

Revisión	Fecha	Descripción
0	2024-06-14	Actualización del procedimiento de solicitud de aplazamiento de la realización de las pruebas de batimetría.
1	2024-10-24	Actualización del procedimiento de realización de las pruebas de batimetría: se incluyó la ampliación de plazos para batimetrías de embalses nuevos, se ajustó el ámbito de aplicación del acuerdo, se incluyó un capítulo para definir el procedimiento de obtención de los volúmenes, se ajustaron las definiciones de algunos parámetros y se ajustó el criterio para la definición de la incertidumbre máxima en embalses con profundidad máxima mayor a 100 mts.

ÍNDICE

1. Objetivo.....	3
2. Definiciones.....	3
3. Ámbito de aplicación.....	5
4. Trabajos de Campo	5
6. Presentación e Informe de la batimetría.....	9
7. Vigencia de los resultados.....	10
8. Batimetrías de embalses nuevos.....	11
9. Procedimiento para el aplazamiento de las batimetrías	11

1. Objetivo

Establecer el procedimiento mínimo para la realización de las batimetrías de los embalses del sector eléctrico colombiano y los lineamientos básicos a seguir para la elaboración y presentación del informe de resultados.

2. Definiciones

Batimetría: Topografía del fondo del embalse o del lecho de las corrientes de agua, con sus formas y detalles.

Embalse nuevo: Corresponde al embalse asociado a una planta despachada centralmente que va a entrar en operación comercial.

Línea de sondeo: Conjunto de puntos de sondeo batimétricos alineados en una determinada dirección.

Longitud del embalse: Distancia máxima entre el sitio de presa y la parte más lejana siguiendo el cauce principal, cuando el embalse se encuentra en el Nivel Máximo Físico.

Nivel Máximo Físico: Cota, en metros sobre el nivel del mar, de la cresta del vertedero o del nivel superior de compuertas.

En el caso de vertederos con compuertas sumergidas, en los cuales el nivel del embalse puede subir por encima de la cota superior de compuertas, el Nivel Máximo Físico será definido por la cota de la estructura donde empieza el vertimiento o debajo de ésta si existe alguna restricción.

En cualquier caso, el agente deberá tener en cuenta las condiciones de seguridad de las estructuras hidráulicas.

PARÁGRAFO: El Nivel Máximo Físico podrá estar por debajo de la cresta del vertedero o del nivel superior de compuertas, si existe alguna restricción que afecte la operación del embalse.

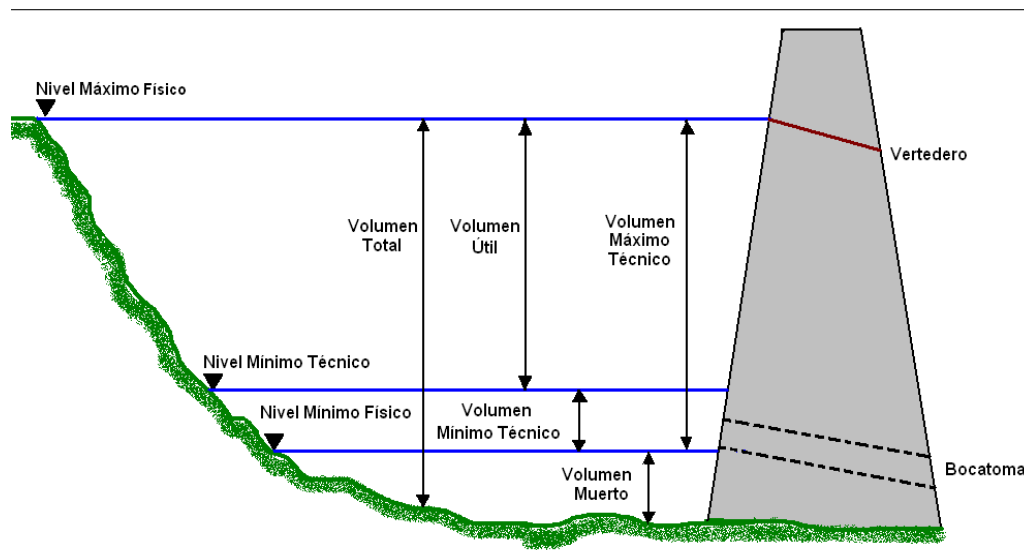
Nivel Mínimo Físico: Cota inferior de la estructura de captación o bocatoma, en metros sobre el nivel del mar, por debajo de la cual no es posible captar agua.

Nivel Mínimo Técnico: Cota, en metros sobre el nivel del mar, hasta la cual puede descender el nivel del embalse, cumpliendo con condiciones de seguridad en las estructuras hidráulicas y en las instalaciones de generación cuando todas las unidades operan a plena carga.

Planta filo de agua: Refiérase a la definición de la Resolución CREG 060 de 2019, o aquellas que la modifiquen o sustituyan.

Punto de sondeo batimétrico: Sitio en el embalse donde se miden la profundidad (z), entendida como la distancia vertical entre el nivel del agua y el fondo, y sus coordenadas asociadas (x,y).

Volúmenes característicos del embalse: Los volúmenes característicos corresponden a Volumen Muerto, Volumen Mínimo Técnico, Volumen Útil, Volumen Máximo Técnico y Volumen Total, como se muestra en la siguiente figura.



Volumen Máximo Técnico: Volumen del embalse, en Mm^3 , comprendido entre el Nivel Mínimo Físico y el Nivel Máximo Físico, y equivale a la suma del Volumen Mínimo Técnico y el Volumen Útil del embalse.

Volumen Mínimo Técnico: Volumen del embalse, en Mm^3 , comprendido entre el Nivel Mínimo Físico y el Nivel Mínimo Técnico.

Volumen Muerto: Volumen del embalse, en Mm^3 , hasta el Nivel Mínimo Físico.

Volumen Total: Volumen, en Mm^3 , que puede almacenar un embalse hasta el Nivel Máximo Físico. Equivale a la suma del Volumen Muerto, el Volumen Mínimo Técnico y Volumen Útil.

Volumen Útil: Volumen del embalse, en Mm^3 , comprendido entre el Nivel Mínimo Técnico y el Nivel Máximo Físico.

Volumen Total Almacenado: Volumen, en Mm^3 , que puede almacenar un embalse hasta una cota determinada sin sobrepasar el Nivel Máximo Físico.

Volumen Útil Almacenado: Volumen del embalse, en Mm^3 , comprendido entre el Nivel Mínimo Técnico y una cota superior determinada sin sobrepasar el Nivel Máximo Físico.

3. Ámbito de aplicación

El presente procedimiento aplica a los embalses con regulación mayor a un (1) día, asociados directa o indirectamente a plantas de generación en operación comercial y declarados en la topología de una planta con asignación de Obligaciones de Energía Firme.

A las plantas filo de agua no les aplica el presente procedimiento.

Para el caso de los embalses que son propiedad de un tercero, el agente generador podrá presentar la información que le sea suministrada, o la que recopile por sus propios medios, siempre y cuando cumpla el procedimiento aquí previsto.

4. Trabajos de Campo

4.1 Equipos

El levantamiento batimétrico deberá realizarse con un sistema automatizado, conformado con GPS móvil diferencial y ecosonda digital de tecnología multihaz, o de igual o superior precisión y cobertura.

Para disminuir la incertidumbre en los levantamientos, los sensores utilizados deberán cumplir con los protocolos de mantenimiento y calibración recomendados por el fabricante. Adicionalmente, en cada levantamiento se deberá calibrar el sistema para ajustar el error en la latencia, cabeceo, balanceo y azimut en los transductores.

Teniendo en cuenta que el monitoreo requiere conocer las cotas de fondo de los puntos levantados, para los cálculos finales, se deberá registrar el nivel del embalse en forma periódica, al menos una vez cada hora, durante el tiempo de realización de los trabajos de campo.

4.2 Metodología

Para la realización de los trabajos de campo, se levantarán líneas de sondeo que cubran todo el embalse hasta su Nivel Máximo Físico. Con el fin de tener un trabajo ordenado, el monitoreo se realizará por tramos de embalse.

El levantamiento deberá garantizar una cobertura completa del fondo del embalse y un traslape entre líneas de sondeo, mínimo del 10%, además, deberá tener en cuenta los criterios de incertidumbres máximas del Orden Especial, establecidos en las Normas para Levantamientos Hidrográficos de la Organización Hidrográfica Internacional OHI (<https://www.iho.int>).

PARÁGRAFO: Los embalses con profundidad máxima mayor a 100 m no estarán sujetos al cumplimiento de la incertidumbre del Orden Especial. En todo caso, se deberá cumplir con algún criterio de la normatividad vigente.

Durante el tiempo de realización de los trabajos de campo, la información batimétrica deberá complementarse con información topográfica en al menos los siguientes casos:

- Cuando no sea posible el ingreso de la lancha a algunos sectores del embalse debido a los depósitos de sedimentos o vegetación.

- Cuando los sólidos suspendidos y/o la vegetación impidan la utilización del ecosonda.
- Cuando el nivel del embalse no se encuentre en el Nivel Máximo Físico durante el monitoreo.

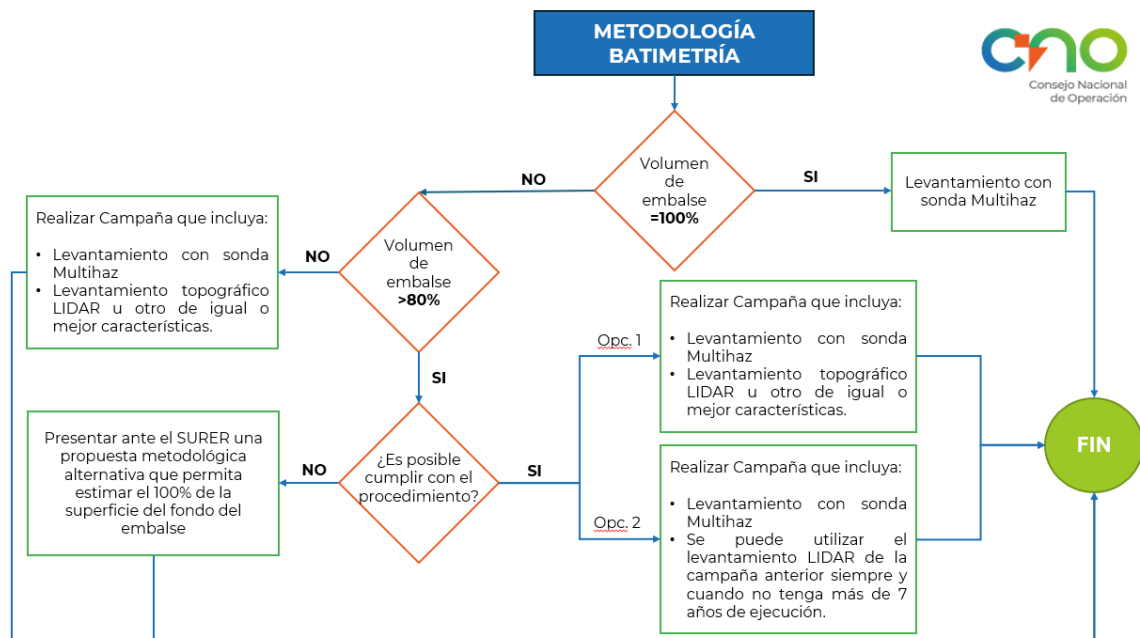
La información topográfica deberá levantarse con una tecnología compatible con la del monitoreo batimétrico, como por ejemplo la topografía LIDAR (Laser Imaging Detection and Ranging), u otras de igual o mejores características.

Cuando el levantamiento se realice con el embalse en un nivel igual o superior al 80% de su Volumen Total, la batimetría podrá complementarse con información topográfica LIDAR, u otra de igual o mejores características, levantada dentro de los siete (7) años previos a la fecha de inicio de los trabajos de campo de la batimetría.

Para la integración de la información batimétrica y topográfica, se deberá garantizar similitud entre precisiones y coberturas, y solapamiento entre la información levantada con las dos técnicas. En el caso de usar equipos que permitan el levantamiento batimétrico y LIDAR de manera simultánea será necesario garantizar la continuidad de la información.

El amarre topográfico planimétrico y altimétrico deberá realizarse según los puntos de referencia de cada proyecto, o los certificados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC.

PARÁGRAFO: En caso de no ser posible realizar el levantamiento del 100% del fondo del embalse, cumpliendo con el procedimiento metodológico descrito en este anexo, se deberá presentar ante el SURER una propuesta metodológica alternativa que permita estimar el 100% de la superficie del fondo del embalse, para su concepto favorable.



4.3 Tiempo de ejecución del trabajo de campo y procesamiento de la información

El plazo para el levantamiento de la información batimétrica y complementaria, la recepción de los informes respectivos, la presentación al Subcomité de Recursos Energéticos Renovables, en adelante SURER, o aquel que lo sustituya, y la expedición del Acuerdo por parte del CNO es de máximo 18 meses contados a partir de la fecha de inicio de los trabajos de campo. En caso de ser necesario, el agente podrá solicitar al CNO una solicitud de ampliación de plazo, siguiendo lo establecido en el numeral “*Procedimiento para el aplazamiento de las batimetrías*”.

5. Cálculo de los Volúmenes característicos del embalse

Los volúmenes característicos de los embalses se deben estimar considerando las definiciones establecidas en el numeral “*Definiciones*”, y utilizando la tabla Cota vs Volumen Total Almacenado, obtenida como resultado de la aplicación del procedimiento establecido en el numeral “*Trabajos de Campo*” y los Niveles Mínimo Técnico, Mínimo Físico y Máximo Físico.

6. Presentación e Informe de la batimetría

La presentación de los resultados de la batimetría al SURER deberá incluir como mínimo lo siguiente:

- Fecha de iniciación y terminación de los trabajos de campo.
- Equipo utilizado, especificando sus características técnicas.
- Certificados de calibración de equipos que se envíen a fábrica.
- Proceso y soporte de calibración del levantamiento.
- Sistema de referencia y puntos de amarre del levantamiento.
- Descripción del embalse: Plano del embalse y presa asociada, Nivel Mínimo Físico, Nivel Mínimo Técnico y Nivel Máximo Físicos, fecha de inicio de operación de la central.
- Metodología del trabajo de campo: a) Descripción general, b) Descripción técnica.
- Vista en planta del embalse con las líneas de sondeo levantadas donde se muestre la cobertura de los barridos y su solapamiento.
- Descripción del posprocesamiento del trabajo de campo.
- Profundidad máxima y estimación de la incertidumbre en el levantamiento.
- Resultados obtenidos para cada uno de los volúmenes característicos, comparándolos con los de la batimetría inmediatamente anterior o en caso de embalses nuevos, los adoptados con base en el último levantamiento topográfico o batimétrico.

El informe entregado al CND y al SURER deberá incluir además de lo anterior, la siguiente información:

a. Tabla Cota Vs. Volumen Total Almacenado

Se obtendrá una tabla que relacione el Volumen Total Almacenado en el embalse hasta la cota (m.s.n.m.) de la superficie del agua considerada. La tabla se hará al centímetro en cotas, y el volumen en Mm^3 (con dos decimales).

b. Tabla Volumen Vs. Factor de conversión

Para los modelos de planeamiento energético que utilizan la relación entre el volumen del embalse y el factor de conversión

hidráulico, se presentará una tabla con cinco (5) puntos en donde se registren los siguientes datos del embalse: cota, volumen y factor de conversión. Los cinco (5) puntos corresponderán a los volúmenes asociados al 0%, 25%, 50%, 75% y 100% del Volumen Útil.

c. Curvas Cota – Área inundada – Volumen Útil Almacenado

Curvas: Cota Vs. Área inundada y Cota Vs. Volumen Útil Almacenado en el embalse hasta la cota (m.s.n.m.) de la superficie del agua considerada.

7. Vigencia de los resultados

La vigencia de los resultados de la batimetría es de cinco (5) años, contados a partir de la fecha de expedición del Acuerdo por el cual se aprueba la actualización de la información correspondiente a los parámetros: Volumen Total, Volumen Máximo Técnico, Volumen Útil, Volumen Mínimo Técnico, y Volumen Muerto del embalse. Sin embargo, cuando el resultado de la batimetría evidencie una pérdida igual o superior al 1% anual en el Volumen Útil del embalse respecto a la anterior batimetría realizada, la vigencia de los resultados de la batimetría será de (3) tres años, contados a partir de la fecha de expedición del Acuerdo por el cual se aprueba la actualización de los volúmenes.

Cuando haya modificación del Nivel Mínimo Técnico o del Nivel Máximo Físico del embalse, el agente generador deberá reportar en el informe de batimetría los volúmenes útiles estimados para las dos batimetrías: antes y después del cambio. En ambos casos se deberá verificar la tasa de pérdida de Volumen Útil, si al menos uno de ellos evidencia una pérdida igual o superior al 1% anual, la vigencia de la batimetría será de (3) tres años.

La pérdida anual de Volumen Útil del embalse $\Delta Vu/t$ se estima de la siguiente manera:

$$\left(\frac{\Delta Vu}{t}\right) = \left[\frac{\left(\frac{Vu_{nueva\ batimetría} - Vu_{batimetría\ vigente}}{Vu_{vigente}} \right) * 100}{Tiempo} \right]$$

Donde:

$\Delta Vu/t$: Pérdida de Volumen Útil en %.

$Vu_{nueva\ batimetría}$: Volumen Útil de la batimetría en proceso de aprobación en Mm^3 .

$Vu_{batimetría\ vigente}$: Volumen Útil de la batimetría vigente por acuerdo CNO en Mm^3 .

Tiempo: Tiempo en años y fracción de años, entre la finalización de los trabajos de campo de la batimetría vigente y la batimetría en proceso de aprobación, incluyendo el levantamiento LIDAR, cuando este haya sido realizado.

8. Batimetrías de embalses nuevos

Para los embalses nuevos se adoptarán los volúmenes característicos, calculados con base en el último levantamiento topográfico o batimétrico.

Para la batimetría inicial de los embalses nuevos, los trabajos de campo deberán comenzar a más tardar dos (2) años después de la fecha de entrada en operación comercial de la primera unidad de generación de la planta asociada a dicho embalse. En el caso de un embalse, construido para una planta existente, este tiempo se contará a partir de la fecha en que el agua almacenada empiece a ser utilizada en dicha planta.

9. Procedimiento para el aplazamiento de las batimetrías

9.1. Trámite de la solicitud de ampliación del plazo

El agente podrá hacer varias solicitudes de ampliación del plazo para la realización de las pruebas de batimetría de un embalse, siempre y cuando la suma de los aplazamientos no exceda el plazo máximo de dos (2) años.

Las solicitudes de ampliación de plazo deben hacerse como mínimo dos (2) meses antes de la fecha de vencimiento de la vigencia de los resultados de la batimetría.

En el caso de los embalses nuevos, la solicitud deberá realizarse como mínimo dos (2) meses antes de cumplirse el plazo establecido en el numeral *“Batimetrías de embalses nuevos”*.

Parágrafo: Las solicitudes de ampliación de plazo podrá realizarse en un periodo inferior a los dos (2) meses, cuando exista una causa que así lo justifique, la cual deberá presentarse al SURER para su concepto.

El agente deberá enviar a más tardar el día 20 del mes, al correo del Secretario Técnico del CNO, la solicitud de incluir como punto de la agenda de la reunión del SURER del siguiente mes, la solicitud de aplazamiento de la realización de las mediciones de batimetría, de acuerdo con lo previsto en el numeral *“Contenido de la solicitud de aplazamiento”*.

El Secretario Técnico del CNO remitirá la anterior solicitud al Presidente y al Coordinador Técnico del SURER, para que el tema sea incluido en la agenda de la reunión ordinaria del mes siguiente. Una vez el tema haya sido incluido en la agenda de reunión, el agente recibirá la citación a dicha reunión para presentar la justificación de la solicitud de aplazamiento.

El agente presentará en la reunión del SURER la justificación de la solicitud de ampliación del plazo y el Subcomité emitirá su concepto a esta solicitud.

Si el concepto emitido a la solicitud de ampliación es favorable, el agente redactará el borrador de Acuerdo CNO y lo enviará al Presidente y Coordinador Técnico del Comité de Operación, con copia al CNO. En la siguiente reunión del Comité de Operación, éste revisará el Acuerdo y dará su recomendación al CNO para su expedición. En el evento que el CO tenga observaciones al Acuerdo, lo devolverá al SURER, para que este haga los ajustes correspondientes y lo remita nuevamente al CO. Por último, el CNO expedirá el Acuerdo y lo publicará en la página WEB del Consejo.

Una vez el agente verifique que existen condiciones favorables para llevar a cabo o continuar con las mediciones de batimetría, éstas deberán realizarse inmediatamente.

9.2 Contenido de la solicitud de aplazamiento

La solicitud del agente generador deberá incluir lo siguiente:

- I. El o los embalses para los cuales solicita el aplazamiento de las mediciones de batimetría.
- II. Las circunstancias que le han impedido la realización de las mediciones y el plazo requerido.
- III. Soportes o documentos que respalden su solicitud.