

CONFERENCIA

# ¿CÓMO AFECTA EL CLIMA ESPACIAL LA VIDA DE LOS PERUANOS?



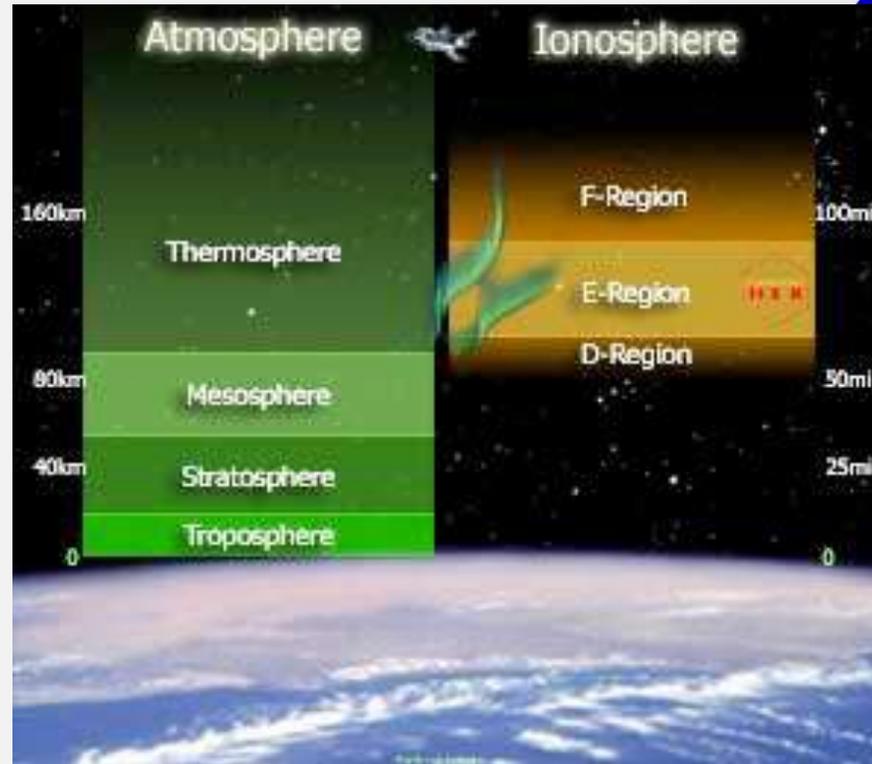
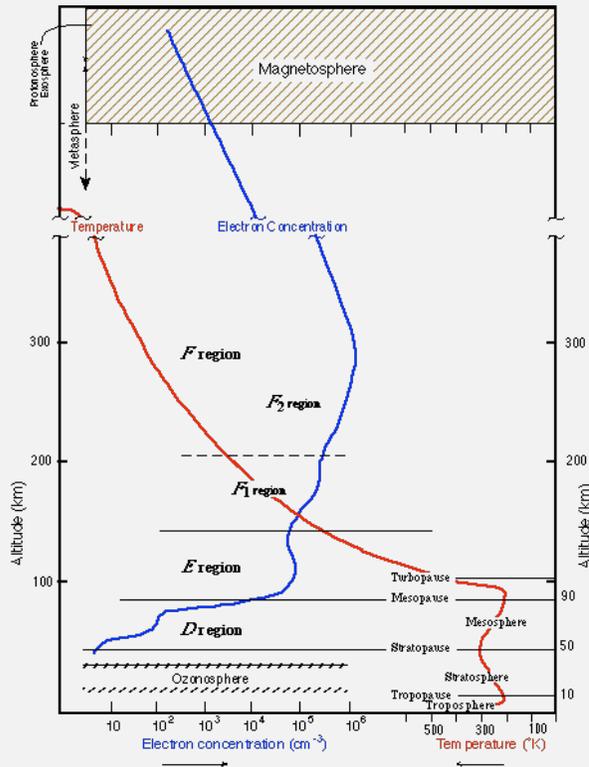
**Dr. MARCO MILLA**

DIRECTOR DEL RADIO OBSERVATORIO DE JICAMARCA

# Tabla de contenido

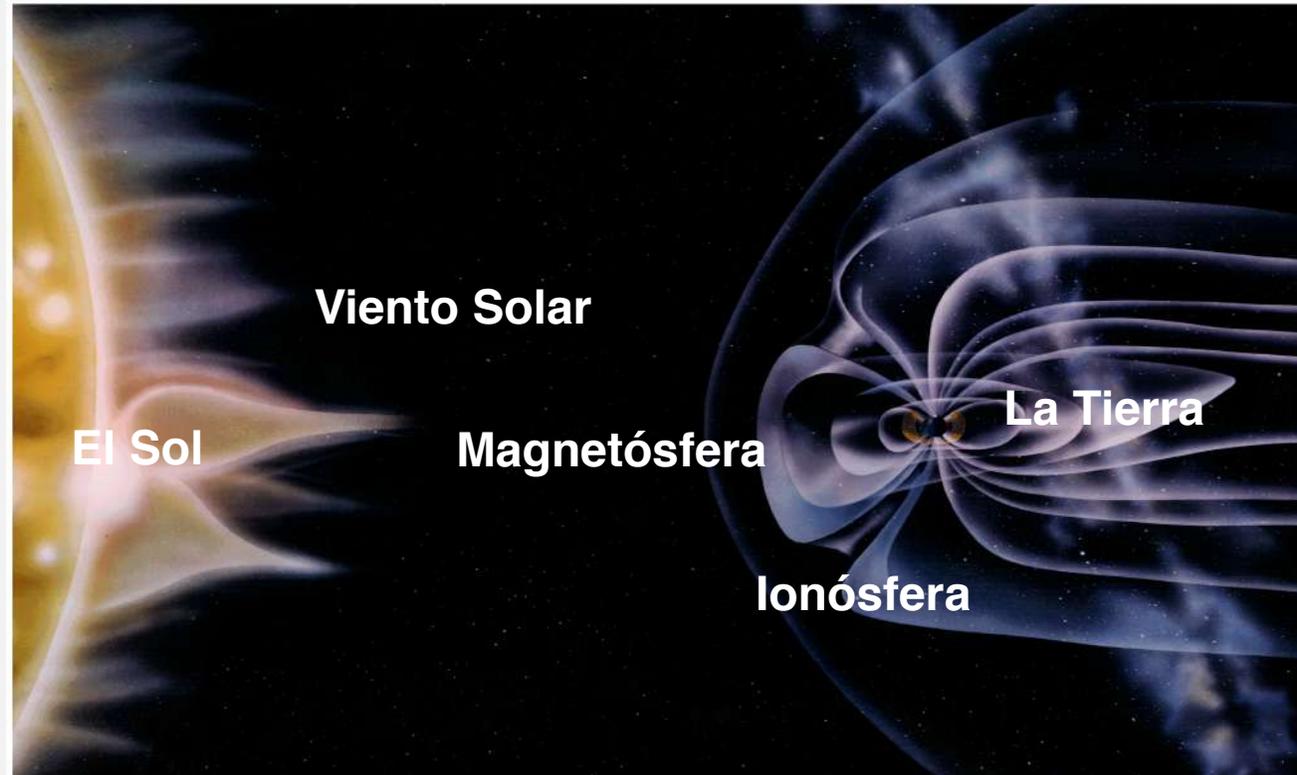
- ¿Qué es el geoespacio y qué es el clima espacial?
- ¿Cómo afecta el clima espacial nuestras vidas?
- ¿Cómo estudiamos el geoespacio en el Perú?
- El Radio Observatorio de Jicamarca y sus aportes
- Conclusiones

# ¿Qué es el Geo-espacio?



El Geoespacio se refiere a la región del espacio más cercana a la Tierra e incluye las capas altas de la atmósfera, como la ionósfera y la termósfera, así como la magnetósfera. En estas regiones los procesos de ionización y recombinación y de interacción entre el Sol y la Tierra son importantes.

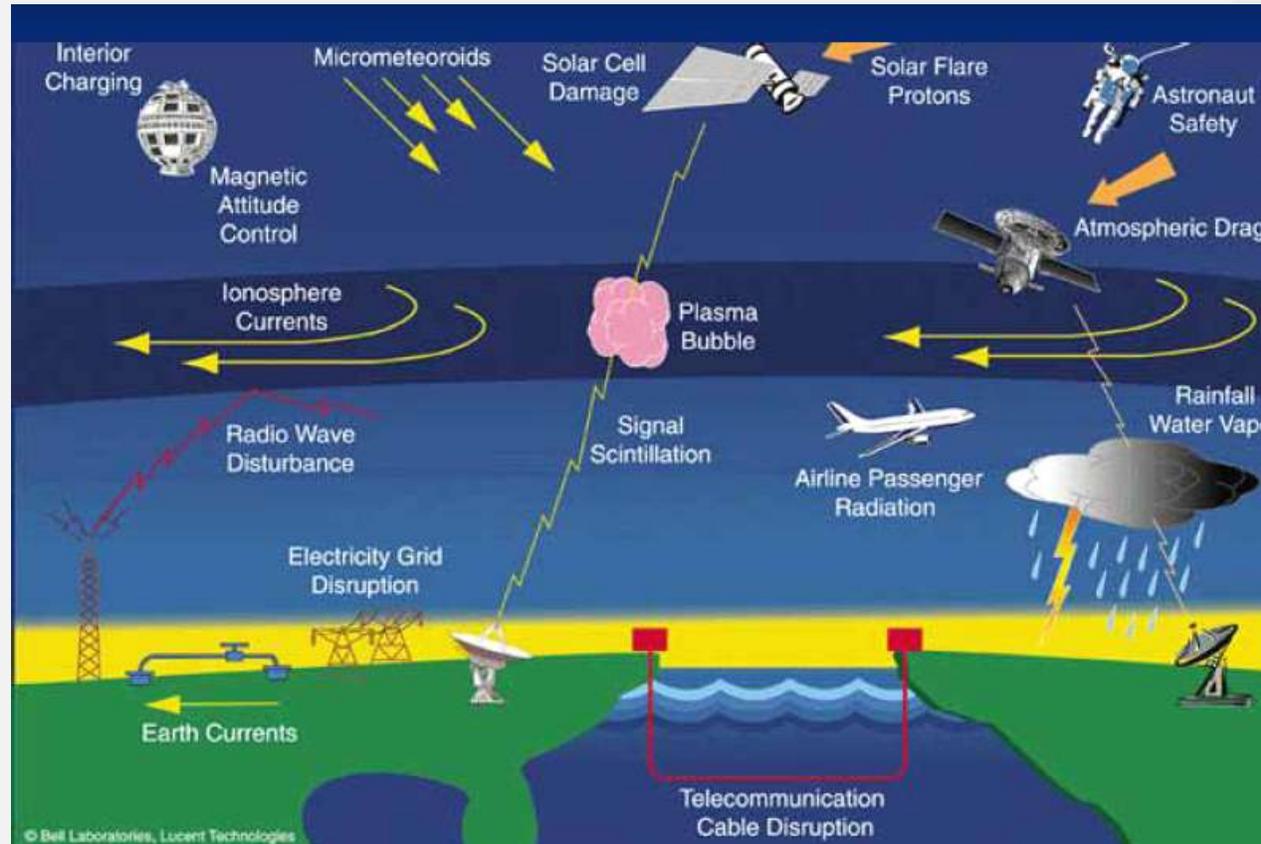
# ¿Qué es el clima espacial?



El clima o tiempo espacial se refiere a la variación de las condiciones físicas del sistema solar, incluyendo al Sol y viento solar, con énfasis en el espacio que rodea la Tierra, es decir a las condiciones de la magnetósfera, la ionósfera y la termósfera.

# ¿Cómo nos afecta el clima espacial?

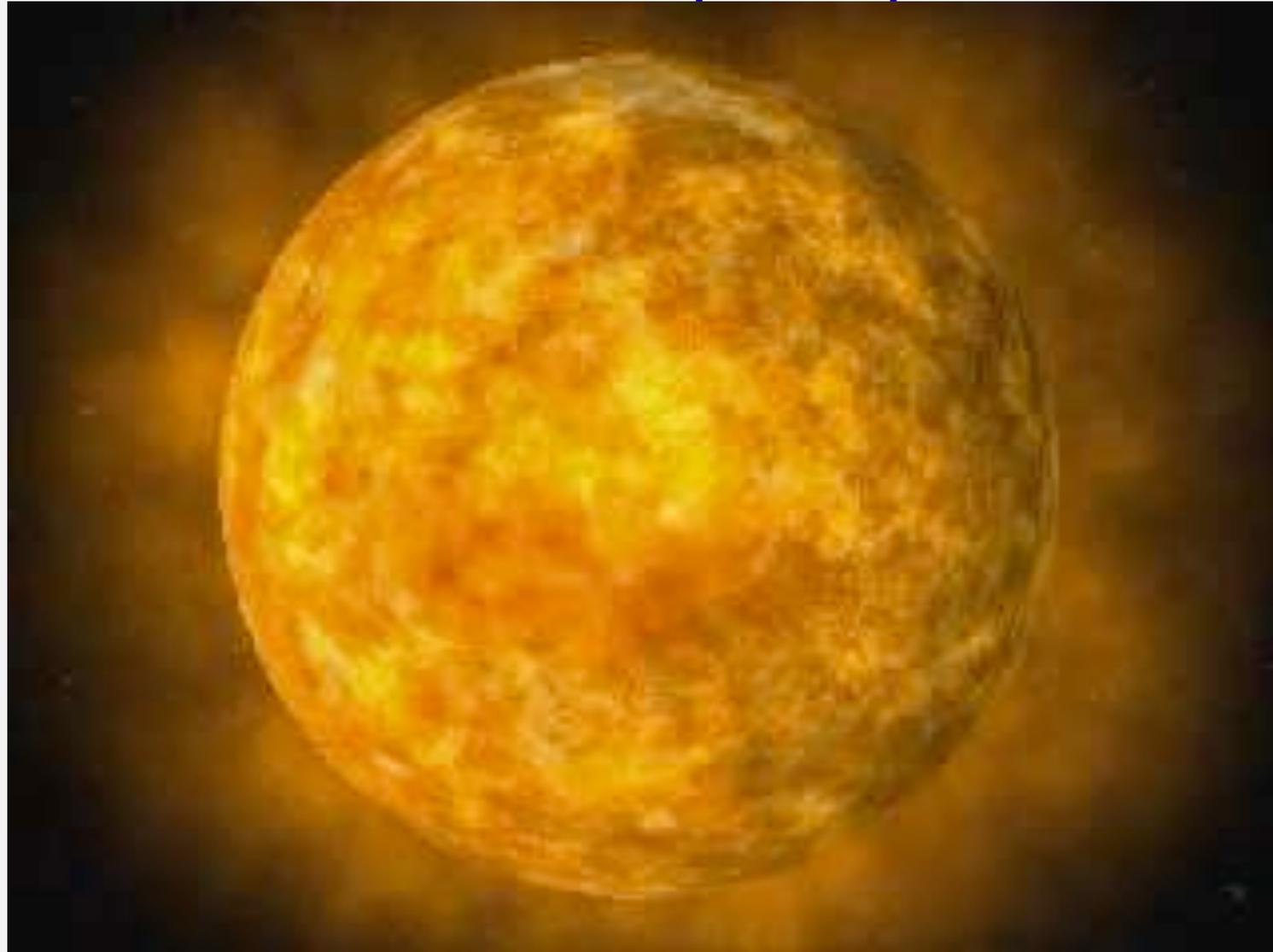
99 AÑOS



El clima espacial puede influenciar la performance y confiabilidad de sistemas tecnológicos en el espacio y en tierra que puedan poner en peligro la vida o la salud humana.

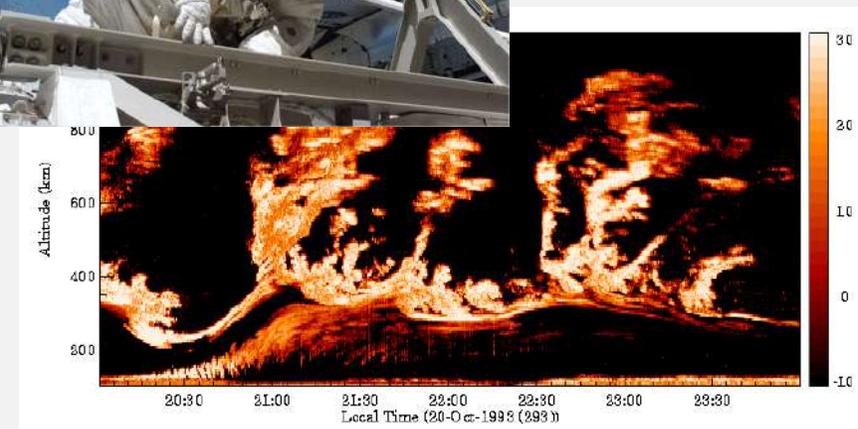
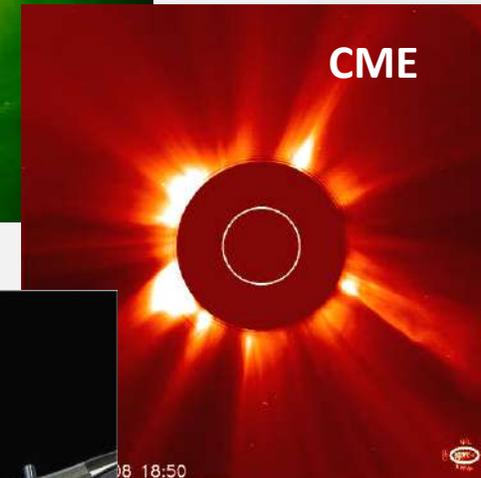
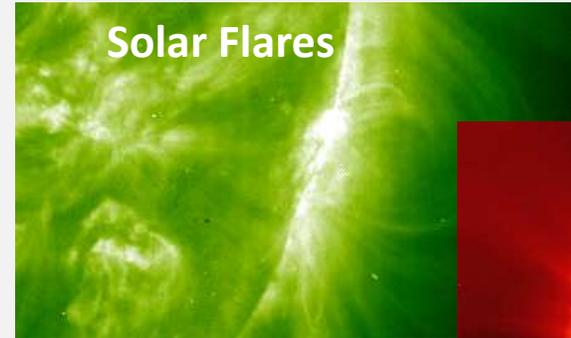
# Interacción Sol-Tierra: Tiempo Espacial

99 AÑOS



# Efectos del clima o tiempo espacial

- Erupciones solares y CME modifican la ionósfera y degradan las comunicaciones de radio HF y satelitales.
- CME potentes generan tormentas magnéticas que pueden causar fallas en generadores de electricidad.
- Los satélites e instrumental en el espacio se pueden dañar o dejar de operar.
- Los astronautas pueden ver afectada su salud por la radiación.
- Perturbaciones de la ionósfera (F-dispersa) pueden causar pérdida de la señal GPS (fallas en navegación).



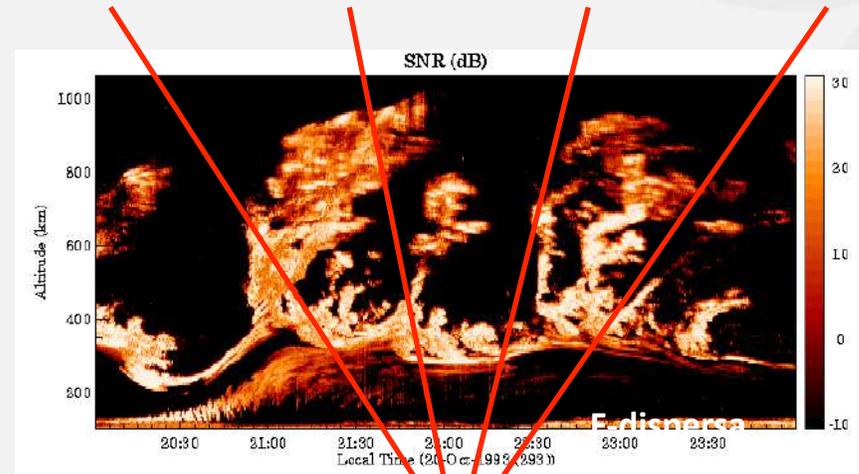
# Efectos en navegación GNSS

99 AÑOS

- Perturbaciones de la ionósfera (e.g. F-dispersa) producen distorsión o pérdida de la señal GNSS.
- Como consecuencia, la precisión del posicionamiento por GNSS se degrada.
- Ciertas aplicaciones se ven afectadas por el incremento en el error de posición (ej. auto-navegación, aterrizaje de aviones, etc.)



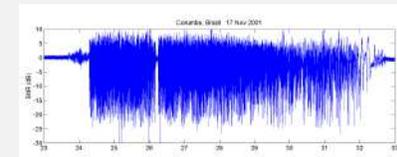
Satélites GNSS



Distorsión o pérdida de la señal GNSS



Receptores GNSS



GNSS scintillations



# Instrumentos para estudiar el Geoespacio

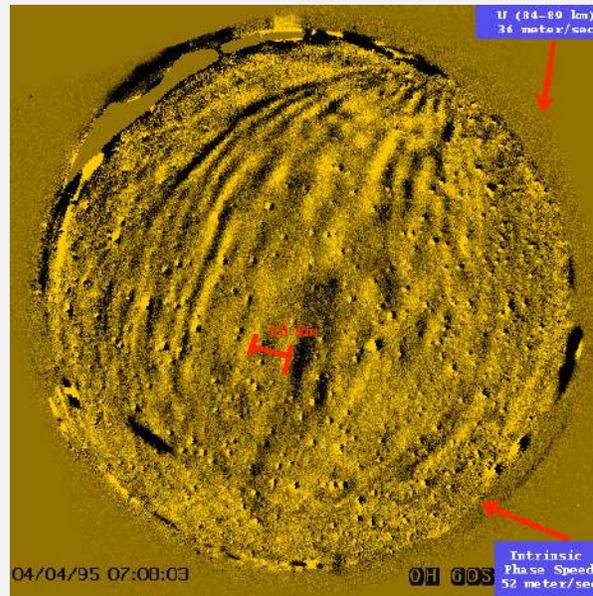
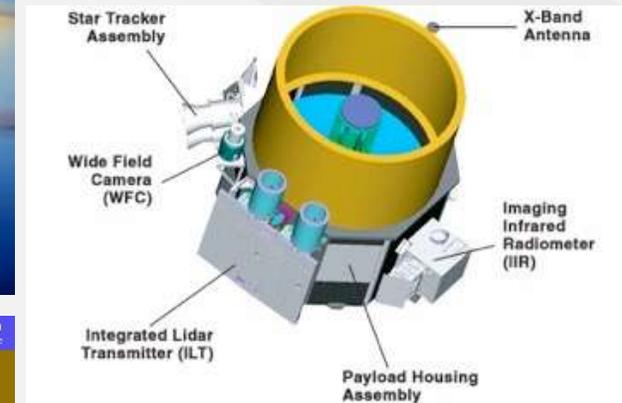


- **Mediciones in-situ**

- Cohetes
- Satélites

- **Mediciones remotas**

- LIDAR
- Cámaras airglow
- Receptores GPS
- Ionosondas
- Radares



# El Radio Observatorio de Jicamarca

99 AÑOS



Nuestro instrumento principal es el radar ionosférico o de dispersión incoherente más grande y potente del mundo.

- Facilidad científica del Instituto Geofísico del Perú dedicada a la observación y estudio de la ionosfera y alta atmósfera (geoespacio).
- Ubicado a ~20 km al este de Lima ( $11.95^{\circ}\text{S}$ ,  $76.87^{\circ}\text{W}$ ).
- Forma parte de una cadena de observatorios ionosféricos en América, siendo Jicamarca el único en la zona ecuatorial.
- Tiene a cargo una variedad de instrumentos: radares, ionosondas, magnetómetros, receptores GPS, interferómetros Fabry Perot, cámaras airglow, etc.

# Radares ionosféricos en el mundo

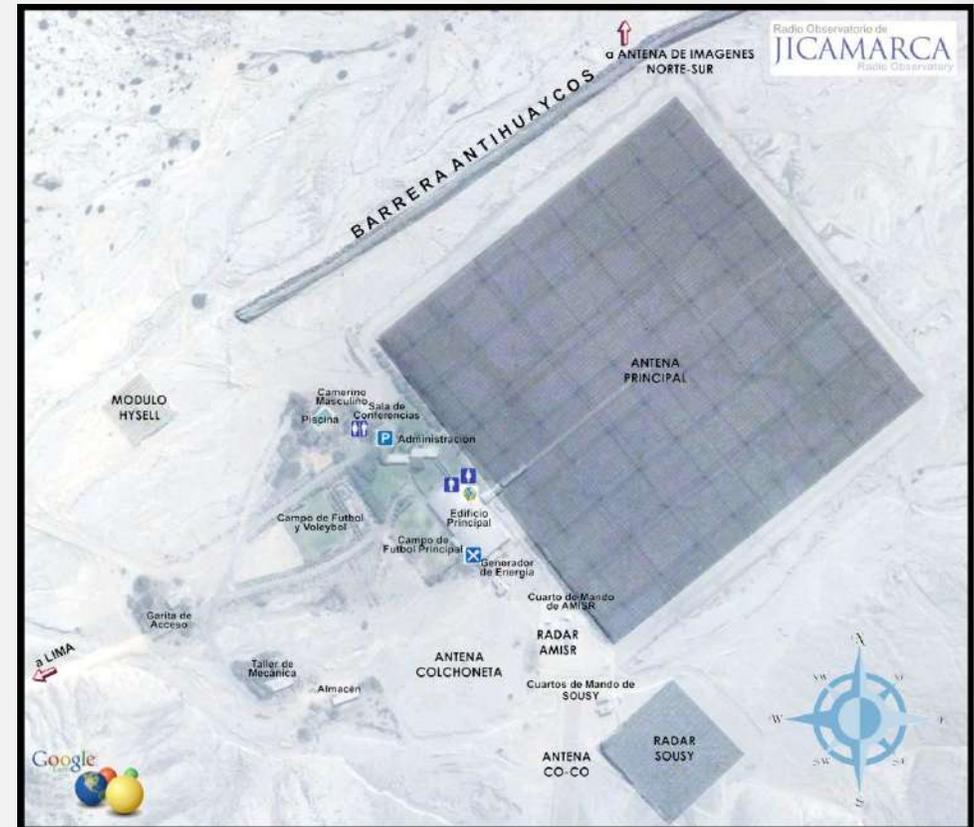
99 AÑOS



# Características del radar de Jicamarca

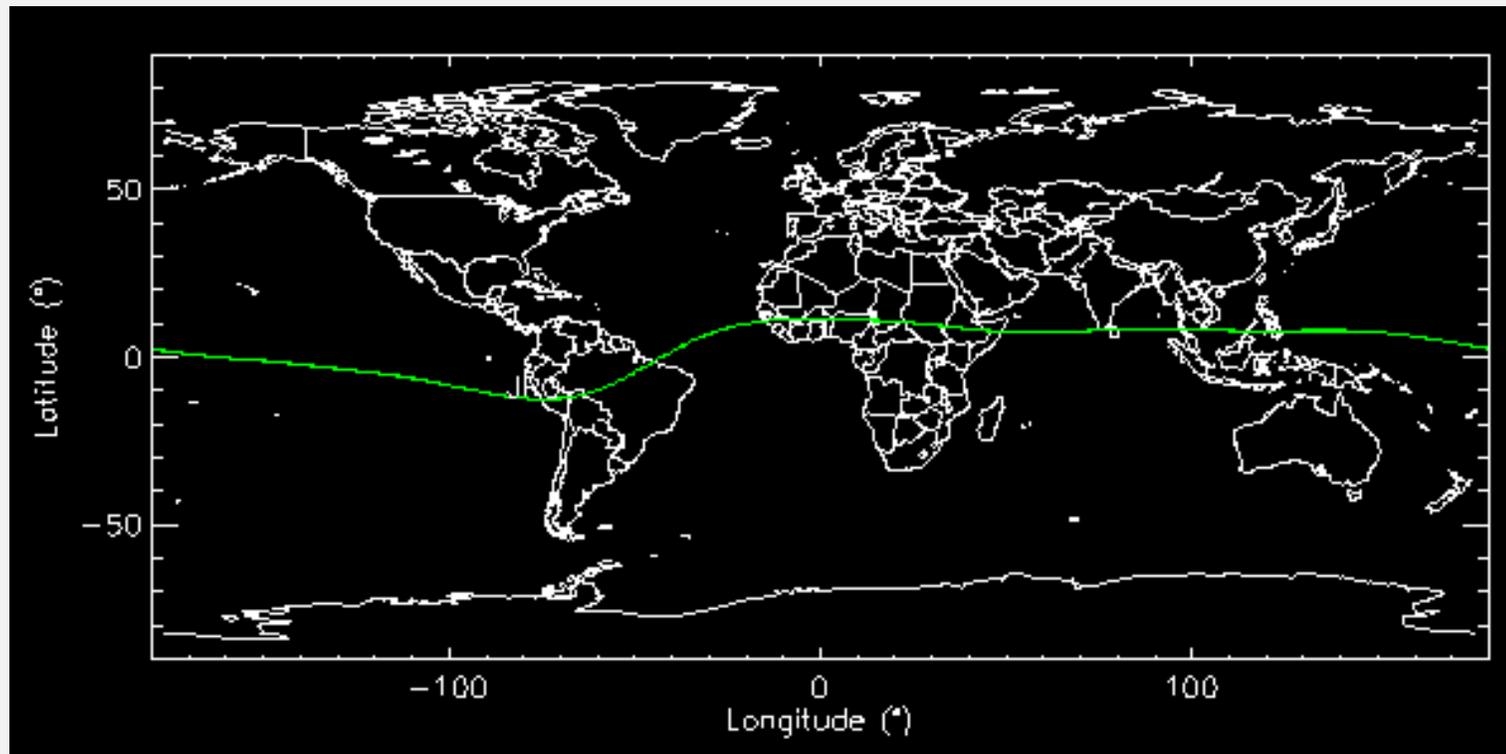


- Frecuencia de operación: 50 MHz
- Antena: arreglo de dipolos de media longitud de onda (18,432 dipolos - área 300x300 m<sup>2</sup>).
- La antena está dividida en 64 módulos de polarización cruzada que se pueden combinar en formas distintas.
- Dirección de apunte: dentro de 3 grados de la dirección vertical.
- Sistema electrónico de cambio de apunte en cuartos Norte y Sur. Cambio de apunte manual en los cuartos Este y Oeste (longitud de cables).
- Transmisores: 4 x 1 MW de potencia pico (5% duty cycle).
- Contamos con una variedad de TX de baja potencia (10 - 20 kW).



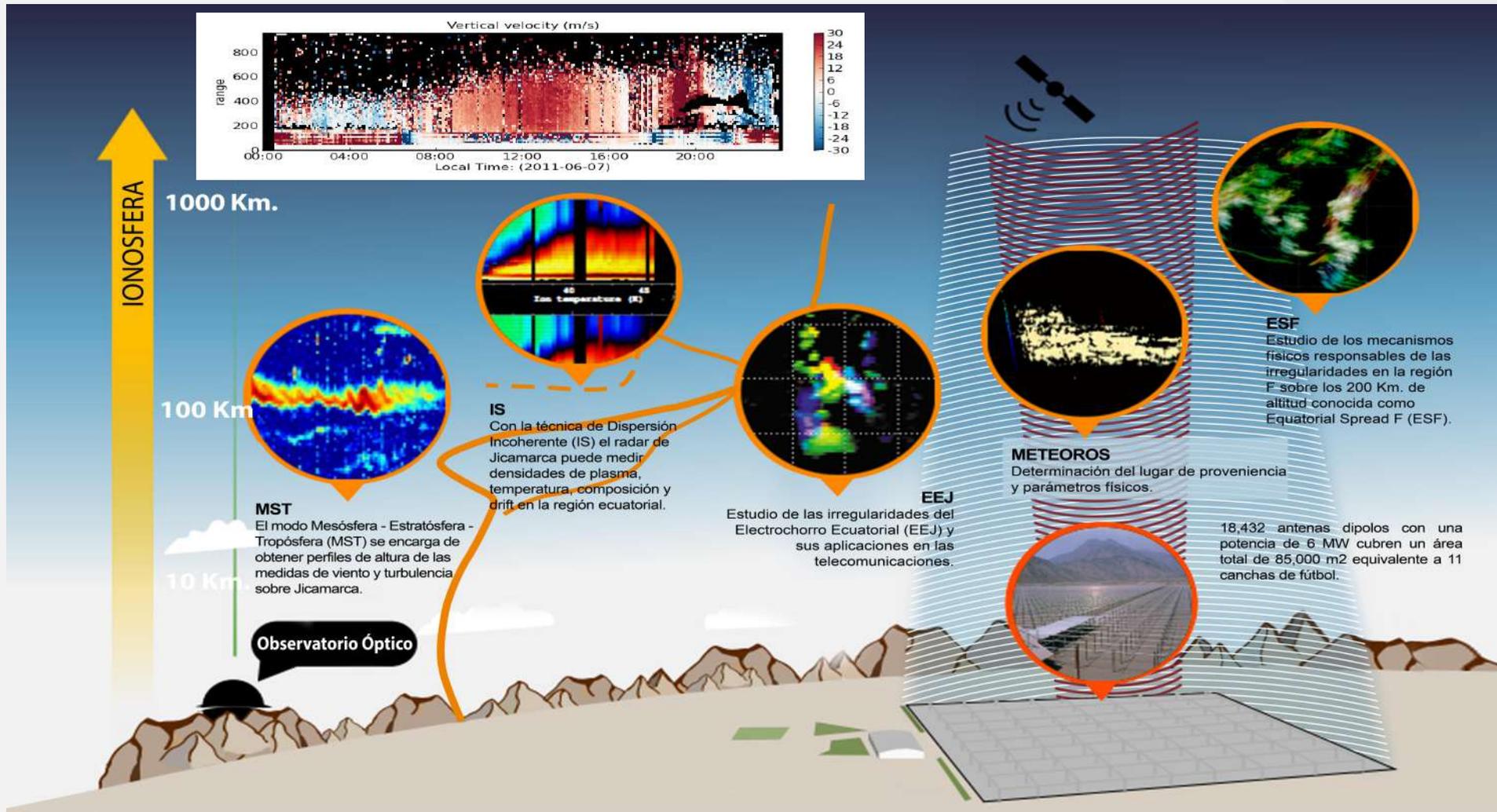
## ¿Por qué en Jicamarca?

- Está en el ecuador magnético (el radar podría apuntar perpendicular a B).
- Libre de interferencia electromagnética externa (rodeado de montañas).

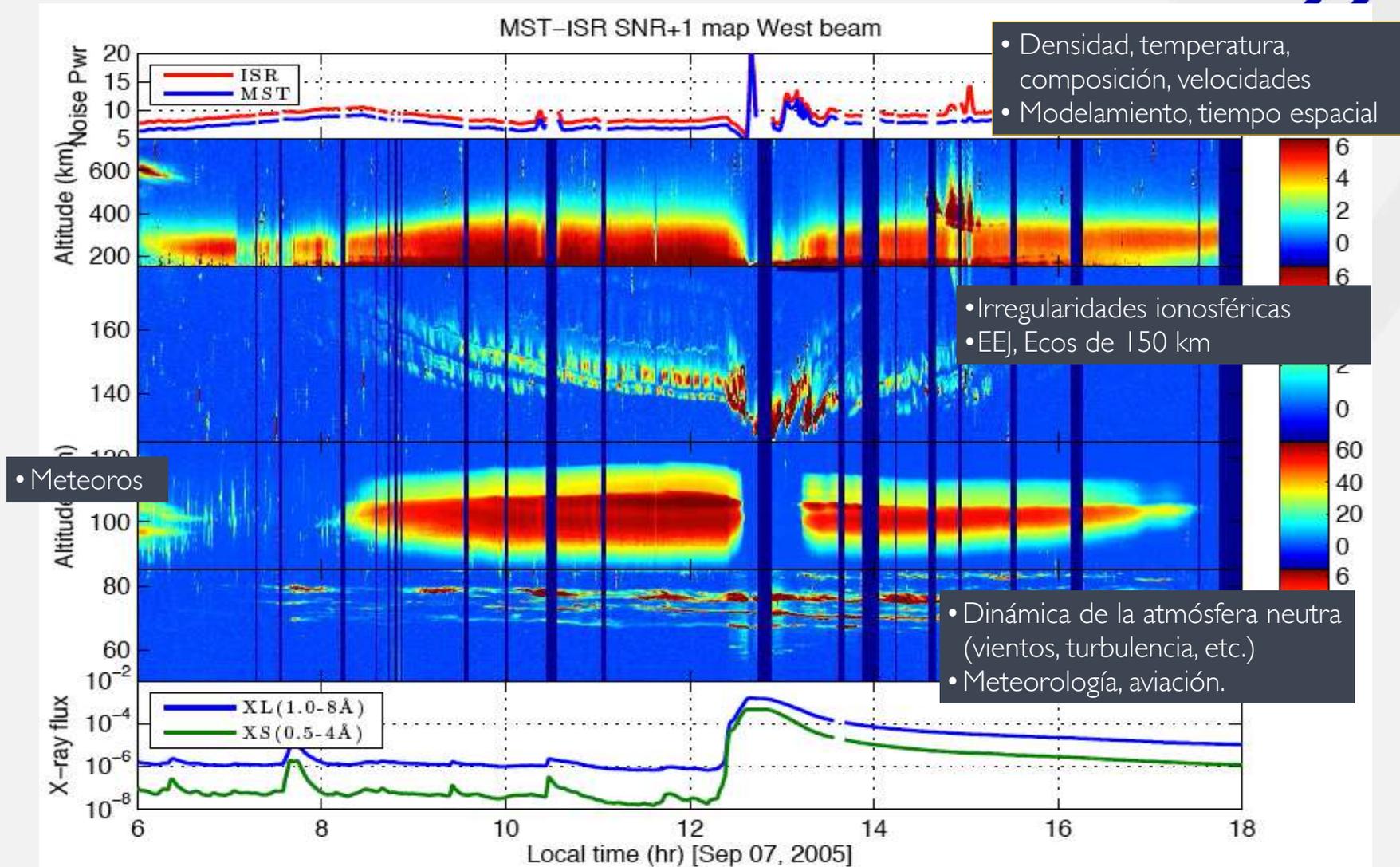


El ROJ fue construido entre 1960-1962 bajo la dirección del Dr. Ken Bowles del NBS de los EE.UU.

# ¿Qué estudiamos con el radar de Jicamarca? 99 AÑOS

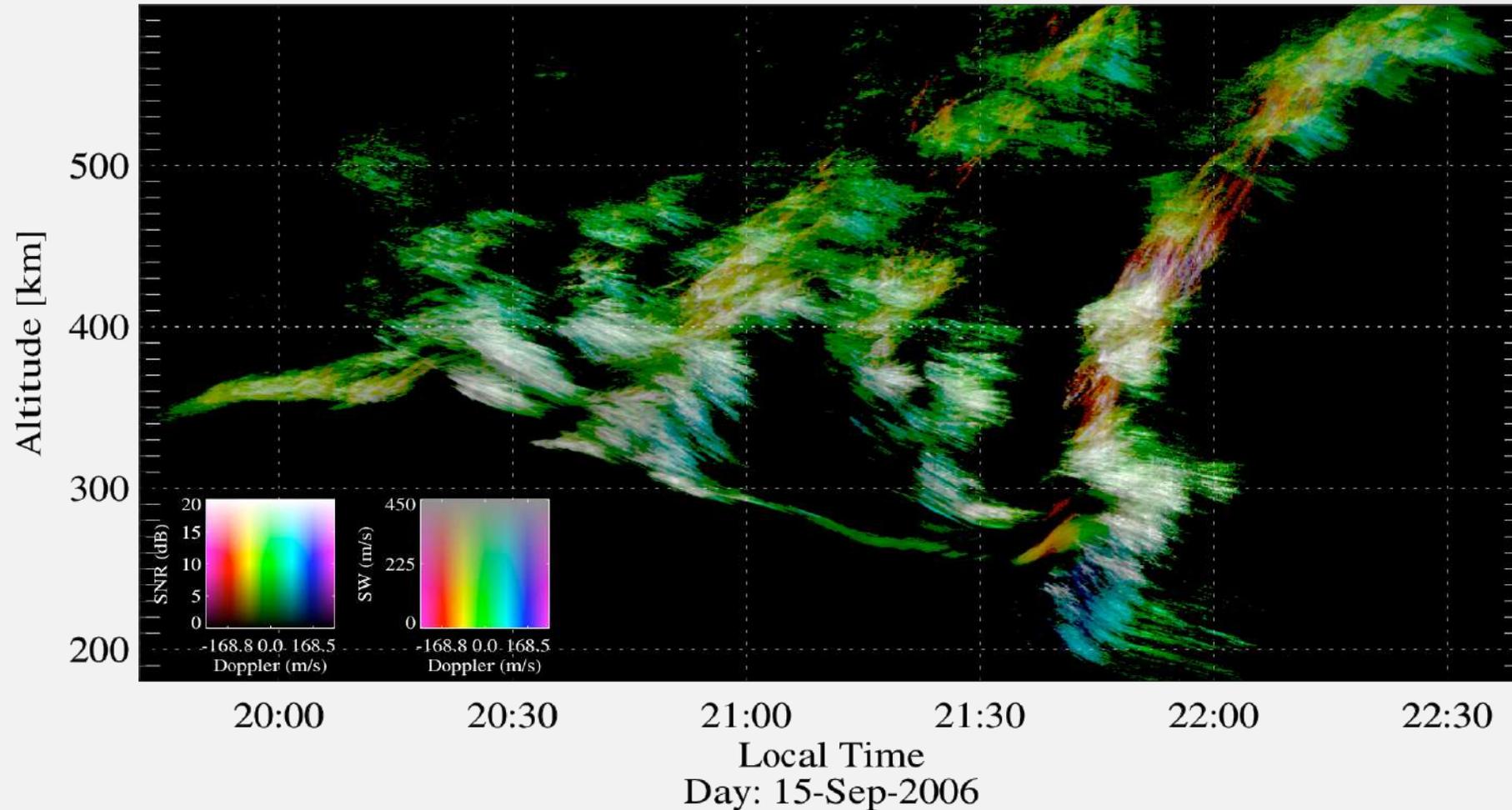


# Un día "típico" sobre Jicamarca



# Una noche "típica" sobre Jicamarca (F-dispersa)

RTDI over JRO

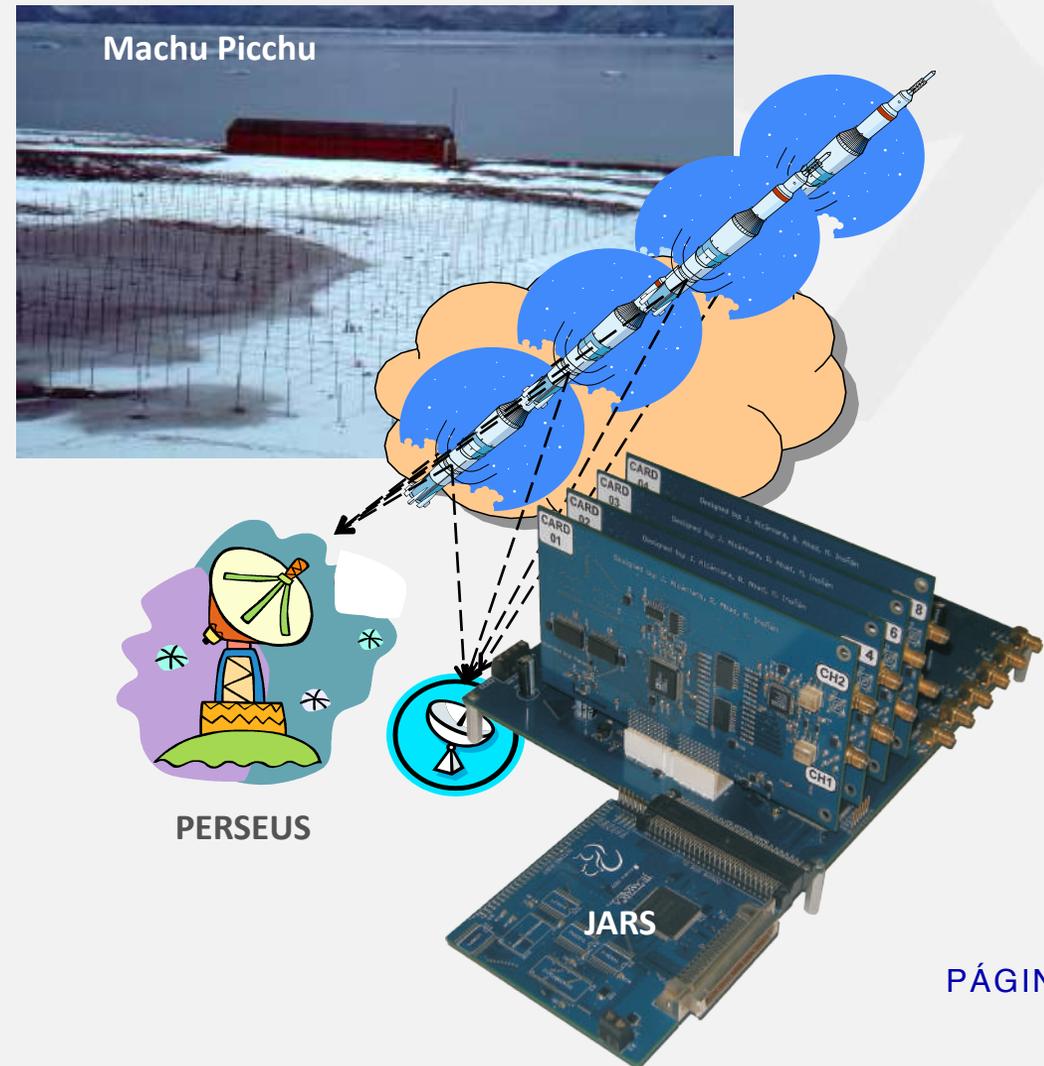


# Desarrollo de tecnología

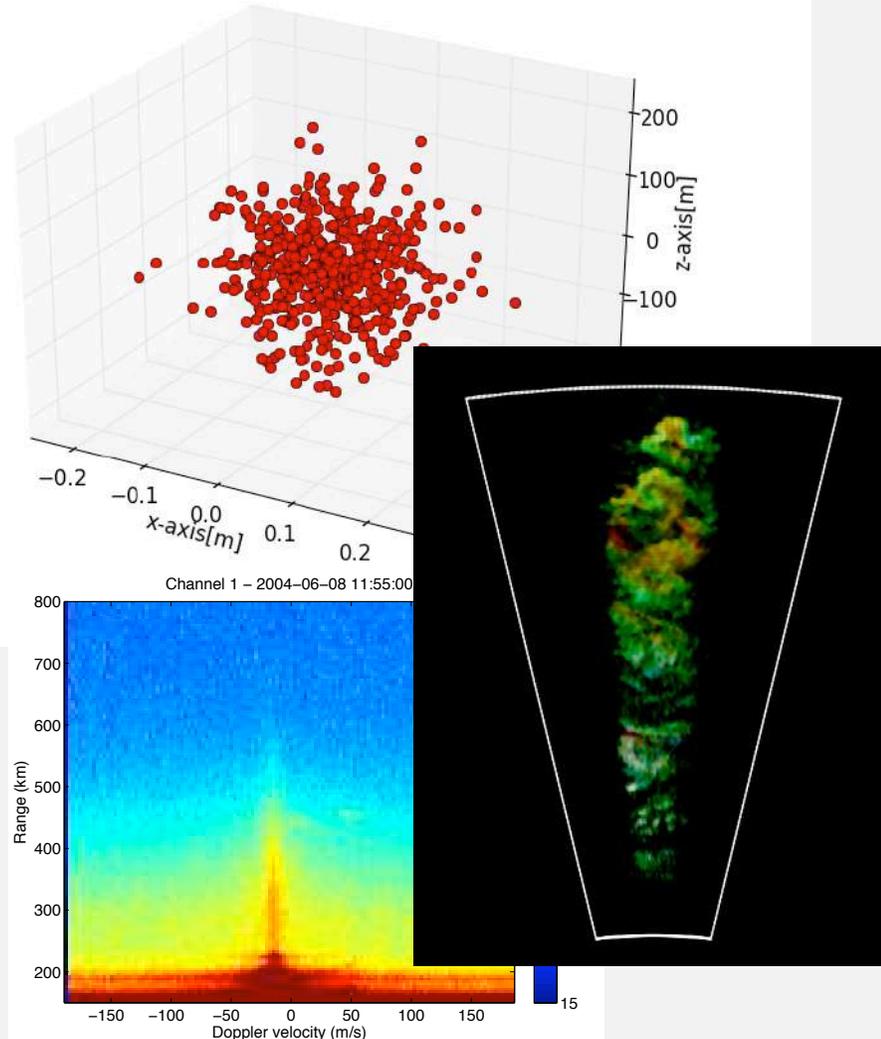
99 AÑOS

## Desarrollo electrónico

- Tecnología de Radares:
  - Sistemas de adquisición
  - Receptores digitales
  - Controladores de radar
- Primer radar ionosférico en la Antártida.
- Proyecto PERSEUS: Primer instrumento peruano en el espacio.
- Instrumentación para Nanosatélites.
- Magnetómetros fluxgate digitales (marca IGP).



# Desarrollo de tecnología



## Procesamiento de señales

- Análisis espectral de señales de radar
- Técnicas para la solución de problemas de inversión
- Técnicas de interferometría e Imágenes de radar

## Computación científica

- Simulación de plasmas (colisiones)
- Computación en paralelo (CUDA)

## Conclusiones

- El clima espacial y los fenómenos que ocurren en las capas más externas de nuestro planeta afectan la performance y confiabilidad de sistemas tecnológicos tanto en el espacio como en tierra y pueden poner en peligro la vida o la salud de las personas.
- Los estudios del Geoespacio con el radar de Jicamarca tienen relevancia nacional e internacional. El radar de Jicamarca sigue siendo el instrumento más importante para el estudio de la ionosfera ecuatorial a nivel mundial. En sus casi 60 años de operación se ha mantenido a la vanguardia de la tecnología gracias al esfuerzo de ingenieros y técnicos peruanos.
- Las capacidades adquiridas han permitido que el observatorio se convierta en un laboratorio de desarrollo de instrumentación útil para el estudio de diversos fenómenos geofísicos en el país.



Dr. MARCO MILLA

DIRECTOR DEL RADIO OBSERVATORIO DE JICAMARCA

[mmilla@igp.gob.pe](mailto:mmilla@igp.gob.pe)

