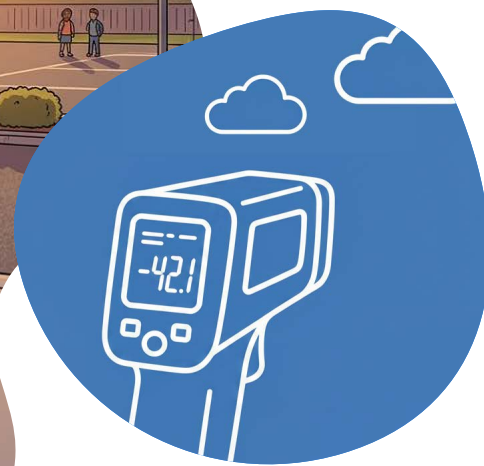


**Manos
a la Ciencia**

Juntos buscando conocimiento



MIDIENDO EL VAPOR DE AGUA EN LA ATMÓSFERA

Guía para explorar el universo



Bienvenida

¡Saludos!:

Has sido reclutado/a para una **misión** muy importante: **Medir el vapor de agua** en la atmósfera sobre tu localidad utilizando un termómetro infrarrojo (sí, ese termómetro digital sin contacto que se popularizó durante la pandemia y que permite medir la temperatura a distancia).

Este proyecto, liderado por el Núcleo Milenio TITANs, es muy importante, pues permitirá a astrónomos/as y científicos/as:

1. Determinar los **mejores sitios** donde construir **observatorios astronómicos**.
2. Elegir la **mejor ubicación en Chile** para colocar una **antena del Telescopio de Horizonte de Eventos**.
3. Detectar los **mejores sensores de termómetros infrarrojo** para usar esa tecnología en **equipos de monitoreo** de vapor de agua.
4. Determinar si estas herramientas sencillas son eficaces para **corregir observaciones astronómicas**.
5. Comprender más sobre el **calentamiento global**.





TU MISIÓN: MEDIR EL VAPOR DE AGUA

Acompáñanos a descubrir cómo tú, desde tu hogar o colegio, puedes contribuir a la ciencia del futuro.





1

LA MISIÓN: INSTRUCCIONES PARA MEDIR EL VAPOR DE AGUA

Materiales:



Un **termómetro infrarrojo digital** (capaz de medir temperaturas negativas).



Un **reloj**.



Un **cuaderno**.



Un **lápiz**.

● Pasos para la medición:

1. Sal al aire libre y busca un **espacio en el cielo** donde no se encuentre el sol, y **donde no haya nubes** ni ninguna otra interferencia (cables de electricidad, ramas de árboles, edificios, etc.).

2. Apunta con el termómetro infrarrojo

directamente a ese sitio despejado del cielo y **mide la temperatura** (recuerda que el termómetro debe ser capaz de captar temperaturas negativas).

3. Anota en tu cuaderno la **temperatura** junto con la **fecha** y **hora** exacta de la medición. También registra la **temperatura ambiente** presente en el momento (opcional) y el **porcentaje de nubosidad** (este puedes buscarlo en páginas del clima en internet o aproximarlo mirando el cielo).

4. Repite las mediciones con la **mayor frecuencia posible** (diaria o semanalmente), procurando realizarlas siempre en el **mismo lugar** donde hiciste el registro inicial (mientras más mediciones realices, más estarás contribuyendo a la ciencia).



1



2



3



4

Pasos para subir tus datos:



1

Ingresa a la **Convocatoria Vapor de agua** de TITANS a través del siguiente enlace: <https://titans.cl/titans/outreach/vapor-de-agua/convocatoria/>

2

Entra al **formulario de inscripción** y llénalo con los datos que se solicitan. Lo más importante aquí es registrar correctamente el **lugar** desde donde tomaste tus mediciones, el **modelo del termómetro** infrarrojo utilizado y el **rango de medición de temperatura** de éste (el intervalo definido de valores mínimo y máximo de temperatura que ese termómetro en particular puede medir, disponible generalmente en su manual de uso).



3

Una vez completada tu inscripción, recibirás en un plazo de hasta **3 días hábiles** un **correo electrónico** con tu **nombre de usuario y contraseña**.

Estas credenciales te permitirán acceder a la siguiente plataforma donde deberás ingresar tus mediciones: <https://titans.dataobservatory.net/> (en la pestaña **“Ingresa tus datos”**).

4

Una vez dentro de la plataforma, deberás ingresar los siguientes datos:

- **Dirección**, seleccionando la dirección que guardaste previamente al inscribirte.
- **Fecha y hora exactas de la medición**.
- **Temperatura del cielo**, es decir, la que marcó tu termómetro infrarrojo.
- **Temperatura ambiente (opcional)**, la cual puedes buscar en internet a partir del día y hora exacta de tu medición.
- **Porcentaje de nubosidad**, el cual puede ser **obtenido** desde registros climáticos o **aproximado** mediante la observación del cielo. Considera que un cielo completamente despejado corresponde a un 0 % de nubosidad, mientras que un cielo totalmente gris equivale al 100 %.

The screenshot shows a web form titled "Selección de dirección" and "Anota tus mediciones". The "Selección de dirección" section has a dropdown menu with "Colegio" selected and a note: "Dirección seleccionada: Av. Balmaceda 2985 1710521 La Serena Coquimbo". The "Anota tus mediciones" section includes a date and time selector with "Día" (13), "Mes" (6), "Año" (2025), and "Hora de medición" (11:00). Below this are three input fields: "Temperatura al cielo" (with a red box around the "I" character), "Temperatura ambiente" (with "T° ambiente" entered), and "Porcentaje de nubosidad (%)" (with a dropdown menu). At the bottom, there is a question: "¿Desea reemplazar valores existentes en caso de ingresar la misma fecha y hora?" with radio buttons for "Si" and "No" (selected). A "Guardar" button is highlighted with a red box.

4

Para finalizar el proceso, haz clic en el botón **“guardar”**.
¡Así de fácil es ayudar a los astrónomos/as a **“limpiar”** sus lentes espaciales!

Si tienes dudas para subir tus datos, revisa el siguiente [video manual](#)

2

ENTENDIENDO LA IMPORTANCIA DE LA MISIÓN: ¿PARA QUÉ MEDIR EL VAPOR DE AGUA?



● Obtener mejores imágenes del espacio :

El **vapor de agua** es un gas invisible que actúa como un obstáculo para la astronomía al **dificultar la captura de imágenes nítidas del espacio** de los telescopios, especialmente en observaciones en el **rango infrarrojo** y en algunas **frecuencias de radio**; esto se debe a que absorbe y emite radiación, dificultando la captura de señales claras y nítidas del espacio.

“Es como intentar sacar una foto a través de una ventana sucia o empañada”.

Es por esto que es tan importante escoger los **lugares más secos**, es decir, con menos presencia de vapor de agua, para ubicar en ese lugar los equipos astronómicos y obtener las **mejores imágenes del cielo**.



TITANs dato:

Además de cielos con poco vapor de agua, en astronomía se necesitan **sitios altos**, pues entre más altura, menos atmósfera se interpone en la observación. Ejemplos de observatorios en Chile, tenemos:

**Observatorio ALMA, a
5.000 m de altura.**



Crédito: ESO

**Observatorio Paranal, a
2.600 m de altura**



Créditos: ESO/J. Colosimo

**Observatorio La Silla, a
2.400 m de altura**



Créditos: ESO/José Francisco Salgado



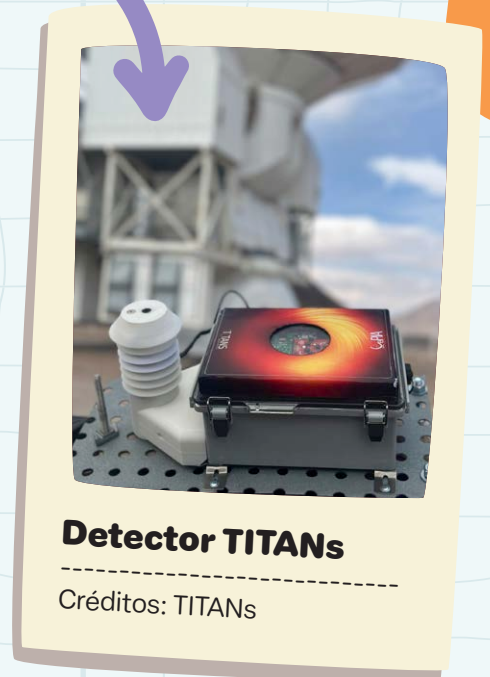
● **Encontrar métodos más económicos de medición:**

Por lo general, el vapor de agua se mide con instrumentos costosos, llamados **radiómetros**, y también con datos de **satélites**.



Imagen referencial de radiómetro

Como esto es muy costoso, el **Núcleo Milenio TITANs** se encuentra en la búsqueda de **métodos más económicos** para medir vapor de agua; por ejemplo, usando **termómetros infrarrojo**.



Detector TITANs

Créditos: TITANs



Aquí tu ayuda es esencial, pues le permitirá a TITANs comparar distintos tipos de termómetros infrarrojo y escoger aquellos con la **mejor tecnología** para **incorporarla en sus monitores** de vapor de agua, reduciendo los costos de medición.



● Encontrar nuevas ubicaciones para antenas de telescopio

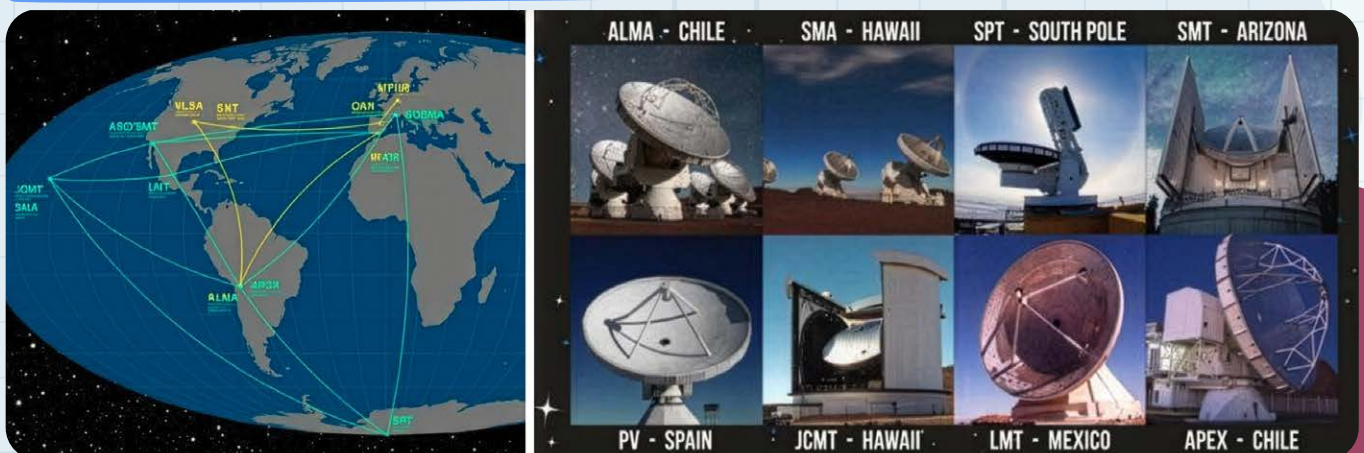
¡Pero eso no es todo!, pues estos monitores se ocuparán para elegir la mejor ubicación en Chile para una **nueva antena del Telescopio de Horizonte de Eventos (EHT)**.

¡Sí!, el mismo telescopio que estudia agujeros negros.

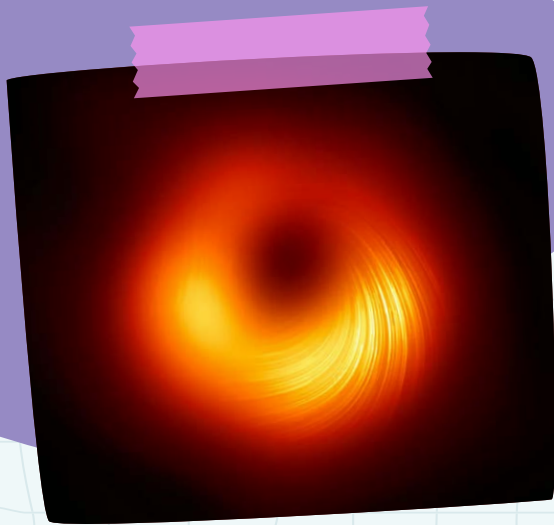


El Telescopio Horizonte de Eventos no es un solo telescopio como pudiera pensarse, sino que está compuesto por una **red de observatorios repartidos por todo el mundo** que trabajan juntos como si fueran uno solo. Es como tener muchos ojos mirando al mismo tiempo un mismo punto del universo; **cada uno capta su perspectiva del objeto astronómico observado** y, luego, todas estas se combinan para formar **una sola imagen completa**.

Red de Telescopio de Horizonte de Eventos (EHT)



Créditos: ESO/O. Furtak (imagen izquierda) y ESO/CSIC (imagen derecha)



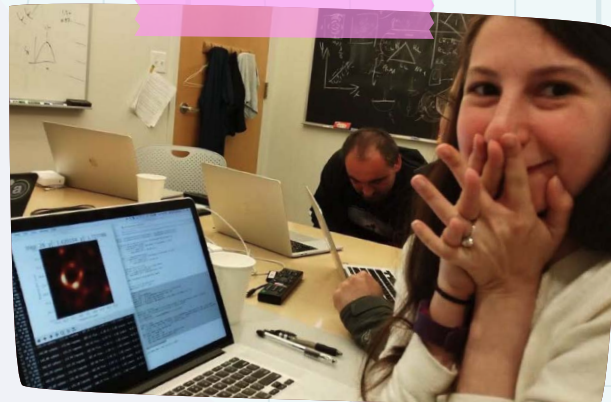
Agujero negro supermasivo M87*

Crédito: Colaboración EHT

¿Sabías que en Chile se ubican 2 de los 8 **observatorios de radioastronomía** que formaban parte del **Telescopio Horizonte de Eventos** al momento de capturar la primera imagen de un **agujero negro supermasivo**, en el centro de la galaxia Messier 87?

Este histórico logro dio la vuelta al mundo, junto con la imagen de una científica celebrando el resultado, que rápidamente se volvió viral en internet. Se trataba de **Katherine Bouman**, quien fue reconocida como un símbolo inspirador para mujeres en la ciencia.

Bouman lideró el desarrollo de uno de los **algoritmos clave** que permitió transformar los datos de **radio** capturados en la **primera imagen de un agujero negro**.



Dra. Katie Bouman.

Crédito: Facebook de Katherine Bouman.



TITANs datos

Los observatorios chilenos que participaron en este hito, cuentan con **conjuntos de radiotelescopios** que, trabajando en red a escala planetaria, hacen posible este tipo de descubrimientos

Se trata de los observatorios **ALMA** (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) y **APEX** (Atacama Pathfinder Experiment); instalados en el **desierto de Atacama**, un lugar tan seco que incluso **supera al desierto del Sahara**, lo que lo convierte en uno de los mejores rincones del planeta para mirar el universo.

TITANs datos

En la siguiente imagen podemos observar claramente la **importancia de los telescopios ubicados en Chile** en la captura de la primera imagen de un agujero negro:

Primera imagen de un agujero negro (M87*)

Todo el arreglo



Imagen del agujero negro supermasivo M87* compuesta por **todos** los telescopios del EHT.

Crédito: EHT Collaboration.

Sin Chile

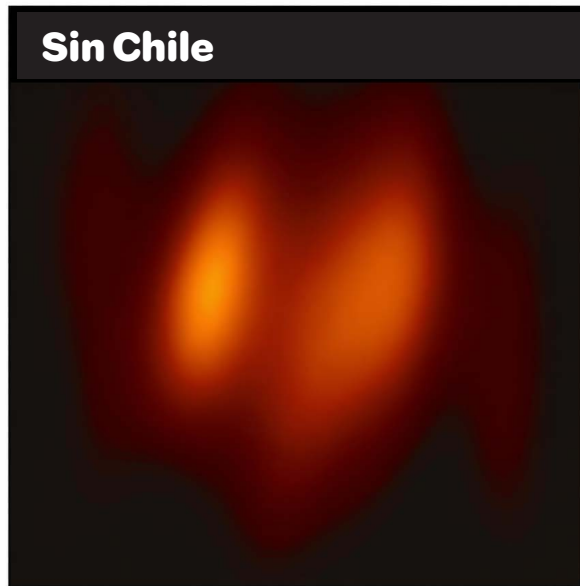
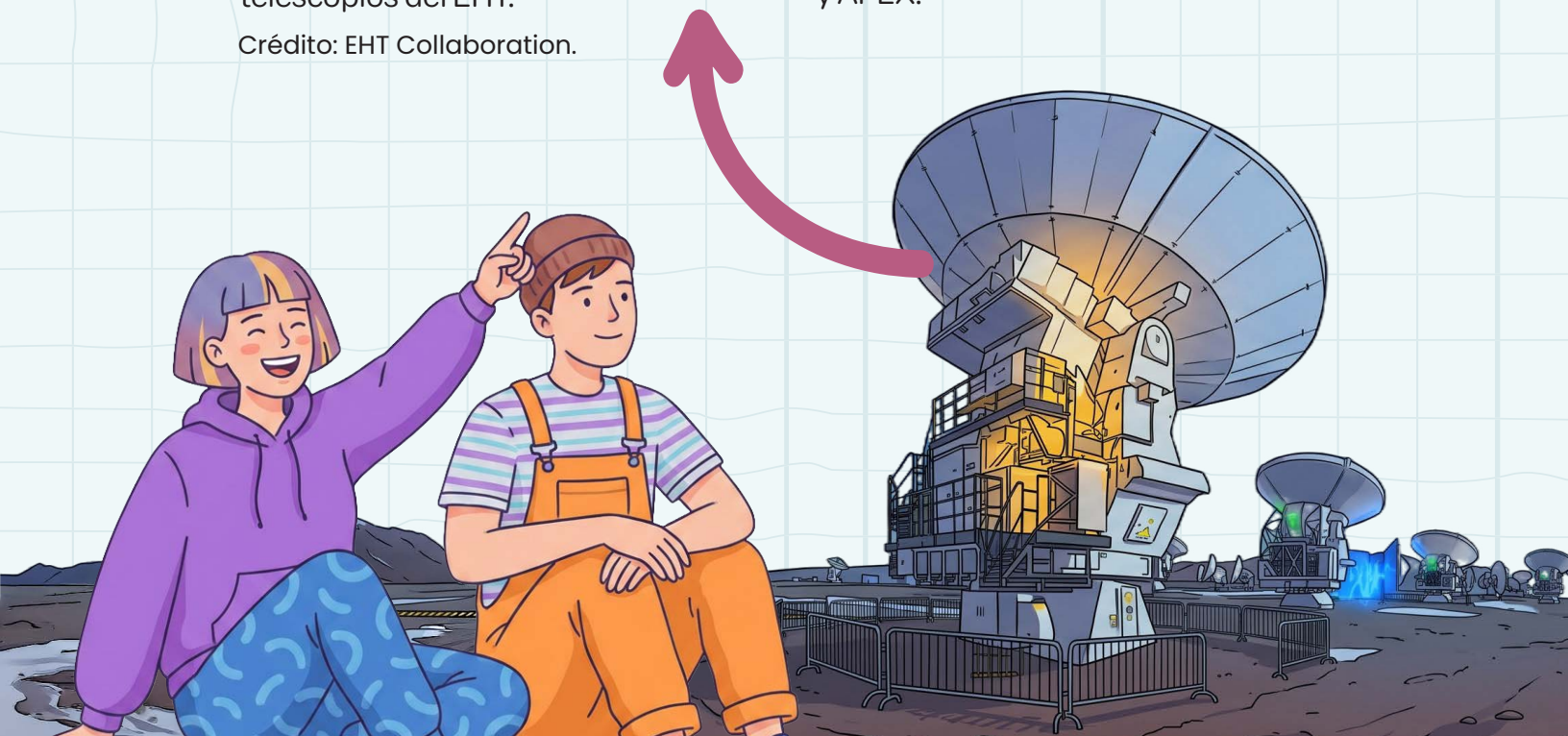


Imagen del agujero negro supermasivo M87* sin los datos aportados por ALMA y APEX.



● Corregir datos astronómicos

Medir el vapor de agua no solo es importante a la hora de decidir dónde construir un observatorio. Estas mediciones también son necesarias después, pues permiten **corregir las observaciones astronómicas hechas por los satélites en el espacio.**

Lo que ocurre es que los datos de vapor de agua registrados por los **satélites** (por ejemplo, de la NASA) son **diferentes** a los obtenidos al realizar mediciones **desde la Tierra.** Por lo tanto, al registrar tus mediciones también estarás ayudando a los investigadores/as a determinar si estas herramientas sencillas son eficaces para corregir observaciones astronómicas y predicciones de calentamiento global.



● Entender mejor el cambio climático

El **vapor de agua** es el **gas de efecto invernadero** más abundante en la atmósfera terrestre, y su presencia afecta al cambio climático por su capacidad de **absorber y remitir radiación.** Por esta razón, tus mediciones y las de otros/as participantes de la misión ayudarán a los científicos/as en sus **estudios sobre el calentamiento global,** permitiéndoles comprender y predecir mejor este fenómeno.



Cierre de la misión

¡Gracias por ser parte de esta experiencia científica!

Tus datos, junto a los de muchas otras personas, ayudarán a nuestros científicos/as a encontrar nuevas formas más accesibles para **medir el vapor de agua, mejorar la calidad de las observaciones astronómicas** y avanzar en la búsqueda de los **mejores lugares** para explorar el universo desde la Tierra.

Tus datos son valiosos, pero lo más importante es tu rol activo: observar, medir y compartir es **hacer ciencia**.

Y, recuerda:

—La ciencia **no solo ocurre en laboratorios**; también comienza con la curiosidad y la observación de **personas como tú**. —

Continúa mirando al cielo y haciendo preguntas, así formarás parte de quienes construyen el conocimiento del futuro.





Manos a la Ciencia

Juntos **buscando conocimiento**

“Esta guía ha sido desarrollada por el Núcleo Milenio de Galaxias (MINGAL) y el Centro de Formación de Recursos Didácticos de la Universidad de Concepción (CFRD UdeC), en el marco de las actividades de Proyección al Medio Externo (PME).

Su elaboración ha sido financiada por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), a través del Programa Milenio, Subdirección de Centros e Investigación Asociativa (SCIA-Milenio).”

Visita: manosalaciencia.cl