyenda “Existente”), o si serán creadas para el presente estudio.

País	TIPO	UC	Descripción	Estado
Uruguay	SE	2,1	Barras, antenas y pórticos de 500 kV	Existente
Uruguay	SE	2,2	Campo de 500 kV	Existente
Uruguay	SE	2,5	Sección de Transformador de 500 kV	Existente
Uruguay	SE	2,3	Sección de Línea de 500 kV	Existente
Uruguay	SE	2.7.2	Reactores de Línea de 500 kV - Tipo 2 (100 MVar)	Existente

<sup>2</sup> Se anexa el mismo al presente informe

Uruguay	SE	2,11	Instalaciones de Predio 500 kV	Existente
Uruguay	SE	2,2.1	Campo de 500 kV incompleto	Creada
Uruguay	SE	2,4	Sección de Línea de 230 kV	Creada
Uruguay	SE	1.3.1	Sección de Línea de 150 kV	Existente
Brasil	SE	2,3_Br	Módulo de Entrada de Línea de 525 kV	Existente
Brasil	SE	IB_Br_500	Módulo de Interconexión de Barras 500 kV	Existente
Brasil	SE	2,5_Br	Módulo de Conexión de Transformador 525 kV	Existente
Brasil	SE	Tr_Br	Unidad de Transformación Monofásico 525/230 kV de 200 MVA	Existente
Brasil	SE	CR_Br	Módulo de Conexión de Reactor de Barra 525 kV	Existente
Brasil	SE	RE_Br	Reactor 525 kV 25 MVAR	Existente
Brasil	SE	2,5.1_Br	Módulo de Conexión de Transformador 230 kV	Existente
Brasil	SE	2,4_Br	Módulo de Entrada de Línea de 230 kV	Existente
Brasil	SE	IB_Br_230	Módulo de Interconexión de Barras 230 kV	Existente
Brasil	SE	FA_Br	Filtros de Armónicos 65MVAR	Creada
Brasil	SE	IM_Br_500	Módulo de Infraestructura de Maniobra 500 kV	Existente
Brasil	SE	IM_Br_230	Módulo de Infraestructura de Maniobra 230 kV	Existente
Brasil	SE	IG_Br	Módulo de Infraestructura General	Existente
Uruguay	LAT	3,2	Línea 150 kV, doble terna, una instalada	Existente
Uruguay	LAT	5,1	Línea 500 kV	Existente
Uruguay	LAT	5,1,1	Línea 230 kV	Creada
Brasil	LAT	5,1_Br	Línea 500 kV	Existente
Brasil	LAT	5,1,1_Br	Línea 230 kV	Existente

Tabla 1: UC a utilizar

#### IV.2.1 Líneas de Alta Tensión

País	Interconexión	Tensión (kV)	Circuitos	UC	Extremo 1	Extremo 2	km
Uruguay	Rivera	230	1	5,1,1	C. Rivera	Frontera	9,4
Brasil	Rivera	230	1	5,1,1_Br	Frontera	SE Livramento	1,8
Uruguay	Rivera	150	2-1 ins.	3,2	SE Rivera	C. Rivera	1
Uruguay	Melo	525	1	5,1	C. Melo	Frontera	65,2
Brasil	Melo	525	1	5,1_Br	Frontera	SE Candiota	60
Brasil	Melo	230	1	5,1,1_Br	SE Candiota	SE P. Mé dici	9

Tabla 2: Asignación de UC a Líneas de Alta Tensión

#### IV.2.2 Estaciones Transformadoras

País	Interconexión	SE	UC	Descripción	Cantidad
Uruguay	Melo	ME6	2,1	Barras, antenas y pórticos de 500 kV	Un. 2
Uruguay	Melo	ME6	2,2	Campo de 500 kV	Un. 2
Uruguay	Melo	ME6	2,2.1	Campo de 500 kV incompleto	Un. 1
Uruguay	Melo	ME6	2,5	Sección de Transformador de 500kV	Un. 1
Uruguay	Melo	ME6	2,3	Sección de Línea de 500kV	Un. 1
Uruguay	Melo	ME6	2.7.2	Reactores de Línea de 500 kV - Tipo 2 (100 MVAR)	Un. 1
Uruguay	Melo	ME6	2,11	Instalaciones de Predio	Un. 2
Uruguay	Melo	ME5	2,1	Barras, antenas y pórticos de 500 kV	Un. 1
Uruguay	Melo	ME5	2,2	Campo de 500 kV	Un. 2

Uruguay	Melo	ME5	2,5	Sección de Transformador de 500 kV	Un.	1
Uruguay	Melo	ME5	2,11	Instalaciones de Predio	Un.	1
Brasil	Melo	Candiota	2,3_Br	Módulo de Entrada de Línea de 525 kV	Un.	1
Brasil	Melo	Candiota	IB_Br_500	Módulo de Interconexión de Barras 525 kV	Un.	1
Brasil	Melo	Candiota	2,5_Br	Módulo de Conexión de Transformador 525 kV	Un.	1
Brasil	Melo	Candiota	Tr_Br	Unidad de Transformación Monofásico de 200 MVA	Un.	4
Brasil	Melo	Candiota	CR_Br	Módulo de Conexión de Reactor de Barra 525 kV	Un.	1
Brasil	Melo	Candiota	RE_Br	Reactor 525 kV 25 MVAR	Un.	4
Brasil	Melo	Candiota	2,5.1_Br	Módulo de Conexión de Transformador 230 kV	Un.	1
Brasil	Melo	Candiota	2,4_Br	Módulo de Entrada de Línea de 230 kV	Un.	1
Brasil	Melo	Candiota	IB_Br_230	Módulo de Interconexión de Barras 230 kV	Un.	1
Brasil	Melo	Candiota	FA_Br	Filtros de Armónicos 65MVAR	Un.	2
Brasil	Melo	Candiota	IG_Br	Módulo de Infraestructura General	Un.	1
Brasil	Melo	Candiota	IM_Br_500	Módulo de Infraestructura de Maniobra 500 kV	gl.	1
Brasil	Melo	Candiota	IM_Br_230	Módulo de Infraestructura de Maniobra 230 kV	gl.	1
Brasil	Melo	P. Médici	2,4_Br	Módulo de Entrada de Línea de 230 kV	gl.	1
Uruguay	Rivera	CRI	1.3.1	Sección línea 150 kV	Un.	
Uruguay	Rivera	CRI	2,4	Sección línea 230kV	Un.	
Brasil	Rivera	Livramento	2,4_Br	Módulo de Entrada de Línea de 230 kV	Un.	1

Tabla 3: Asignación de UC a Subestaciones

#### IV.2.3 Conversoras

A continuación se muestra el inventario de las conversoras Melo y Rivera, aunque se aclara que las mismas se valorizarán de manera global teniendo en cuenta las características de las mismas y no por cada ítem presentado a continuación:

Conversora	Unidades constructivas	Unidad	Cantidad
Melo	Transformador convertidor 500-525/70/70 kV 216 MVA lado 50Hz	un	3
Melo	Transformador convertidor 500-525/70/70 kV 216 MVA lado 60Hz	un	3
Melo	Transformador convertidor 500-525/70/70 kV 216 MVA Reserva	un	1
Melo	Barras, antenas y pórticos de 500 kV de Filtros AC 50Hz	tramos	1
Melo	Filtros AC y equipamientos de reactiva 500 kV 50Hz - 110 MVAR	un	4
Melo	Barras, antenas y pórticos de 500kV de Filtros AC 60Hz	tramos	1
Melo	Filtros AC y equipamientos de reactiva 500 kV 60Hz - 92 MVAR	un	2
Melo	Filtros AC y equipamientos de reactiva 500 kV 60Hz - 92 MVAR	un	2
Melo	Sala de Válvulas	global	1
Melo	Planta de Enfriamiento	global	1
Melo	Sistema de Control	global	1
Melo	Sistema SCADA	global	1
Melo	Sistema de Protección	global	1
Melo	Sistema de Comunicaciones	global	1
Melo	Edificio de conversora	global	1
Melo	Edificio de Oficinas	global	1
Melo	Edificio de Mantenimiento y depósito	global	1
Melo	Instalaciones de Predio	tramos	2
Rivera	Transformador Convertidor 150/15/9.8 kV lado 50 Hz	un	1
Rivera	Transformador Convertidor 230/15/9.8 kV lado 60 Hz	un	1

Rivera	Filtros AC y equipamientos de reactiva 50 Hz	un	1
Rivera	Filtros AC y equipamientos de reactiva 60 Hz	un	1
Rivera	Filtro capacitivo 150 kV	un	1
Rivera	Sala de Válvulas	un	1
Rivera	Planta de enfriamiento	un	1
Rivera	Sistema de Control	global	1
Rivera	Sistema SCADA	global	1
Rivera	Sistema de Protección	global	1
Rivera	Sistema de Comunicaciones	global	1
Rivera	Sección servicios propios 30 kV	un	1
Rivera	Servicios auxiliares de alterna	un	1
Rivera	Servicios auxiliares de continua	un	1
Rivera	Sección 15kV de servicios auxiliares	un	1
Rivera	Barras de 15kV lado 50 Hz	un	1
Rivera	Barras de 15kV lado 60 Hz	un	1
Rivera	Edificio de Convertora	global	1
Rivera	Edificio de Mantenimiento y depósito	global	1
Rivera	Instalaciones de Predio	playa	1

Tabla 4: Inventario de Conversoras

## V. Descripción de los Módulos Constructivos de ANNEL

Como se mencionó en puntos anteriores para las obras en territorio uruguayo se utilizará información del estudio de cálculo del VAT para el Sistema Interconectado Nacional, el cual forma parte de la información de referencia para el desarrollo del presente informe.

En el caso de las instalaciones en territorio brasileño, se decidió utilizar información de base de la ANNEL. Debido a que esta información no forma parte de las referencias del presente estudio, se realizará una descripción de las características principales de los Módulos Constructivos a utilizar y se anexa al presente informe el documento de “Banco de Preços de Referência” elaborado por la ANNEL donde se describe en forma detallada la itemización de las obras.

### V.1 Valorización de Estaciones Transformadoras

El banco de precios de referencia de ANNEL utiliza el concepto de modulación en que una subestación es dividida en unidades menores, las cuales representan sectores bien definidos en términos funcionales, operacionales y físicos.

Por lo tanto una subestación es compuesta por todos los módulos necesarios para su funcionamiento.

Las unidades modulares, independientemente del nivel de tensión y de la configuración de barras, se subdividen en tres tipos:

- Módulos de Maniobra
- Módulos de Infraestructura
- Módulos de Equipamiento

### V.1.1 Módulos de Maniobra

Consiste en el conjunto de equipamientos, materiales y servicios necesarios para la implementación de los sectores de maniobra, tales como: entrada de línea (EL), conexión de transformador (CT), interconexión de barras (IB) y conexión de reactores de barra (CRB).

#### V.1.1.1 Módulos de Entrada de Línea

Está compuesto por los materiales y servicios necesarios para la instalación de una entrada de línea. Los equipamientos principales que componen estos módulos en el presente estudio son:

Módulo	EL	
	500	230
Tensión (kV)	500	230
Interruptor	1	1
Seccionador con PAT	1	1
Seccionador	2	3
Transformador de Tensión	3	3
Transformador de Corriente	3	3
Descargador	3	3

Tabla 5: Composición de Módulo EL - ANNEL

#### V.1.1.2 Módulo de Interconexión de Barras

Está compuesto por los materiales y servicios necesarios para la instalación de una Interconexión de Barras. Los equipamientos principales que componen estos módulos en el presente estudio son:

Módulo	IB	
	500	230
Tensión (kV)	500	230
Interruptor	1	1
Seccionador	2	2
Transformador de Corriente	6	3

#### V.1.1.3 Módulo de Conexión de Transformador

Está compuesto por los materiales y servicios necesarios para la instalación de una conexión de transformador. Los equipamientos principales que componen estos módulos en el presente estudio son:

Módulo	CT	
	500	230
Tensión (kV)	500	230
Interruptor	1	1
Seccionador	3	4
Transformador de Corriente	3	3
Descargador	3	3

Tabla 6: Composición de Módulo IB - ANNEL

#### V.1.1.4 Módulo de Conexión de Reactor de Barra

Está compuesto por los materiales y servicios necesarios para la instalación de un Reactor. Los equipamientos principales que componen estos módulos en el presente estudio son:

Módulo	CR
	500
Tensión (kV)	500
Interruptor	1
Seccionador	3
Transformador de Corriente	3

Descargador	3
-------------	---

Tabla 7: Composición de Módulo CR - ANNEL

#### V.1.1.5 Resumen módulos de Maniobra ANNEL

Módulo	EL		IB		CT		CR
	500	230	500	230	500	230	500
Interruptor	1	1	1	1	1	1	1
Seccionador con PAT	1	1					
Seccionador	2	3	2	2	3	4	3
Transformador de Tensión	3	3					
Transformador de Corriente	3	3	6	3	3	3	3
Descargador	3	3			3	3	3
Configuración de barras	DJM-AN	BD4	DJM	BD4	DJM-AN	BD4	DJM-AN

Tabla 8: Resumen composición de Módulos de Maniobra de ANNEL

Donde los códigos de configuración de barra son los siguientes:

- AN: Anel
- BD4: Barra doble - 4 llaves seccionadoras
- DJM: Interruptor y medio

#### V.1.2 Módulos de Infraestructura

Consiste en el conjunto de todos los ítems (bienes y servicios) de infraestructura comunes de una subestación tales como: terreno, cercas, grava, caminos, iluminación de patio, protección contra incendio, abastecimiento de agua, desagotes, malla de puesta a tierra y descargadores, canaletas, edificaciones, servicios auxiliares, área industrial y separador de aceite.

El módulo de infraestructura está compuesto, para cada nivel de tensión, por un Módulo de Infraestructura General (MIG) y por los Módulos de Infraestructura de Maniobra (MIM) necesarios.

En el caso de la valorización de las obras en la subestación Presidente Medici, debido a que en el contrato entre UTE y Electrobras<sup>3</sup> se especifica que se trata de una ampliación, el criterio definido en estos casos es el de asignar solamente la valorización de la infraestructura de maniobra y no adicionar a su vez el módulo de infraestructura general.

En cambio para la valorización de la subestación Candiota, como el contrato establece que se realizó la construcción de la misma, se incluirá tanto el módulos de infraestructura general como el de infraestructura de maniobra.

El valor del módulo de infraestructura de maniobra será el mismo para cada módulo de maniobra (EL-CT-IB-CRB) de igual nivel de tensión.

#### V.1.3 Módulo de Equipamiento

Están compuestos por los equipos principales de las subestaciones (transformadores y reactores) y por los servicios y materiales necesarios para su instalación.

<sup>3</sup> Cláusula 1ª-Definiciones-Punto M

## V.2 Valorización de Líneas de transmisión

La estructura de los módulos de líneas contempla un presupuesto detallado con un enfoque en los valores unitarios por kilómetro. Los elementos que componen el módulo se describen en detalle en el anexo de “Banco de Preços de Referência “.

El costo total de los módulos comprende los costos directos de construcción de la línea de transmisión más los costos indirectos.

Anexo: Banco de Preços de Referência  
ANNEL