



Medellín, 21 de febrero de 2019

[M.DGMAFMI-010]

Doctor:

Alberto Olarte Aguirre

Secretario Técnico

Consejo Nacional de Operación

aolarte@cno.org.co

Asunto: Respuesta a oficio 002425-1 XM y reunión del 14 de febrero de 2019.

Cordial saludo,

Luego de recibida la comunicación del asunto, enviada por XM al Consejo Nacional de Operación y como resultado de la reunión telefónica con el SURER el pasado jueves 14 de febrero, La Universidad considera pertinente relacionar algunos puntos y dar respuesta específica a algunos de los comentarios de la comunicación ya referenciada. Se aclara que para esta comunicación La Universidad no ha realizado análisis exhaustivo de la información entregada por XM el día 20 de febrero de 2019, pero se basa en hallazgos generales que ya fueron documentados y enviados a CON vía email.

- Del análisis de la información base entregada y de lo informado por XM durante las reuniones colectivas y particulares se tenía que la estimación del balance energético del SIN (asociado a las plantas despachadas centralmente de generación hidráulica), se había realizado para el período 11/08/2004 hasta 31/12/2016 usando una metodología basada en la realización de los cálculos mediante la agregación de las plantas del SIN, y de forma desagregada por plantas y cadenas 01/01/2017, por lo que es de gran sorpresa la conclusión del pasado jueves de la existencia de dos (2) metodologías.

- Como ente académico y de investigación, para el desarrollo del proyecto la Universidad ha generado espacios de consulta e interacción con los integrantes del SURER, con el fin de entender y complementar la información base entregada para el proyecto, y disponer de mejor conocimiento posible de los antecedentes y procedimientos utilizados para la obtención de los desbalances energéticos del SIN y poder lograr el cumplimiento de los alcances y objetivos del contrato.

- La información base recibida por la Universidad requirió ser revisada ante algunas dudas derivadas de los análisis iniciales de la misma, lo que condujo a su posterior complementación a partir de la implementación de cuestionarios y entrevistas con los agentes, a través de reuniones colectivas y/o particulares con los integrantes del SURER.

- Como complemento a lo anterior y con el fin de comprender las fuentes específicas de incertidumbre originadas en los procesos de las mediciones de las variables reportadas por los agentes, según lo requerido en la resolución CREG 025 de 1995, se procedió a actualizar y ampliar el conocimiento del origen de la información base suministrada, mediante entrevistas y cuestionarios enfocados en la forma como se vienen midiendo cada una de las variables a través del tiempo.
- Teniendo en cuenta que la información entregada a la Universidad como soporte del cálculo del balance energético del SIN correspondió a una descripción general de la ecuación (anexo E), la información operativa reportada por los agentes (con el respectivo balance hídrico por central), resultados del balance energético calculado de forma agregada desde el 11/08/2019 hasta el 31/08/2014 y desagregada por central y/o cadena desde el 01/01/2017 hasta el 30/06/2018, fue necesario que el grupo de trabajo de la Universidad se centrara en analizar datos e ir solicitando información complementaria para entender:
 - Hipótesis de la estimación y soporte conceptual de la misma.
 - Información usada para el balance de energía de cada central y/o cadena a partir de la reportada por los agentes.
 - Conversión de la información operativa reportada por los agentes en Mm^3 a unidades de energía mediante el uso de los factores de conversión medianos anuales también reportados por los agentes.
 - Consideraciones específicas en centrales y/o cadenas para el uso del factor de conversión mediano teniendo en cuenta el efecto de las cadenas hidráulicas.
 - Formulación matemática de todo el modelo para la estimación de balance energético del SIN (desbalances) a escala diaria.
- Si bien toda la información listada en el punto anterior hace parte integral de la metodología de cálculo, esta no fue entregada para la ejecución del proyecto, por lo que La Universidad para darle buen fin al proyecto y aprovechando la disponibilidad del SURER y XM para apoyar el cumplimiento del contrato, hizo consultas y solicitudes de información constantes que permitieran llegar al entendimiento completo de la estimación.
- La Universidad considera desafortunado que a pesar de las mesas de trabajo realizadas y las preguntas y/o consultas formuladas a XM para una cadena específica y/o periodo de tiempo de análisis, XM desconozca la necesidad que la Universidad tiene, como ejecutor del trabajo encomendado por el CNO, de disponer de toda la información y el contexto metodológico del cálculo de los desbalances, desde el 11/07/2004 hasta el presente para cada una de las centrales y cadenas incluidas en el balance de energía del SIN.
- En la información base entregada para el proyecto no se incluye ninguna que pueda apoyar el entendimiento por parte de la Universidad de los modelos de despacho hidrotérmico empleados para el planeamiento energético, por lo que se requiere información de este tema para darle cumplimiento al alcance definido en el literal h del numeral 2.2 de los términos de referencia del contrato.

Respecto a cada una de las siguientes afirmaciones de la comunicación del asunto se tiene que:

AFIRMACIÓN 1 – Numeral 1 de la comunicación 002425-1 XM: “Los datos en energía de cada variable fueron entregados como valor, y en un principio no se consideró necesario entregar

los detalles de la conversión de masa a energía, por tratarse de un tema que debe ser de conocimiento de La Universidad.”

Queda claro en la afirmación que XM no entregó el detalle de la conversión de masa a energía que hace parte integral de la metodología de cálculo del balance de energía – desbalance del SIN.

Para el cumplimiento de los alcances del contrato la Universidad requería conocer la metodología de cálculo para cada una de las cadenas y centrales del SIN.

Además de lo entregado en el anexo 10 de los Términos de referencia, la información reportada por los agentes para cada una de las centrales y los datos en energía de cada variable como valor, para el entendimiento completo de la estimación del balance de todas las plantas de generación hidráulica despachada centralmente, se requería la información que se lista a continuación:

- Factores de conversión históricos de cada planta desde el 11 de agosto de 2004.
- Información reportada por los agentes de las centrales Cucuana, Amoyá, Carlos Lleras, Darío Valencia Samper, Esmeralda, La Herradura, Río Mayo, Salto II, San Francisco, San Miguel que en 2017 y 2018 fueron incluidos en la estimación del balance de energía - desbalance.
- Información en masa de la variable otros ríos.
- Listado de series de aportes usadas, para cada central y cadena, para la estimación del balance de energía.
- Ecuaciones y/o consideraciones del efecto de las cadenas en el factor de conversión para cada una de las cuatro (4) variables que se incluyen en el cálculo del balance de energía.
- Memorias de cálculo del balance de energía desde la información base, y/o archivos con las fórmulas o código usado.
- Listado de centrales incluidas en la estimación histórica del balance de energía (desde el 11 de agosto de 2011), esto considerando que hay unas de despacho central y otras no despachadas centralmente que por épocas cambian de tipo de despacho.
- Hipótesis y fundamentos de la metodología actual.

El que XM en un principio no haya considerado necesario entregar los detalles de la conversión de masa a energía, parte integral de la metodología de cálculo, es el punto que ha generado que La Universidad hubiese tenido que disponer de su personal para cubrir este aspecto.

Para el entendimiento completo de la metodología de cálculo y ante la no entrega y/o documentación de lo listado anteriormente, la Universidad comenzó el análisis y procesamiento de la información disponible para lograr entender el cálculo del desbalance total del SIN, lo que condujo a la necesidad de realizar reuniones con los integrantes del SURER de forma colectiva y/o individual, envío de preguntas y además solicitud de información extra.

Respecto a la aseveración “...por tratarse de un tema que debe ser de conocimiento de La Universidad” de la comunicación del asunto, entregar los detalles de la conversión de masa a energía

para el caso de las cadenas hidráulicas no ha sido un aspecto nada trivial, ya que es claro que los aspectos metodológicos particulares utilizados en las cadenas le ha tomado a XM 20 días para la entrega de las correspondientes formulaciones matemáticas, que según XM debían ser conocidas por la Universidad.

AFIRMACIÓN 2 – Numeral 1 de la comunicación 002425-1 XM: “No obstante, dicha información se entregó a La Universidad en el mes de agosto de 2018, sólo hasta el 31 de enero de 2019 La Universidad manifestó a XM la necesidad de conocer el detalle de la conversión de unidades de masa a energía para cada una de las variables y en especial, para los sistemas en cadena”

Esta afirmación no es cierta, dado que desde la reunión del día 09 de noviembre de 2018 La Universidad planteó a XM la pregunta relacionada con el uso del factor de conversión para la transformación de la información de unidades de masa a unidades de energía, tal y como se planteó en los documentos Consolidado_Info_XM_Unal_08_11_18.pdf y Informe_Resumen_Hallazgos_CNO_08_11_18.pdf.

Del envío de estos documentos, que surgieron como resultado del análisis de la información del año 2017 de masa y energía para cada una de las centrales y cadenas del SIN, se obtuvo la siguiente respuesta de XM:

“XM entregó en el archivo de cálculos de desbalance en energía una única serie de tiempo de aportes en GWh/día para cada uno de los ríos del SIN. Sin embargo, en los archivos individuales desbalances en masa en los cuales se realizó el cálculo de desbalances en volumen, se suministra distintas series de tiempo de caudales (en m³/s y Hm³) reportados entrando a las centrales. Solo una de esas series de tiempo es utilizada para la estimación de la energía afluente (multiplicando por el factor medio de conversión del río – FC acumulado) . Al parecer, en los ejercicios realizados por uds, no se empleó la serie de tiempo de caudal correspondiente a la usada por el CND para el cálculo en energía, y por lo tanto la dispersión en el factor de conversión derivado al relacionar dato a dato el aporte en volumen con el de energía.

El archivo que se adjunta contiene **algunos ejemplos del cálculo del FC** al relacionar dato a dato la energía afluente con el volumen de aporte reportado que corresponde. En el encabezado de cada aporte en volumen encontrarán la descripción del reporte de los aportes que corresponde en el archivo de balance en masa.

Con lo anterior, la hipótesis que planteamos en la reunión del pasado viernes sobre el posible efecto de uso de versiones distintas de los datos reportados queda completamente refutada.” (Negrita y subraya fuera de texto)

Debido a esta respuesta de XM fue necesario solicitar la lista de series usadas para cada una de las centrales o cadenas, que fueron enviadas posteriormente y no como parte de la respuesta anterior.

El día 15/11/2018, entendiendo que cada central y/o cadena tenía consideraciones particulares, según respuesta de XM del 13/11/2018, La Universidad realizó la siguiente pregunta:

“Teniendo en cuenta que cada central y cada cadena tienen consideraciones particulares, nos gustaría saber si existe un documento que consolide las hipótesis de trabajo y metodológicas en el uso del factor de conversión para cada uno de los términos y además las series de aportes que se consideran en el balance energético”,

A esta pregunta, el 16/11/2018XM dio la siguiente respuesta:

“Respuesta: No hay documentos. El balance energético se basa en un principio de conservación de energía y de factores de conversión constantes. A modo ilustrativo y, con el fin permitir un mayor entendimiento del balance energético en una cadena, adjuntamos una presentación que contiene una demostración de la validez del cálculo en energía de un sistema encadenado de dos elementos. El análisis puede extenderse a cadenas con más elementos.”

Como se observa, las respuestas a las preguntas que La Universidad ha realizado a XM han sido parciales y sin el respaldo completo de la información para dar claridad al cálculo del balance de energía del SIN.

Debido este tipo de respuestas, con el fin de lograr el entendimiento completo de los resultados estimados por XM, la Universidad se vio en la necesidad de realizar, a partir de la exploración de datos, la generación de las ecuaciones que gobernaban la transformación de los datos de masa a energía para cada una de las centrales y/o cadenas, lo que ha requerido interacción constante con los agentes y/o integrantes del SURER.

Se resalta que, para un análisis de datos más ágil, con autorización y conocimiento de CNO, La Universidad solicitó a Emgesa, EPM y XM los factores de conversión de vigencia del año 2017, con los que se realizaron los análisis de las centrales y cadenas.

AFIRMACIÓN 3 – Numeral 2 de la comunicación 002425-1 XM: *“De otra parte, La Universidad manifiesta que durante los meses de ejecución del contrato, ha recibido la información de manera fragmentaria que da cuenta de cómo se hacen las estimaciones, al respecto es preciso señalar que efectivamente ha existido un intercambio continuo de información, y en muchos casos ampliando o aclarando información entregada previamente, lo cual obedece en la mayoría de los casos, a que La Universidad no precisó desde el principio la información de detalle que requería por parte de XM”*

Esto se suscita básicamente en el hecho que XM no consideró necesario entregar los detalles de la conversión de masa a energía, lo cual hace parte integral de la metodología de cálculo del balance de energía – desbalances.

AFIRMACIÓN 4 – Numeral 3 de la comunicación 002425-1 XM: *“Luego de varias interacciones, XM advirtió a La Universidad que, al formular un balance energético, se debe tener especial cuidado con el Factor de Conversión a aplicar a los vertimientos, el cual depende de la disposición de las estructuras para tal fin y no necesariamente corresponde con el de los aportes, particularmente para los sistemas en cadena. Luego de la aclaración indicada La Universidad no tuvo ninguna otra inquietud al respecto.”*

No es cierto que La Universidad no tuvo otra inquietud, dado que en las diferentes mesas de trabajo se ha preguntado insistentemente sobre este tema específicamente, tanto así que a hoy no se tiene la información a la que hace referencia este punto.

La Universidad considera que la responsabilidad de XM con el proyecto, teniendo en cuenta la necesidad de cumplimiento del objeto y los alcances del contrato, no podía ser extralimitarse a advertir, sino de lo contrario, dar claridad de estas consideraciones especiales. Las consideraciones son tan particulares para cada central y/o cadena, que aunque XM es la encargada de la estimación del balance y el desbalance de energía, le toma 20 días para documentar la solicitud realizada en la reunión del 31/01/2019 y en la solicitada realizada por La Universidad al CNO mediante el documento: *Análisis de entrega de información por parte de XM, cronología de la entrega, información faltante y estado de avance de los alcances*, del 06 de febrero de 2019, motivado por la reunión realizada entre La Universidad y el CNO el día 05 de febrero del año en curso.

AFIRMACIÓN 5 – Numeral 3 de la comunicación 002425-1 XM: “Sin embargo, en la Sección 2 del Documento, La Universidad manifiesta que por la falta de claridad por parte de XM les fue necesario “reconstruir” “la formulación que supuestamente de usada por XM”, refiriéndose de forma específica a la cadena Guatapé-Nare. En una reunión que se sostuvo el día 31 de enero de 2019, La Universidad manifestó que, como conclusión propia, a partir de los análisis realizados encontraron que el factor de conversión para el caso de los vertimientos puede variar dependiendo de la topología del sistema para los embalses en cadena. Consideramos que lo razonable era que La Universidad hubiera solicitado las fórmulas de cambio de unidades de masa en energía para los sistemas en cadena y de esta forma evitar los contratiempos manifestados o que hubiera validado previamente con el Contratante la reconstrucción de los cálculos”

Respecto a la afirmación referida, La Universidad considera que lo razonable era que como parte de la información base para el desarrollo del contrato se entregara la metodología completa de cálculo, incluyendo la conversión de masa en energía de todo el sistema y no que en un principio XM no considerara necesario entregar los detalles de la conversión de masa a energía.

Estos detalles se solicitaron en comunicación del 15/11/2018, como ya se referenció en esta documentación.

AFIRMACIÓN 6 – Numeral 4 de la comunicación 002425-1 XM: “El 4 de diciembre de 2018, XM indicó en la reunión del Subcomité (SURER), que la información solicitada sería entregada a medida que fuese recopilada dado el volumen extensión de la misma, condición que fue aceptada por La Universidad.”

Respecto a este punto en la reunión del 4 de diciembre de 2018 no se llegó a ninguna conclusión al respecto, por lo que la afirmación no es correcta.

Mediante comunicación telefónica del 5 de diciembre de 2018, posterior a la reunión de 4 de diciembre de 2018, Emma Salazar solicitó a La Universidad (Carolina Ortiz) la claridad del

por qué y para qué de la información, dado que esta no se tenía de forma consolidada en XM, conversación que fue documentada por parte de La Universidad mediante correo electrónico del 6 de diciembre al CNO. En ningún momento La Universidad aceptó el tema de los plazos, dado que no es su competencia.

ACLARACIONES – Numeral 5 de la comunicación 002425-1 XM

En el numeral 5 del oficio del asunto, XM realiza observaciones a las solicitudes planteadas por La Universidad en el documento enviado al CNO el pasado 6 de febrero de 2019. En este punto se da claridad sobre las dudas, afirmaciones y/o inquietudes de XM expresadas sobre la solicitud de información.

Solicitud 1.

Según se ha entendido por parte de La Universidad durante el desarrollo del proyecto, el desbalance se usa para los modelos de planeamiento y como indicador para el Ministerio. Es necesario que esta información se deje documentada por parte de los interesados con el fin de evitar seguir en el espacio de las interpretaciones.

Además, se quiere dar claridad de la necesidad de esta solicitud y está orientada al cumplimiento del alcance h del contrato, consistente en *“Proponer una metodología para representar los rangos de las incertidumbres asociadas a los balances energéticos en los modelos de despacho hidrotérmico empleados para el planeamiento energético”*. Dado lo anterior es necesario conocer la siguiente información específica:

- Escala de tiempo de las corridas en los modelos de despacho hidrotérmico empleados para el planeamiento energético. La escala se refiere a si la información usada es diaria, semanal o anual.
- Escala de tiempo de la información base de todas las centrales de generación incluidas en los modelos de despacho hidrotérmico empleados para el planeamiento energético.
- En caso de ser necesario, ¿cómo se homogeneiza la información del desbalance de energía que es en unidades GWh/día (estimación diaria) a la escala temporal en los modelos de despacho hidrotérmico?
- ¿Los escenarios en los modelos de despacho hidrotérmico consideran cambios en la magnitud y/o inclusión del desbalance?
- Cómo es la inclusión del desbalance en los modelos de despacho hidrotérmico respecto a:
 - ¿Se utilizan como uno de los parámetros que hacen parte de los modelos o se aplican a los resultados obtenidos de sus corridas?
 - Su inclusión matemática: ¿es una energía que se considera no disponible?
 - ¿Es una magnitud que se ingresa agregada en los modelos o se desagrega por central y/o cadena?
 - ¿Impacta sólo la disponibilidad de energía hidráulica o de la energía total del SIN?
 - ¿Ingresa como una magnitud diaria o la calculada a partir de los desbalances diarios se convierte a la escala de tiempo (resolución temporal) de los modelos?

- ¿Es constante en el tiempo de modelamiento o se modifica en los delta de tiempo de los modelos?
- ¿Se aplican los resultados que se producen en los desbalances energéticos del SIN obtenidos a nivel diario directamente en las modelaciones que utilizan resolución temporal diferente (semanal, mensual, anual)? Dado que los desbalances deberían corresponder al comportamiento normal de los errores, en el caso de que la respuesta a la pregunta anterior sea afirmativa, ¿se ha validado que los desbalances energéticos a nivel diario del SIN son agregables de manera directa a otros niveles de resolución temporal usados en las modelaciones para planeamiento?
- ¿Se consideran magnitudes de desbalance diferenciales para invierno y verano o es constante?
- ¿En qué parte del modelo se considera el balance de energía?

Solicitud 2.

Dado que el pasado 14 de febrero de 2019, en la reunión del SURER, XM aclaró que los desbalances energéticos calculados utilizan metodologías diferentes entre 2004 y 2018, lo cual no fue informado con anterioridad y teniendo en cuenta la confusión que esto ha generado. La Universidad considera necesario dar claridad a toda la metodología y a los puntos 2 al 6 citadas en el numeral 5 del oficio del asunto, con la siguiente información consolidada:

Hoja de cálculo documentada y rastreable que incluya:

- a. Información base en Mm^3 del volumen almacenado, vertimientos, caudal turbinado y aportes que se usa para el balance de energía para cada central y/o cadena: se refiere a la información diaria reportada por los agentes.
- b. Factores de conversión históricos usados para cada una de las centrales en la estimación del balance de energía – desbalance.
- c. Cálculo de las variables, en GWh para cada día, del volumen almacenado, vertimientos, caudal turbinado y aportes que se usa para el balance de energía para cada central y/o cadena, basado en la información listada en a y b.

Respecto al periodo de análisis, La Universidad siempre trabajó en el entendimiento de los resultados del balance de energía – desbalances desde el 11/08/2004 a 30/06/2018, esto teniendo en cuenta el Anexo E – Desbalance Sistema de los términos de referencia y los archivos Cuentasenergía-2017 y Cuentasenergía-2018-1Sem que hacen parte de la información entregada para la ejecución del proyecto, de tal forma La Universidad estructuró su plan de trabajo bajo la consideración de una única metodología. Teniendo esto en cuenta se deja a consideración del Contratante el periodo de tiempo del análisis de balance de energía - desbalances.

Solicitud 3 a la 6.

Con la aclaración de la solicitud 2 se daría respuesta a estas solicitudes.

Solicitud 7.

Este punto se refiere a la formulación matemática del balance de energía desde la información operativa reportada por todos los agentes en masa y el factor de conversión mediano anual. Incluye:

- Criterios de entrada y salida de centrales y/o proyectos al balance energético.
- Formulación matemática, si aplica, para la estimación del balance de energía incluyendo las plantas que pasan temporalmente a ser despachadas centralmente.
- Documentación de los criterios para incluir o no las plantas dentro del balance de energía, en especial las pequeñas centrales o centrales menores que por periodos de tiempo son despachadas centralmente.
- Cronología de las plantas consideradas en el balance de energía desde el 11 de julio de 2004. Se aclara que este punto se aclararía con la entrega del periodo completo de análisis de lo aclarado en la solicitud 2.
- Momento específico en que se incluyen en el cálculo del desbalance las nuevas centrales de generación.
- Criterios que llevan a cambios en las consideraciones de las cadenas, como por ejemplo Carlos Lleras en la cadena Guatiron Porce.

Solicitud 8.

Respecto a este punto se requiere claridad sobre:

- De los 14 GWh/día estimados desde el año 2009, ¿qué días, meses y años fueron promediados?
- De los 14,7 GWh/día desde el año 2017, ¿qué días, meses y años fueron promediados?

Y teniendo en cuenta la respuesta, es necesario para el proyecto entender cómo los 14,7 GWh/día son incluidos dentro del modelo de planeamiento para el despacho hidrotérmico, información planteado en la solicitud 1.

Teniendo en cuenta todo el contexto del proyecto, se aclara que La Universidad actualmente se encuentra consolidando la información que dará cumplimiento a los alcances c, d, e, f y g del contrato.

El cumplimiento de los alcances a, b y h depende de la respuesta que se obtenga de XM a todo lo descrito en este documento.

Se reitera que en el documento *Análisis de entrega de información por parte de XM, cronología de la entrega, información faltante y estado de avance de los alcances*, del 06 de febrero de 2019, donde se la solicitud la información y la prórroga ya se habían documentado las dificultades para la obtención de la información.

Agradezco su atención.

Atentamente,



Universidad
Nacional
de Colombia

JAIME IGNACIO VÉLEZ UPEGUI

jivelez@unal.edu.co

Director del Proyecto

Departamento de Geociencias y Medio Ambiente

Facultad de Minas