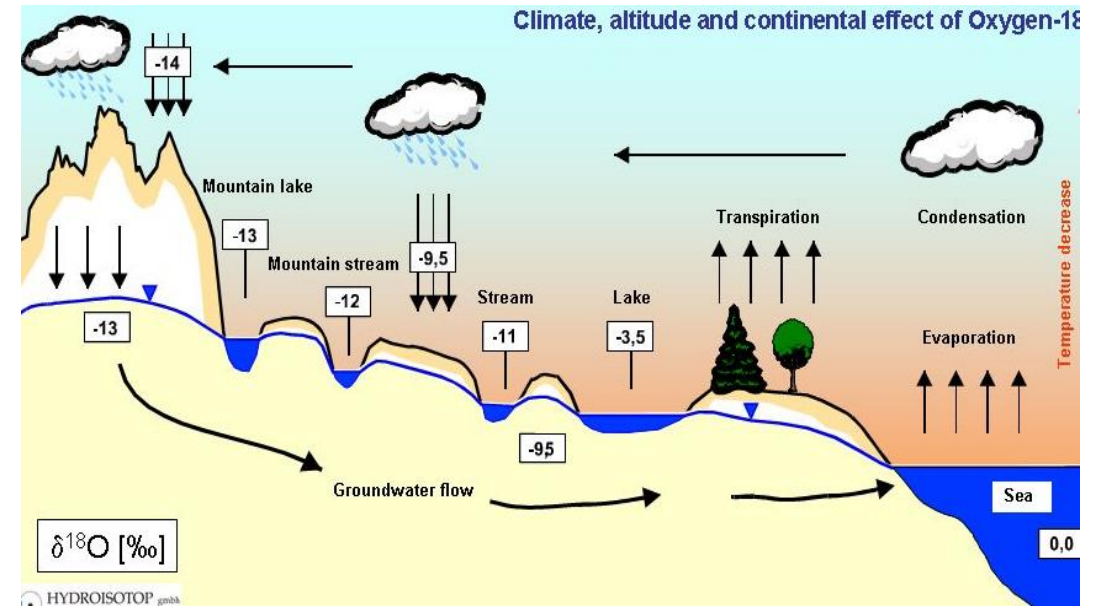
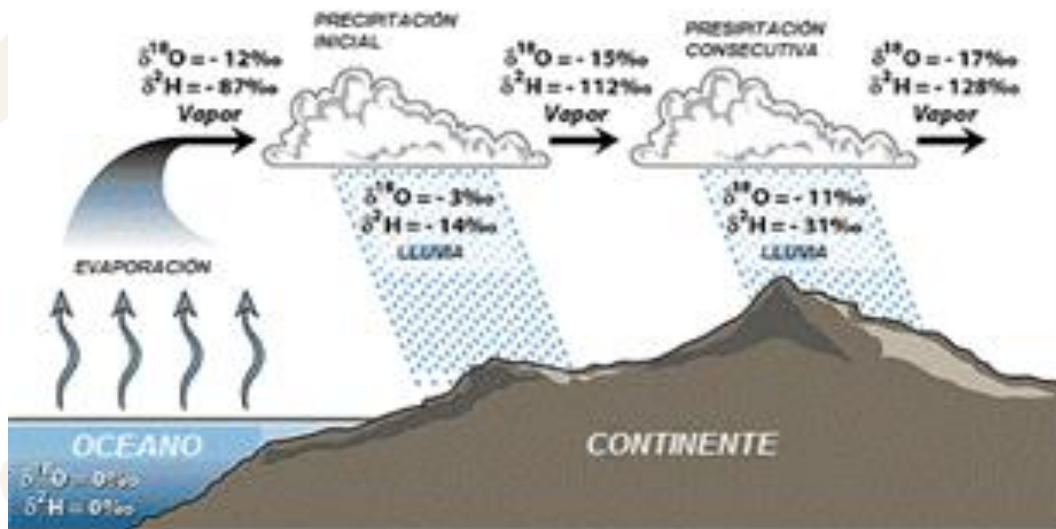




# Red Nacional de Monitoreo de la Composición Isotópica de la Precipitación Pluvial RENIP

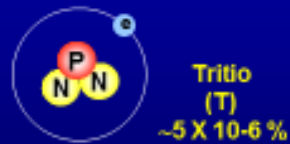
## ANTECEDENTES

Los isótopos ambientales del agua son trazadores gratuitos existentes en la naturaleza, que aportan información valiosa sobre el comportamiento de las aguas atmosféricas, superficiales y subterráneas. Para generar esta información, es necesario monitorear periódicamente la composición isotópica de la lluvia, en las condiciones ambientales donde se precipita. La RENIP está compuesta por 28 estaciones que permiten determinar la composición isotópica y química de la precipitación pluvial, en las quince provincias fisiográficas que integran la República Mexicana.

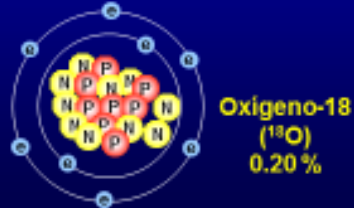
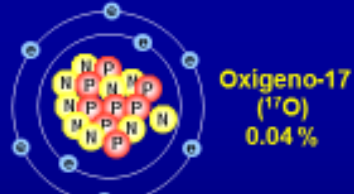


## Composición isotópica del agua

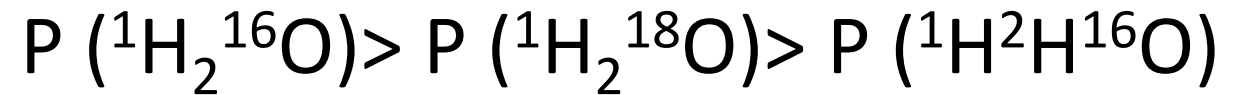
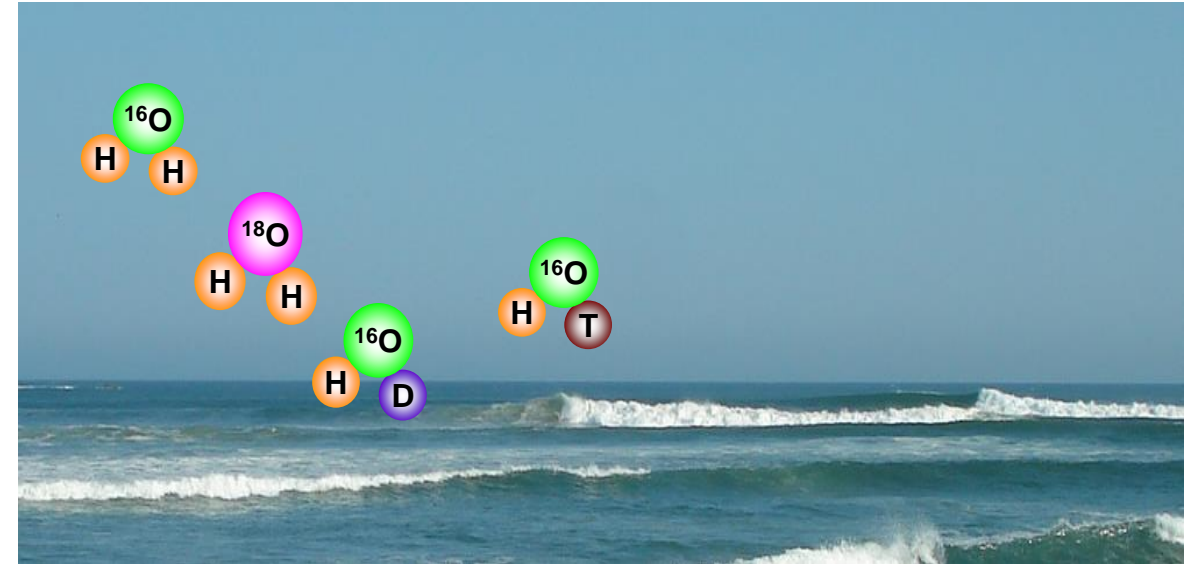
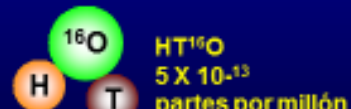
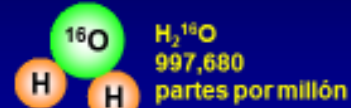
### Isótopos del hidrógeno



### Isótopos del oxígeno



### Moléculas de agua



La presión de vapor determina la velocidad de evaporación o de condensación del agua. Por tanto las moléculas ligeras ( $^1\text{H}_2^{16}\text{O}$ ) que tienen mayor presión de vapor, se evaporan más rápido y se condensan más lentamente que las moléculas pesadas, es decir, presentan una tendencia mayor a permanecer en la fase de vapor durante el cambio de fase (Clark, I.D. and Fritz, P., 1997).

## Notación delta ( $\delta$ )

### Diferencia en la abundancia natural:

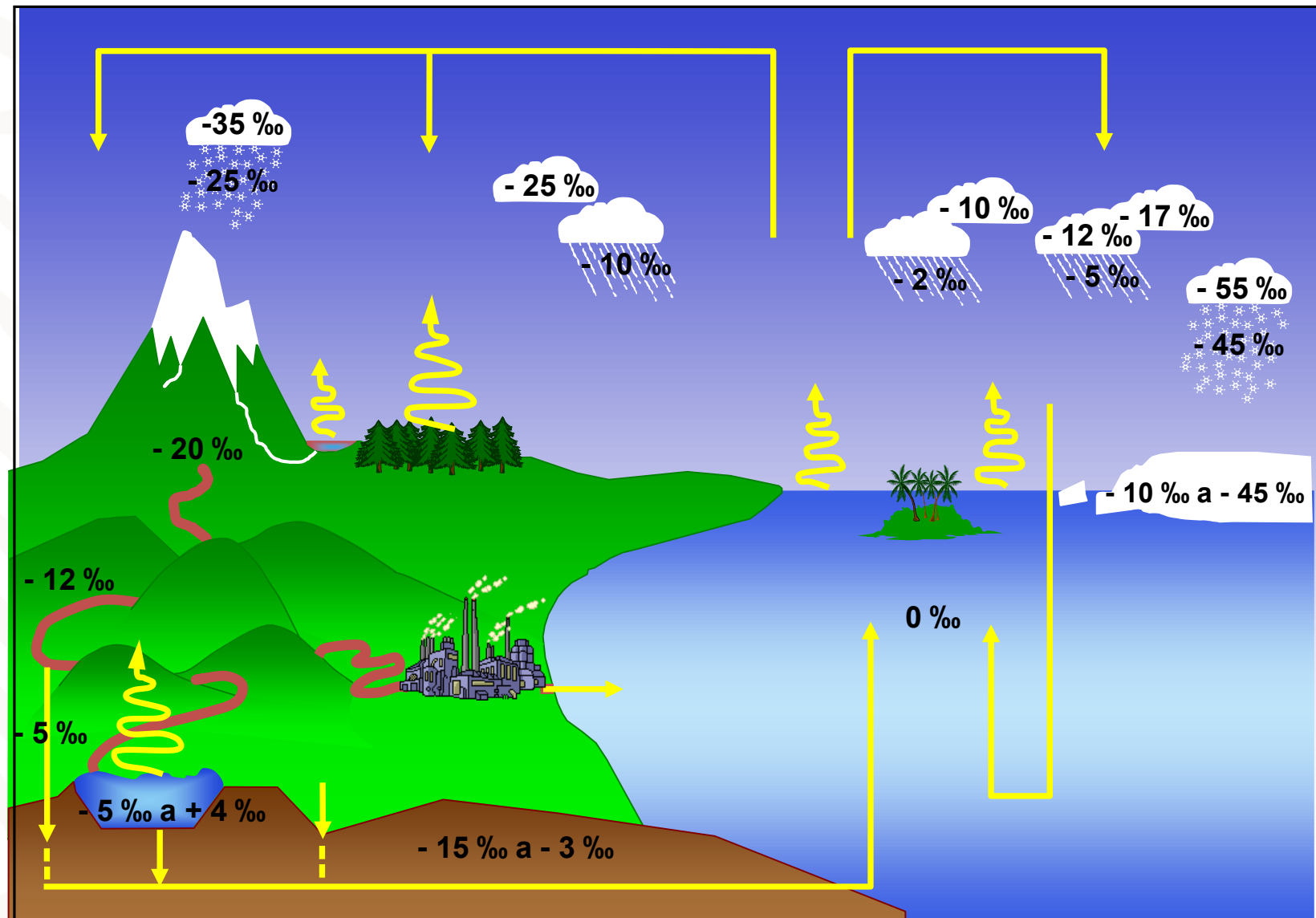
- **D/H ~ 0.00015**
- **$^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  ~ 0.002**

$$\delta D_{VSMOW} (\text{‰}) = \left( \frac{(\text{D}/\text{H})_{\text{sample}} - (\text{D}/\text{H})_{VSMOW}}{(\text{D}/\text{H})_{VSMOW}} \right) * 1000$$

$$\delta^{18}\text{O}_{VSMOW} (\text{‰}) = \left( \frac{(^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_{\text{SAMPLE}} - (^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_{VSMOW}}{(^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_{VSMOW}} \right) * 1000$$



Los isótopos de la molécula de agua: deuterio (2H), oxígeno 18 (18O) y tritio (3H) son trazadores naturales del ciclo hidrológico

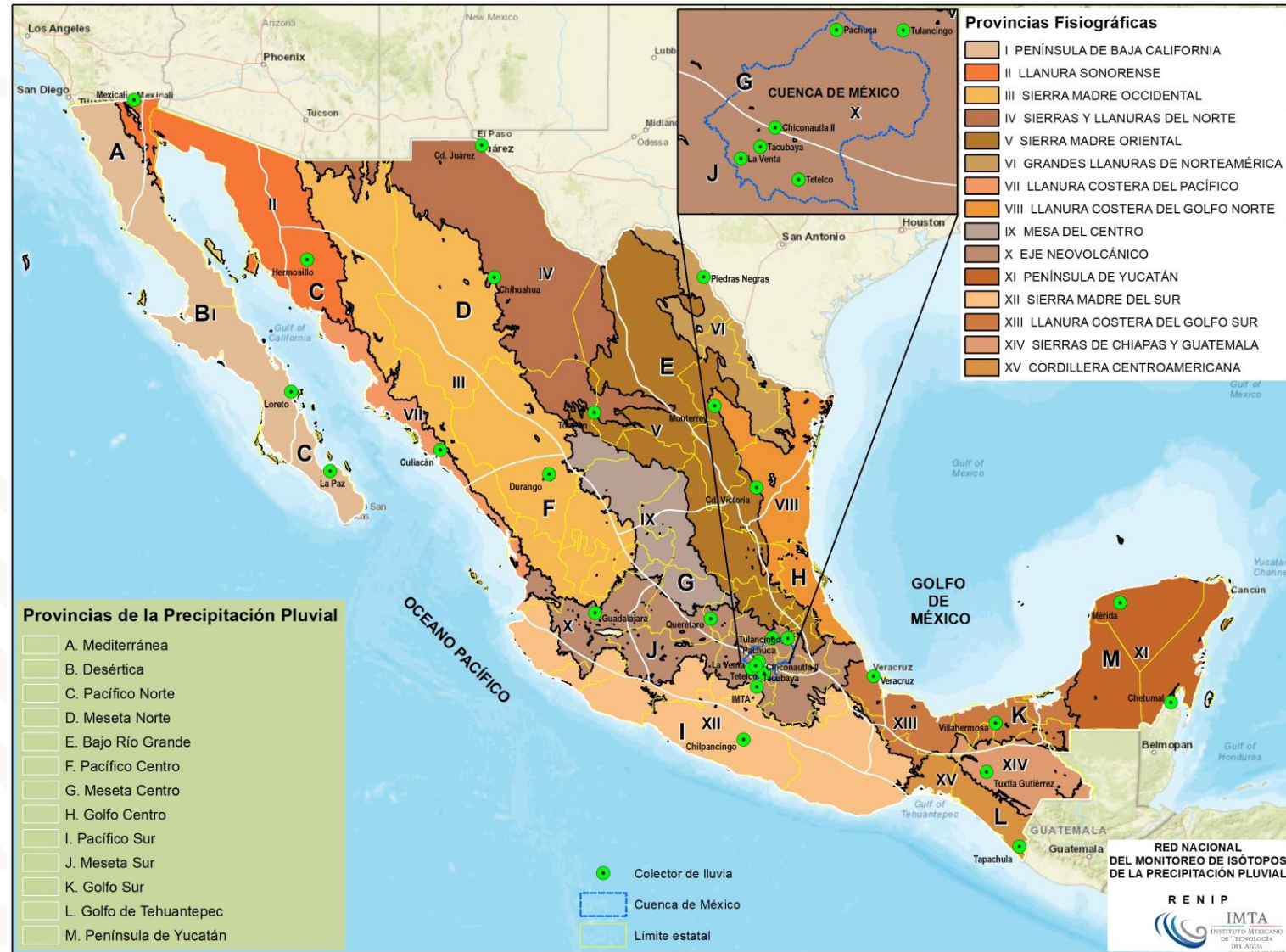


## OBJETIVO

**Integrar la hidrología isotópica en las evaluaciones nacionales de los recursos hídricos para su gestión integral, y generar herramientas isotópicas para caracterizar las variables que gobiernan el funcionamiento de los acuíferos y el comportamiento del agua en el ciclo hidrológico, bajo las condiciones climatológicas, orográficas y ambientales propias del territorio nacional.**



# LA RENIP CUBRE LAS 15 PROVINCIAS FISOGRÁFICAS Y 13 DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL



# ESTACIONES DE LA RENIP





## OPERACIÓN DE LA RENIP

La operación continua y sistemática de la RENIP requiere de la colaboración de instituciones clave para generar series ininterrumpidas de datos, útiles en hidrología:

- Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional de la CONAGUA (CGSMN)
- Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX)
- Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA)
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

El muestreador de lluvia acumulada PRS.RS2, Palmex, tiene intercambio nulo de vapor de agua con la atmósfera, capacidad de operación mensual libre de recolección, carcasa resistente a la influencia de rayos UV y condiciones climáticas adversas, fabricado en PVC rígido y piezas metálicas en acero inoxidable.

Estos equipos fueron diseñados exprofeso por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM), para obtener muestras inalteradas mensuales de lluvia acumulada para la Red Global de Isótopos en la Precipitación ( GNIP).



La toma de muestras, medición de lluvia acumulada, mantenimiento de colectores y preparación del envío de muestras al laboratorio, se realizan con el apoyo del personal técnico de los observatorios del CGSMN y del SACMEX.

El suministro de consumibles, piezas de repuesto y envío de muestras al laboratorio mediante paquetería, son cubiertos por el IMTA.



## Laboratorio de Hidrología Isotópica

El laboratorio de hidrología isotópica del IMTA está en operación continua, proporcionando resultados de la composición isotópica de muestras de lluvia colectadas en las estaciones de la RENIP, y prestando servicios de análisis de muestras a proyectos contratados y a solicitantes externos.

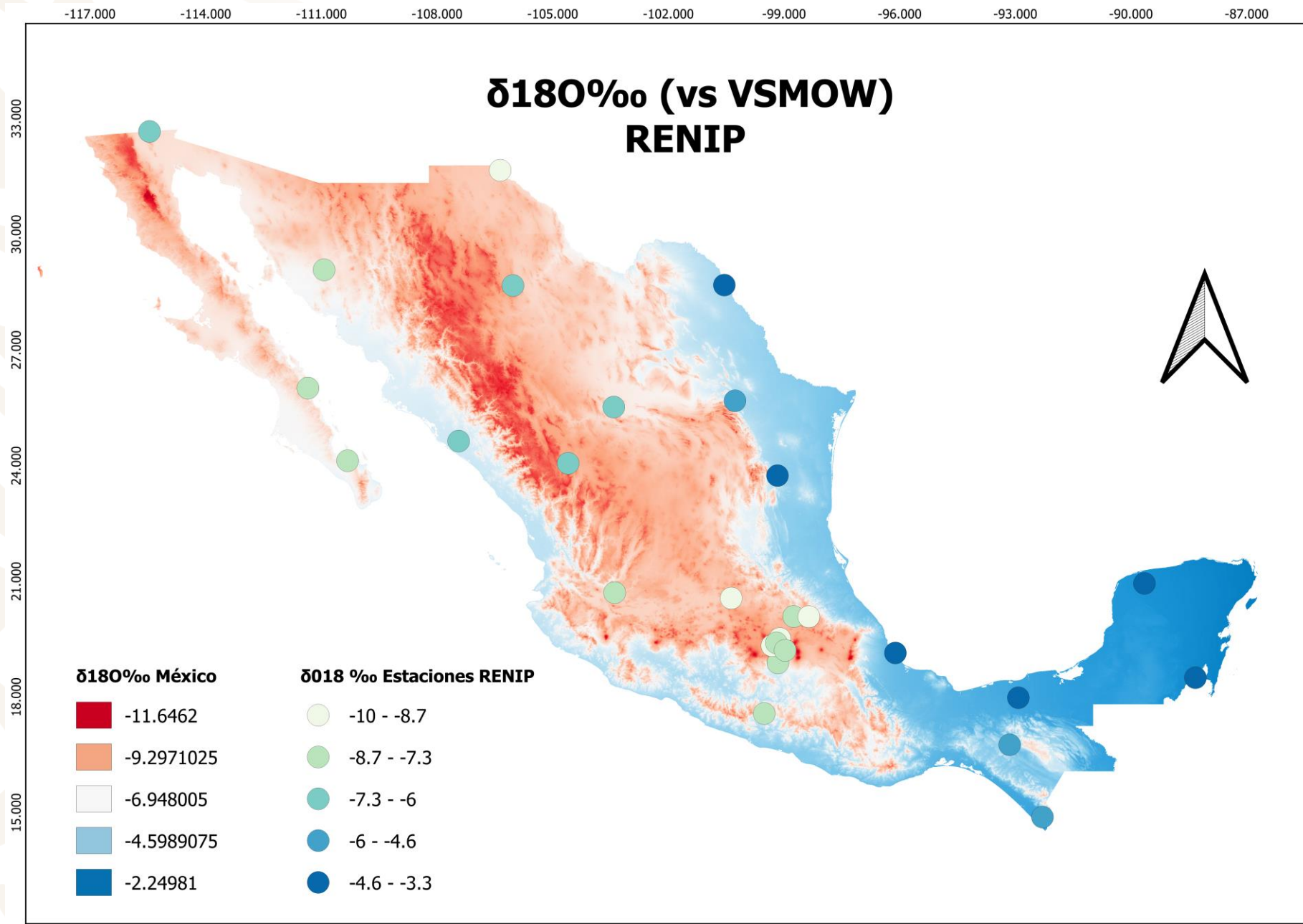


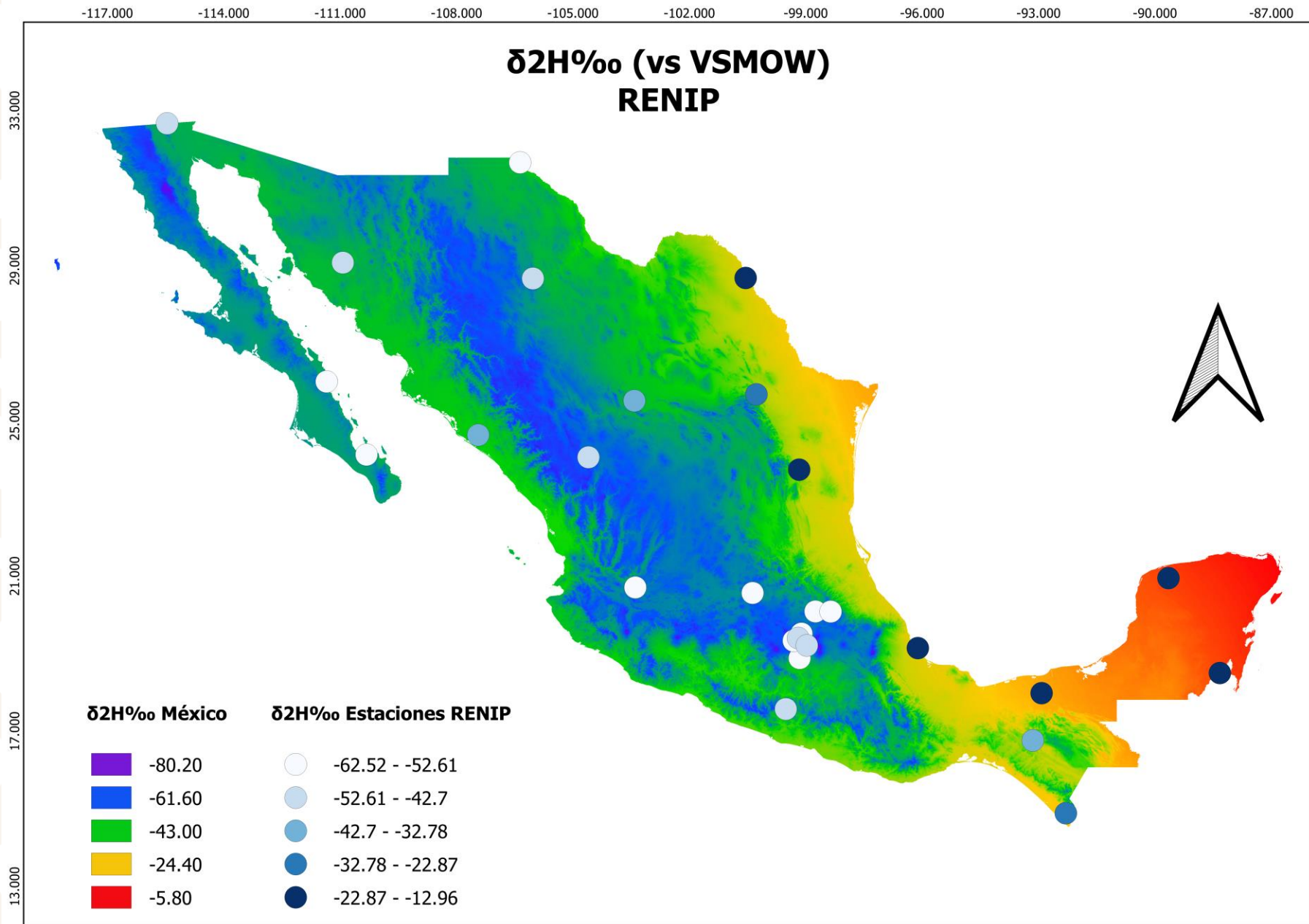
## ANALIZADORES LÁSER DE ISÓTOPOS ESTABLES

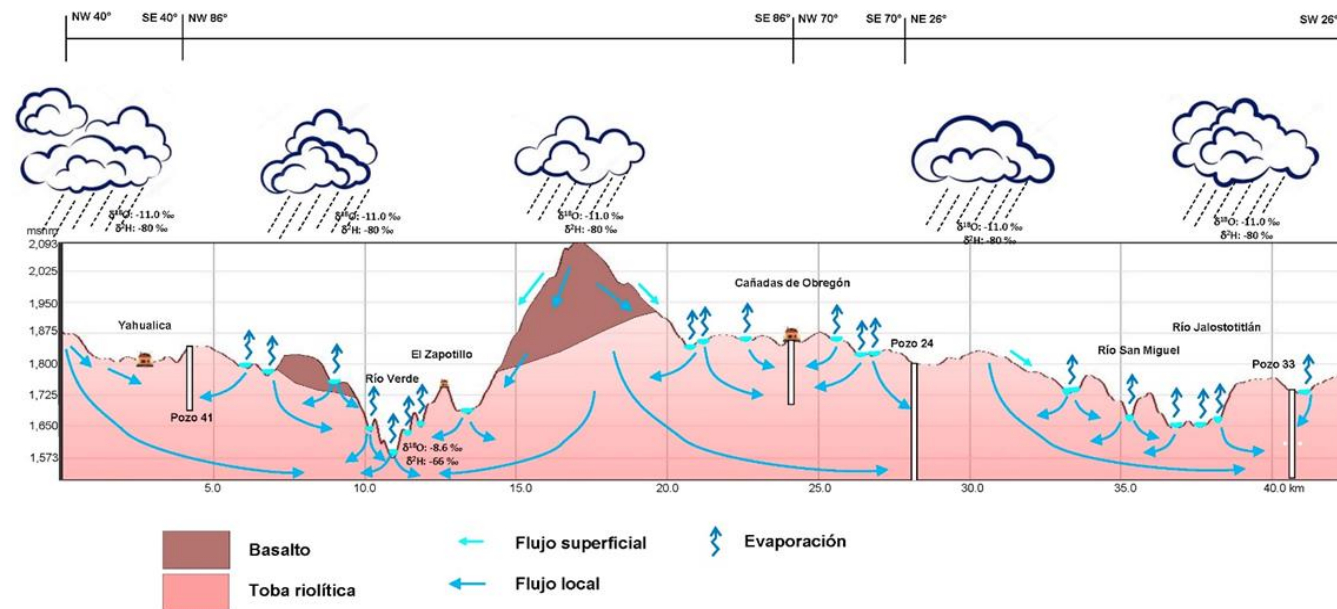
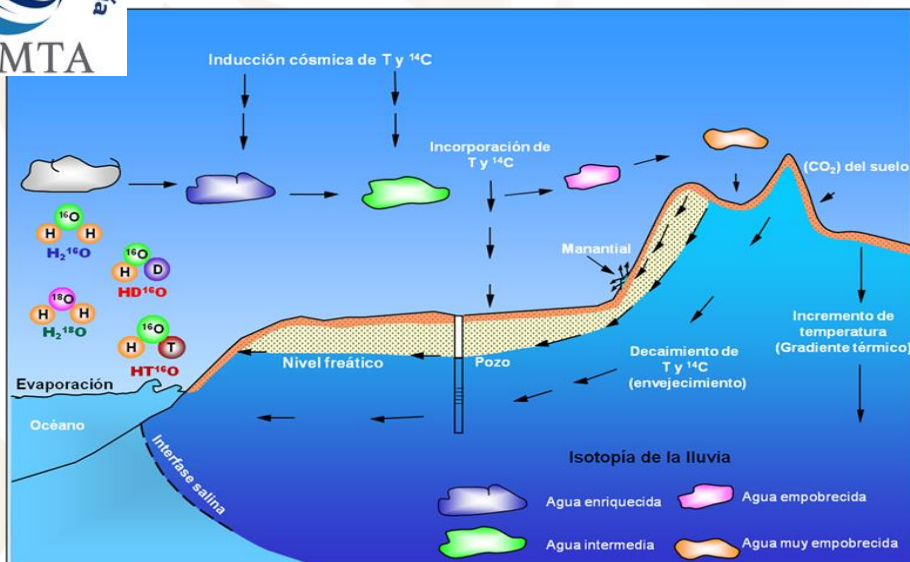


El análisis del contenido de isótopos estables de H y O en agua natural se realiza en analizadores láser: *Cavity Ringdown Spectrometer L2110-i Isotopic H<sub>2</sub>O Picarro* con vaporizador de alta precisión y/o analizador láser *Los Gatos Research LWIA-45EP*.

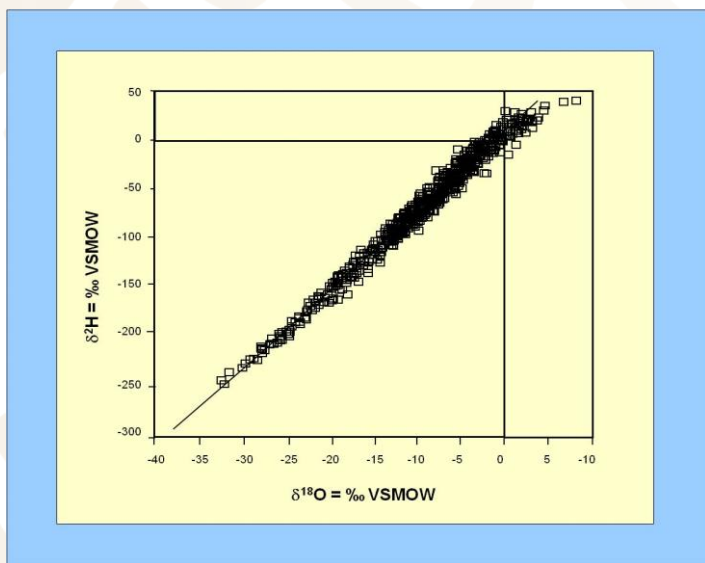
Los resultados se reportan con el error experimental asociado en el análisis, con desviaciones máximas de 0.1‰ para la delta de oxígeno-18 y de 0.8‰ para la delta de deuterio.



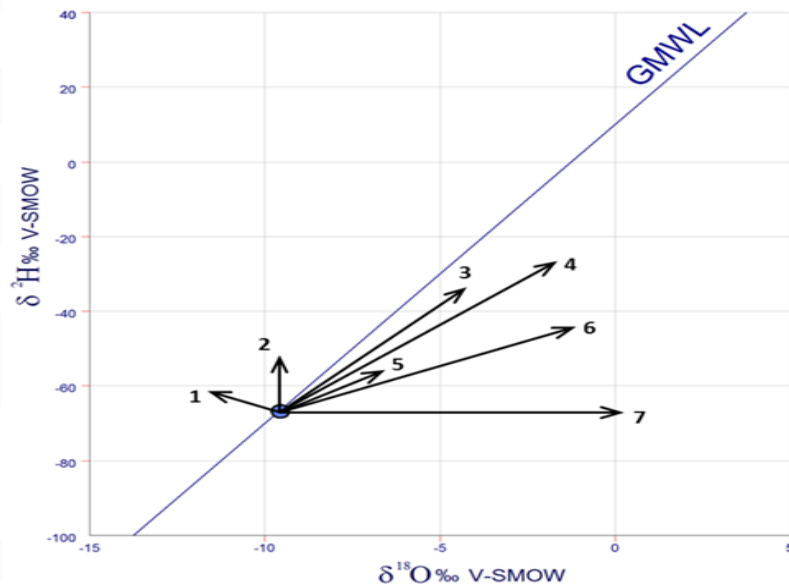




**Modelo conceptual de funcionamiento hidrogeológico de los acuíferos aledaños al embalse de la presa El Zapotillo.**



**EVOLUCIÓN ISOTÓPICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA**



**Evolución isotópica del agua subterránea en cuencas sedimentarias:** 1. Hidratación de silicatos, 2. Intercambio con H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub> e hidrocarburos, 3. Reducción de sulfatos, oxidación de compuestos orgánicos e hidrógeno molecular, 4. Evaporación de agua dulce, 5. Filtración por efecto de membrana 6. Evaporación de la zona vadosa, 7. Intercambio agua roca a alta temperatura.



# Conclusiones

- La Red Nacional de Monitoreo de la Composición Isotópica de la Precipitación Pluvial genera información, existente en la naturaleza, para el estudio e investigación de las aguas atmosféricas, superficiales y subterráneas, bajo las condiciones climatológicas, orográficas y ambientales del territorio nacional.
- La RENIP monitorea la composición isotópica de la lluvia en las quince provincias fisiográficas del territorio nacional, acuíferos transfronterizos, zonas con hidrocarburos no convencionales y cuencas con elevado estrés hídrico.
- El laboratorio de hidrología isotópica cuenta con infraestructura instrumental y metodologías de medición de muestras reconocidas por el OIEA, que soportan la operación de la RENIP.
- Las bases de datos que genera, permiten la simulación del funcionamiento hidrogeológico de acuíferos, cuencas y componentes del ciclo hidrológico mediante modelación numérica.
- Caracterización de recursos hídricos profundos para su aprovechamiento como nuevas fuentes de agua dulce
- La integración de la hidrología isotópica en las evaluaciones nacionales de los recursos hídricos, contribuye al conocimiento de la disponibilidad, sostenibilidad, vulnerabilidad y mejora de su gestión sustentable.

SINDICATO DE TRABAJADORES DEL  
INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA  
(SITIMTA)



**Gracias por su atención**

Coordinación de Sistemas Hídricos  
Laboratorio de Hidrología Isotópica

Luis González Hita

[lghita@tlaloc.imta.mx](mailto:lghita@tlaloc.imta.mx)



**MEDIO AMBIENTE**  
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

