



**UTE – Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas**

**Uruguay**

Identificación del trabajo: Mejoras en la interacción SimSEE - Flucar

Montevideo, 22 de mayo de 2014

## ***“SimSEE+FLUCAR”, HERRAMIENTA DE SIMULACIÓN DE LA OPERACIÓN ÓPTIMA DESPACHO ENERGÉTICO CON RESTRICCIONES. CASO DE APLICACIÓN: URUGUAY 2016-2023.***

Autor/es: *ING. ENZO COPPES, ING. FERNANDO FONTANA, ING. DIEGO ÁLVAREZ, ING. NICOLÁS MORALES, ING. DANIEL COHN, ING. ANTONIO RODRÍGUEZ, ING. SEBASTIÁN BELEDO.*

Empresa: UTE, PLANIFICACIÓN DE INVERSIONES

Cargo: COORDINADOR DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN

**PALABRAS-CLAVE:** MODELADO ENERGETICO INTERACTUANDO CON REDES DE TRASMISIÓN

**Código de subtema, T1-3**

### **DATOS DE LA EMPRESA**

Dirección: PARAGUAY 2431

Código Postal: 11800

Teléfono: (598) 22090051

Fax: (598) 22002927

E-Mail: [ffontana@ute.com.uy](mailto:ffontana@ute.com.uy)

Gerencia: GERENCIA DE PLANIFICACIÓN DEL ABASTECIMIENTO [3]

## ***Trabajo Final***

### **Introducción**

Este trabajo presenta las mejoras implementadas en la plataforma de Simulación de Sistemas de Energía Eléctrica (SimSEE [1]) como parte del proyecto de Investigación ANII-FSE-1-2011-1-6552 “Modelado de Energías Autóctonas en SimSEE” del Fondo Sectorial de Energía de la ANII. Es una continuación del trabajo [2] incorporando significativas mejoras a la

herramienta, implementando una metodología para valorización de los re-despachos por restricciones de red y presentando un caso de aplicación de la red uruguaya 2016 y 2023 con información actualizada de la expansión prevista.

El programa **SimSEE** (Simulación de Sistemas de Energía Eléctrica) permite

realizar simulaciones de la operación óptima de sistemas de generación eléctrica en que participan centrales de generación de fuentes múltiples, demandas e interconexiones eléctricas.

El sistema que estudiaremos es el de generación y transmisión de energía eléctrica, con el objetivo de construir un modelo que nos permita realizar simulaciones de sistema. El enfoque es sobre el sistema de generación y transmisión de energía a nivel de los flujos de energía y sus balances.

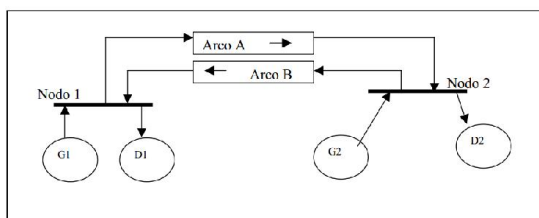
Consideraremos al sistema compuesto por Actores (o agentes) que intercambian energía. Clasificamos a los Actores en GENERADORES (aquellos que entregan energía) y DEMANDAS (aquellos que consumen energía). Como veremos hay actores que pueden actuar como generadores o como demanda según determinadas condiciones.

Los generadores y demandas pueden estar geográficamente distribuidos por lo que puede ser necesario considerar el sistema de transporte para representar adecuadamente las pérdidas de energía y los límites que impone la red eléctrica.

El sistema de transporte lo modelaremos en SimSEE con NODOS y ARCOS. Los NODOS son puntos del sistema a los cuales se conectan los GENERADORES y las DEMANDAS. Los ARCOS son canales de conexión entre los nodos.

En cada NODO se debe cumplir instantáneamente el balance de potencias.

Los ARCOS los utilizaremos para representar los límites de capacidad de transporte entre nodos.



En vista del gran desarrollo de la generación renovable y su carácter distribuido en las redes eléctricas, es necesario tener en cuenta

con mayor detalle las limitaciones que imponen las líneas y transformadores de potencia en cuanto a su capacidad de transporte, para lo que se incorporó a SimSEE un modelado más exacto del sistema de red, mediante algoritmos de Flujo de cargas el cual lo realiza un módulo llamado **Flucar**.

El estudio del flujo de carga, también llamado flujo de potencia, distribución de carga, etc., consiste en la determinación de voltajes, intensidades, potencias activas y reactivas en distintos puntos de una red eléctrica. Se consideran sistemas en régimen, equilibrados, sinusoidales, sin anomalías y se trabaja entre fase y neutro. Los resultados que se obtienen son, generalmente, el módulo y la fase de la tensión en cada barra, así como las potencias activa y reactiva entrantes en cada una de ellas y en todas las canalizaciones del sistema.

El módulo **Flucar** (Flujos de Carga) permite realizar simulaciones de los flujos de potencia en la red eléctrica del sistema de transmisión, introduciendo restricciones sobre la capacidad de transporte de las líneas eléctricas, cuando ésta resulta insuficiente para dejar fluir la generación despachada dando lugar a sobrecargas no admisibles en la red y/o problemas de tensión. Para esto se utiliza el programa Flucar interactuando con el SimSEE en forma iterativa hasta que el sistema converja a un valor dado.

Para la verificación del sistema y su aplicación práctica fue necesario hacer un modelado de la red eléctrica del sistema uruguayo completa, en principio con todos los niveles de tensión 30, 60, 150 y 500 kV. Esto se hizo para dos horizontes temporales: el año 2016 y el año 2023. Estos modelados de red se hicieron en formato de archivo RAW del software comercial de flujo de cargas PSSE, que son también interpretados por el módulo Flucar dentro de la plataforma SimSEE.

Se hicieron varias pruebas de simulación del SimSEE interactuando con la red, donde se

pudo comprobar que los tiempos insumidos con restricciones de red eran significativos y había que buscar la mejor manera de reducirlos.

### Metodología

Se comenzó por modelar la red en cuatro niveles de tensión, como se dijo anteriormente, considerando los niveles de 30, 60, 150 y 500 kV, utilizando un archivo de modelado de la red en PSSE con la topología vigente para los estudios de largo plazo del plan decenal de Trasmisión. Este contempla las obras previstas de expansión del sistema de Trasmisión para que no se presenten ni sobrecargas ni tensiones fuera de rango, de acuerdo a los criterios y reglamentación vigente.

Se prepararon archivos de red para los años 2016 y 2023, donde se cargó la demanda del sistema eléctrico y las obras de refuerzo del sistema de trasmisión previstas. Estos archivos de Red son los que se acoplan en SimSEE para el estudio con restricciones de Red. La sala fue modelada con paso semanal, 20 crónicas (escenarios de generación) y 5 iteraciones para poder tener un resultado satisfactorio, fijando en 5 la cantidad máxima de iteraciones para la convergencia de la iteración SimSEE – Red.

### Definición de Nodos, Arcos, Zonas, Rate y Rendimiento de Arcos en módulo Flucar

Una vez preparados los archivos RAW con la Red modelada en PSSE, es necesario definir los nodos, zonas y Arcos que se utilizarán en la simulación con SimSEE - Flucar. Como definición:

Un **Nodo** representa un punto de conexión de generación y/o demanda en el módulo de SimSEE. Representa generalmente una estación de trasmisión o conjunto de estaciones. Se corresponde a una zona del módulo de flujo de cargas.

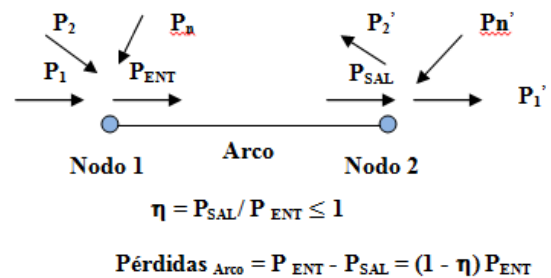
Una **Zona** representa un grupo de elementos de la Red (barras, líneas, transformadores).

Representa un conjunto de estaciones de trasmisión con las canalizaciones asociadas.

Los **Arcos** se definen en SimSEE como una simplificación de la red entre dos Nodos, y representa un grupo de líneas que vinculan dos zonas de Flucar o equivalentemente dos nodos de SimSEE. El Rate (Capacidad de carga) de un Arco de SimSEE es equivalente a la suma de los Rate o capacidades de las líneas que lo integran.

El **Rendimiento de un Arco** se define como el cociente entre la potencia activa saliente y la entrante al Arco. Por lo tanto  $(1 - \eta)$  representa el **porcentaje de pérdidas** del Arco.

Consideramos un Arco definido entre dos Nodos por una única línea:



En cada Nodo se cumple la siguiente restricción de Nodo:

$$P_{ENT} = \sum_{i=1}^{i=n} P_i$$

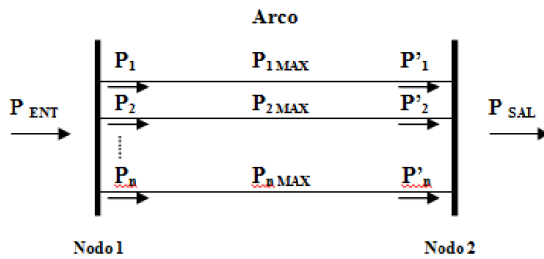
$$P_{SAL} = \sum_{i=1}^{i=n} P'_i$$

Como el Arco está formado por una única línea, si llamamos  $P_{MAX}$  al Rate de la línea, entonces tendremos dos restricciones adicionales:

$$P_{ENT} \leq P_{MAX}$$

$$P_{SAL} = \eta \times P_{ENT} \leq P_{MAX}$$

En el caso que un Arco esté formado por un haz de líneas, si llamamos  $P_{MAX\ ARCO}$  a la suma de los Rate de todas las líneas que lo forman, entonces las restricciones anteriores quedan de la siguiente manera:



$$P_{ENT} = \sum_{i=1}^{i=n} P_i$$

$$P_{SAL} = \sum_{i=1}^{i=n} P'_i$$

$$P_{MAX\ ARCO} = \sum_{i=1}^{i=n} P_{i\ MAX}$$

$$P_{ENT\ ARCO} \leq P_{MAX\ ARCO}$$

$$P_{SAL\ ARCO} = \eta_{ARCO} \times P_{ENT\ ARCO} \leq P_{MAX\ ARCO}$$

En este caso  $\eta_{ARCO}$  representa un rendimiento equivalente del Arco.

Cuando en el módulo Flucar de SimSEE se hace la simulación seleccionando modificar la capacidad de los Arcos y rendimientos al mismo tiempo, se controla que las potencias que salen de la simulación del Flujo de Carga con Flucar y las que son devueltas a SimSEE para hacer un nuevo despacho de generación, cumplan las restricciones de  $P_{MAX\ ARCO}$  en todos los Arcos modelados. Las iteraciones se repiten hasta que los rendimientos no cambien de una iteración a

la siguiente. El número máximo de iteraciones en la simulación la elige el usuario. Los rendimientos están asociados a las pérdidas de la línea y solo se modificaran en caso que este marcada la opción correspondiente durante la simulación.

Para que la simulación con SimSEE que tiene la Red eléctrica acoplada funcione correctamente es importante que los generadores y las demandas estén representados en ambos lados, tanto en SimSEE como en el archivo de la Red eléctrica. Además de esto es necesario establecer la correspondencia entre ambas.

Con esta configuración se establecen las restricciones que aseguran que en caso de ser necesario un re-despacho, ni los Arcos ni las líneas que los forman quedarán sobrecargados.

Cuánto más detallada sea la definición de Nodos y Arcos, mejor van a estar representada la Red pero se van a requerir de más definiciones en SimSEE así también como aumentar el tiempo de cálculo. Por ese motivo se recomienda Reducir la Red a dos niveles de tensión, 150 y 500 kV.

En un principio las primeras pruebas de SimSEE-Flucar en la cual se modelo el Sistema Eléctrico Uruguayo completo se pudieron comprobar que para una red definida con cuatro niveles de tensión (30, 60, 150 y 500 kV) que tiene **38 nodos, 38 zonas y 52 Arcos dobles**, la simulación de un año con paso semanal demora 57 horas. Por ese motivo se decidió reducir de cuatro a **dos los niveles de tensión (150 y 500 kV)** representados para lograr una reducción significativa en los tiempos de simulación, a 7 horas. Las 38 zonas de Flucar fueron definidas teniendo en cuenta los flujos de potencia que interesa analizar. Cabe recordar que entre dos zonas de Flucar un Arco puede estar formado por líneas de 150 y 500 kV, siendo su Rate equivalente a la suma de todos los Rate de las líneas que lo forman. En el caso de transformadores 500/150 kV, para poder analizar el flujo por el transformador es necesario que la barra de

500 esté en una zona y la de 150 kV en otra zona. En el caso de Montevideo que fue definido como una única zona, todas las barras de 500 kV están en una zona y las de 150 kV en otra.

Como resultado de esta modificación **se redujo el tiempo de simulación de 57 a 7 horas.**

En la red modelada se incluyeron las obras del Plan Quinquenal de Inversiones de UTE y las que resultaron del Plan Decenal de Trasmisión.

Se simuló la operación óptima del despacho de Uruguay de los años 2016 y 2023 y se calcularon los flujos por los Arcos CON y SIN restricciones de red.

Analizando los resultados obtenidos para los años 2016 y 2023 se tiene un desempeño satisfactorio de los Arcos, no presentando sobrecargas, pues en caso de que los haya el programa realiza los re despachos necesarios para eliminarlas. Esto indica que en principio no serían necesarias obras adicionales a las del Plan Quinquenal de Trasmisión para un desempeño satisfactorio del sistema eléctrico uruguayo.

Se analizaron además posibles ampliaciones de red que no hubieran sido contempladas en los planes de expansión del sistema de trasmisión.

Durante el transcurso de este estudio se realizaron algunas mejoras al programa como ser la posibilidad de disponer de un reporte de las tensiones fuera de rango en régimen de acuerdo a los valores de la reglamentación vigente, archivos de salida por crónica que contienen información de los resultados de los flujos de carga del FLUCAR, indicando los flujos en Arcos de SimSEE y en las líneas correspondientes de FLUCAR, así como también el estado de carga de los transformadores de potencia.

## **Análisis preliminar de resultados**

El estudio de las redes previstas para los años 2016 y 2023 se encuentra aún en desarrollo y por ese motivo se presentan algunos resultados con carácter preliminar que permite llegar a algunas conclusiones.

Los resultados de la interacción de SimSEE y Flucar para los Arcos con la red prevista para el año 2016, se presentan en anexo 2. Los valores de los Rate que figuran en cada Arco corresponden a la suma de los Rate de todas las líneas que lo integran. Cada Arco tiene una doble representación en SimSEE para considerar los flujos de potencia en ambos sentidos. En un mismo período de tiempo para un Arco, pueden aparecer flujos en ambos sentidos. Esto significa que para ese período de tiempo se dieron flujos en ambas direcciones y si es cero en una dirección significa que el flujo en ese período de tiempo es en sentido contrario.

Cuando se hace la simulación SIN Red, al no existir restricciones de red no modifican ni capacidades ni rendimientos en los Arcos, mientras que cuando se hace la simulación CON Red, se tienen en cuenta las restricciones que impone el archivo de red acoplado. En este último caso los resultados de las potencias que surgen del Flucar interactúan con SimSEE haciendo un nuevo despacho de generación. Este proceso se mantiene modificando capacidades de Arcos y rendimientos hasta que se cumplan las restricciones impuestas en los Rate y rendimientos de los Arcos.

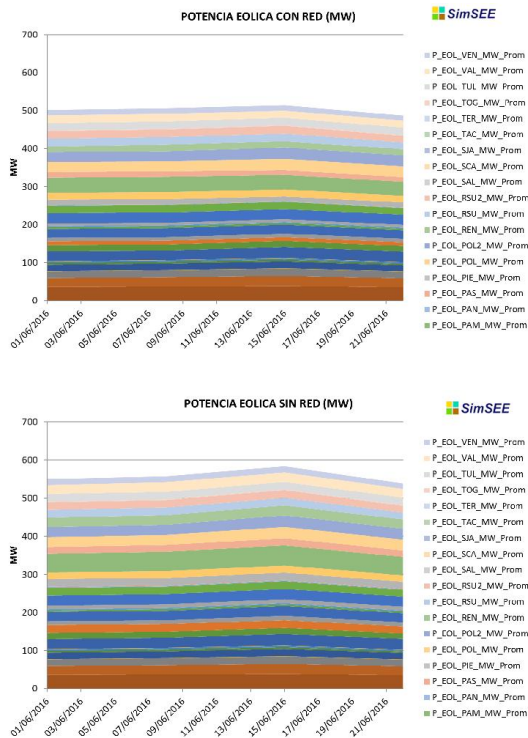
Como se puede apreciar, tanto en las simulaciones CON y SIN Red no se presentaron sobrecargas en ningún Arco y las diferencias de flujos en los Arcos se debe sólo a un ajuste de sus rendimientos debido a que se cumplió con la restricción de capacidad de los Arcos.

Con respecto a la incorporación de generación de fuente eólica al 2016 los resultados obtenidos fueron los siguientes:

EOLICA	MW
CON Red	473.86
SIN Red	518.28
Re-Despacho	8.6%

Esto significa que en 2016 en las simulaciones SIN Red se despacha más generación eólica que en las simulaciones CON Red, consecuencia de las restricciones de red impuestas. Hay que considerar que se tomó como límite el Rate A (límite nominal de las instalaciones) en un principio por lo que el límite impuesto es muy estricto teniendo que hacer el estudio con el Rate B.

Como ejemplo se presentan las gráficas de la potencia eólica total en un escenario CON red y uno SIN red:



Los resultados de la interacción de SimSEE y Flucar para los Arcos con la red prevista para el año 2023 se presentan en anexo 3.

Para el 2023 hay un cambio importante en la topología de red porque entran en servicio las líneas de 500 kV TAC5 – MEL5 y SGU5 – TAC5 que cierran el anillo de 500 kV más la estación TAC5 de 500/150 kV, mientras

que en el 2016 se dispone de la línea TAC-MEL operativa en 150 kV.

Comparando los flujos por los arcos de la línea TAC – MEL en 150 kV en 2016 con respecto al flujo por la línea TAC5 – MEL5 (Tacuarembó – Melo) en 500 kV en 2023, vemos que el flujo de potencia por la línea de 500 kV se incrementa en forma importante referido al flujo por la línea de 150 kV, siendo 4 veces superior. Se observa además, que la incorporación del transformador TAC 500/150 kV tiene predominantemente un flujo de 150 a 500 kV, que sumado al flujo que viene de la nueva línea de 500 kV SGU5 – TAC5 (Salto Grande – Tacuarembó), confirma el incremento de flujo en la línea de 500 kV TAC5 – MEL5.

En 2023 se incorpora generación de fuente eólica adicional al 2016. Teniendo presente el cierre del anillo de 500 kV SGU – TAC – MEL, con la estación de transformación TAC 500/150 kV, se pueden analizar los resultados que están expuestos en anexo 3, donde se ve que no existe sobrecarga.

Como se había indicado anteriormente, el cierre del anillo de 500 kV permite un mayor flujo de potencia desde Salto Grande hacia Melo pasando por Tacuarembó, que permite un mayor despacho de eólica con restricciones de red. Además, tanto en 2016 como en 2023 no se presentan sobrecargas en los Arcos, lo que permitiría afirmar en principio que con las obras planificadas para la red de 2023 sería suficiente para poder despachar la generación eólica adicional que se incorpora.

Los estudios de 2016 y 2023 aún se encuentran en desarrollo, donde se profundizarán los estudios realizados con un análisis de los sobrecostos por re-despachos por optimización de pérdidas.

## **Conclusiones**

La herramienta SimSEE con FLUCAR permite evaluar el impacto que tiene sobre la red de transmisión, la incorporación de generación distribuida en gran escala (eólica, solar fotovoltaica y biomasa, entre otras) a partir de fuentes renovables, un desafío para nuestro país para la próxima década.

Los resultados analizados anteriormente permiten decir, con carácter preliminar, que no serían necesarias obras adicionales en el sistema de transmisión, dado que en 2016 y 2023 no se presentan re-despachos por sobrecargas. Esta afirmación se apoya en que tanto en los casos CON Red como los SIN Red no se presentan sobrecargas en los Arcos y sólo se presentan re-despachos por optimización de los rendimientos de los Arcos. La optimización de las pérdidas en los Arcos tendrá un impacto en el costo de abastecimiento de la demanda que es una tarea que actualmente se encuentra en desarrollo.

En los estudios tradicionales de la red de transmisión habitualmente se analizan casos extremos, donde se despacha toda la generación disponible para abastecer una demanda extrema (máximo o mínimo del sistema). De esta forma en los estudios donde los casos dan un desempeño no satisfactorio de la red (por sobrecargas o tensiones fuera de rango de las instalaciones) tradicionalmente se proponen obras de refuerzo del sistema de transmisión.

Por otro lado, en los estudios tradicionales de expansión del sistema de generación se hace una optimización de los recursos de generación y una simulación del sistema eléctrico sin tener en cuenta las restricciones de la red de transmisión. Tradicionalmente se dice que este es el despacho óptimo de generación para la expansión del sistema en estudio y que es el de menor costo esperado.

De esta forma no existe una sinergia entre los estudios de optimización del sistema de

generación y las restricciones que impone la red de transmisión, que son reales.

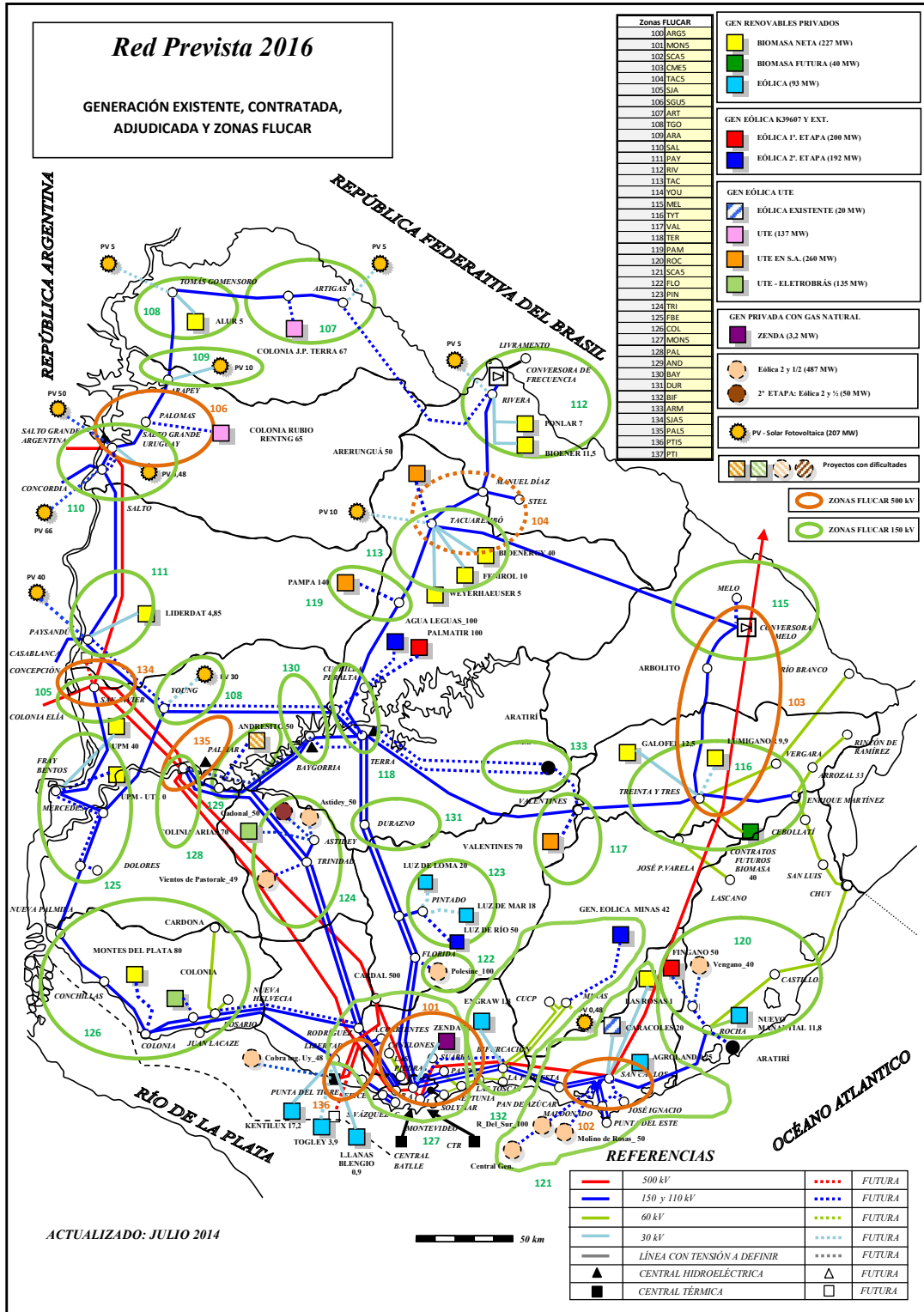
La herramienta también puede utilizarse para estimar las horas de re-despacho por restricciones de red debido a la ampliación de potencia instalada de un generador eólico conectado a la red.

Esta herramienta que permite implementar esta sinergia entre los estudios de optimización de la expansión de la generación y las restricciones que impone la red de transmisión, permitiendo además conocer el costo de re-despacho por sobrecargas y optimización de pérdidas del sistema de transmisión, aportando información adicional para la toma de decisiones en inversiones en la red.

## **Referencias:**

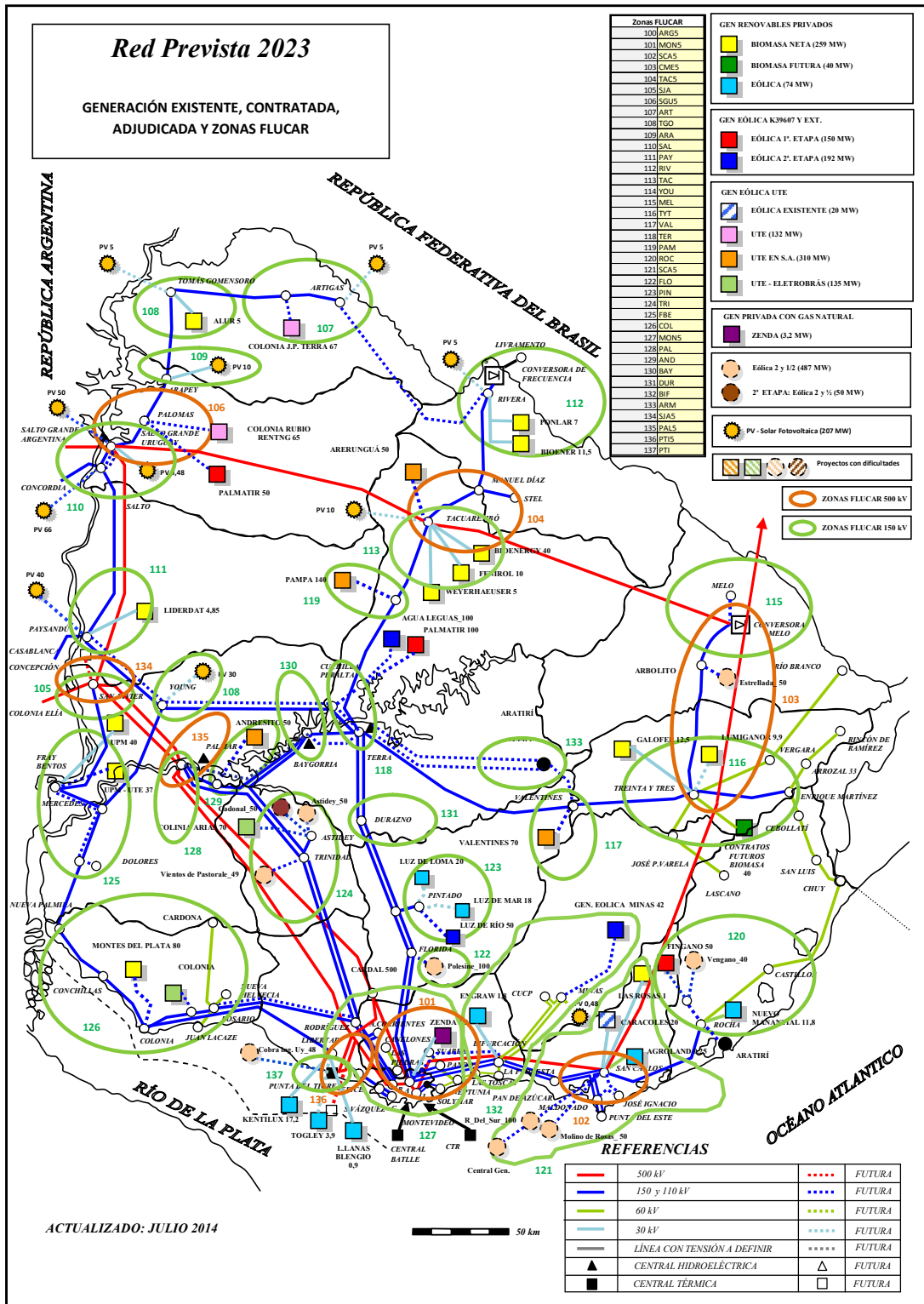
- [1] Gonzalo Casaravilla, Ruben Chaer, Pablo Alfaro, "SimSEE : Simulador de Sistemas de Energía Eléctrica". Proyecto PDT 47/12 Technical Report 7, Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Ingeniería. Instituto de Ingeniería Eléctrica, Number 7 - Dec. 2008.
- [2] Enzo Coppes, M. Forets, A. Rondoni, R. Escuder, Ruben Chaer. Implementación de módulo de flujo de cargas a la plataforma SimSEE y su aplicación al análisis de restricciones de operación del sistema uruguayo con alta penetración de energía eólica. Proceedings of the 4th ELAEE, April 8-9, 2013 - Montevideo - Uruguay – 2013.
- [3] Gerencia de Planificación del Abastecimiento, Gerente de Sector Ing. Daniel Tasende, [dtasende@ute.com.uy](mailto:dtasende@ute.com.uy)

# Anexo 1 – Planos de la Red 2016 y 2023



Red modelada para el año 2016





Red modelada para el año 2023

## Anexo 2 – Resultados de flujos en los Arcos de SimSEE – Flucar

2016

ARCOS	ART->TGO	TGO->ART	ARA->TGO	TGO->ARA	ARA->SAL	SAL->ARA	SAL->PAY	PAY->SAL
Rate A (MVA)	95.6	95.6	95.6	95.6	95.6	95.6	96.4	96.4
CON Red	8.20	2.68	4.11	5.29	4.55	5.84	8.59	3.28
SIN Red	5.97	7.16	9.89	4.12	3.92	13.20	10.06	3.89
Diferencia	2.24	-4.47	-5.78	1.17	0.63	-7.36	-1.47	-0.62

ARCOS	PAY->YOU	YOU->PAY	ART->RIV	RIV->ART	RIV->TAC	TAC->RIV	TAC->MEL	MEL->TAC
Rate A (MVA)	162.0	162.0	150.0	150.0	95.6	95.6	447.0	447.0
CON Red	0.17	23.39	6.09	1.09	0.53	7.61	27.57	0.14
SIN Red	1.06	27.55	20.02	4.43	2.71	26.29	38.94	0.00
Diferencia	-0.89	-4.16	-13.93	-3.34	-2.18	-18.68	-11.37	0.14

ARCOS	TYT->MEL	MEL->TYT	TYT->VAL	VAL->TYT	TER->ARM	ARM->TER	VAL->ARM	ARM->VAL
Rate A (MVA)	95.6	95.6	95.6	95.6	191.2	191.2	95.6	95.6
CON Red	21.23	0.11	1.60	8.50	81.61	0.00	0.00	0.00
SIN Red	28.62	0.01	6.81	15.37	71.59	0.00	17.30	0.00
Diferencia	-7.39	0.10	-5.21	-6.87	10.02	0.00	-17.30	0.00

ARCOS	TER->PAM	PAM->TER	TAC->PAM	PAM->TAC	SCA->ROC	ROC->SCA	FBE->COL	COL->FBE
Rate A (MVA)	95.6	95.6	95.6	95.6	95.6	95.6	65.0	65.0
CON Red	1.01	23.83	1.98	10.65	1.12	4.25	1.89	0.00
SIN Red	10.29	23.90	1.78	36.05	3.47	16.64	62.00	0.00
Diferencia	-9.28	-0.07	0.20	-25.40	-2.35	-12.38	-60.11	0.00

ARCOS	TRI->MON	MON->TRI	FLO->MON	MON->FLO	DUR->TER	TER->DUR	MON->BIF	BIF->MON
Rate A (MVA)	192.8	192.8	191.2	191.2	191.2	191.2	130.0	130.0
CON Red	50.58	0.00	51.33	0.13	0.37	26.33	17.49	1.56
SIN Red	111.23	0.00	54.70	0.24	0.01	31.96	13.81	10.60
Diferencia	-60.65	0.00	-3.37	-0.12	0.36	-5.64	3.67	-9.04

ARCOS	BIF->SCA	SCA->BIF	DUR->PIN	PIN->DUR	TER->VAL	VAL->TER	PAL->AND	AND->PAL
Rate A (MVA)	130.0	130.0	191.2	191.2	95.6	95.6	96.4	96.4
CON Red	0.88	13.39	14.57	1.82	1.66	7.91	2.90	7.86
SIN Red	0.00	41.01	16.41	0.85	6.70	0.00	0.00	0.04
Diferencia	0.88	-27.62	-1.85	0.97	-5.05	7.91	2.90	7.82

ARCOS	AND->BAY	BAY->AND	TER->BAY	BAY->TER	MON->COL	COL->MON	TER->YOU	YOU->TER
Rate A (MVA)	96.4	96.4	96.4	96.4	272.8	272.8	162.0	162.0
CON Red	2.88	7.93	9.10	2.76	0.00	106.91	7.75	6.41
SIN Red	0.00	0.05	55.33	0.00	0.00	251.77	5.84	17.33
Diferencia	2.88	7.89	-46.23	2.76	0.00	-144.87	1.91	-10.92

ARCOS	FBE->SJA	SJA->FBE	FBE->YOU	YOU->FBE	TRI->PAL	PAL->TRI	TRI->BAY	BAY->TRI
Rate A (MVA)	95.6	95.6	65.0	65.0	96.4	96.4	96.4	96.4
CON Red	23.81	0.00	26.99	0.05	5.93	2.03	0.36	1.46
SIN Red	57.46	0.00	45.79	0.00	0.47	0.02	0.00	49.75
Diferencia	-33.65	0.00	-18.80	0.05	5.45	2.01	0.36	-48.29

ARCOS	PAL5->MON5	MON5->PAL5	ARG5->SGU5	SGU5->ARG5	MON5->SCA5	SCA5->MON5	SCA5->CME5	CME5->SCA5
Rate A (MVA)	2772.0	2772.0	1386.0	1386.0	1493.0	1493.0	1386.0	1386.0
CON Red	100.18	1.36	0.01	293.79	49.22	60.67	51.02	78.43
SIN Red	559.49	10.31	0.00	54.44	99.80	102.44	89.28	152.56
Diferencia	-459.31	-8.95	0.01	239.35	-50.57	-41.78	-38.26	-74.13

ARCOS	ARG5->SJA5	SJA5->ARG5	PAL5->SJA5	SJA5->PAL5	SGU5->SJA5	SJA5->SGU5	PTI5->MON5	MON5->PTI5
Rate A (MVA)	1386.0	1386.0	2772.0	2772.0	1386.0	1386.0	1493.0	1493.0
CON Red	17.38	30.28	27.06	79.39	49.06	6.59	50.31	0.24
SIN Red	0.00	18.21	14.35	440.97	444.13	0.00	50.50	0.00
Diferencia	17.38	12.07	12.70	-361.57	-395.07	6.59	-0.20	0.24

ARCOS	SGU5->SAL	SAL->SGU5	SJA5->SJA	SJA->SJA5	PAL5->PAL	PAL->PAL5	CME5->MEL	MEL->CME5
Rate A (MVA)	400.0	400.0	150.0	150.0	200.0	200.0	250.0	250.0
CON Red	25.72	16.05	0.00	23.37	4.93	13.68	2.35	35.18
SIN Red	27.55	17.64	0.00	51.71	0.02	0.46	0.48	46.06
Diferencia	-1.83	-1.59	0.00	-28.34	4.91	13.22	1.87	-10.88

## Anexo 3 – Resultados de flujos en los Arcos de SimSEE – Flucar

2023

ARCOS	ART->TGO	TGO->ART	ARA->TGO	TGO->ARA	ARA->SAL	SAL->ARA	SAL->PAY	PAY->SAL
Rate A (MVA)	95.6	95.6	95.6	95.6	95.6	95.6	96.4	96.4
CON Red	4.49	0.99	4.06	1.27	0.56	6.24	17.38	0.88
SIN Red	7.50	0.33	2.60	2.42	1.53	5.64	22.94	0.09
Diferencia	-3.01	0.66	1.46	-1.16	-0.97	0.60	-5.56	0.80
ARCOS	PAY->YOU	YOU->PAY	ART->RIV	RIV->ART	RIV->TAC	TAC->RIV	TAC5->MEL5	MEL5->TAC5
Rate A (MVA)	162.0	162.0	150.0	150.0	231.6	231.6	1493.0	1493.0
CON Red	0.40	19.61	6.65	1.71	0.52	17.65	99.39	2.13
SIN Red	1.28	20.78	11.57	7.36	14.55	22.75	96.89	2.74
Diferencia	-0.88	-1.18	-4.92	-5.65	-14.03	-5.11	2.50	-0.61
ARCOS	TYT->MEL	MEL->TYT	TYT->VAL	VAL->TYT	TER->ARM	ARM->TER	VAL->ARM	ARM->VAL
Rate A (MVA)	95.6	95.6	95.6	95.6	191.2	191.2	95.6	95.6
CON Red	7.94	2.14	3.43	6.24	174.72	0.00	0.00	0.00
SIN Red	7.28	0.39	8.20	0.84	163.26	0.00	25.63	0.00
Diferencia	0.67	1.75	-4.77	5.40	11.46	0.00	-25.63	0.00
ARCOS	TER->PAM	PAM->TER	TAC->PAM	PAM->TAC	SCA->ROC	ROC->SCA	FBE->COL	COL->FBE
Rate A (MVA)	95.6	95.6	191.2	191.2	95.6	95.6	65.0	65.0
CON Red	1.16	23.56	4.12	16.92	3.97	1.11	3.10	0.00
SIN Red	0.27	48.32	10.39	9.62	10.82	8.73	64.50	0.00
Diferencia	0.89	-24.77	-6.28	7.29	-6.85	-7.62	-61.40	0.00
ARCOS	TRI->MON	MON->TRI	FLO->MON	MON->FLO	DUR->TER	TER->DUR	MON->BIF	BIF->MON
Rate A (MVA)	192.8	192.8	191.2	191.2	191.2	191.2	130.0	130.0
CON Red	45.30	0.00	22.53	0.75	4.29	12.82	7.57	0.15
SIN Red	107.00	0.00	43.83	0.40	0.08	31.46	3.53	9.43
Diferencia	-61.70	0.00	-21.30	0.34	4.21	-18.64	4.04	-9.28
ARCOS	BIF->SCA	SCA->BIF	DUR->PIN	PIN->DUR	TER->VAL	VAL->TER	PAL->AND	AND->PAL
Rate A (MVA)	130.0	130.0	191.2	191.2	95.6	95.6	232.4	232.4
CON Red	0.70	9.11	6.62	14.35	1.03	12.11	2.93	5.45
SIN Red	0.00	59.07	12.66	1.25	0.24	0.00	0.00	2.67
Diferencia	0.70	-49.96	-6.04	13.11	0.79	12.11	2.93	2.78
ARCOS	AND->BAY	BAY->AND	TER->BAY	BAY->TER	MON->COL	COL->MON	TER->YOU	YOU->TER
Rate A (MVA)	232.4	232.4	96.4	96.4	272.8	272.8	162.0	162.0
CON Red	7.43	0.72	0.54	8.22	0.01	59.07	9.17	6.11
SIN Red	14.68	0.00	35.51	0.41	0.00	236.81	1.10	14.74
Diferencia	-7.25	0.72	-34.98	7.82	0.01	-177.74	8.07	-8.63
ARCOS	FBE->SJA	SJA->FBE	FBE->YOU	YOU->FBE	TRI->PAL	PAL->TRI	TRI->BAY	BAY->TRI
Rate A (MVA)	95.6	95.6	65.0	65.0	96.4	96.4	96.4	96.4
CON Red	14.94	0.00	23.67	1.21	3.05	4.80	1.94	0.90
SIN Red	55.06	0.00	42.98	0.00	0.03	1.04	0.00	44.77
Diferencia	-40.12	0.00	-19.31	1.21	3.02	3.76	1.94	-43.87
ARCOS	PAL5->MON5	MON5->PAL5	ARG5->SGU5	SGU5->ARG5	MON5->SCA5	SCA5->MON5	SCA5->CME5	CME5->SCA5
Rate A (MVA)	2772.0	2772.0	1386.0	1386.0	1493.0	1493.0	1386.0	1386.0
CON Red	160.87	0.00	0.00	90.90	26.12	30.04	24.70	61.14
SIN Red	564.58	0.00	0.00	31.01	1.11	225.00	1.47	357.80
Diferencia	-403.72	0.00	0.00	59.90	25.01	-194.96	23.23	-296.65
ARCOS	ARG5->SJA5	SJA5->ARG5	PAL5->SJA5	SJA5->PAL5	SGU5->SJA5	SJA5->SGU5	PTI5->MON5	MON5->PTI5
Rate A (MVA)	1386.0	1386.0	2772.0	2772.0	1386.0	1386.0	1493.0	1493.0
CON Red	44.06	0.38	0.05	116.09	58.08	0.03	88.06	0.01
SIN Red	0.02	3.69	1.15	405.13	404.55	0.93	124.64	0.00
Diferencia	44.04	-3.32	-1.11	-289.05	-346.47	-0.90	-36.58	0.01
ARCOS	SGU5->SAL	SAL->SGU5	SJA5->SJA	SJA->SJA5	PAL5->PAL	PAL->PAL5	CME5->MEL	MEL->CME5
Rate A (MVA)	400.0	400.0	150.0	150.0	400.0	400.0	250.0	250.0
CON Red	35.21	8.79	0.00	14.67	7.08	7.70	4.02	21.24
SIN Red	36.70	20.66	0.00	49.56	0.00	1.39	2.32	22.23
Diferencia	-1.48	-11.86	0.00	-34.88	7.08	6.31	1.69	-0.99
ARCOS	SCA5->SCA	SCA->SCA5	MON5->MON	MON->MON5	TAC5->TAC	TAC->TAC5	SGU5->TAC5	TAC5->SGU5
Rate A (MVA)	500.0	500.0	2200.0	2200.0	250.0	250.0	1493.0	1493.0
CON Red	36.44	4.58	251.54	0.00	5.53	25.31	81.21	3.04
SIN Red	97.92	1.52	821.68	0.00	0.48	31.87	82.31	7.87
Diferencia	-61.48	3.06	-570.14	0.00	5.05	-6.56	-1.10	-4.83