

# **NUEVO MODELO DE DESPACHO DE CORTO PLAZO DEL COES**

Subdirección de Programación

14 de octubre de 2019

# Etapas de la elaboración de los programas operación

Modelos actuales en COES



Programación de la Operación de  
Mediano Plazo (Anual)

Política de desembalse de reservorios con capacidad regulación anual, estacional, mensual.  
\*Mantenimientos, Obras, etc.

Programación de la Operación de  
Corto Plazo (Semanal)

Programación de centrales hidráulicas.  
Manejo de reservorios de regulación diaria y/u horaria.  
Programación de centrales Térmicas.

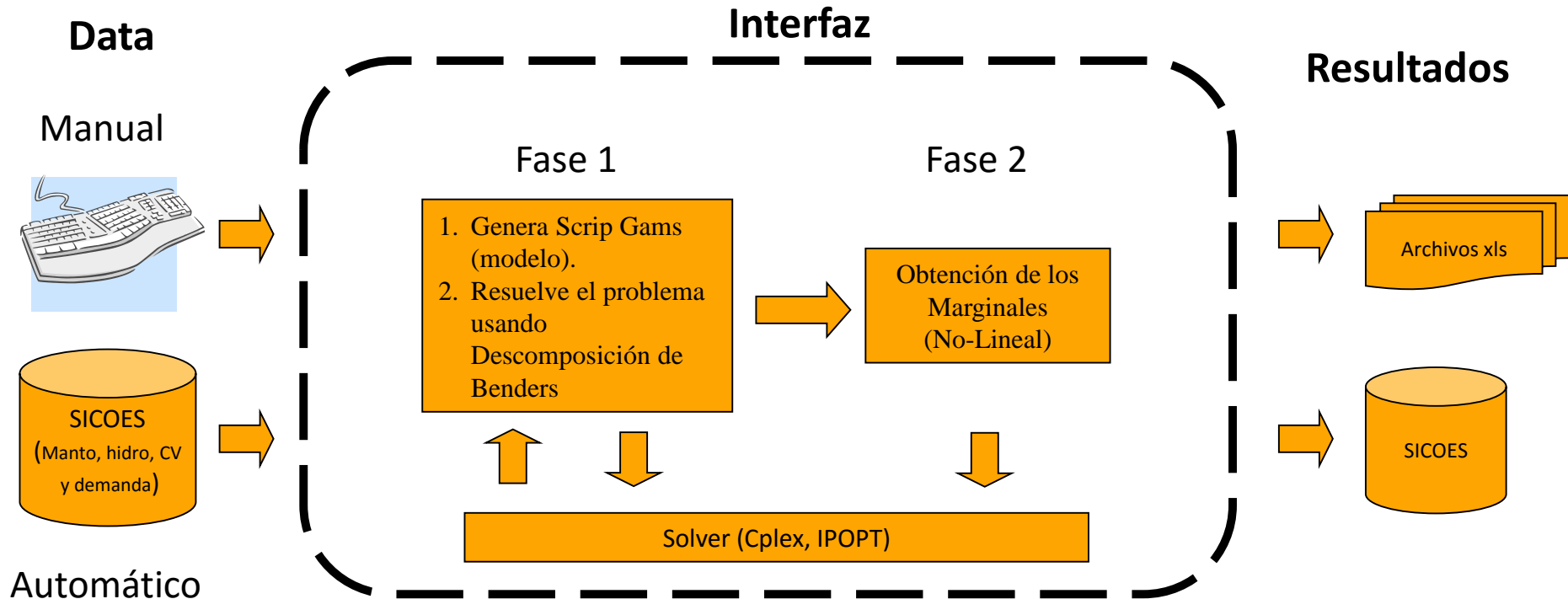
Programación de la Operación Diaria

Ajuste de la programación semanal para cada día, con los datos actualizados.

Operación de Tiempo Real y  
Reprogramación Diaria

Ajuste de la programación ante variaciones de demanda y/o indisponibilidades imprevistas

## Estructura del nuevo Modelo



- Carga directa de datos del SGOCOES → Menos errores y tiempo.
- Varios usuarios pueden acceder al mismo escenario → Menor tiempo en armar el caso
- Modificación de la Topología Base “caso patrón” solo a usuarios autorizados → Mas seguridad y trazabilidad.
- Los casos y resultados se almacenan en el SGOCOES → Reducir datos en pc’s locales
- Uso de casos en pc’s locales (OFFLINE) serán casos excepcionales → Previsto para los Agentes.

## Principales ventajas del nuevo Modelo

- Menor tiempo de ejecución (Descomposición de Benders). El nuevo Modelo utiliza a lo más solo un 30 % del tiempo que usa el NCP.
- Durante la simulación:
  - Se puede modificar datos en el modelo
  - Se puede revisar los resultados parciales (no se requiere cortar la simulación).
- Se puede hacer el despacho en etapas variables: Ejemplo: 1er día en ½ horas y el resto en paso horario.
- Carga automática de datos desde el SGOCOES: demanda, costos, hidrología, mantenimientos, etc.
- Cuenta con una “Topología Base”: Todos los datos actualizados del parque de generación y transmisión del SEIN son tomados directamente del SGOCOES. Se utiliza para crear los casos semanales y diarios desde cero.
- Modelamiento adecuado de los ciclos combinados. Con una sola simulación el modelo decide el modo de operación óptimo. Asimismo, ya se puede incluir los costos de arranque de transición entre modo y modo de los ciclos combinados, lo cual asegura una decisión más económica.

## Principales ventajas del nuevo Modelo

- Los CVNC pueden variar de una etapa a otra.
- Acceso al código del modelo (GAMS), para los usuarios permitidos. De esta manera se puede crear cualquier restricción adicional e incluso seguir mejorando el código de manera constante.
- Embalses y plantas hidráulicas se representan como equipos diferentes, lo cual es más real.
- Representación más exacta de las pérdidas en las líneas de transmisión.
- Varios usuarios pueden tener acceso al caso a simular.
- Actualmente se cuenta con un grupo de trabajo interno en la SPR que se encarga del mantenimiento y mejora del nuevo Modelo.

## **Futuras mejoras al nuevo Modelo**

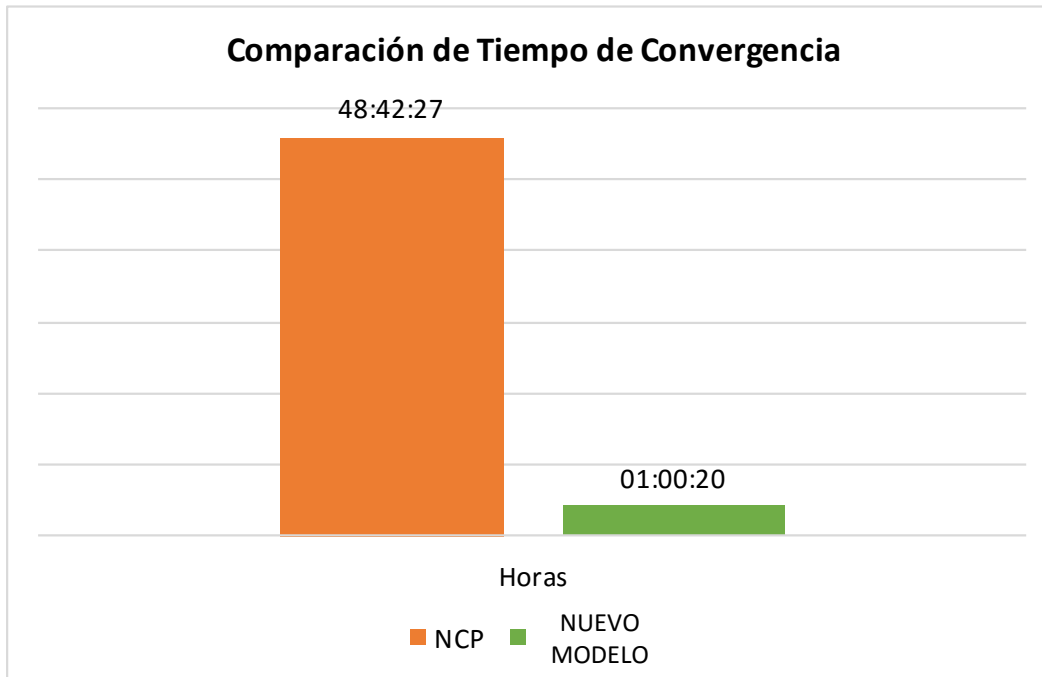
- Interfaz gráfica de la topología hidráulica.
- Interfaz gráfica de la red de transmisión.
- Inclusión de las restricciones de “Seguridad en sistemas eléctricos de potencia”.
- Mejoras en el código del nuevo Modelo y en el tiempo de ejecución.
- Interacción con el DigSILENT.

**RESULTADOS DEL  
NUEVO MODELO VS  
EL NCP  
(Caso semanal  
Avenida)**



## Resultados del nuevo Modelo vs NCP del PSO semana 02-2019

Ventaja principal: Menor tiempo de ejecución

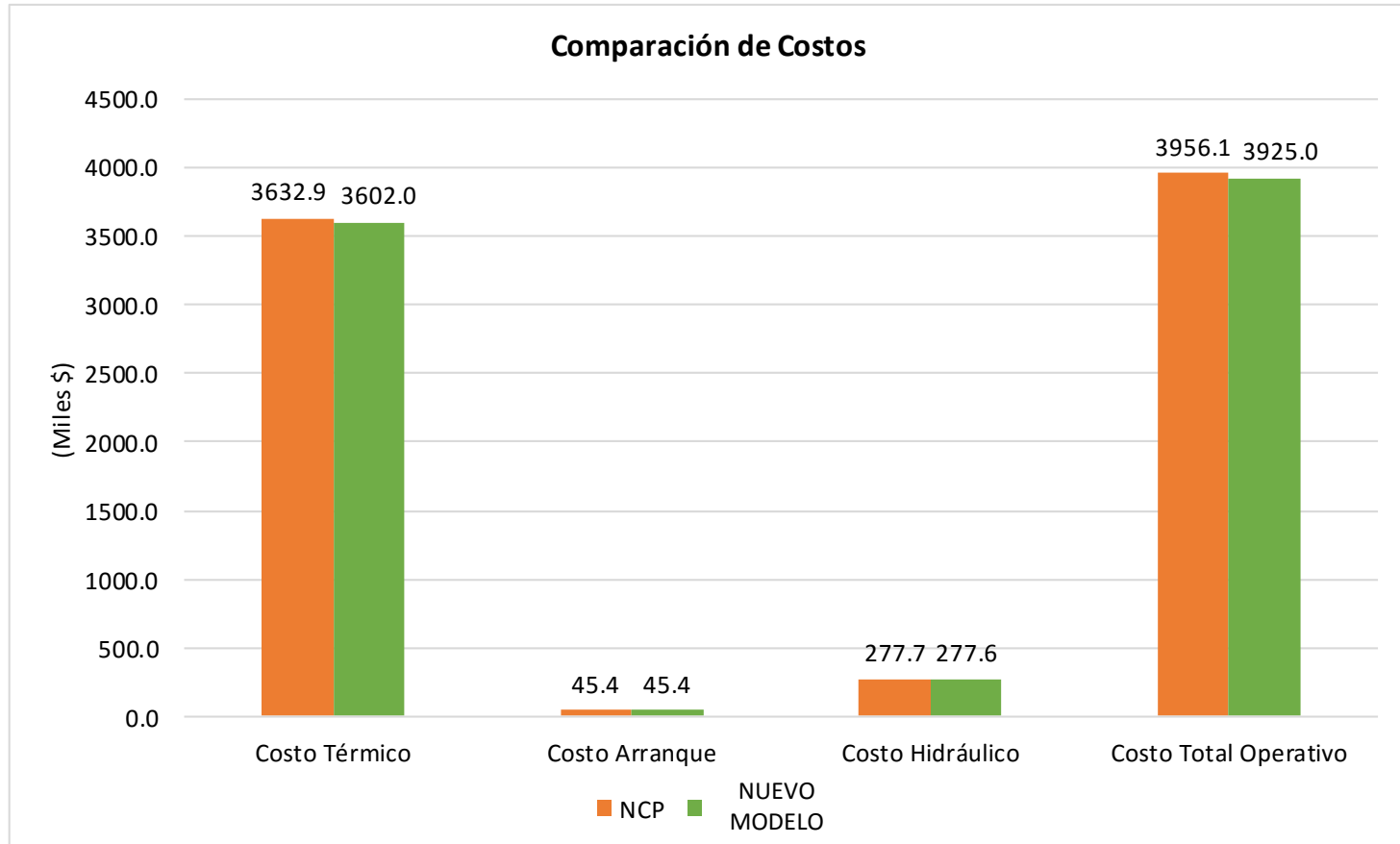


	NCP	NUEVO MODELO
Horas	48:42:27	01:00:20
Tolerancia	0.21%	0.1%

- Ambos casos fueron ejecutados en la misma PC: Intel i7, 3.4 GHz, 1 procesador de 4 núcleos y 24 GB RAM (PC local)



## Resultados del nuevo Modelo vs NCP del PSO semana 02-2019

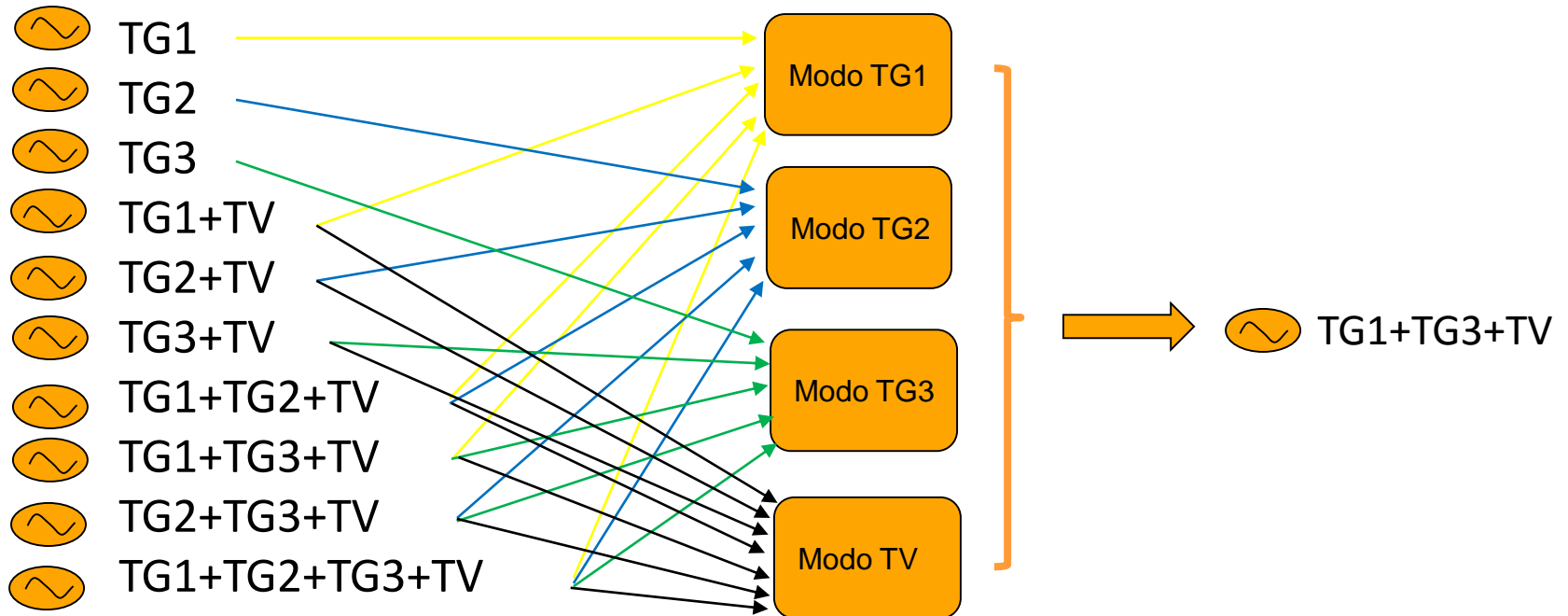


COSTOS	NCP	NUEVO MODELO
Costo Térmico	3632.9	3602.0
Costo Arranque	45.4	45.4
Costo Hidráulico	277.7	277.6
Costo Total Operativo	3956.1	3925.0

**MODELAMIENTO  
DE LOS CICLOS  
COMBINADOS**



## Nuevo Modelo de Despacho

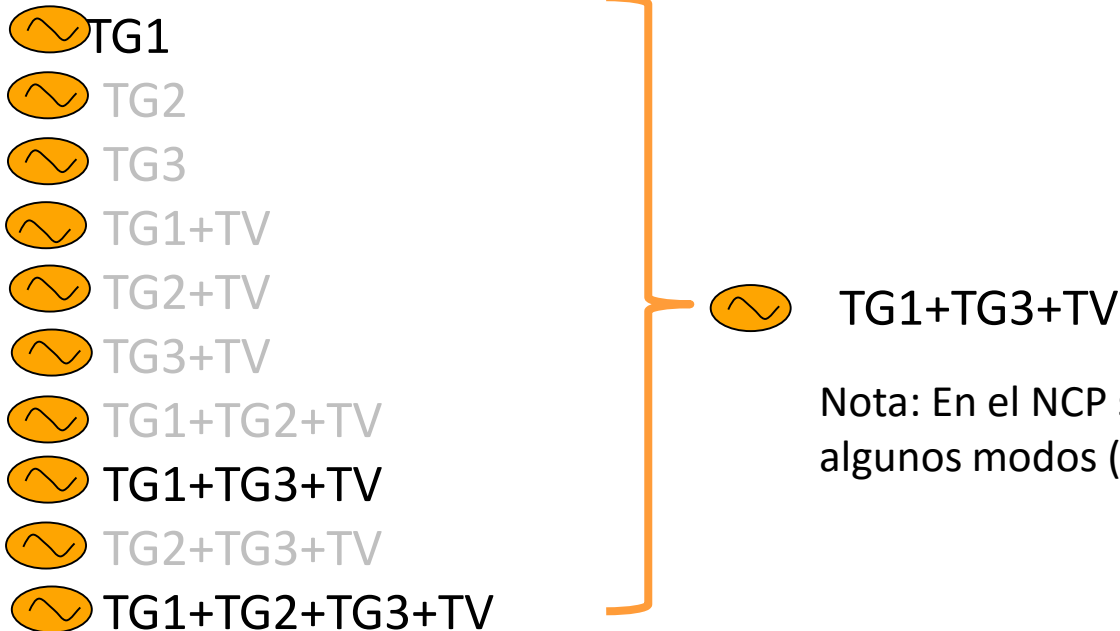


En el nuevo Modelo, los modos individuales pueden pertenecer a varios grupos excluyentes.

En el nuevo Modelo de despacho, **solo se requiere hacer una simulación para obtener el despacho correcto.**

## Modelo Actual (NCP)

Todas las unidades térmicas asociadas a un “ciclo combinado” pueden pertenecer a un solo grupo de modos excluyentes. Esto hace que se requiera deshabilitar algunos modos de operación para encontrar la solución óptima.



Nota: En el NCP se necesita deshabilitar algunos modos (en gris por ejemplo).

Para cubrir las otras posibilidades, se deberán realizar simulaciones con dichas posibilidades  
➔ Elaborar casos adicionales y realizar mas simulaciones (mayor tiempo de proceso y ejecución del modelo).

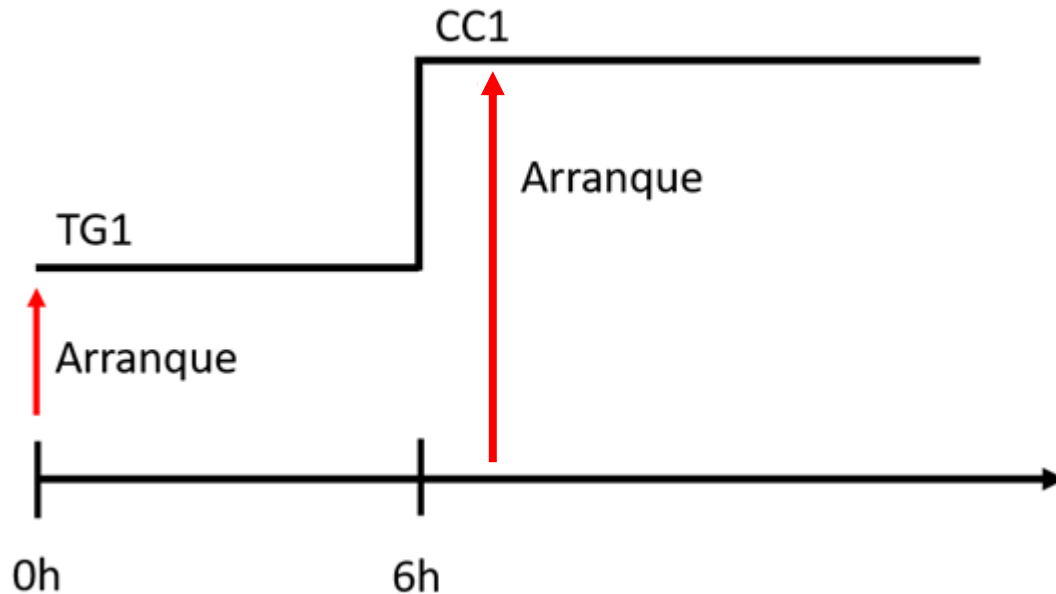
**INCORPORACIÓN  
DE LOS COSTOS  
DE TRANSICIÓN  
ENTRE MODOS  
DE OPERACIÓN  
DE UN CICLO  
COMBINADO**



## Modelo Actual (NCP)

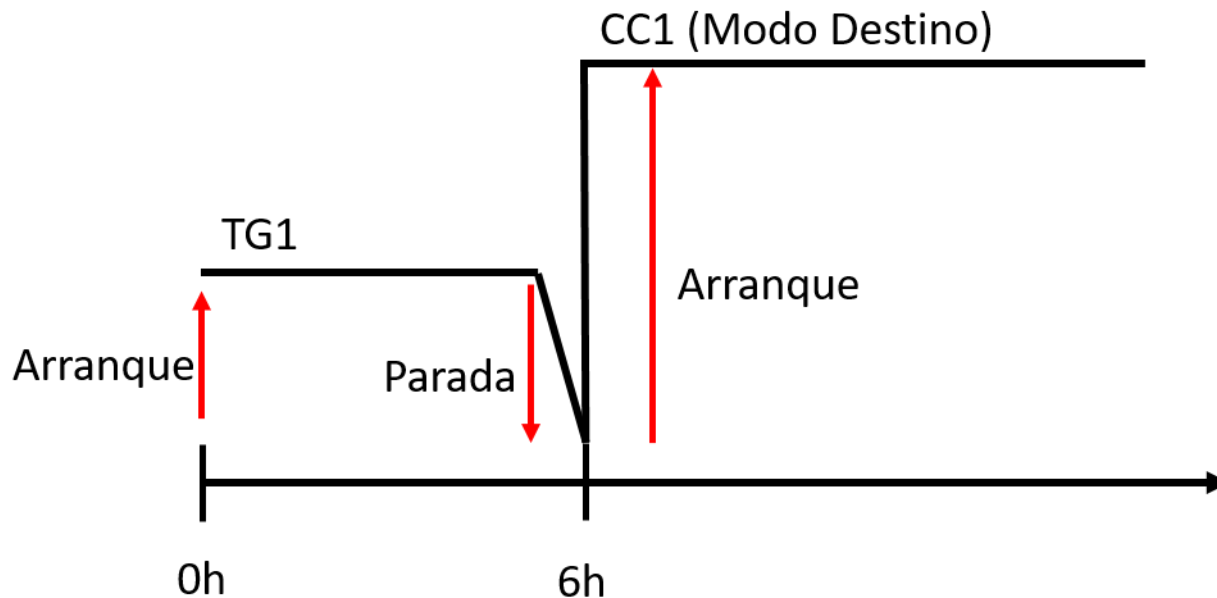
Los ciclos combinados tienen varios modos de operación. Por ejemplo un grupo excluyente de Kallpa es : KLP-TG1, KLP-CC1, KLP-CC12, KLP-CC123.

En el modelo actual, cuando la optimización decide una transición de un modo a un modo superior, el costo total de arranque es la suma de los costos de arranque de ambos modos de operación.



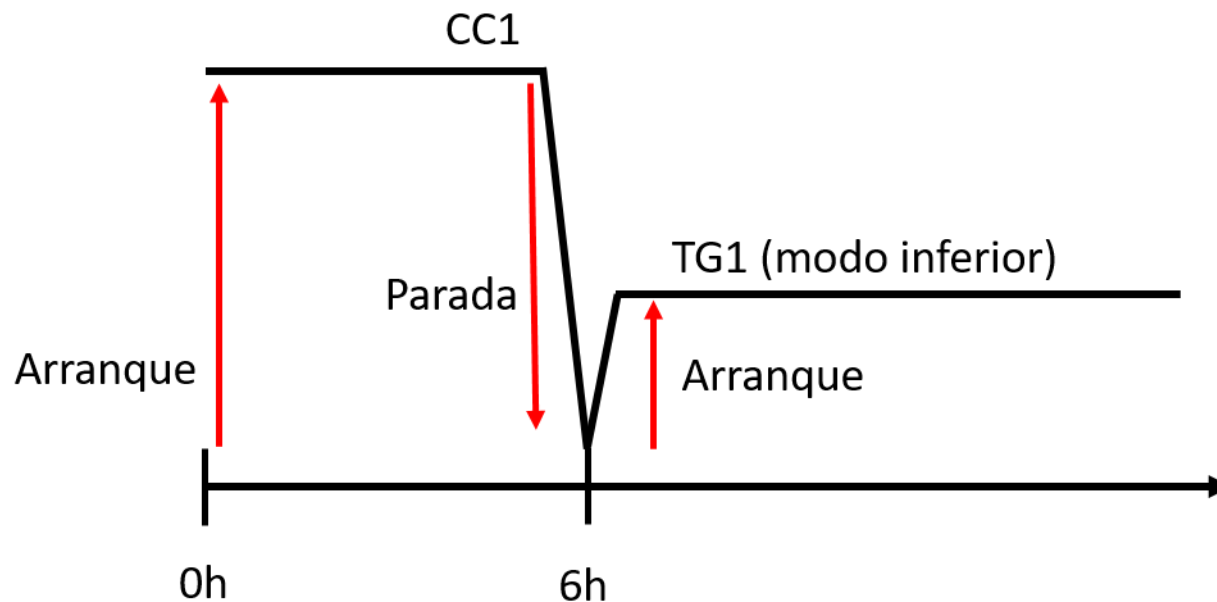
## Nuevo Modelo de despacho

En el nuevo Modelo de despacho, cuando la optimización decide la transición de un modo a otro superior, el costo total de arranque viene dado por la suma de los costos de arranque de ambos modos de operación, menos el costo de arranque del modo inferior.



## Nuevo Modelo de despacho

En el nuevo Modelo de despacho, cuando la optimización decide pasar de un modo a otro inferior, el costo total de arranque es la suma de los costos de arranque de ambos modos de operación, menos el costo de arranque del modo que se arranca (inferior).






**CARACTERÍSTICAS  
PRINCIPALES DE  
LA INTERFAZ DEL  
NUEVO MODELO**



## Configuración hidráulica

MDCOES - Ingreso al Sistema

SIGN IN


Usuario:

Contraseña:

MDCOES - [Corto Plazo] => Escenario: ESC-D-2019-03-25-12

Archivo Escenario Parámetros

Configuración

Hidrología

Plantas Hidráulicas

Embalses

Termoeléctricas

RER y Otros

Transmisión

Reserva

Otras Configuraciones

Plantas Hidrológicas

Código	Planta Hidrológica	Origen
561	ARCATA	10691
63	ARICOTA I	1201
64	ARICOTA II	1202
78	CAHUA	260
5	CALLAHUANCA	261
2056	CARHUAC	18966
82	CARHUAQUERO	264
787	CARHUAQUERO IV	14909
75	CAÑA BRAVA	11842

Cargar SICOES

Agregar

Eliminar

Editar

General Topología Unidad Generadora Estaciones Hidrológicas

Nodo Topológico: CARHUAQUERO 220

Datos Generales

Generación Mínima (MW):	10.000	Potencia Efectiva (MW):	94.532
Costo de OM (\$/MWh):	0.515	No Vierte:	<input type="checkbox"/>
Coef. de Producción Promedio (MW/m3/s):	4.488		
Servicios auxiliares (MW):	0.131		
Factor de indisponibilidad (%):	0.000		
Costo de Vertimiento (K\$/hm3):			
Mínimo AGC:	10.000		
Máximo AGC:	94.532		

Configuración Restricciones Resultados

# Configuración de plantas térmicas

MDCOES - [Corto Plazo] => Escenario: ESC-D-2019-03-25-12

Archivo Escenario Parámetros

Configuración

- Hidrología
- Plantas Hidráulicas
- Embalses
- Termoeléctricas
- Combustibles
- Plantas Térmicas**
- Ciclo Combinado
- RER y Otros
- Transmisión
- Reserva
- Otras Configuraciones

Plantas Térmicas

Agregar Eliminar Cargar SICOES Actualizar SICOE

Código	Planta Térmica	Origen
143	AGUAYTÍA	Sicoes
1016	C.T. CHILCA 2	Sicoes
885	C.T. MALACAS 1	Sicoes
761	C.T. NEPI	Sicoes
741	C.T. PUERTO BRAVO	Sicoes
768	C.T. RESERVA FRIA DE GENERACION ETEN	Sicoes
891	C.T. RESERVA FRIA DE GENERACION TALARA	Sicoes

Código	Unidad Térmica
762	NEPI_TG41
763	NEPI_TG43
764	NEPI_TG42

Código	Modo Operación
765	CTNEPITG43D2
766	CTNEPITG42D2
767	CTNEPITG41D2

Nodo topológico: MONTALVO 500

Combustible de Planta Térmica	Precio
DIESEL 2	2.6020

General Combustible

Considerar Planta: ☒ Si ☐ No Tipo de Planta: ☒ Standar ☐ Must Run

Datos Generales

Potencia Efectiva (MW): 205.015

Generación mínima (MW): 140.000

Costo Variable O&M (\$/MWh): 4.000

Factor de indisponibilidad (%): 0.000

Costo de parada (K\$):

Servicios auxiliares (MW):

Mínimo AGC:

Máximo AGC:

Planta Commitment

Costo de arranque(K\$): 12.942

Configuración Restricciones Resultados

# Restricciones

MDCOES - [Corto Plazo] => Escenario: ESC-S-2018-10-27-SEM4418-BASE

Archivo Escenario Parámetros

**Restricciones**

- Plantas Hidráulicas
  - Aportes
  - Mantenimiento
  - Número Máximo de Arranques
  - Número Máximo de Parada
  - Reserva Primaria
  - Restricciones Operativas
- Embalses
  - Aportes
  - Mantenimiento
  - Volumen Inicial y Meta
  - Restricciones de los Embalses
  - Función de Costo Futuro
- Plantas Térmicas
- Central RER y Otros
- Combustibles
- Transmisión
- Sistema

**Aportes**

Código	Embalse
114	TULUMAYO
118	TABLACHACA
2	SHEQUE
833	SHAPIRINGO
113	SAN GABAN
115	SAN DIEGO
801	RESERV. CAHUA
882	RESER CAPILLUCAS
101	PRESA MALPASO

Agregar Embalse  
 Cargar SICOES  
 Eliminar Todo  
 Eliminar

(M3/seg)

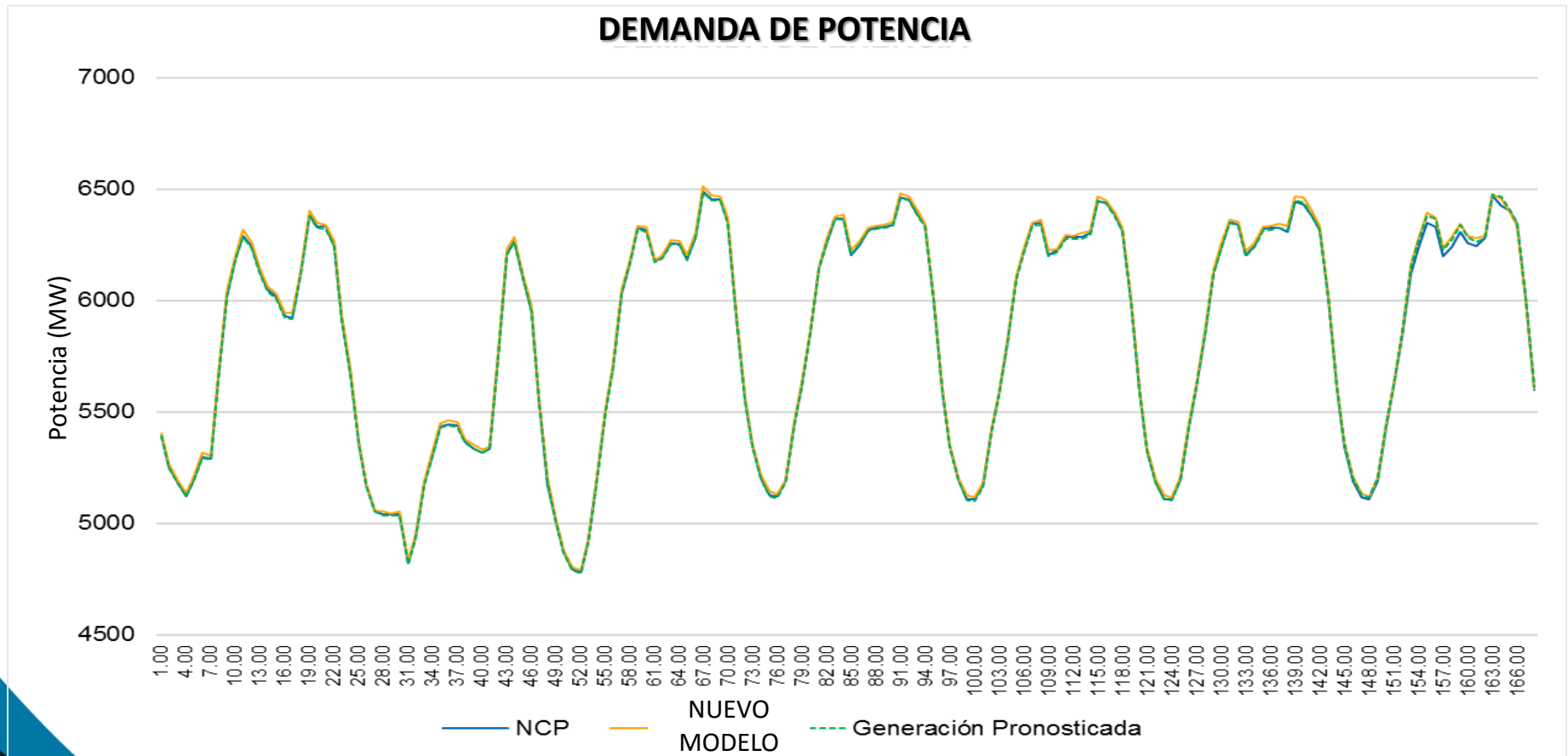
Fecha	00:30	01:00	01:30	02:00	02:30	03:00	03:30	04:00	04:30	05:00	05:30	06:00	06:30	07:00	07:30	08:00	08:30	09:00	09:30
27/10/2018	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58
28/10/2018	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58
29/10/2018	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58
30/10/2018	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58
31/10/2018	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58
01/11/2018	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58
02/11/2018	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58

Configuración Restricciones Resultados

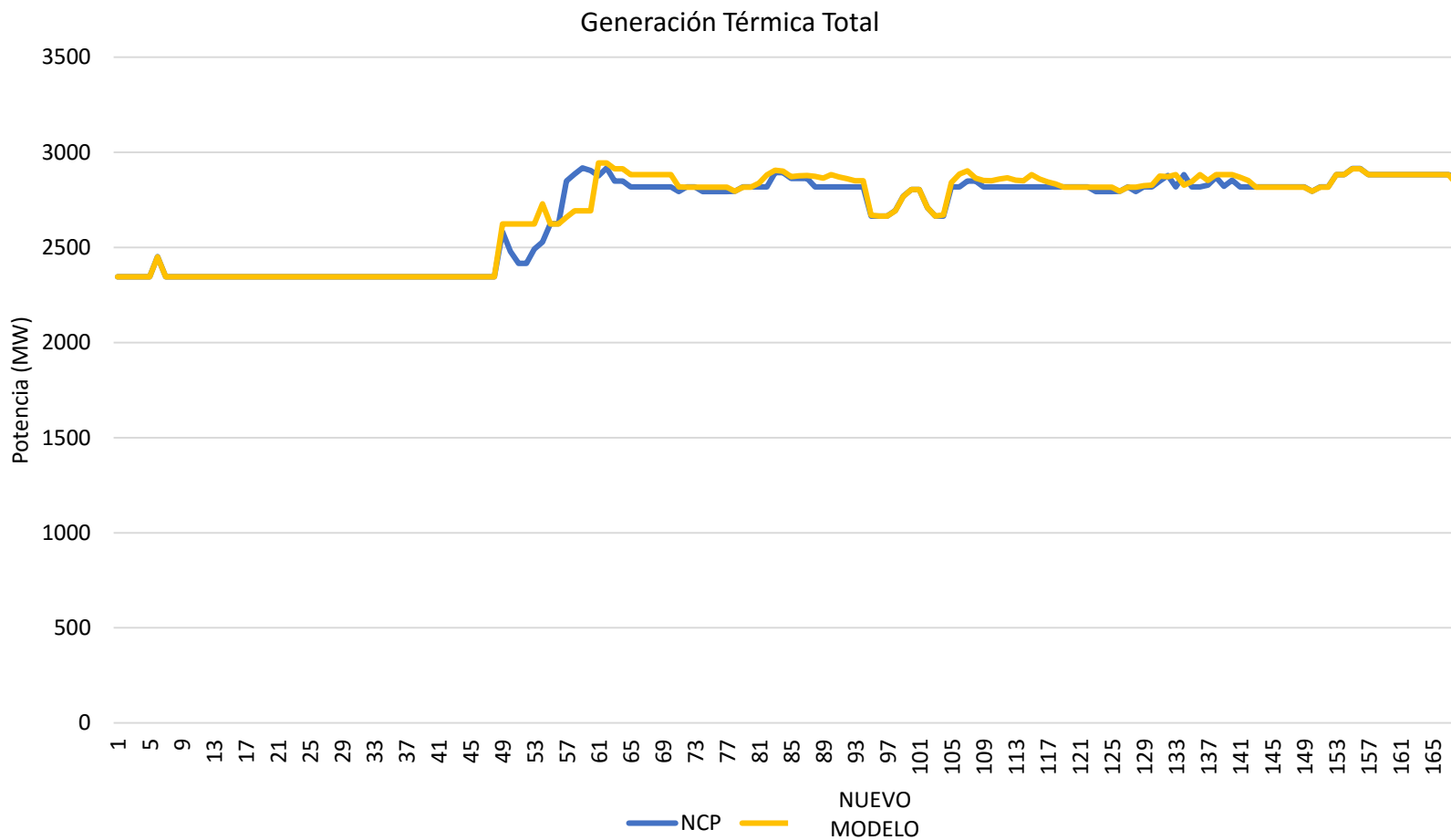
**RESULTADOS  
DEL NUEVO  
MODELO vs  
NCP  
(Caso Semanal  
de Estiaje)**



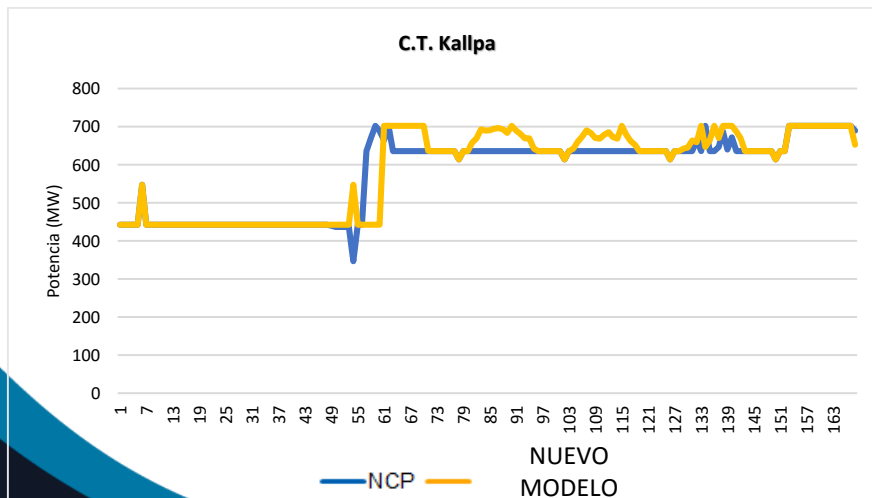
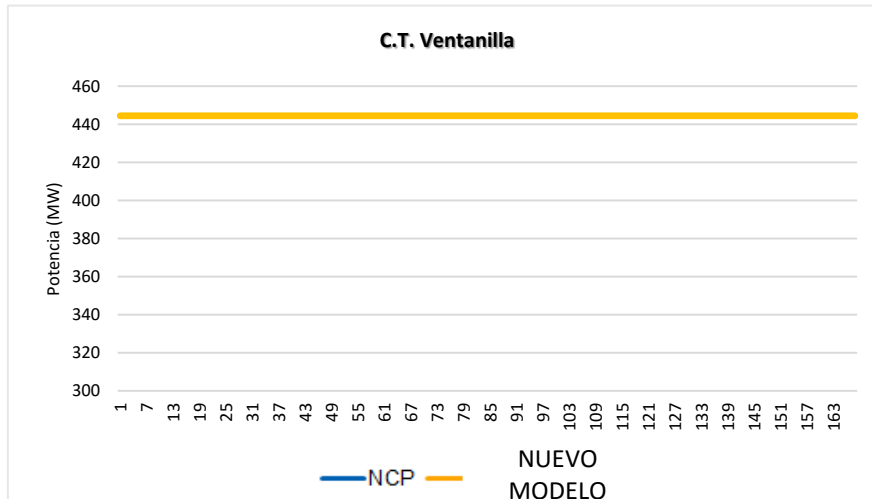
## Pronóstico de demanda a nivel de generación



# Generación térmica total



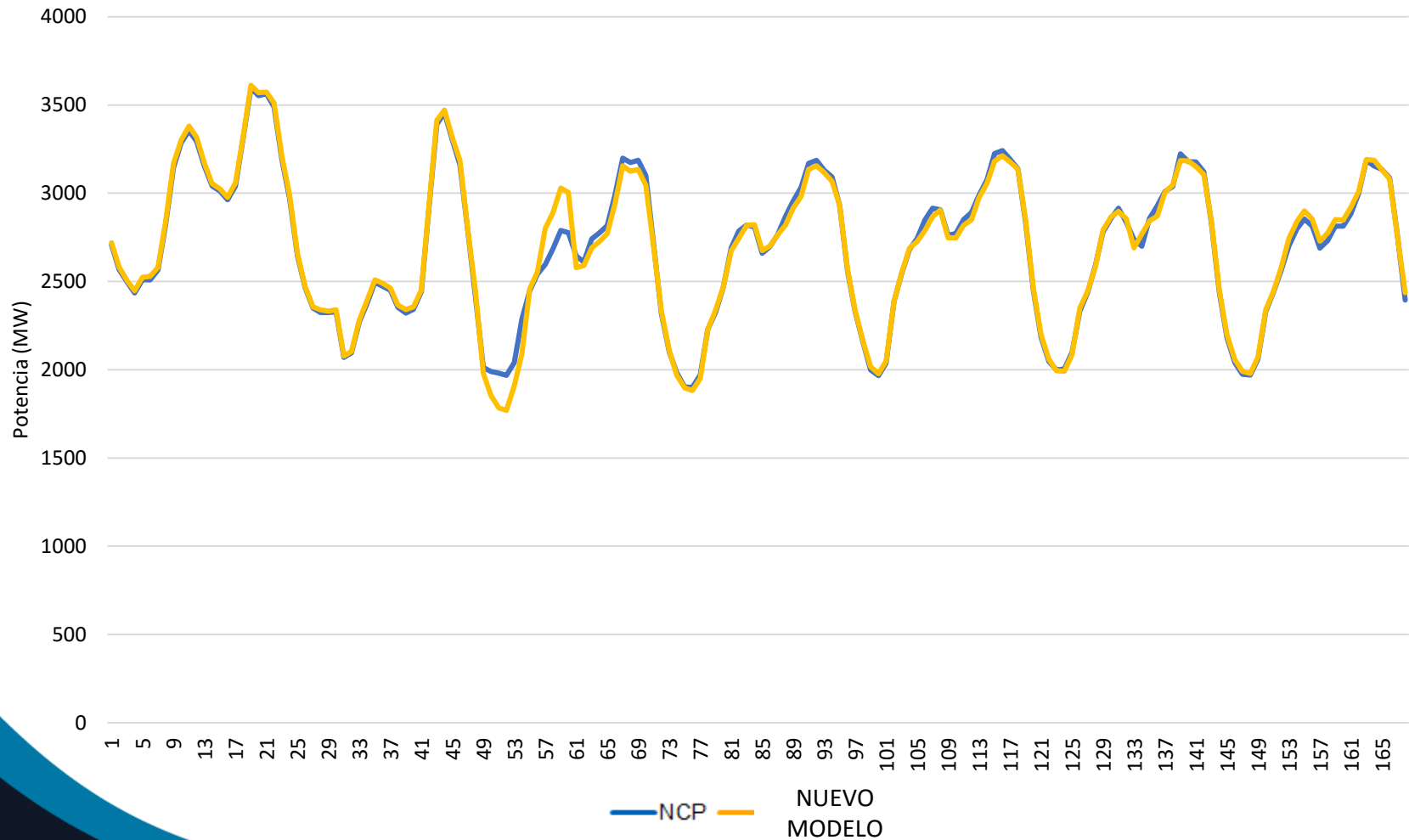
# Generación térmica por central



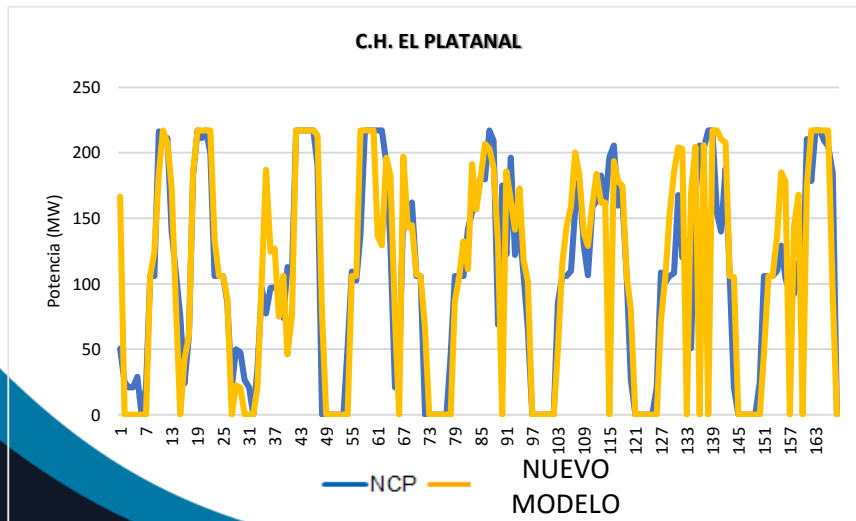
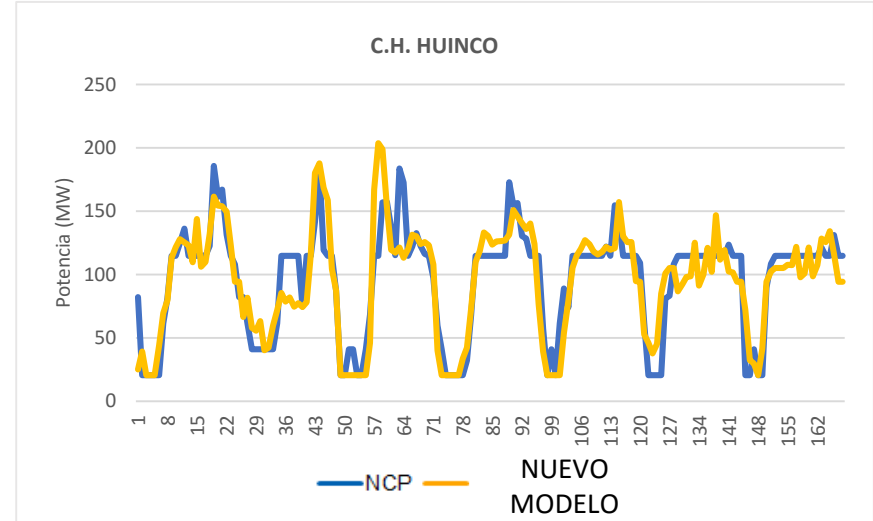


## Generación hidráulica

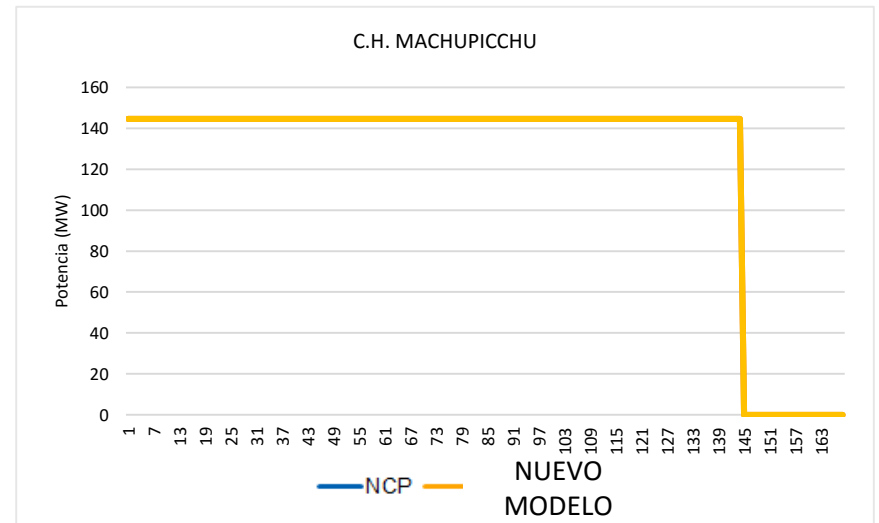
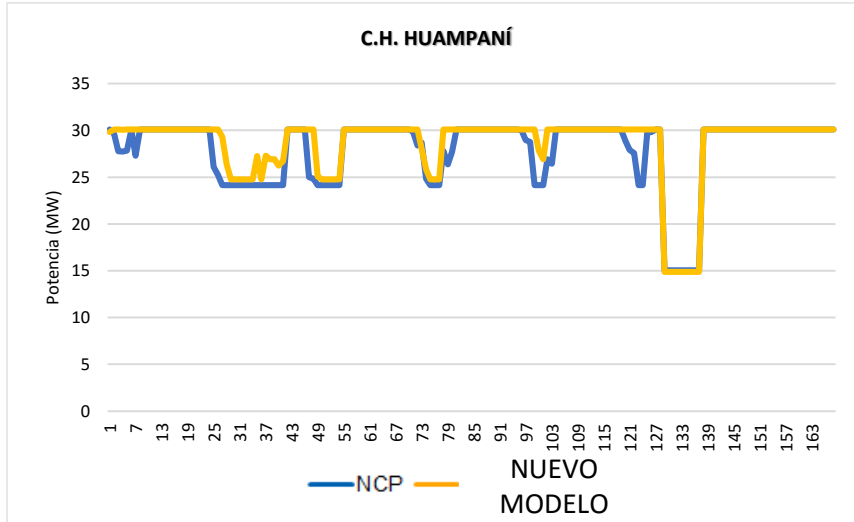
Generación Hidráulica Total



## Generación hidráulica – Central de regulación



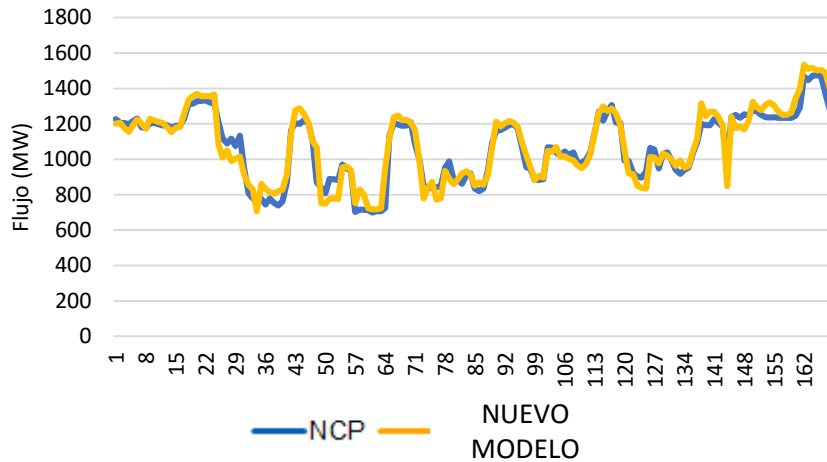
## Generación hidráulica – Central de pasada



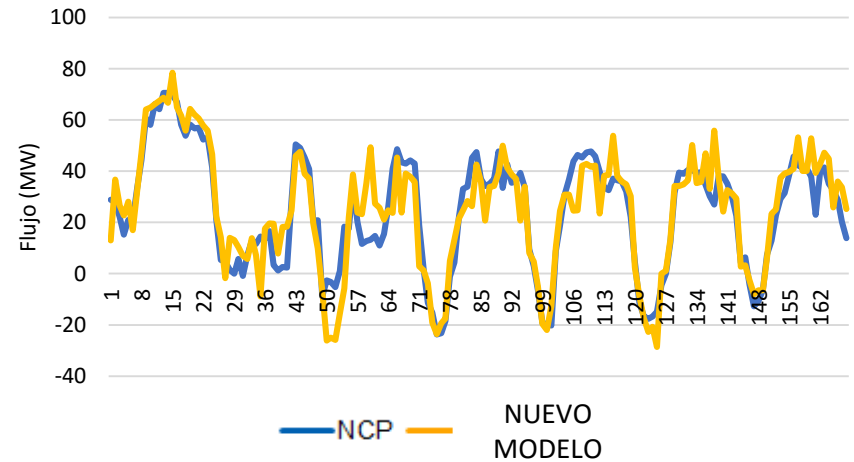


## Flujo en principales enlaces y líneas

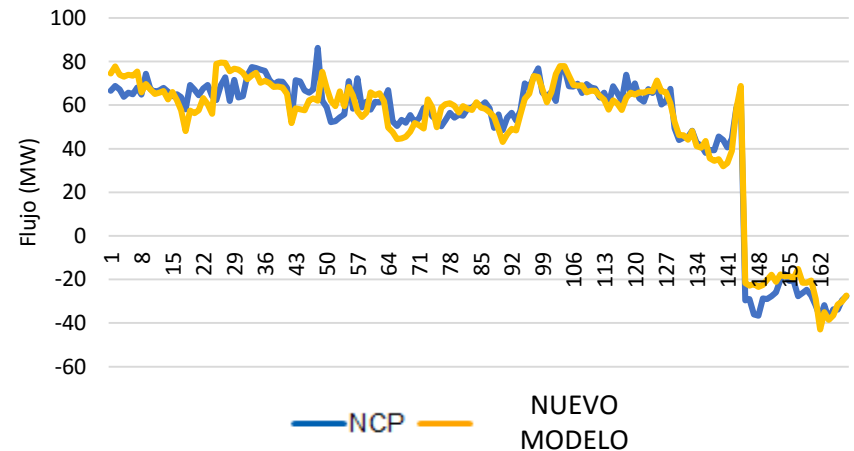
Centro - Sur



L-2205 (S.E. Pomacocha – S.E. San Juan)

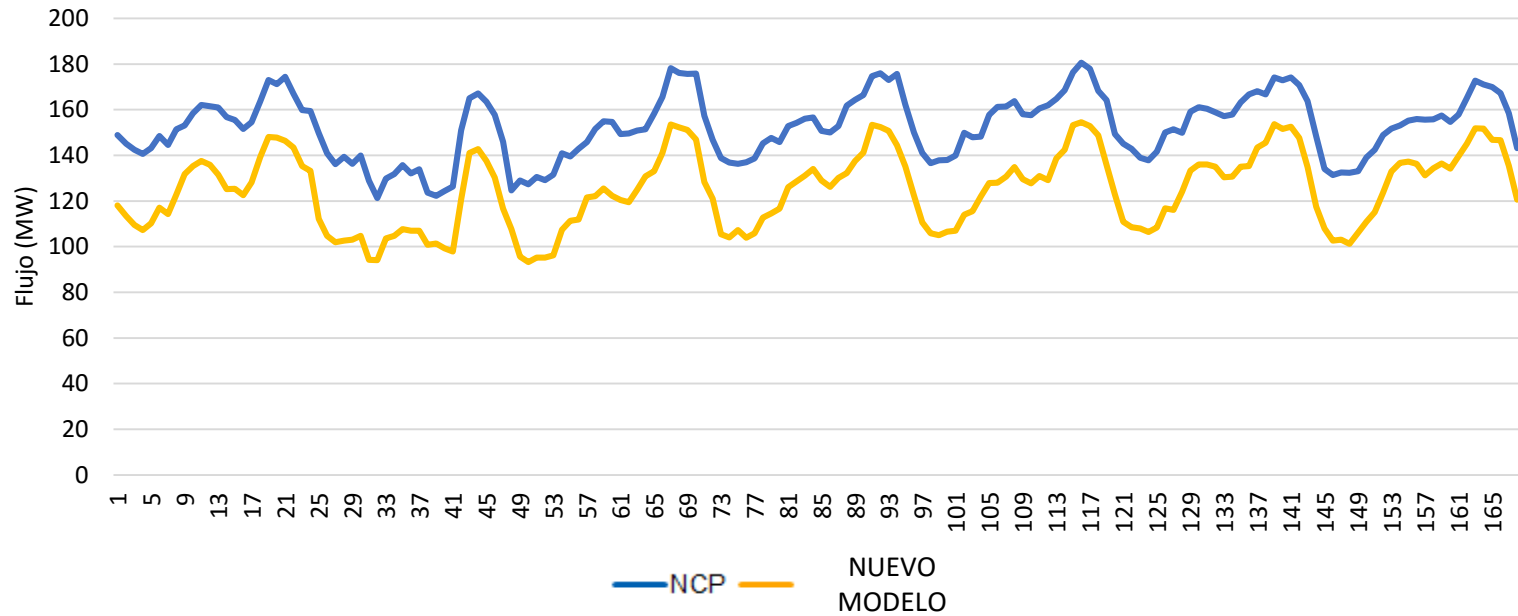


L-5010 (S.E. Trujillo – S.E. La Niña)



## Pérdidas en las líneas de transmisión

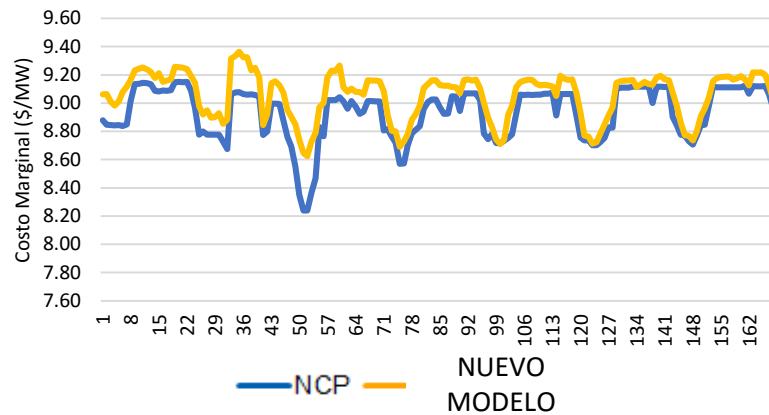
Sumatoria de pérdidas en Líneas



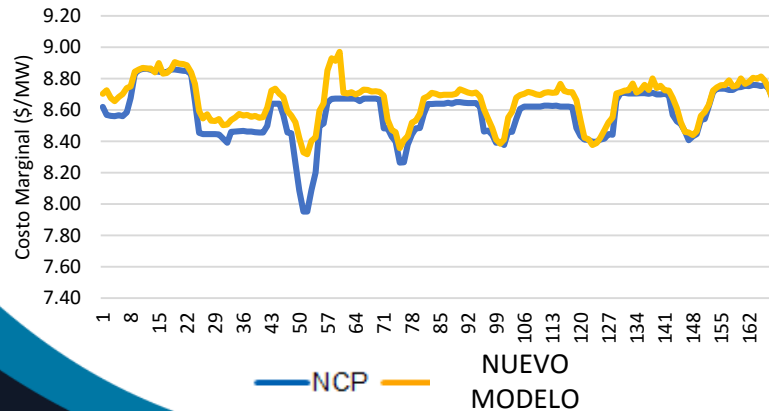
La diferencia entre las pérdidas totales en ambos modelos, aproximadamente 30 MW, se debe a que el modelo NCP utiliza una representación linealizada de pérdidas y el nuevo Modelo utiliza una representación no lineal (representación mas exacta).

## Costos marginales en barra

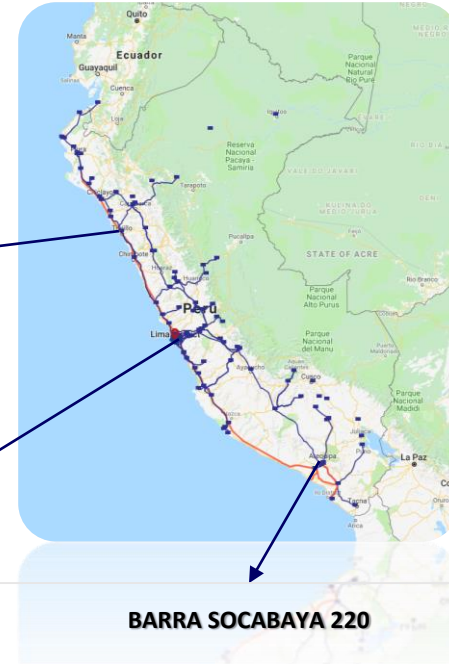
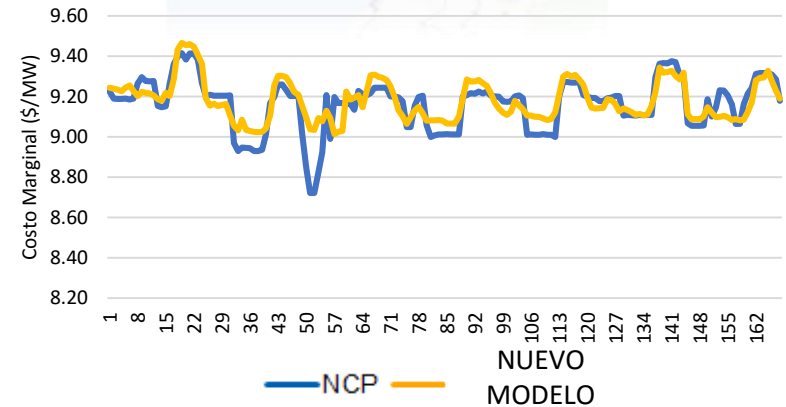
**BARRA TRUJILLO 220**



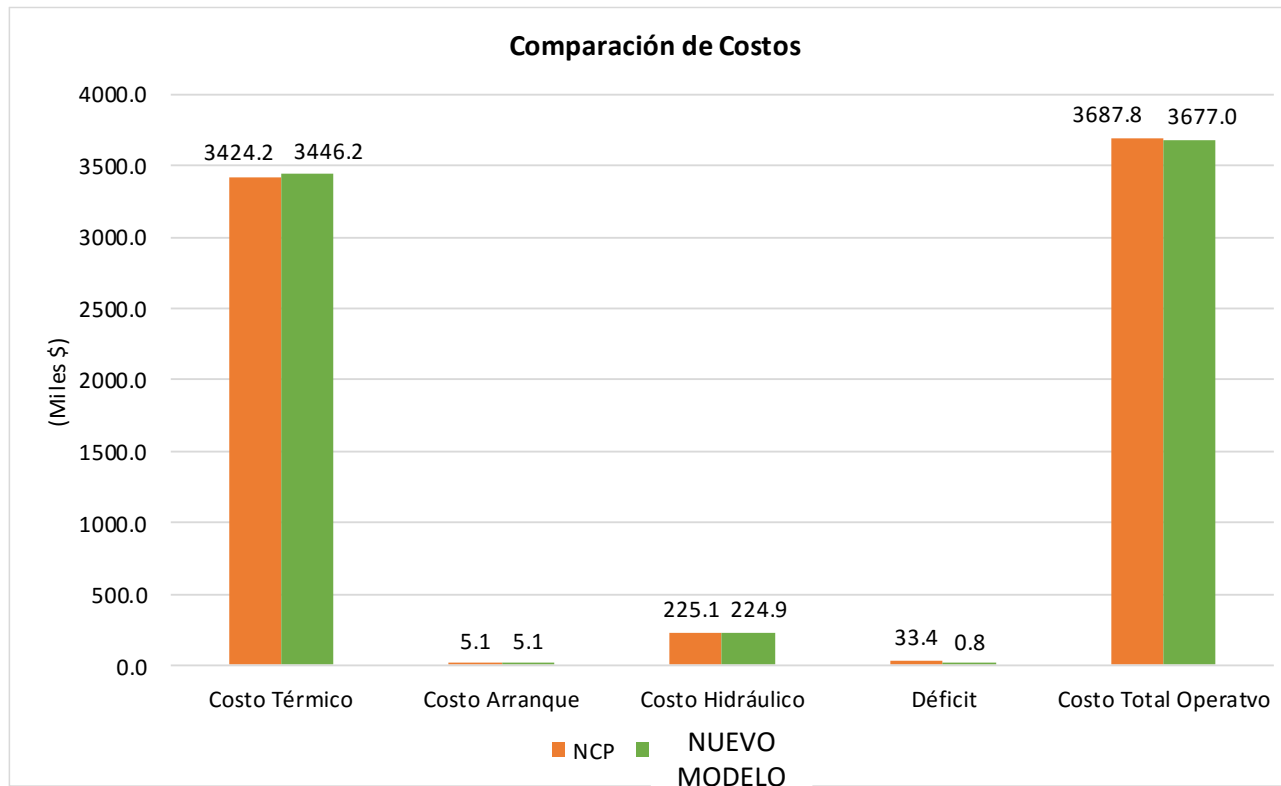
**BARRA SANTA ROSA 220**



**BARRA SOCABAYA 220**



## Costos Operativos



COSTOS	NCP	NUEVO MODELO
Costo Térmico	3424.2	3446.2
Costo Arranque	5.1	5.1
Costo Hidráulico	225.1	224.9
Déficit	33.4	0.8
Costo Total Operativo	3687.8	3677.0

\* El déficit en los modelos corresponden a la tolerancia de convergencia.

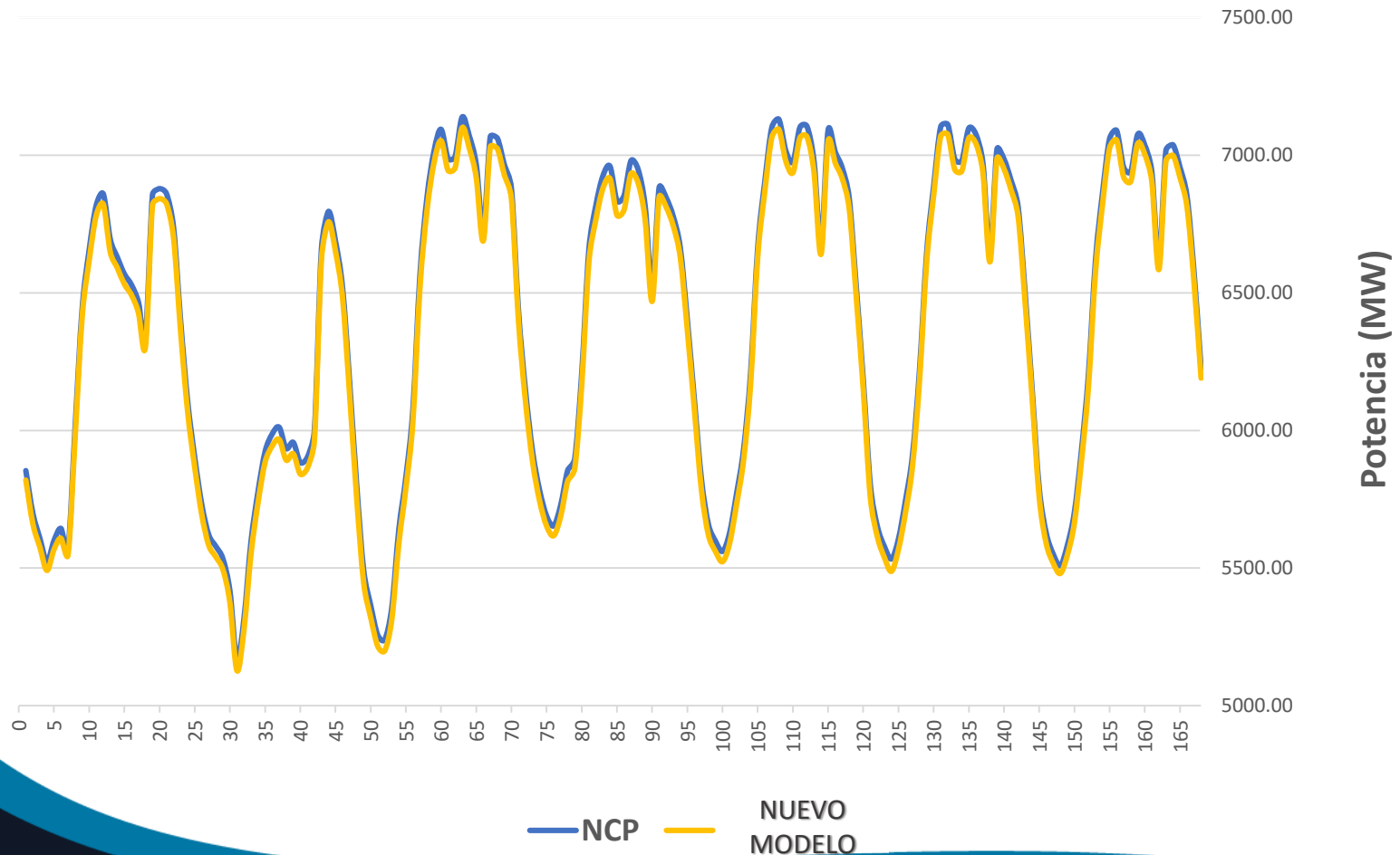
**RESULTADOS  
DEL NUEVO  
MODELO vs  
NCP  
(Caso Semanal  
de Avenida)**



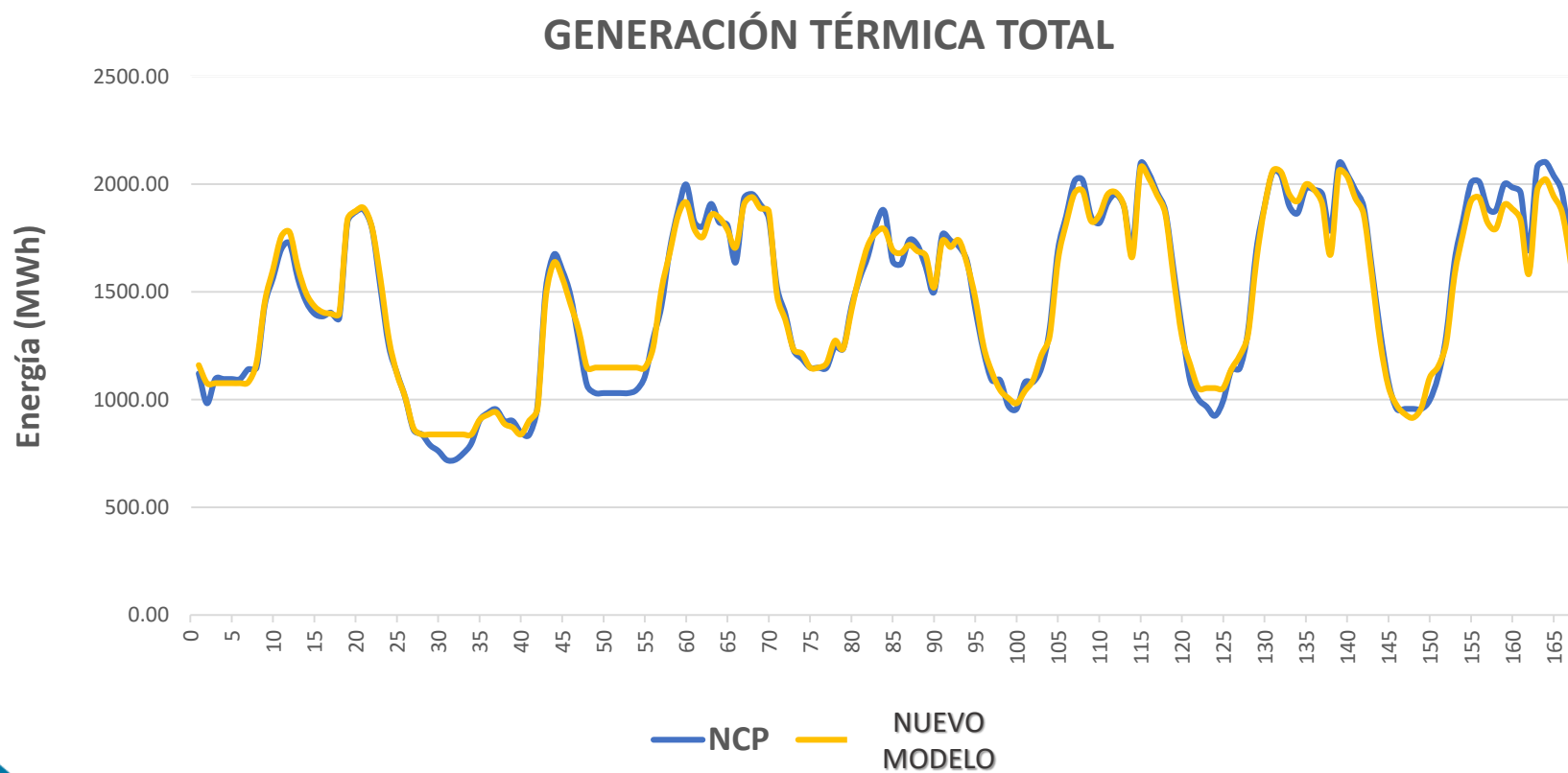


## Pronóstico de Demanda a Nivel de Generación (PSO Semana12 2019)

### DEMANDA A NIVEL DE GENERACIÓN

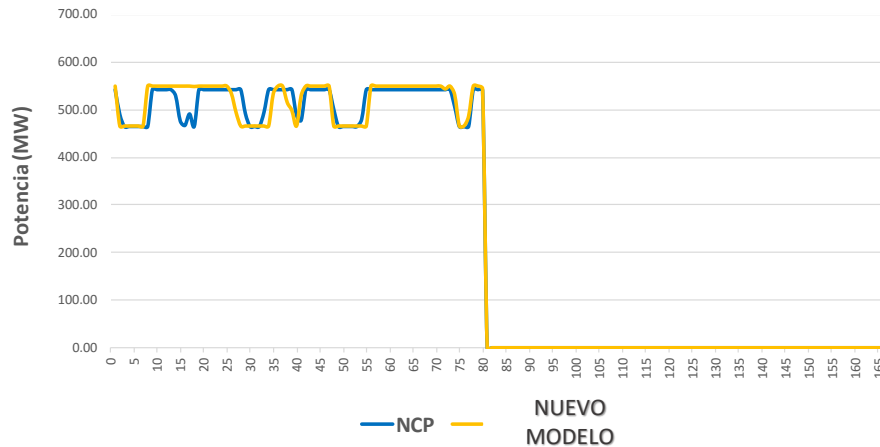


## Generación térmica total (PSO Semana12 2019)

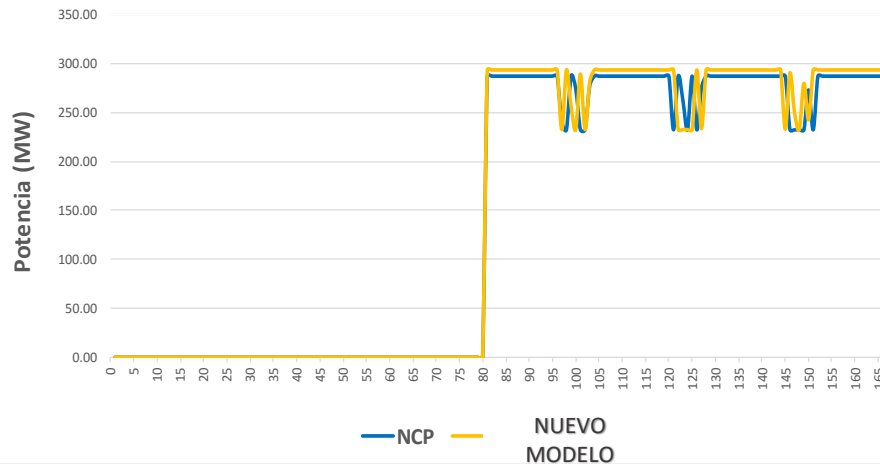


# Generación térmica por central

GENERACIÓN TÉRMICA - C.T. FENIX

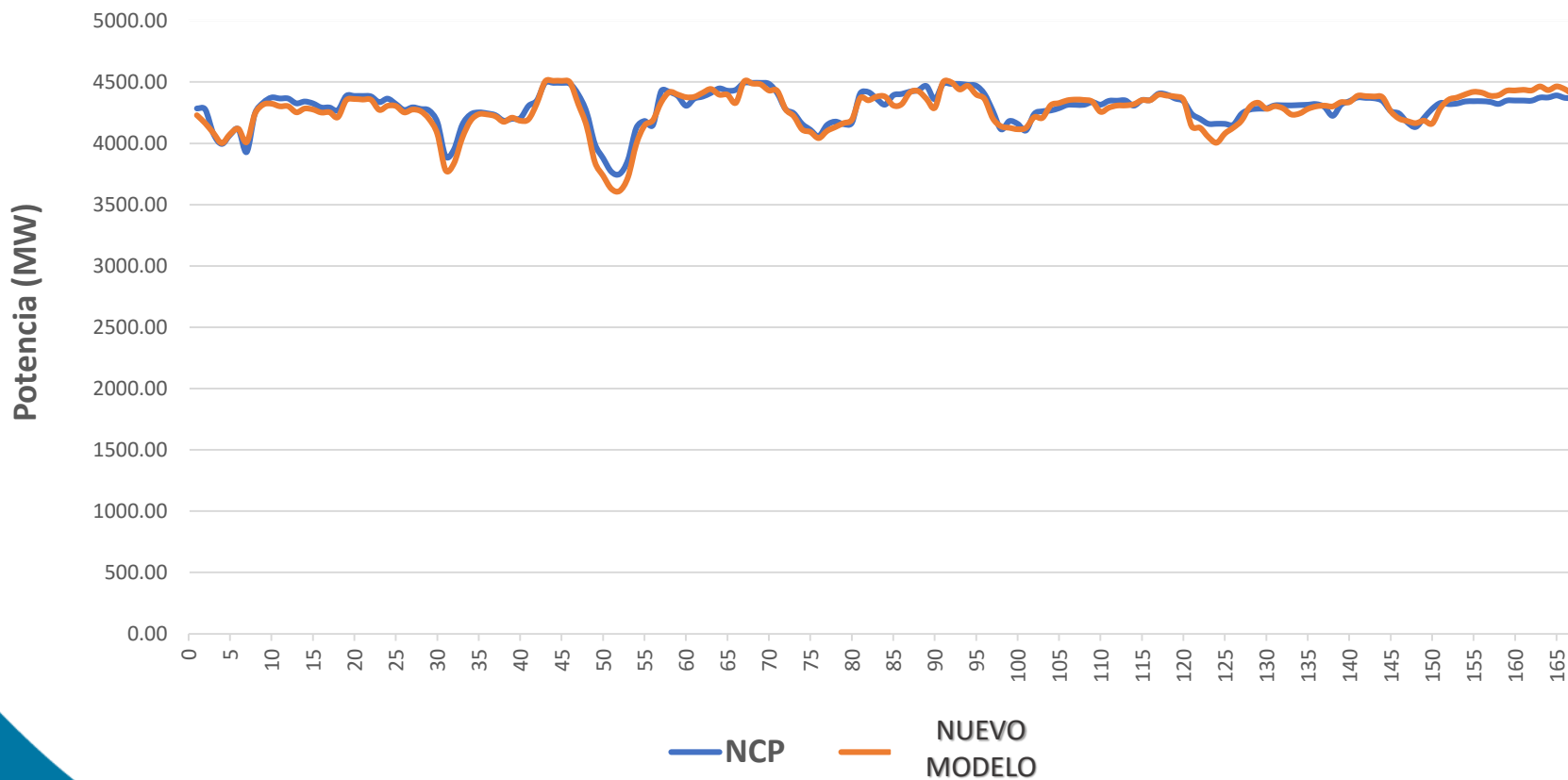


GENERACIÓN TÉRMICA - C.T. S.D. LOS OLLEROS

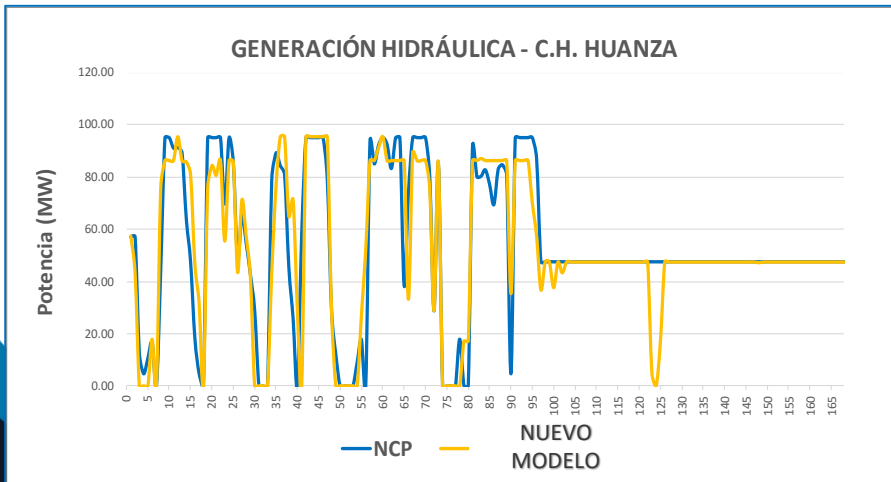
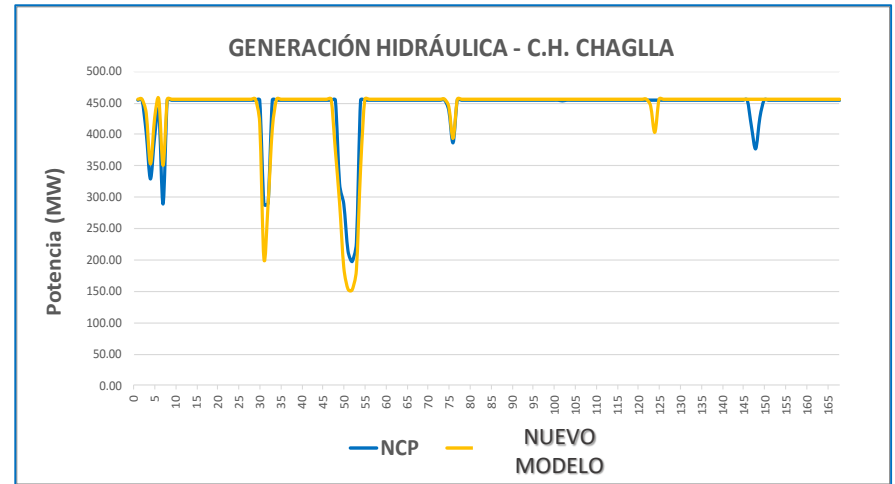


## Generación hidráulica

### GENERACIÓN HIDRÁULICA TOTAL

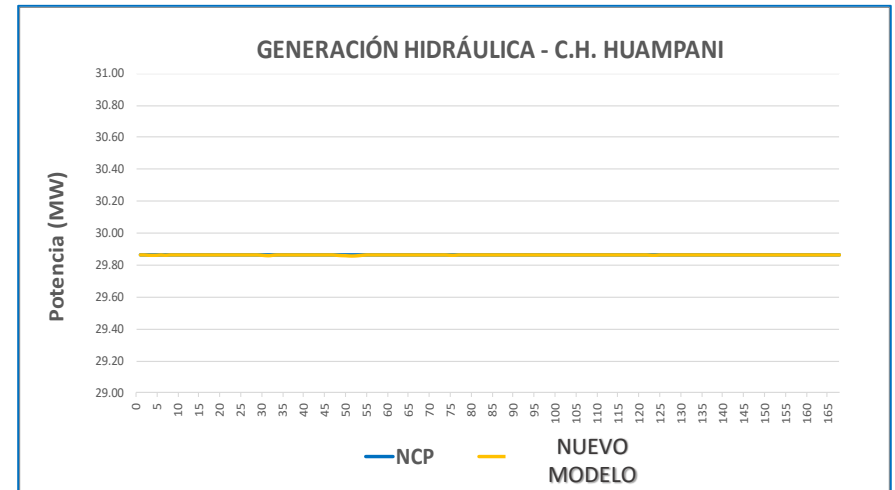
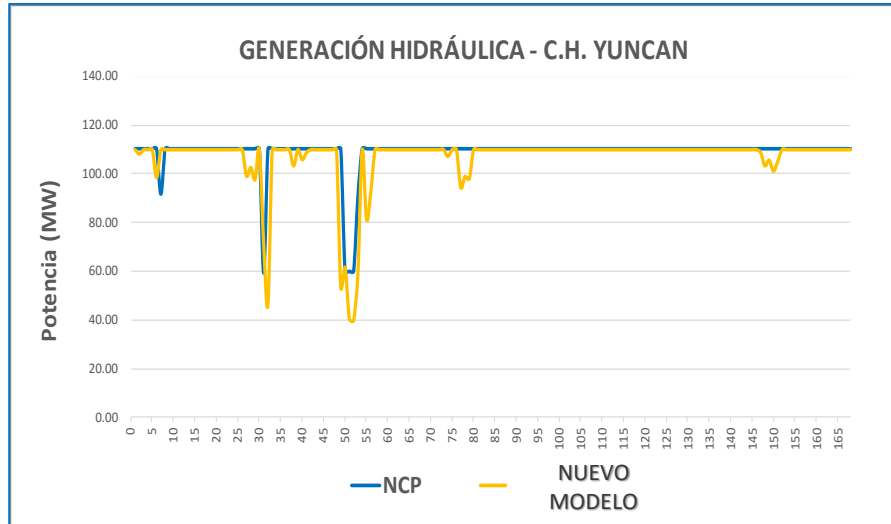


## Generación hidráulica – Central de regulación



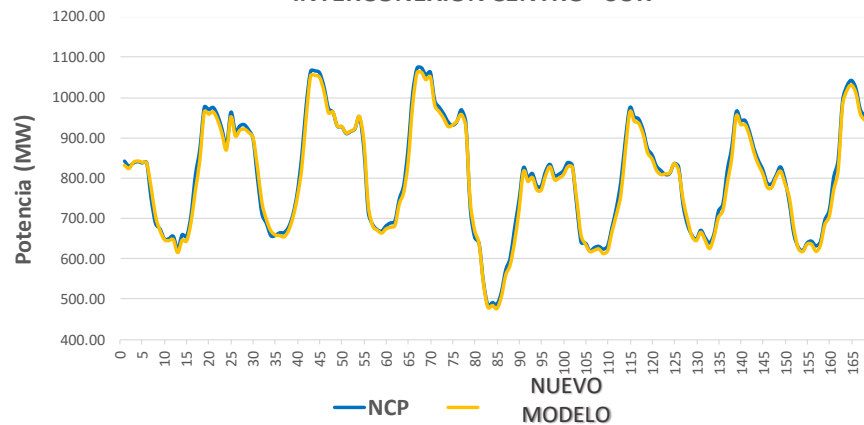


## Generación hidráulica – Central de pasada

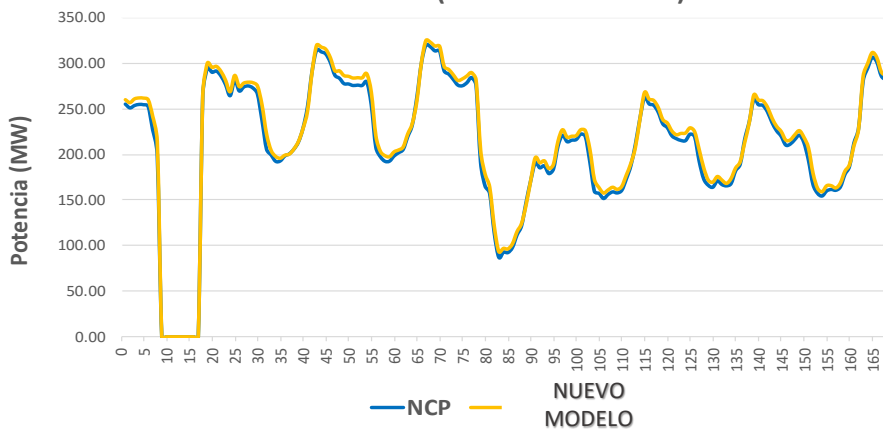


## Flujo de principales enlaces y líneas

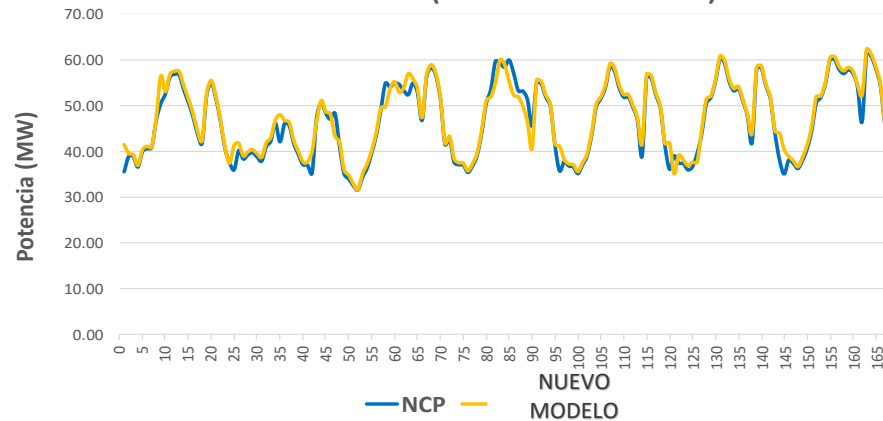
INTERCONEXIÓN CENTRO - SUR



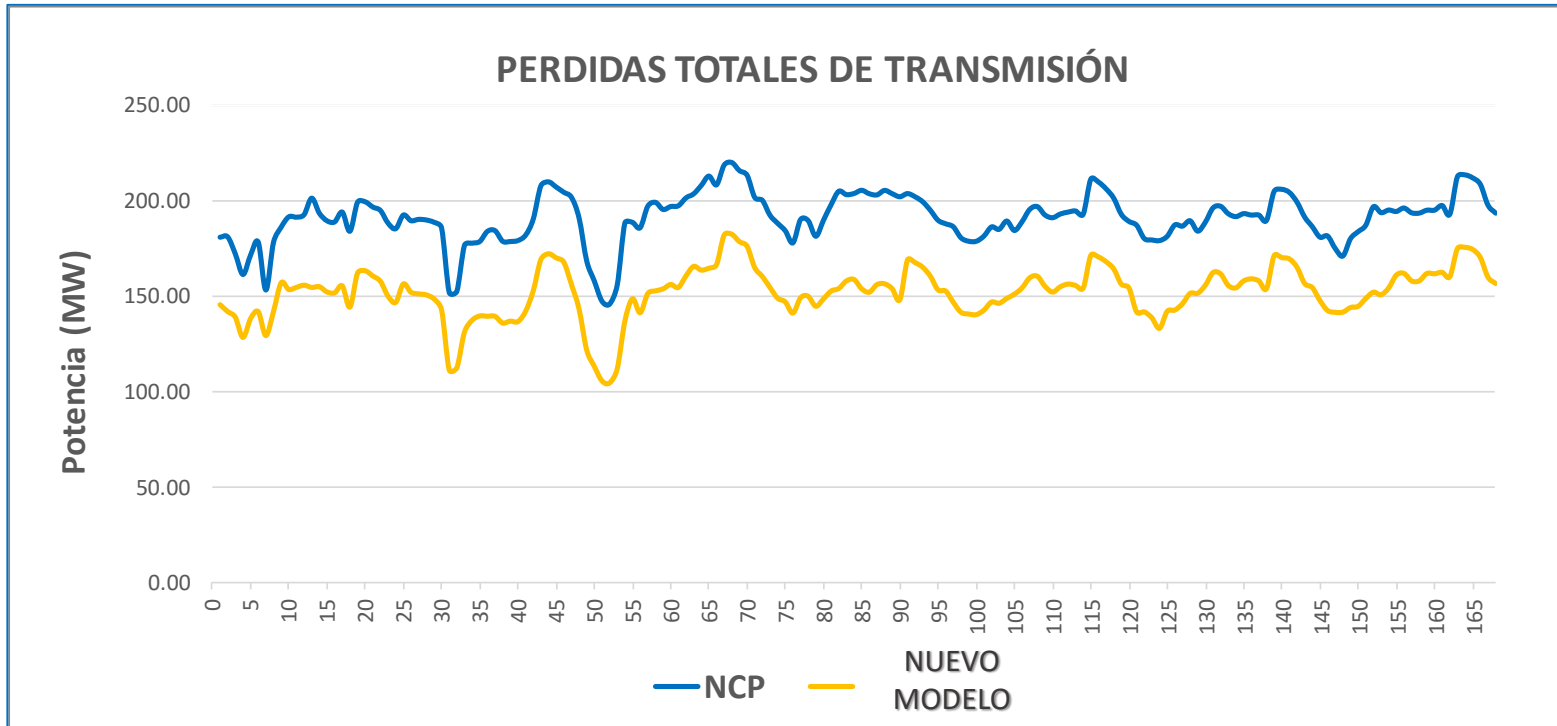
LINEA L-5034 (POROMA - OCOÑA)



LINEA L-2232 (CHIMBOTE - TRUJILLO)



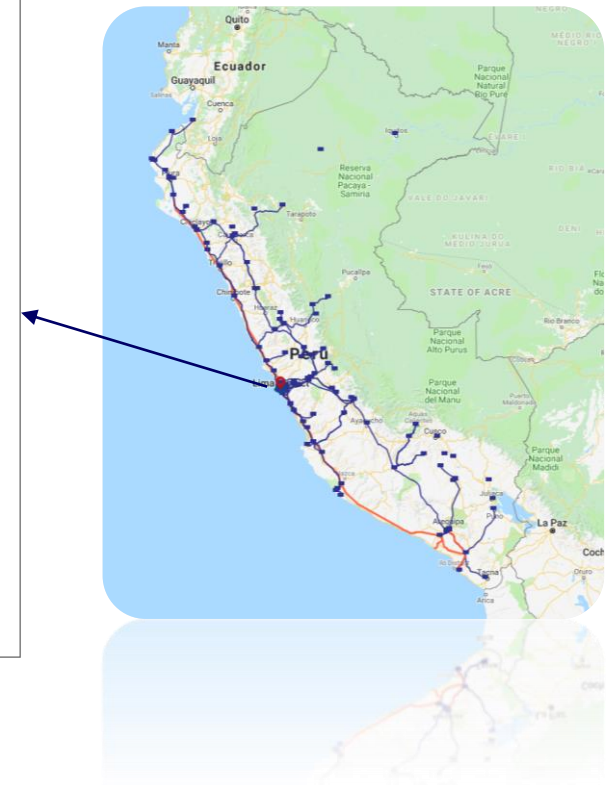
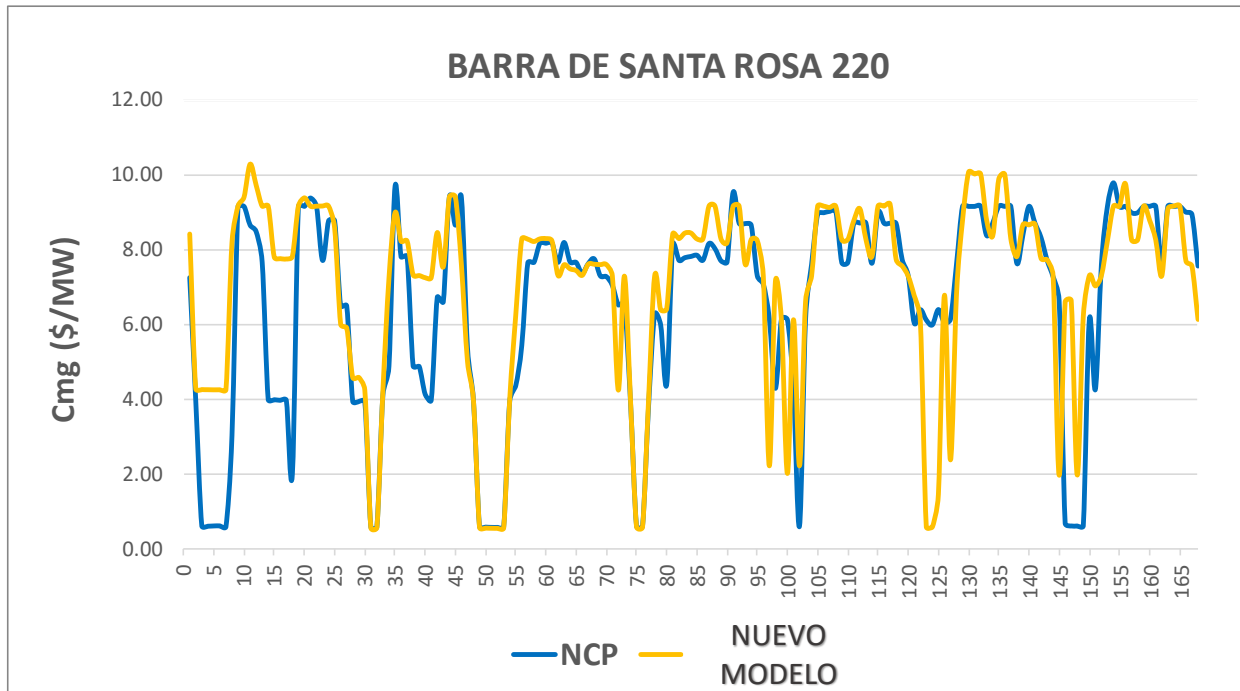
## Pérdidas en las líneas de transmisión



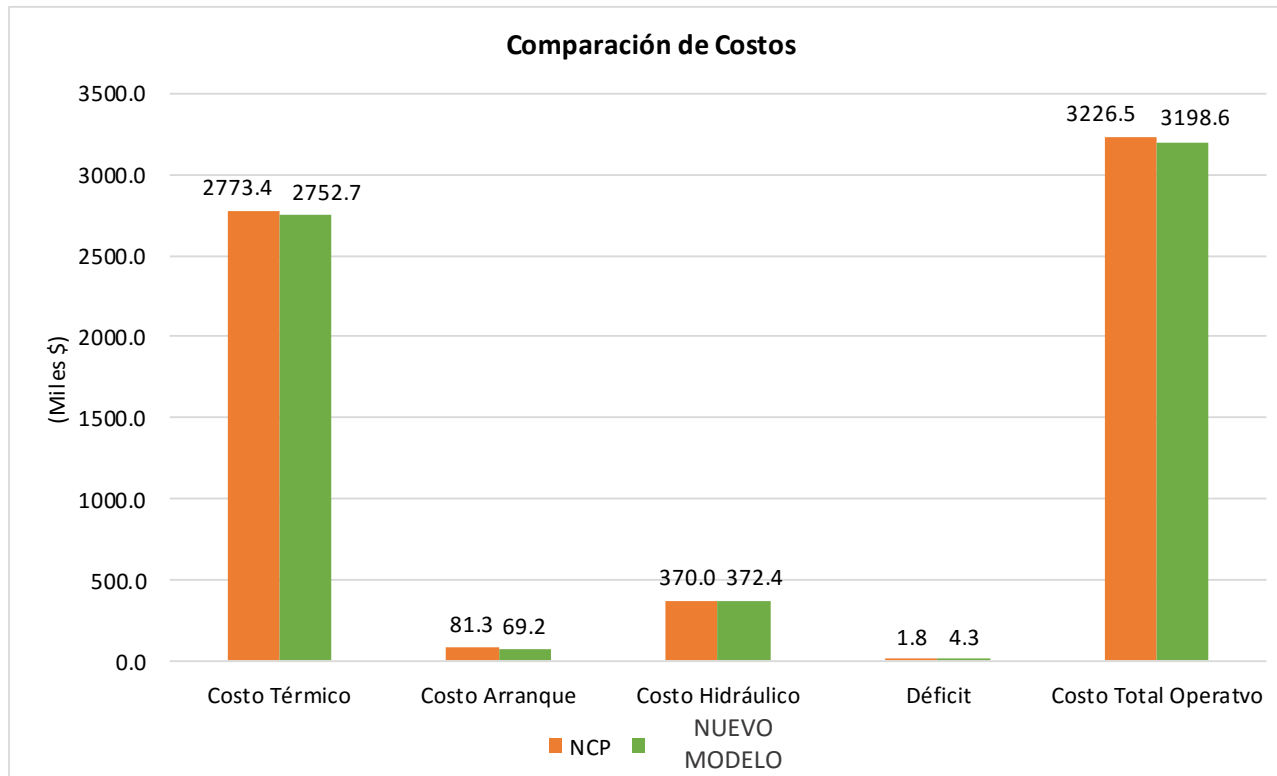
La diferencia entre las pérdidas totales en ambos modelos se debe a que el modelo NCP utiliza una representación linealizada de pérdidas y el nuevo Modelo utiliza una representación no lineal (mejor representación).



## Costo Marginal en la Barra de Santa Rosa



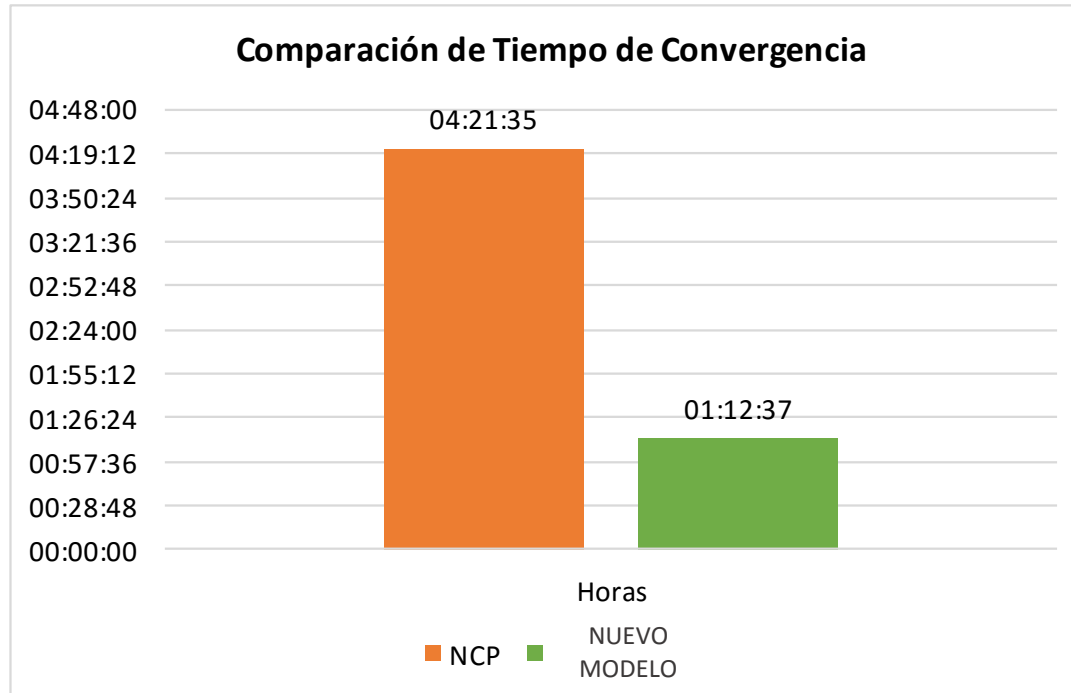
## Costos operativos



COSTOS	NCP	NUEVO MODELO
Costo Térmico	2773.4	2752.7
Costo Arranque	81.3	69.2
Costo Hidráulico	370.0	372.4
Déficit	1.8	4.3
Costo Total Operativo	3226.5	3198.6

\* El déficit en los modelos corresponden a la tolerancia de convergencia.

## Tiempos de ejecución



	NCP	NUESTRO MODELO
Horas	04:21:35	01:12:37
Tolerancia	0.1%	0.1%

- Ambas simulaciones, con NCP y el nuevo Modelo, fueron realizadas en la misma PC con las siguientes características: 8 GB RAM, Core i7 3.6 GHz 4 núcleos y 8 Procesadores Lógicos.

## **Cronograma de actividades para el uso del nuevo Modelo**

El cronograma de actividades para el uso del nuevo Modelo de despacho en la DOCOES es el siguiente:

- 2da exposición a los Agentes: 14 de octubre 2019.
- Octubre, noviembre y diciembre 2019: Adecuación del nuevo Modelo a los procesos de las subdirecciones de la DOCOES.
- Enero 2020: Simulaciones en paralelo con la Programación Semanal y Diaria.
- Febrero 2020: Simulaciones en paralelo con la Reprogramación Diaria.
- Marzo 2020: Uso oficial del nuevo Modelo en la Programación y la Reprogramación de la Operación.



Comité de Operación Económica del  
Sistema Interconectado Nacional