

	Generación de Datos e Información Hidrometeorológica y Ambiental para la Toma de Decisiones Procedimiento para la generación de datos de la Red Nacional de Isotopía	Código: GDI-P021 Versión: 02 Fecha: 07/07/2025
--	--	--

1. Objetivo

Describir las etapas que se llevan a cabo para la generación de datos isotópicos provenientes de las estaciones de isotopía dispuestas a nivel nacional.

2. Alcance

El IDEAM ha implementado la Red Nacional de Isotopía la cual tiene como objetivo coleccionar datos de isótopos estables del agua a escala nacional para comprender el origen y la evolución del agua a través de todos los estadios del ciclo hidrológico. A la fecha, la red provee datos básicos de isótopos como Oxígeno-18, Deuterio y Tritio, los cuales pueden ser usados para determinar las variaciones temporales y espaciales de los isótopos en la lluvia, y de las fuentes hídricas superficiales y subterráneas.

El documento describe las etapas necesarias para la generación de datos isotópicos dentro de la red, desde su recolección hasta su validación. Este proceso asegura la calidad y confiabilidad de los datos antes de ser integrados al "Sistema de Gestión de Datos Hidrológicos y Meteorológicos - DHIME".

3. Definiciones

Estación isotópica: es el sitio donde se hacen observaciones y mediciones puntuales de la muestra de agua lluvia para el posterior análisis en laboratorio de los isótopos como Oxígeno-18, Deuterio y Tritio; la muestra de agua lluvia se toma usando como instrumento un colector o totalizador del agua, con el fin de determinar las variaciones temporales y espaciales de los isótopos estables y radioactivos del agua en la precipitación dentro del territorio colombiano.

Red Nacional de Isotopía: conjunto de estaciones estratégicamente distribuidas a lo largo del territorio colombiano, en las que se miden los isótopos como Oxígeno-18, Deuterio y Tritio, los cuales permiten evaluar procesos y reacciones que el agua experimenta a medida que hace tránsito por el ciclo hidrológico.

	Generación de Datos e Información Hidrometeorológica y Ambiental para la Toma de Decisiones Procedimiento para la generación de datos de la Red Nacional de Isotopía	Código: GDI-P021 Versión: 02 Fecha: 07/07/2025
--	--	--

Colector o totalizador: instrumento diseñado para recolectar muestras de agua de lluvia de manera continua durante un período de tiempo específico, pueden ser días, semanas o meses. Estas muestras acumuladas permiten determinar la composición isotópica del agua de lluvia, proporcionando información clave sobre isótopos como Oxígeno-18, Deuterio y Tritio.

Observador: son todas aquellas personas, a quienes se les encomiendan, las labores de observación y mantenimiento básico de una estación isotópica.

4. Desarrollo

Para la generación de datos isotópicos en la Red Nacional de Isotopía, se debe llevar a cabo un conjunto de actividades estructuradas que garantizan la calidad y precisión de los datos. Estas actividades incluyen:

	Generación de Datos e Información Hidrometeorológica y Ambiental para la Toma de Decisiones Procedimiento para la generación de datos de la Red Nacional de Isotopía	Código: GDI-P021 Versión: 02 Fecha: 07/07/2025
--	--	---

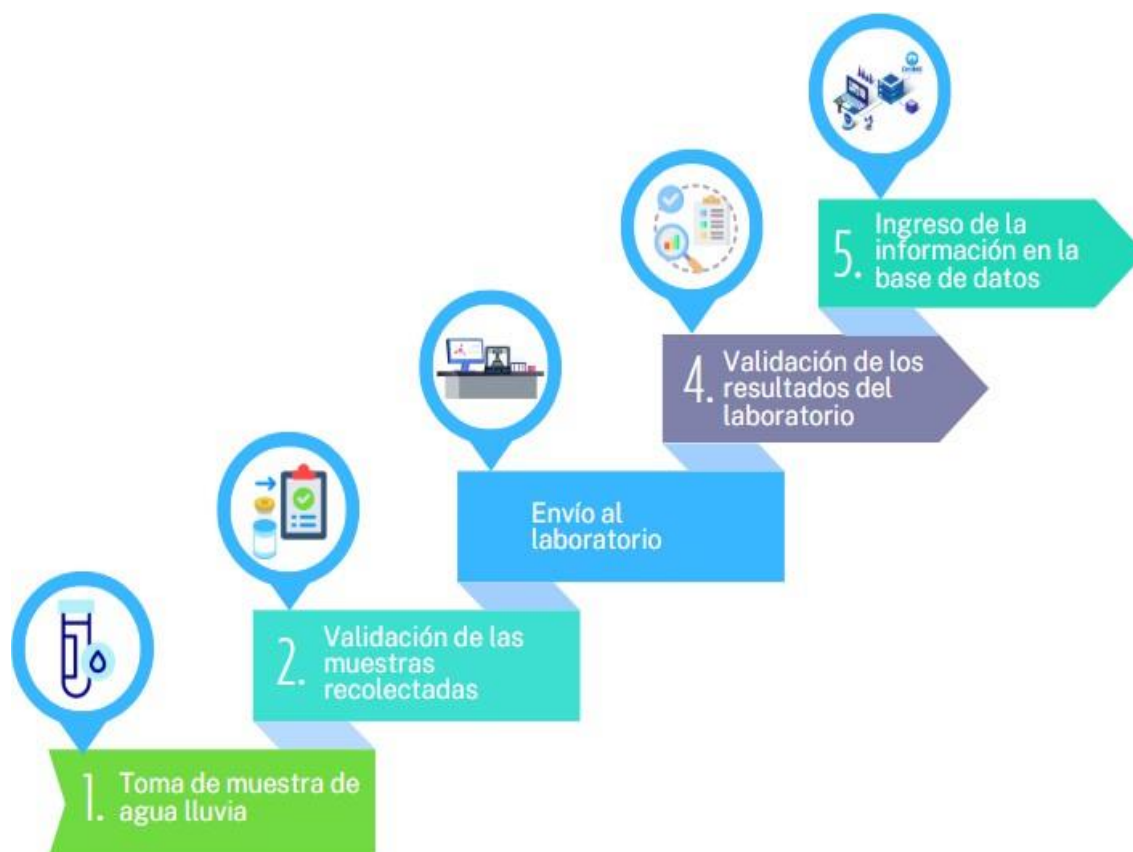


Figura 1. Mapa de procesos para la recolección, análisis y gestión de datos isotópicos de agua lluvia

1. Toma de muestra de agua lluvia:

Se realiza de manera periódica utilizando colectores o totalizadores, asegurando la representatividad de las muestras recolectadas. . Se considera un régimen de muestreo acumulativo el cual corresponde a un mes.

2. Validación de las muestras recolectadas:

Consiste en verificar que las muestras cumplen con los estándares de calidad necesarios para su posterior análisis.

	Generación de Datos e Información Hidrometeorológica y Ambiental para la Toma de Decisiones Procedimiento para la generación de datos de la Red Nacional de Isotopía	Código: GDI-P021 Versión: 02 Fecha: 07/07/2025
---	--	--

3. Envío al laboratorio:

Las muestras se remiten a laboratorios especializados para llevar a cabo el análisis isotópico de componentes como Oxígeno-18, Deuterio y Tritio.

4. Validación de los resultados del laboratorio:

Los datos entregados por el laboratorio son revisados para confirmar su coherencia y precisión antes de ser incorporados al sistema.

5. Ingreso de la información en la base de datos:

Finalmente, los resultados validados son registrados en la base de datos central que administra la red, y posteriormente los datos son ingresados en el Sistema de Gestión de Datos Hidrológicos y Meteorológicos - DHIME, asegurando su disponibilidad para análisis y toma de decisiones.

4.1. Toma de muestra de agua lluvia

Actualmente, la Red Nacional de Isotopía utiliza colectores de muestreo tipo Palmex, aunque también emplea algunos pluviómetros convencionales. Para el caso de pluviómetros, se consideran los que ya se encuentran instalados en las estaciones climatológicas.

Totalizador Palmex: Este colector de agua lluvia permite un muestreo prácticamente libre de evaporación, capturando muestras mensuales compuestas. El Totalizador Palmex ha sido validado por el Organismo Internacional de Energía Atómica - OIEA y la Red Mundial sobre Isótopos en la Precipitación - RMIP, mostrando un excelente rendimiento en comparación con otros colectores convencionales.

Para minimizar la evaporación el diseño del colector reduce la superficie del agua expuesta a la atmósfera, utilizando una manguera de polipropileno suave y

estrecha de 4 mm de diámetro, que conecta el embudo colector con el fondo de la botella de recolección (Figura 2).

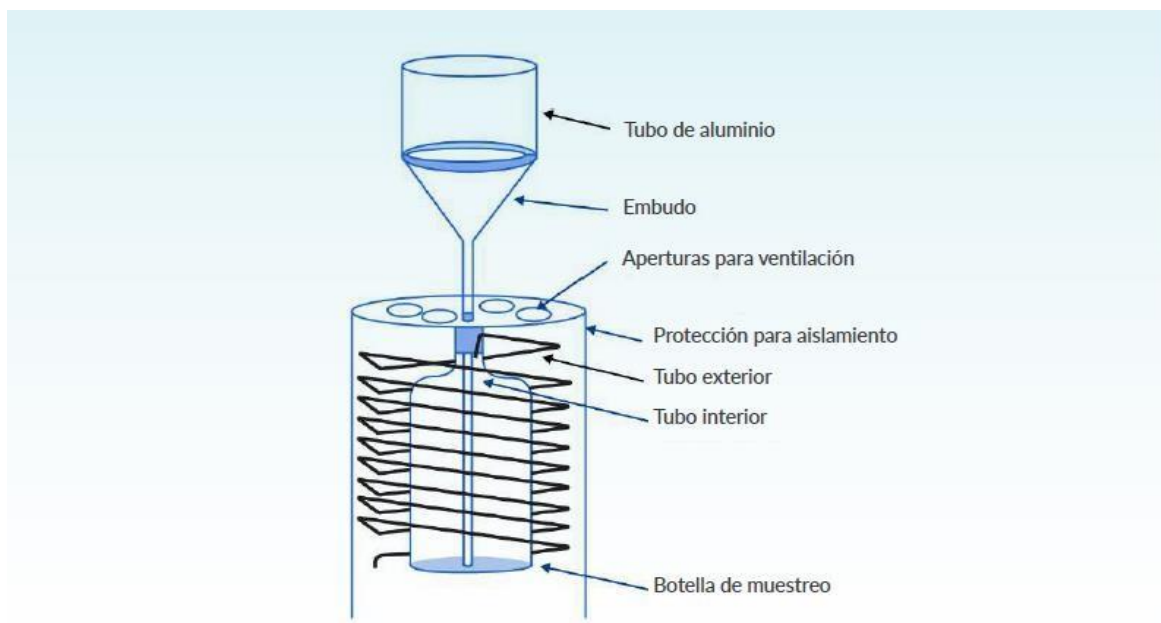


Figura 2. Imagen del totalizador simple con tubo sumergido utilizado para el muestreo isotópico en agua lluvia. Tomado de (Gröning, y otros, 2012)

Se considera un régimen de muestreo acumulativo, el cual corresponde a un mes; puede ser tomado de dos maneras: i) un muestreo a base de eventos, en donde se recogerá la precipitación inmediatamente después de un evento lluvioso (o por lo menos al siguiente día), y es acumulada en un tanque por el periodo definido, ii) un muestreo en donde el agua de precipitación se acumule durante todo el mes.

La recolección del agua se hace desde el día 1 del mes n , hasta el día 1 del mes $n+1$ (Primer día del mes siguiente); ese último día se procede a tomar la muestra.

Para la recolección de agua se considera:

	Generación de Datos e Información Hidrometeorológica y Ambiental para la Toma de Decisiones Procedimiento para la generación de datos de la Red Nacional de Isotopía	Código: GDI-P021 Versión: 02 Fecha: 07/07/2025
---	--	--

Si se utiliza un pluviómetro normal, la precipitación es recogida inmediatamente después de un evento lluvioso o a más tardar al día siguiente de ocurrido el evento. El agua acumulada en el pluviómetro, se vacía en un recipiente adicional de HDPE (polietileno de alta densidad), con tapa y contratapa de plástico, con capacidad para almacenar el agua recogida del mes. En el momento del vaciado, se registra la cantidad exacta de agua recogida, utilizando una probeta o jarra graduada y al final de mes se suman las cantidades de agua que se han acumulado en cada vaciado durante ese período.

Después de vertida el agua en el recipiente, el pluviómetro debe ser secado con un paño antes de ser devuelto a su posición.

Si se realiza la medición al día siguiente de ocurrido el evento, esta se hace a primera hora de la mañana, entre 7:00 y 8: 00 am.

Al final del periodo (primer día del mes siguiente), se recolecta la muestra de agua lluvia total del mes; se agita toda el agua contenida en el recipiente hermético y se procede a llenar los frascos de muestreo.

El tanque de acumulación debe ser secado (y/o limpiado en caso de ser necesario) para iniciar de nuevo la medición.

Si el colector es un totalizador que almacena el agua lluvia por un mes, el primer día del mes siguiente, se procede a tomar la muestra; se agita el contenido acumulado y se mide el agua lluvia colectada con un balde o jarra graduada, o con una probeta si es necesario. La cantidad de agua recogida se registra, al igual que los cambios en las características del agua medida, en cuanto a color, contenido de sustancias flotantes, impurezas, etc.

Se reserva una cantidad de la recolección y se toma la muestra.

Finalmente, el recipiente del totalizador es secado y es colocado en el montaje del colector para iniciar de nuevo la medición.

	Generación de Datos e Información Hidrometeorológica y Ambiental para la Toma de Decisiones Procedimiento para la generación de datos de la Red Nacional de Isotopía	Código: GDI-P021 Versión: 02 Fecha: 07/07/2025
--	--	---

Para el llenado de los frascos, téngase en cuenta:

- Purgar dos veces la botella con el agua recolectada.
- Llenar la botella completamente hasta el tope, sin dejar burbujas (Figura 3); caso de enviar las muestras por transporte aéreo, se debe dejar aproximadamente ~5% espacio en todas botellas para permitir que el agua se expanda durante el transporte (OIEA/GNIP, 2014).
- Si no hay agua suficiente volumen (20ml a 50 mL para isótopos estables y ~300 a 1000 mL para tritio) se recolecta la muestra, sin embargo, esto siempre debe ser notificado a la persona encargada de la red.



Figura 3. Fotografía del frasco utilizado para el muestreo de isótopos de Oxígeno 18 y Deuterio, donde se detalla el límite de llenado para evitar procesos de evaporación dentro del frascos.

- Etiquetar el frasco de forma legible, con el código de la estación, el mes de recogida y la cantidad total mensual de precipitación.

	Generación de Datos e Información Hidrometereológica y Ambiental para la Toma de Decisiones Procedimiento para la generación de datos de la Red Nacional de Isotopía	Código: GDI-P021 Versión: 02 Fecha: 07/07/2025
--	--	--

La etiqueta se coloca en a botella inmediatamente después de llenarla.

Un ejemplo de cómo se llena la etiqueta se muestra a continuación:

Código: RNI_BOG_1 Período: 1/04/2024 al 30/04/2024 Precipitación: 4,3 mm
--

Figura 4. Ejemplo de llenado de etiqueta de frascos

Las letras RNI indican que la muestra hace parte de la Red Nacional de Isotopía, BOG son las tres primeras letras de la ciudad o municipio donde se encuentra localizada la estación, en este caso sería Bogotá.

El periodo corresponde al mes de recolección de la muestra que va desde el día 1 del mes n, hasta el día 1 del mes n+1 (primer día del mes siguiente); y en el caso de precipitación se coloca el valor del volumen total recolectado.

Si se utiliza un tanque de acumulación cuando se hace recolección después de un evento lluvioso, éste es guardado en un lugar fresco (p.ej. a temperatura ambiente) y oscuro, o en el refrigerador.

Con respecto a las muestras recolectadas, estas son guardas en un lugar fresco y oscuro, o en refrigerador hasta que son enviadas para análisis.

4.2. Validación de las muestras recolectadas

Las muestras recolectas en todas las estaciones de la Red, son acopiadas en el Laboratorio de Calidad Ambiental del IDEAM, ubicado en Bogotá sede Puente Aranda. Previo a su envío para los laboratorios de isotopía seleccionados para

	Generación de Datos e Información Hidrometeorológica y Ambiental para la Toma de Decisiones Procedimiento para la generación de datos de la Red Nacional de Isotopía	Código: GDI-P021 Versión: 02 Fecha: 07/07/2025
---	--	--

realizar el análisis, se realiza una revisión del estado de la muestra, el cual consiste en identificar en el envase y la muestra algún tipo de anomalías. Dentro de las más comunes están:

- Deformaciones o rompimiento del recipiente: causado en el transporte de la muestra o por mal almacenamiento. En este caso se recomienda establecer la causa y verificar que no se haya presentado pérdida de la muestra.
- Envase parcialmente lleno: esto puede ser causado por una toma insuficiente de muestra o pérdida de la muestra en el transporte. Se recomienda establecer la causa y hacer la observación en los formatos de envío de muestras al laboratorio. En este caso la muestra se debe desechar porque el espacio desocupado en el envase favorece la evaporación del agua y por ende la muestra es alterada.
- Mal etiquetado: Causado por desconocimiento de los procedimientos de toma, recolección, almacenamiento y envío de muestras. Se recomienda hacer la capacitación al observador. La desatención al procedimiento trae como consecuencia problemas a la hora de realizar la validación.

Después de revisar el estado de las muestras, la información contenida en las etiquetas y en formato correspondiente de toma de datos de la estación isotópica, como periodo de muestreo, precipitación total acumulada, y las observaciones anotadas por el observador que tomó la muestra, es trasladada a la base de datos de la red nacional (Figura 5).

	Generación de Datos e Información Hidrometeorológica y Ambiental para la Toma de Decisiones Procedimiento para la generación de datos de la Red Nacional de Isotopía	Código: GDI-P021 Versión: 02 Fecha: 07/07/2025
--	--	--

spreadsheetKey	Lab Code	Sample ID	Station	δ2H, in ‰ (1 numro δ2H Stdev δ18O, in ‰ (2 δ18O Stn ‰ (1 dec H3 Error	Excess Deuterio	Latitude	Longitude	Altitude	Altitude adjust DEM	Collection Date_Initial	Collection Date_End	DateMid	Year			
Bogota_19732	197302	BOG_01_19732	Bogota	-7.700	-2.610	13.2	4.7	-74.166667	2550	2565	1973-02-01	1973-02-28	1973-02-15	1973		
Bogota_19733	197303	BOG_01_19733	Bogota	-2.200	-1.260	14.4	0.8	4.7	-74.166667	2550	2565	1973-03-01	1973-03-31	1973-03-15	1973	
Bogota_19734	197304	BOG_01_19734	Bogota	-48.300	-7.890	15.2	14	13.1	4.7	-74.166667	2550	2565	1973-04-01	1973-04-30	1973-04-15	1973
Bogota_19735	197305	BOG_01_19735	Bogota	-109.700	-14.870	13.7	12	9.3	4.7	-74.166667	2550	2565	1973-05-01	1973-05-31	1973-05-15	1973
Bogota_19736	197306	BOG_01_19736	Bogota	-93.800	-12.810	12.3	0.8	8.7	4.7	-74.166667	2550	2565	1973-06-01	1973-06-30	1973-06-15	1973
Bogota_19737	197307	BOG_01_19737	Bogota	-89.200	-12.060	13.5	0.9	7.3	4.7	-74.166667	2550	2565	1973-07-01	1973-07-31	1973-07-15	1973
Bogota_19738	197308	BOG_01_19738	Bogota	-46.200	-9.840	16.4	11	12.5	4.7	-74.166667	2550	2565	1973-08-01	1973-08-31	1973-08-15	1973
Bogota_19739	197309	BOG_01_19739	Bogota	-93.000	-13.120	13.7	1	12.0	4.7	-74.166667	2550	2565	1973-09-01	1973-09-30	1973-09-15	1973
Bogota_197310	197310	BOG_01_197310	Bogota	-79.700	-11.380	12.2	0.9	11.3	4.7	-74.166667	2550	2565	1973-10-01	1973-10-31	1973-10-15	1973

Totalizer precipitation (mm)	Totalizer precipitation recalculated (mm)	IDEAM Station 1_rain	IDEAM Station 1_code	IDEAM Station 1_altitude	IDEAM Station 2_rain	IDEAM Station 2_code	IDEAM Station 2_altitude	IDEAM Station 3_rain	IDEAM Station 3_code	IDEAM Station 3_altitude	Temperature (°C)	Vapor Pressure (hPa)	Relative Humidity (%)	Top	Bottom	Alkalinity	Other Info
3.8	21205791	2547	---	---	---	---	---	---	---	---	13.00	11.1	11.1				
48.1	21205791	2547	---	---	---	---	---	---	---	---	14.20	12.3	12.3				
39.3	21205791	2547	---	---	---	---	---	---	---	---	13.60	12.5	12.5				
75.0	21205791	2547	---	---	---	---	---	---	---	---	13.60	12.1	12.1				
59.5	21205791	2547	---	---	---	---	---	---	---	---	13.20	12.4	12.4				
55.1	21205791	2547	---	---	---	---	---	---	---	---	12.80	11.9	11.9				
57.4	21205791	2547	---	---	---	---	---	---	---	---	12.90	11.8	11.8				
130.3	21205791	2547	---	---	---	---	---	---	---	---	12.80	9.7	9.7				
115.4	21205791	2547	---	---	---	---	---	---	---	---	12.80	12.3	12.3				
105.8	21205791	2547	---	---	---	---	---	---	---	---	13.00	12.7	12.7				
100.0	21205791	2547	---	---	---	---	---	---	---	---	12.90	12	12				
28.5	21205791	2547	---	---	---	---	---	---	---	---	12.90	12.3	12.3				

Figura 5. Imagen que muestra la estructura de la base de datos que maneja la Red Nacional de Isotopía

Los datos de precipitación obtenidos, son ingresados en milímetros de agua (mm). Estos datos son validados con información de precipitaciones en estaciones climatológicas cercanas.

- Estimación de la precipitación en mm para un Totalizador

En caso de ser necesario, el reporte del volumen del agua acumulado en el colector/totalizador, se transforma de mililitros a milímetros de agua (mm), los cuales equivalen a la cantidad que se acumularía en una superficie horizontal e impermeable, durante el periodo de recolección.

Se considera que el área de captación la define el diámetro interno del embudo; para el cálculo se asume que el área de recolección es circular, en este sentido la altura de la lámina de precipitación está dada de la siguiente forma:

	Generación de Datos e Información Hidrometereológica y Ambiental para la Toma de Decisiones Procedimiento para la generación de datos de la Red Nacional de Isotopía	Código: GDI-P021 Versión: 02 Fecha: 07/07/2025
--	--	--

$$P[mm] = \frac{1273.24 * V [mL]}{(D [mm])^2}$$

Donde P es la altura de lámina de la precipitación en milímetros, V es el volumen en mililitros y D es el diámetro en milímetros.

Para el caso de un totalizador donde el diámetro del embudo permanece constante durante un periodo de tiempo dado, se puede simplificar la ecuación así:

$$P[mm] = \frac{V [mL]}{K}$$

Donde K es,

$$K = \frac{(D [mm])^2}{1273.24}$$

- **Verificación de los datos de volumen de agua lluvia del colector/totalizador**

Los datos de precipitación son validados con la información de pluviómetros de estaciones climatológicas cercanas al colector, para garantizar datos consistentes y precisos con la cantidad de agua lluvia que se acumuló durante el periodo de muestreo.

Pueden llegar a presentarse datos poco confiables, o muestras sin registro de la precipitación total acumulada, por lo que se evalúa la información reportada con datos de agua lluvia de estaciones climatológicas cercanas. Se registra en la base de datos la información de precipitación de al menos tres estaciones climáticas cercanas que estén relacionadas a una altura similar; se recomienda utilizar los registros de las estaciones de la red meteorológicas del IDEAM o de otras entidades (por ejemplo, Federación Nacional de Cafeteros, CAR's,

	Generación de Datos e Información Hidrometeorológica y Ambiental para la Toma de Decisiones Procedimiento para la generación de datos de la Red Nacional de Isotopía	Código: GDI-P021 Versión: 02 Fecha: 07/07/2025
--	--	--

anotando que muchas de estas ya se encuentran en el catálogo nacional de estaciones de IDEAM).

Con este registro, se define si los datos reportados por el colector son confiables: en caso de no tener certeza, se considera la precipitación registrada por el pluviómetro más cercano como dato de precipitación. Esto también es válido, en caso de que el dato de precipitación no haya sido reportado por el observador encargado de tomar la muestra.

Si no se pueden obtener los datos de precipitación del totalizador o del pluviómetro más cercano, se puede utilizar datos de reanálisis de la base de datos CHIRPS (Precipitación infrarroja con datos de estación); estos datos son un conjunto de datos de precipitaciones casi globales de más de 35 años (desde 1981 hasta casi al presente), los cuales cubren un rango latitudinal 50°S – 50°N (Toro Espitia, 2022b).

4.3. Envío al laboratorio

Las muestras validadas son enviadas a los laboratorios seleccionados para realizar el análisis. Actualmente se consideran dos laboratorios como es el Laboratorio de Hidrología Isotópica de la OIEA en Viena (Austria), este analiza las muestras de las estaciones que hacen parte de la Red Global de Isotopos en la Precipitación - GNIP) considerando que Colombia participa en este programa con algunas estaciones como la de Bogotá, Barranquilla y Leticia.

Las restantes ubicadas en otras partes del territorio colombiano, y hacen parte de la Red Nacional de Isotopía, son enviadas a análisis al Laboratorio de análisis de isótopos de la Dirección de Asuntos Nucleares del Servicio Geológico Colombiano- SGC.

4.4. Validación de los resultados del laboratorio

Después de recibida la información de resultados del laboratorio, la información es ingresada en la base de datos de la Red Nacional de Isotopía; se realiza un

	Generación de Datos e Información Hidrometeorológica y Ambiental para la Toma de Decisiones Procedimiento para la generación de datos de la Red Nacional de Isotopía	Código: GDI-P021 Versión: 02 Fecha: 07/07/2025
--	--	--

control de calidad inicial, el cual consiste en identificar errores evidentes al ingresar la información, signos invertidos, error de codificación, valores en casillas diferentes, entre otros. Estos casos atípicos son corregidos, en caso de no ser posible, son eliminados del análisis o recodificados como datos ausentes.

Posteriormente, se identifican valores atípicos que no representen ningún segmento válido de la población, utilizando criterios estadísticos. Se puede utilizar cualquier hoja de cálculo, como Excel o también paquetes estadísticos como Programación R que permite una amplia variedad de técnicas estadísticas y la generación de gráficas. Sin embargo, la escogencia de la herramienta de análisis depende del usuario de esta metodología de validación; se pueden utilizar Python o SPSS, o cualquier otro programa disponible.

Como primer paso para la identificación de valores que no estén dentro de la población, se utiliza el “Criterio de exceso de Deuterio”, el cual se calcula de acuerdo a la siguiente ecuación (Dansgaard, 1964):

$$d = \delta^{2}\text{H} - 8 \cdot \delta^{18}\text{O}$$

donde d es el exceso de deuterio, $\delta^{2}\text{H}$ y $\delta^{18}\text{O}$ son los contenidos de Deuterio y Oxígeno-18 de la lluvia, respectivamente. Todos los valores están dados en “por miles” en notación delta respecto al patrón primario V-SMOW (Vienna Standard Mean Ocean Water).

Para este caso, se considera que las muestras con un exceso de Deuterio por debajo de 5,0‰, pueden presentar evaporación por inadecuados procesos de muestreo y almacenamiento y por tanto son descartadas. Sin embargo, este valor es subjetivo y puede variar teniendo en cuenta información de los protocolos de muestreo utilizados y las condiciones ambientales del sitio, por ejemplo cuando se analizan muestras compuestas mensuales de lluvia, lo normal es que su exceso de Deuterio fluctúe alrededor de 10,0‰ V-SMOW, sobre todo

	Generación de Datos e Información Hidrometeorológica y Ambiental para la Toma de Decisiones Procedimiento para la generación de datos de la Red Nacional de Isotopía	Código: GDI-P021 Versión: 02 Fecha: 07/07/2025
---	--	--

si la muestra ha sido obtenida en el trópico y en ambientes que no son áridos, también cuando se analizan lluvias aisladas, es probable encontrar eventos con un exceso de Deuterio bajo, incluso negativo, o de igual forma, cuando se presentan lluvias en épocas muy secas pueden presentar valores bajos en exceso de Deuterio (Toro Espitia, 2022c).

El OIEA en su tratamiento estadístico de los datos del GNIP utiliza el “Criterio de descartar datos enriquecidos que están más lejos de tres desviaciones estándar de la media”, sin embargo, este debe ser utilizado cuando esporádicamente se registran datos extremos (Toro Espitia, 2022b). Por ejemplo, para 254 muestras compuestas mensuales de precipitación, la media del exceso de deuterio para el set completo de datos es 11,99‰ y la desviación estándar es 2,65‰; tres desviaciones estándar por debajo de la media dan un valor de 4,04‰ (Toro Espitia, 2022c).

Se genera en la base de datos una columna que calcula el exceso de deuterio (Figura 6) y posteriormente se grafica “Fecha de muestreo Vs Exceso de Deuterio”, lo que permite tener una inspección inicial de aquellos valores atípicos, los que estén por debajo del límite de 5,0 ‰ (Figura 7). Este tipo de gráficos, permiten identificar datos con diferentes distribuciones en cuanto a la variabilidad del exceso de Deuterio.

No hay manera de saber si muestras con un exceso de deuterio ligeramente por encima del umbral están realmente afectadas por un protocolo inadecuado de muestreo, y la decisión de utilizar o no estos datos dependen del usuario de esta información.

$$d = \delta^2H - 8 \cdot \delta^{18}O$$

Sample ID	Station	δ^2H , in ‰	δ^2H Stdev	$\delta^{18}O$, in ‰	$\delta^{18}O$ Stdev	H3 in ‰	H3 Error	Excess Deuterio	Latitude	Longitude	Altitude	Altitude adjust DEM	Collection Date_Initial
BOG_01_19866	Bogota	-98.900		-13.390		4	0.8	8.1	4.7	-74.166667	2550	2565	1986-06-01
BOG_01_19867	Bogota	-72.200		-10.150		3.8	0.8	$= F150 - 8 \cdot H150$	4.7	-74.166667	2550	2565	1986-07-01
BOG_01_19868	Bogota	-66.300		-9.540		3.1	0.8	10.0	4.7	-74.166667	2550	2565	1986-08-01
BOG_01_19869	Bogota	-98.800		-13.720		3.7	0.8	11.0	4.7	-74.166667	2550	2565	1986-09-01
BOG_01_198610	Bogota	-111.000		-15.710		3.6	0.8	14.7	4.7	-74.166667	2550	2565	1986-10-01
BOG_01_198611	Bogota	-67.400		-9.480		3.2	0.8	8.4	4.7	-74.166667	2550	2565	1986-11-01
BOG_01_198612	Bogota	-22.300		-2.630				-1.3	4.7	-74.166667	2550	2565	1986-12-01
BOG_01_19871	Bogota	-28.700		-3.770		4.2	0.8	1.5	4.7	-74.166667	2550	2565	1987-01-01
BOG_01_19872	Bogota	-50.700		-6.810		4.1	0.8	3.8	4.7	-74.166667	2550	2565	1987-02-01

Figura 6. Imagen donde se muestra la forma de cálculo de exceso de deuterio que se tiene en la base de datos

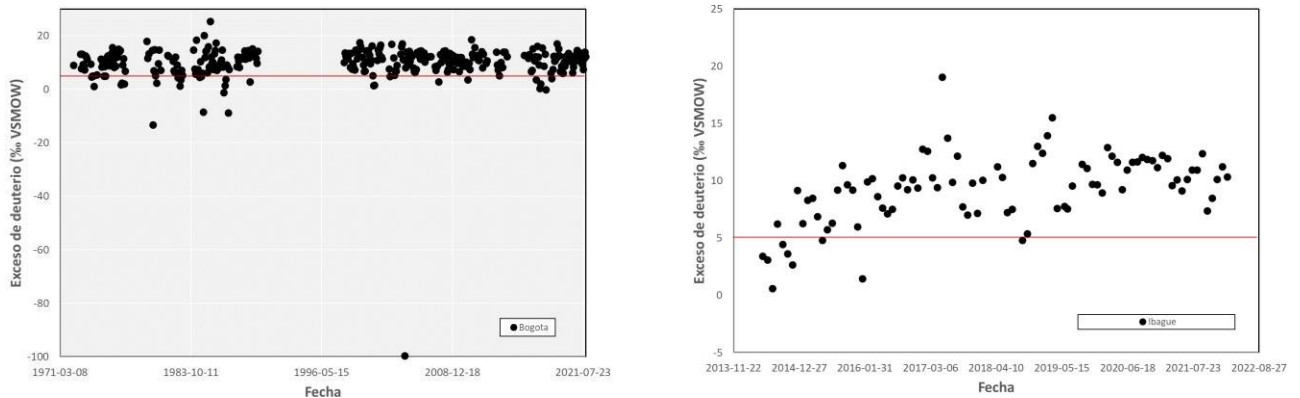


Figura 7. Imagen donde se analiza los datos de dos estaciones de la Red Nacional de Isotopía con el criterio de exceso de Deuterio; izquierda: estación GNIP-Bogotá. Derecha: estación RNI-Ibagué. Tomado de (Toro Espitia, 2022b)

4.5. Ingreso de la información en la base de datos:

Después de ingresados los resultados en la base de datos que administra la red, información de Oxígeno 18- Deuterio, Tritio, periodo de recolección y

	Generación de Datos e Información Hidrometeorológica y Ambiental para la Toma de Decisiones Procedimiento para la generación de datos de la Red Nacional de Isotopía	Código: GDI-P021 Versión: 02 Fecha: 07/07/2025
---	--	--

observaciones, es ingresada en el en el Sistema de Gestión de Datos Hidrológicos y Meteorológicos - DHIME.

En esta etapa, la información que se ingresa corresponde a los datos con una primera etapa de control de calidad, donde se corrigen signos, errores de codificación, entre otros.

En esta etapa, no se descartan datos basándose en el criterio de exceso de Deuterio, dado que este es subjetivo y depende del contexto en el que se utilice la información.

La validación o descarte de datos usando este criterio se delega al usuario final, quien toma decisiones basadas en las necesidades específicas de su investigación.

Aunque la Red Nacional aplica criterios adicionales para identificar y descartar datos atípicos (p. ej., análisis de exceso de deuterio), todos los datos recolectados permanecen disponibles en el sistema. Esto asegura que los investigadores tengan acceso a la información completa, permitiendo análisis personalizados según sus objetivos.

Este enfoque permite mantener un equilibrio entre el control de calidad inicial, que asegura la integridad de los datos, y la flexibilidad para que los usuarios tomen decisiones sobre criterios específicos para su análisis.

Consideraciones finales:

El proceso asegura que los datos base estén lo más libres de errores básicos posible, mientras que se respeta la autonomía de los usuarios para manejar los datos de forma personalizada según sus propias hipótesis o criterios analíticos.

	Generación de Datos e Información Hidrometeorológica y Ambiental para la Toma de Decisiones Procedimiento para la generación de datos de la Red Nacional de Isotopía	Código: GDI-P021 Versión: 02 Fecha: 07/07/2025
---	--	--

5. Referencias

- Gröning, M., Lutz, H., Roller-Lutz, Z., Kralik, M., Gourcy, L., & Pöltenstein, L. (2012). A simple rain collector preventing water re-evaporation dedicated for 18O and 2H analysis of cumulative precipitation samples. *Journal of Hydrology*(448-449 (2012)), 195-200. Obtenido de www.elsevier.com/locate/jhydrol
- OIEA/GNIP. (2014). *Guía de muestreo de precipitación*. Organismo Internacional de Energía Atómica- Global Network of Global Network of Isotopes.
- Toro Espitia, L. E. (2022b). *Informe #19: Memorias de cálculos y estadística datos isotópicos*. IDEAM- Contrato 166 de 2022, Bogotá.
- Toro Espitia, L. E. (2022c). *Informe 18 - Capítulo de Isotopia ENA2022*. IDEAM- Contrato 166 de 2022 , Bogotá.

6. Control de cambios

Versión	Fecha	Descripción
1	28-01-2025	Elaboración del procedimiento
2	07/07/2025	Se actualiza el Formato de acuerdo con el memorando enviado por la OAP memorando 20251100097283 lineamientos para la actualización documental en el marco de la implementación del aplicativo suite visión. El código pasa de M-GDI-M-P021 a GDI-P021.