

ANÁLISIS DETALLADO DE LA PROGRAMACIÓN SEMANAL ACTUAL CON PRONÓSTICOS DE APORTES.

*Ing. Daniel Cohn
Ing. Omar Guisolfo.
Ing. Antonio Rodríguez*

*Instituto de Ingeniería Eléctrica – FING.
Julio 2011
Montevideo - Uruguay.*

IMPORTANTE: Este trabajo se realizó en el marco del curso Simulación de Sistemas de Energía Eléctrica (SimSEE) y fue evaluado por el enfoque metodológico, la pericia en la utilización de las herramientas adquiridas en el curso para la resolución del estudio y por la claridad de exposición de los resultados obtenidos. Se quiere dejar expresamente claro que no es relevante a los efectos del curso la veracidad de las hipótesis asumidas por los estudiantes y consecuentemente la exactitud o aplicabilidad de los resultados.

1 Objetivo.

El presente trabajo tiene como objetivo analizar la programación de una semana determinada (2011, semana 21). Para esto, se comparan distintas optimizaciones con el propósito de determinar el efecto que tiene en los costos, considerar distintas hipótesis para determinar los aportes futuros en el programa de despacho óptimo.

2 Hipótesis de trabajo.

- Sala Base para la programación semanal: suministrada por el docente, http://iie.fing.edu.uy/simsee/curso2011/psem_21_11.zip
- Aportes deterministas: se consideran los aportes informados por UTE a ADME en el Informe de Programación Semanal S21. Para la semana 22 se consideraron aportes en CTM de 2577 m³/s en promedio, con variación lineal.
- Archivo de fuente CEGH para el paso diario: *fuentesHidroDIARIA_IVE_BPS50_AB_discretizador.txt*
- Demanda: se tomó la demanda prevista para esa semana en forma determinista, de acuerdo al Informe de Programación S21.
- Disponibilidad de recursos: en todos los casos estudiados se consideró la misma disponibilidad de recursos, agrupando los generadores distribuidos no eólicos (incluido UPM), como un único Actor “GenDis”.

3 Metodología.

Se fijó como punto de partida las optimizaciones de uno y dos embalses, por lo que todas las corridas de tres embalses tomaron el mismo CF de inicialización.

Se realizó diversas corridas con la sala de tres embalses, de las cuales se seleccionaron para la realización de este informe un número reducido de las más significativas.

3.1 Casos considerados

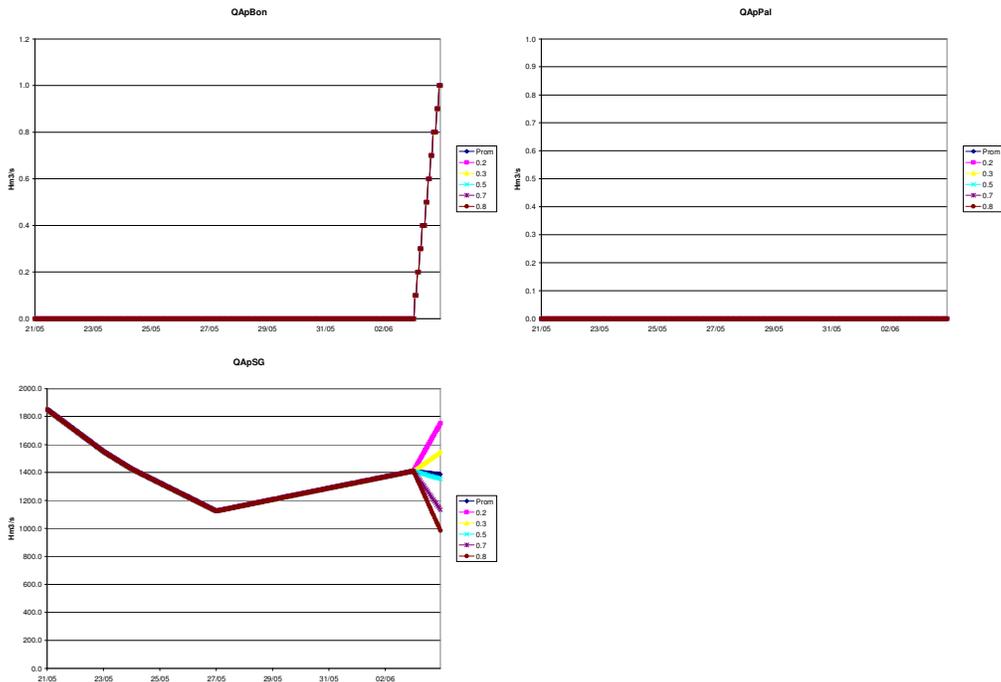
3.1.1 Caso H1

Se consideran aportes deterministas de acuerdo al informe de programación semana 21, considerando para CTM en la semana 22, un aporte promedio de 2577 m³/s (aporte con 95% de probabilidad de excedencia). Para evitar “saltos” en los aportes entre la primera y la segunda semana, se calculó una variación lineal de los mismos, partiendo del último aporte previsto de la primera semana y que respete el promedio para la segunda semana.

| Fecha | Aporte (m ³ /s) |
|--------|----------------------------|
| 21-May | 3700 |
| 22-May | 3400 |
| 23-May | 3100 |
| 24-May | 2850 |
| 25-May | 2650 |
| 26-May | 2450 |
| 27-May | 2250 |
| 28-May | 2332 |
| 29-May | 2414 |
| 30-May | 2495 |
| 31-May | 2577 |
| 01-Jun | 2659 |
| 02-Jun | 2741 |
| 03-Jun | 2822 |

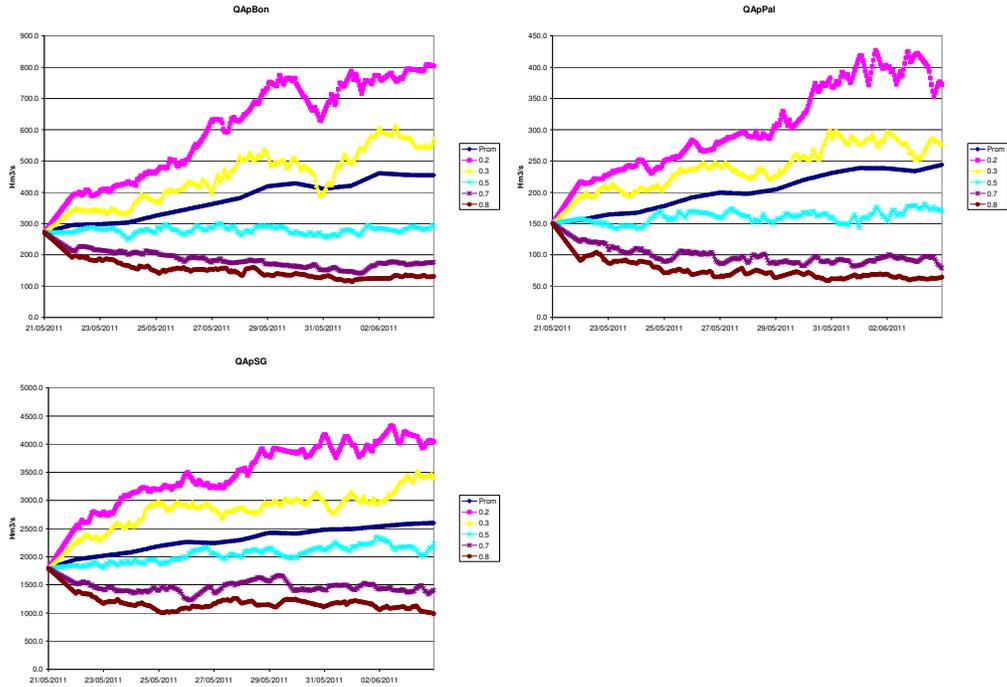
En las centrales del Río Negro, se consideraron aportes nulos.

El objeto de estudiar este caso es realizar una optimización con una metodología análoga a la que se utiliza para definir los despachos energéticos.



3.1.2 Caso H2

Se consideran aportes en las centrales con cono de incertidumbre, arranque cónico. Se utiliza una ficha de modificadores de valor esperado y de desviación estándar iguales a 1 (“1-1”). El objeto de estudiar este caso es realizar una optimización totalmente libre, de acuerdo a las series históricas de aportes (con las cuales se obtuvo el sintetizador CEGH). Esta optimización proporciona un costo de referencia que surge de un despacho realizado suponiendo que los aportes medios coinciden con la media de la serie histórica.

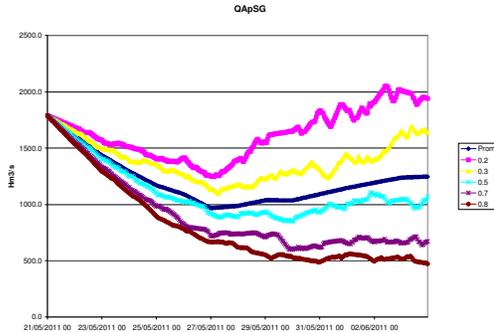
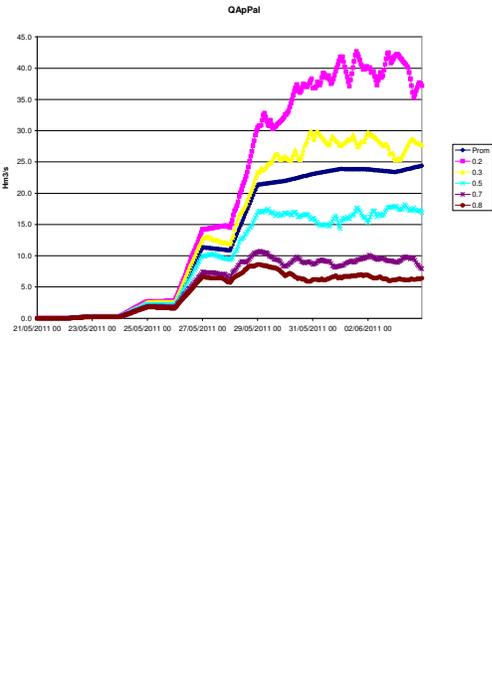
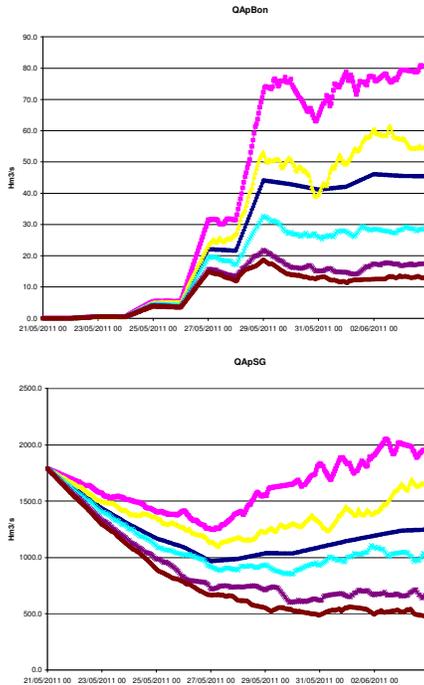


3.1.3 Caso H3

Aportes de las centrales deterministas, dados por fichas de modificadores de valor esperado y desviación estándar. Se utiliza, arranque cónico y aumento de la desviación estándar a medida que avanzan los días, desde 0.1 a 1, como forma de reflejar el incremento de la incertidumbre en la determinación de los aportes futuros.

Aportes de Bonete y Palmar aumentando los modificadores de valor esperado de 0 a 0.1 en 9 días.

| Fecha | Modificadores Relativos VE? | Multiplicar VM? | Bonete (mod V.E.) | Bonete (mod DesvEst) | Palmar (mod V.E.) | Palmar (mod DesvEst) | Salto (mod V.E.) | Salto (mod DesvEst) |
|------------|-----------------------------|-----------------|-------------------|----------------------|-------------------|----------------------|------------------|---------------------|
| 21/05/2011 | VERDADERO | VERDADERO | | 0 | 0.1 | 0 | 0.1 | 0.69 |
| 22/05/2011 | VERDADERO | VERDADERO | | 0 | 0.2 | 0 | 0.2 | 0.63 |
| 23/05/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0.001 | 0.001 | 0.3 | 0.001 | 0.3 | 0.57 |
| 24/05/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0.001 | 0.001 | 0.4 | 0.001 | 0.4 | 0.52 |
| 25/05/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0.01 | 0.01 | 0.5 | 0.01 | 0.5 | 0.47 |
| 26/05/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0.01 | 0.01 | 0.6 | 0.01 | 0.6 | 0.44 |
| 27/05/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0.05 | 0.05 | 0.7 | 0.05 | 0.7 | 0.4 |
| 28/05/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0.05 | 0.05 | 0.8 | 0.05 | 0.8 | 0.41 |
| 29/05/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0.1 | 0.1 | 0.9 | 0.1 | 0.9 | 0.42 |
| 30/05/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0.1 | 0.1 | 1 | 0.1 | 1 | 0.43 |
| 31/05/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0.1 | 0.1 | 1 | 0.1 | 1 | 0.44 |
| 01/06/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0.1 | 0.1 | 1 | 0.1 | 1 | 0.46 |
| 02/06/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0.1 | 0.1 | 1 | 0.1 | 1 | 0.47 |
| 03/06/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0.1 | 0.1 | 1 | 0.1 | 1 | 0.48 |



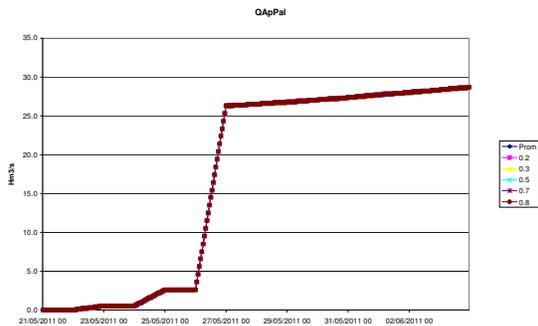
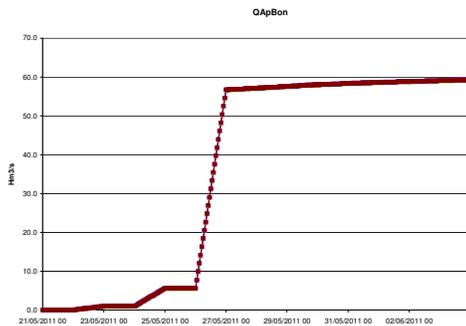
El objeto de esta corrida es introducir en la optimización los aportes previstos para CTM y variando el modificador “DesvEst”, como forma de reflejar la incertidumbre de los pronósticos.

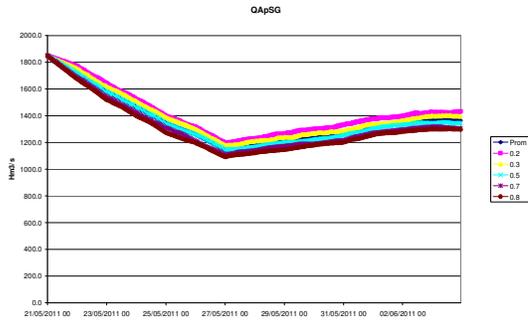
3.1.4 Caso H4

Se consideran aportes de CTM deterministas, dados por fichas, sin arranque cónico, y con desviación estándar 0.1.

Aportes de Bonete y Palmar aumentando los modificadores de valor esperado de 0 a 0.1 en 7 días.

| Fecha | Modificadores Relativos VE? | Multiplicar VM? | Bonete (mod V.E.) | Bonete (mod DesvEst) | Palmar (mod V.E.) | Palmar (mod DesvEst) | Salto (mod V.E.) | Salto (mod DesvEst) |
|------------|-----------------------------|-----------------|-------------------|----------------------|-------------------|----------------------|------------------|---------------------|
| 21/05/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0 | 0.1 | 0 | 0.1 | 0.69 | 0.1 |
| 22/05/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0 | 0.1 | 0 | 0.1 | 0.63 | 0.1 |
| 23/05/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0.001 | 0.1 | 0.001 | 0.1 | 0.57 | 0.1 |
| 24/05/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0.001 | 0.1 | 0.001 | 0.1 | 0.52 | 0.1 |
| 25/05/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0.01 | 0.1 | 0.01 | 0.1 | 0.47 | 0.1 |
| 26/05/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0.01 | 0.1 | 0.01 | 0.1 | 0.44 | 0.1 |
| 27/05/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.1 |
| 28/05/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.41 | 0.1 |
| 29/05/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.42 | 0.1 |
| 30/05/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.43 | 0.1 |
| 31/05/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.44 | 0.1 |
| 01/06/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.46 | 0.1 |
| 02/06/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.47 | 0.1 |
| 03/06/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.48 | 0.1 |





El objetivo de realizar esta corrida es comparar el costo resultante en la optimización, utilizando distintas formas de informar al SIMSEE los aportes previstos.

3.1.5 Caso H5

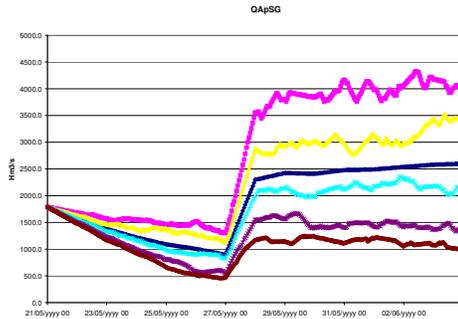
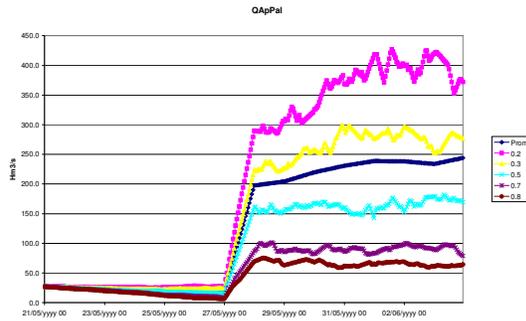
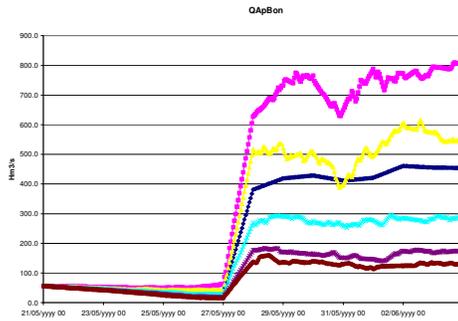
Aportes de SG con cono de incertidumbre reducido, utilizando aportes caso 1. Para la primera semana, se definió que el multiplicador de desviación estándar llegue a 1 el 27/5 (fin de la primera semana).

Bonete y Palmar con multiplicador de valor esperado 0.1.

A partir del 27/5 utiliza ficha "1- 1" en todas las centrales.

El objeto de esta corrida es obtener el costo de una optimización utilizando una previsión de aportes para la primera semana, y los aportes acordes a las crónicas históricas desde el fin de la primera semana en adelante.

| Fecha | Modificadores Relativos VE? | Multiplicar VM? | Bonete (mod V.E.) | Bonete (mod DesvEst) | Palmar (mod V.E.) | Palmar (mod DesvEst) | Salto (mod V.E.) | Salto (mod DesvEst) |
|------------|-----------------------------|-----------------|-------------------|----------------------|-------------------|----------------------|------------------|---------------------|
| 21/05/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.69 | 0.1 |
| 22/05/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0.1 | 0.27 | 0.1 | 0.27 | 0.63 | 0.27 |
| 23/05/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0.1 | 0.44 | 0.1 | 0.44 | 0.57 | 0.44 |
| 24/05/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0.1 | 0.61 | 0.1 | 0.61 | 0.52 | 0.61 |
| 25/05/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0.1 | 0.78 | 0.1 | 0.78 | 0.47 | 0.78 |
| 26/05/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0.1 | 0.95 | 0.1 | 0.95 | 0.44 | 0.95 |
| 27/05/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 0.1 | 1 | 0.1 | 1 | 0.4 | 1 |
| 28/05/2011 | VERDADERO | VERDADERO | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |



4 Resultados del estudio.

Observando los resultados de las distintas corridas se ve que el programa utiliza diferentes recursos según el caso considerado.

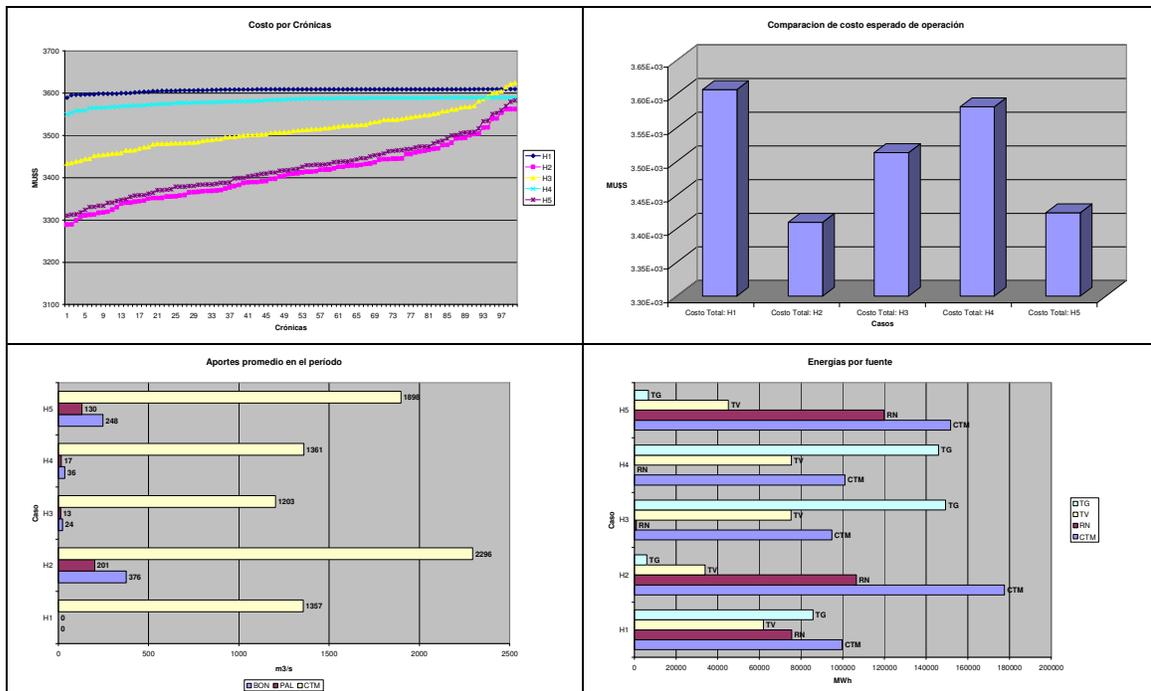
Por lo tanto se puede concluir que es significativa la forma de determinar los aportes futuros al optimizar, por lo que el despacho físico de las unidades es dependiente de la hipótesis realizada.

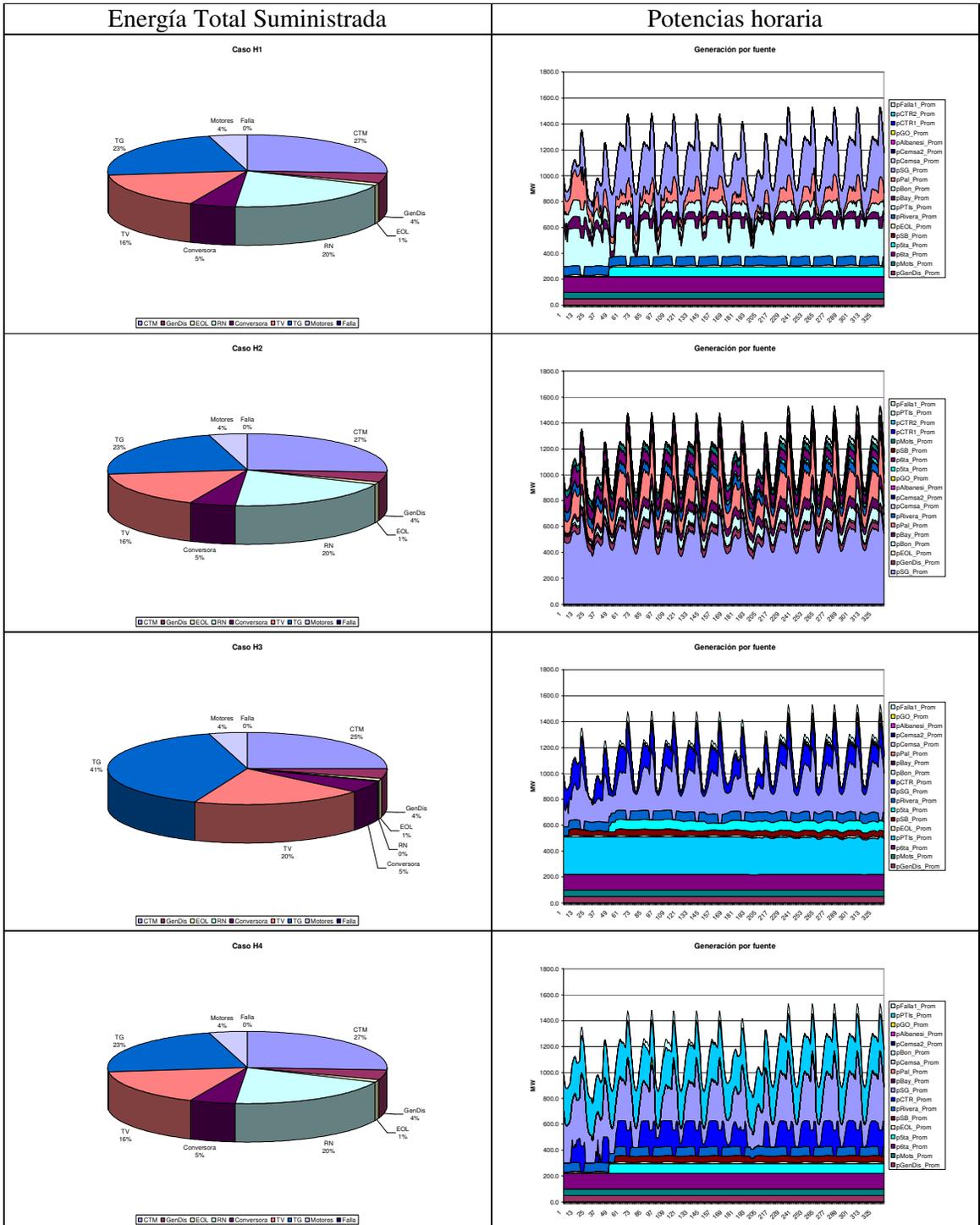
Se puede advertir que la sala H1 (con aportes deterministas) fue la que resultó con mayor costo total no habiendo despachado falla.

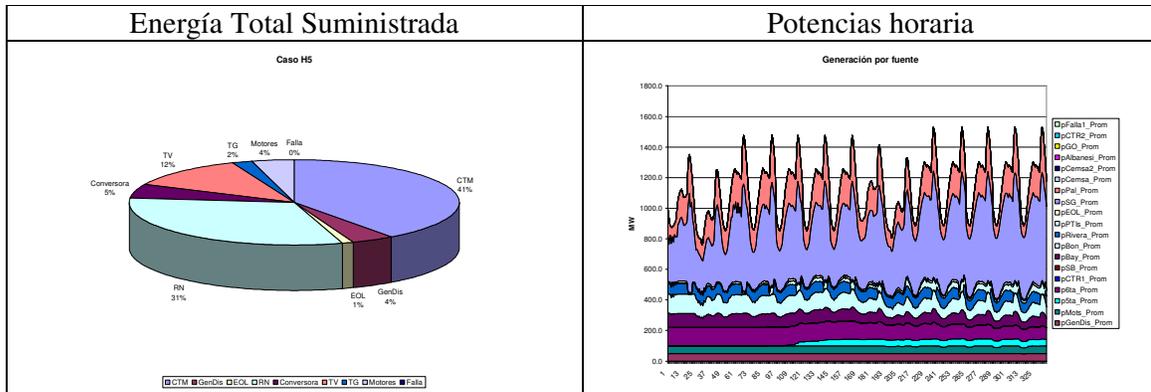
Agregar información tendría que tener el efecto de mejorar una optimización, aunque dada la indeterminación de los aportes futuros a mediano plazo puede introducir desvíos importantes.

En el otro extremo la sala H2, (con aportes según la serie histórica) fue la de menor costo total ya que cuenta con unos aportes muy superiores a los previstos para esa semana en particular.

En el sistema uruguayo, la influencia de la generación hidráulica es importante, motivo por el cual al cambiar las condiciones actuales a condiciones medias, se puede producir este tipo de cambios (diferencias de mayor o menor costo). De acuerdo a esto no debiera realizarse una optimización sin datos iniciales ingresados por el operador.







Analizando el conjunto de casos, se puede observar que las corridas de mayor costo son las que tienden a determinar los aportes en el período, y las de menor costo son las que tienden a liberar los aportes en su valor medio y en su desviación estándar.

Las crónicas de mayor costo son H1 y H4, ambas deterministas en los aportes (H1 con previsión de aportes y H4 “por fichas”).

Las crónicas de menor costo son H2 y H5; la principal diferencia entre ambas es que H2 es totalmente libre y H5 determina la primera semana y luego es totalmente libre. A pesar de dicha diferencia, presentan costos similares, por lo que no parece haber un impacto significativo en la determinación de los aportes durante la primera semana.

Comparando las corridas H1-H4 vs H2-H5, sí se detectan diferencias significativas en los costos. La principal diferencia entre estos grupos de corridas radica en la consideración de los aportes (determinista o libre) durante la segunda semana.

En definitiva apreciamos que el período más significativo para los costos (segunda semana de pronósticos) resulta ser el de mayor incertidumbre, dado el desconocimiento del comportamiento futuro del factor climático.

5 Posibles futuros trabajos.

Realizar un estudio más profundo de la sensibilidad del sistema respecto a las distintas hipótesis de aportes futuros, con la finalidad de determinar la mejor combinación de aportes previstos y aportes generados con sintetizador, para la determinación del despacho de las unidades.

En este estudio se consideró una serie de aportes previstos que resulta ser menor a la media histórica, habría que realizar un estudio similar con aportes previstos mayores a la media histórica.

Se entiende necesario realizar un seguimiento de la calidad de los pronósticos de mediano plazo, y eventualmente estudiar la forma de mejorar dichas previsiones.

En cuanto a la plataforma SIMSEE, se detectaron posibles mejoras que se detallan a continuación:

- Control de paso de tiempo: estudiando los resultados de las primeras corridas realizadas, se advirtió que el programa no supervisa el archivo sintetizador utilizado en cuanto a la cantidad de pasos de discretización.
- Correcciones de Demanda: el archivo de demanda se puede importar desde Excel, pero una vez importado, para realizar un cambio, es necesario realizar mucho trabajo externo.

- Mejoras al manejo de archivos: trabajando en equipo, hemos encontrado oportunidades de mejora relativas al uso compartido de las salas, ya que hay un conjunto de archivos necesarios para la sala que deben estar disponibles para todo el grupo. Sin embargo el programa requiere que estos archivos estén en el mismo disco que los ejecutables del programa. Una opción a analizar sería un comando “Guardar Área de Trabajo”, que guarde todos los archivos involucrados en la optimización y su análogo para restituir dicha área en el mismo u otro PC.
- Modelado de unidades térmicas: con las PCs que habitualmente utilizamos (AMD Dual Core, 2.29 GHz, 1.93 GB RAM) no resulta práctico correr casos con generadores modelados con mayor detalle que el utilizado. Este modelado no contempla en su totalidad algunas restricciones importantes a tener en cuenta la despachar las unidades térmicas, por ejemplo: debiera ser posible modelar los generadores de TG con mínimo técnico de funcionamiento y eventualmente con restricciones operativas o generadores TV con tiempo mínimo entre arranque y parada.
- La visualización de los resultados del programa en planillas Excel, es sensible a la configuración regional de la PC en la cual se está visualizando (e independiente de la PC donde se realizó la corrida)