

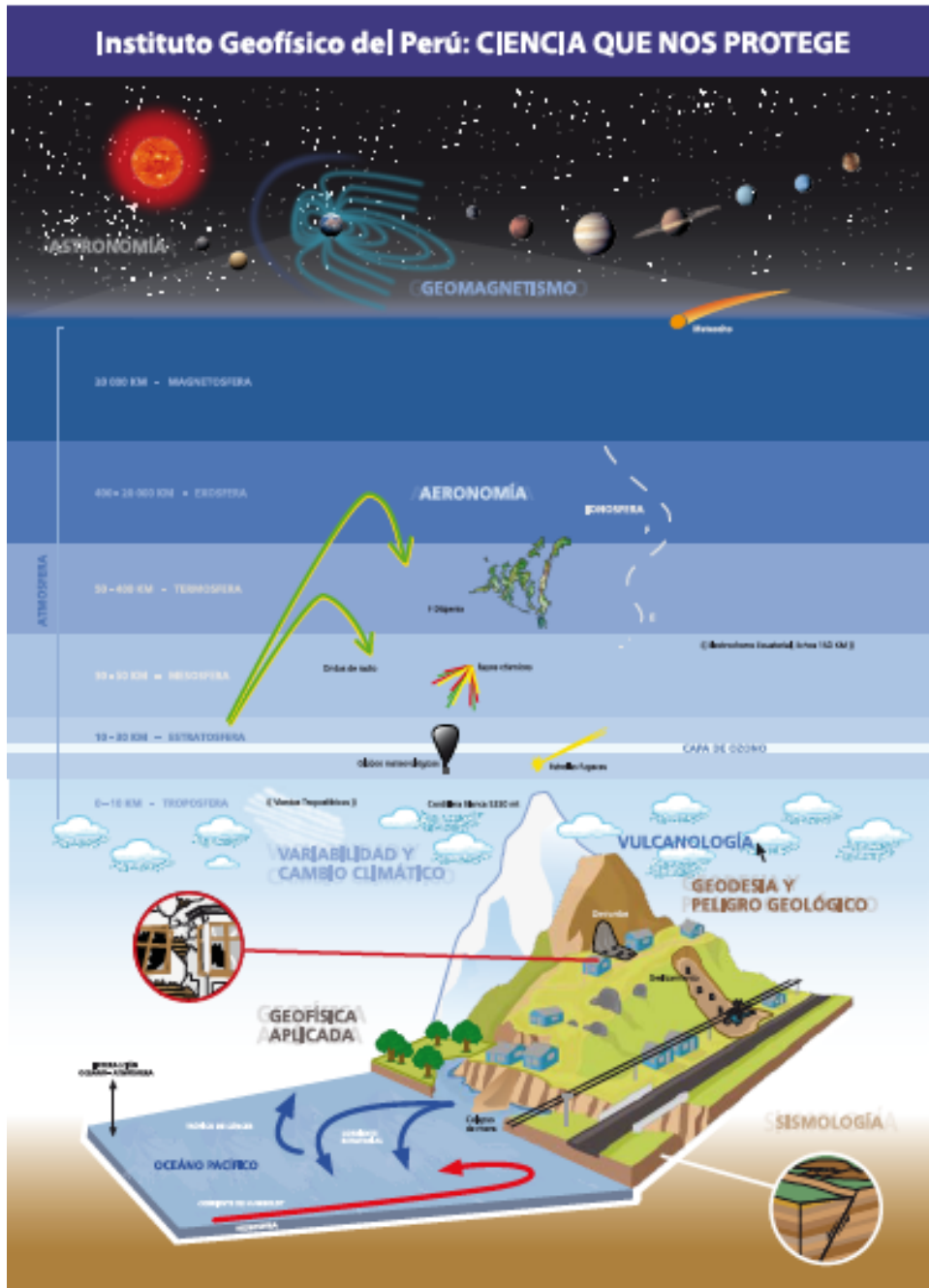
Radio Observatorio de Jicamarca: Instrumentación para monitorear el espacio cercano a la Tierra **desde el Perú**



Marco A. Milla
Radio Observatorio de Jicamarca
Instituto Geofísico del Perú

70 ANIVERSARIO
*"Ciencia para protegernos,
Ciencia para avanzar"*

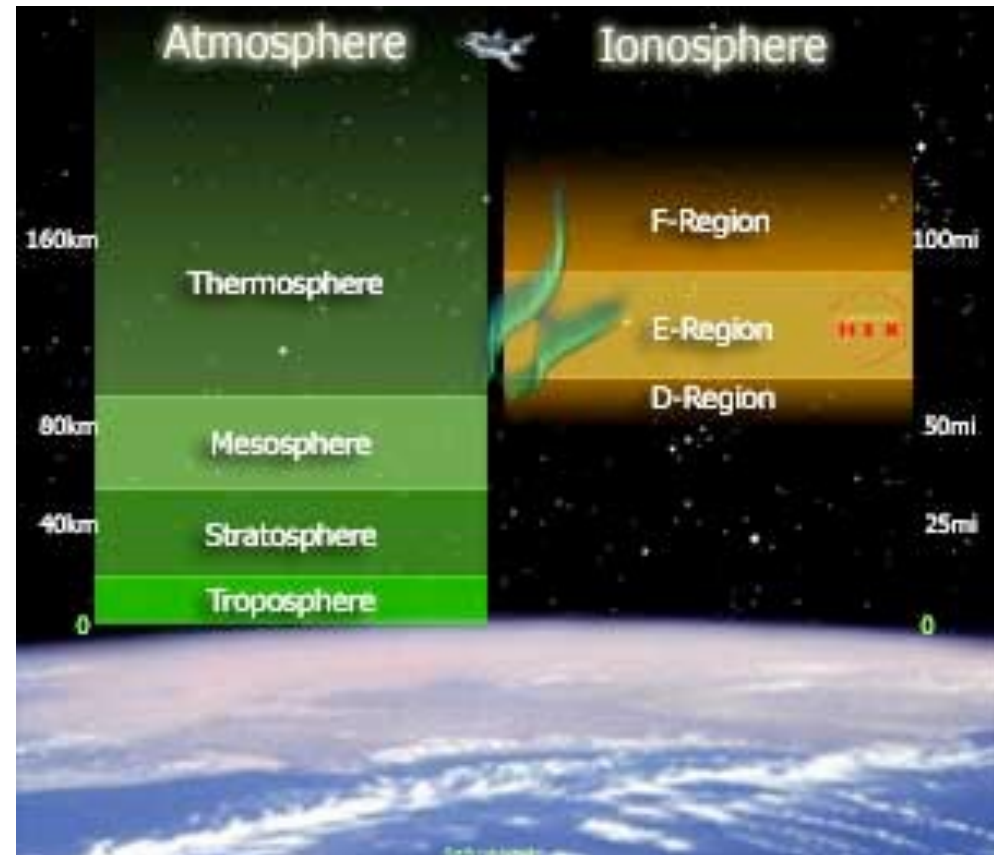
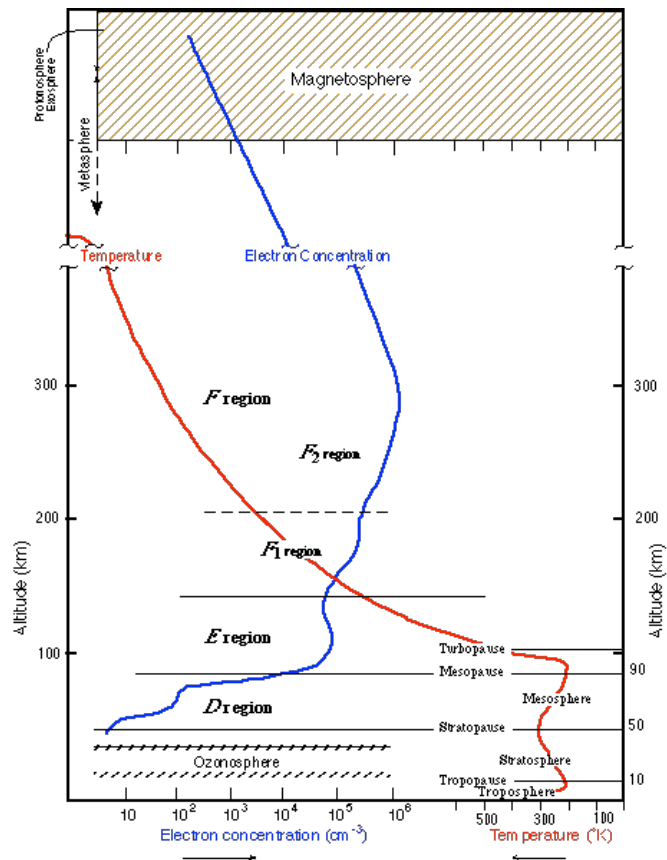
Agosto 09, 2017



Áreas de Investigación del IGP

- Ciencias de la Tierra
 - Sismología
 - Geodesia
 - Vulcanología
 - ...
- Ciencias de la Atmósfera y Océano
 - ENSO
 - Variabilidad climática
 - ...
- Geo-espacio y Astronomía
 - Aeronomía ecuatorial
 - Geomagnetismo
 - Radio Astronomía
 - ...

¿Qué es la Aeronomía?

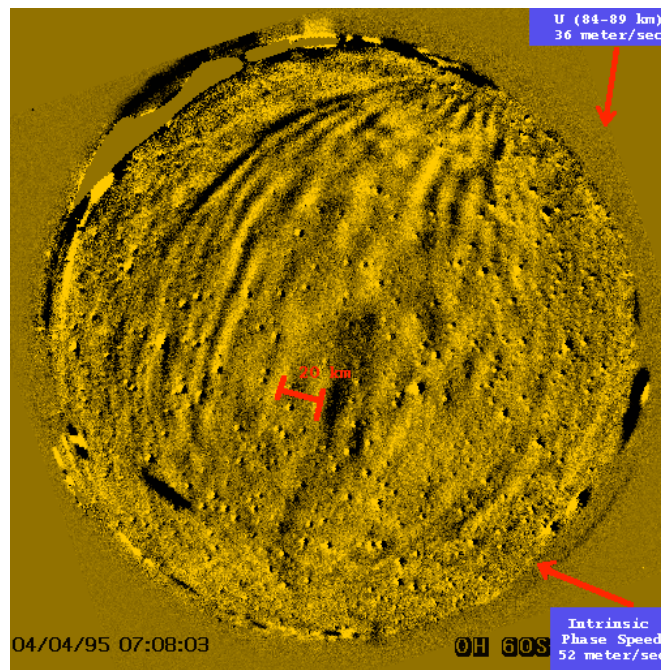
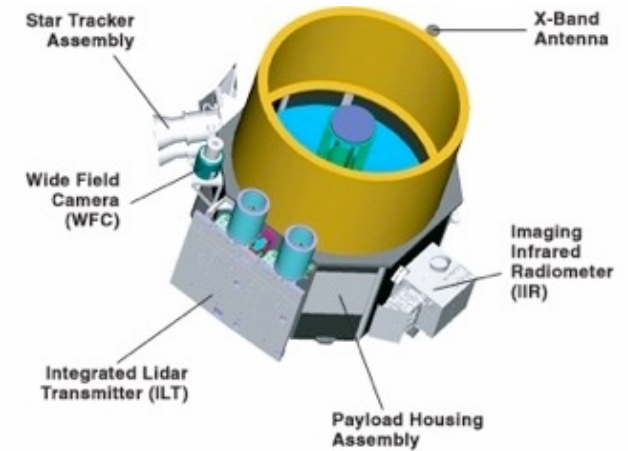
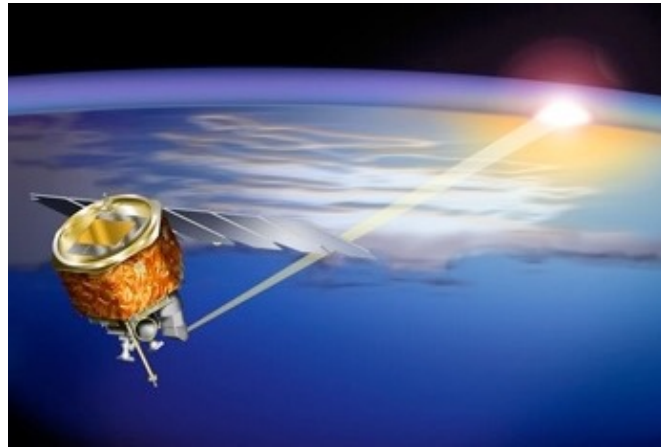


La aeronomía es la rama de la física que se encarga del estudio de las capas altas de la atmósfera, en las cuales los procesos de ionización y recombinación son importantes.

Instrumentos para estudiar la alta atmósfera

- Mediciones in-situ
 - Cohetes
 - Satélites

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



¿Cómo hacemos aeronomía en el Perú?



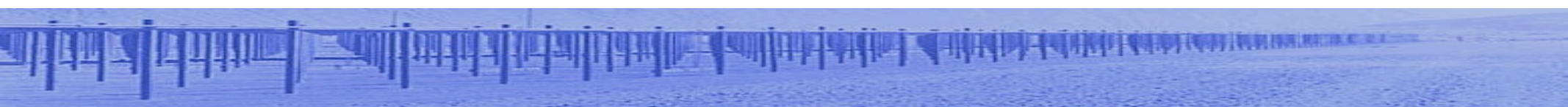
El radio observatorio de Jicamarca



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

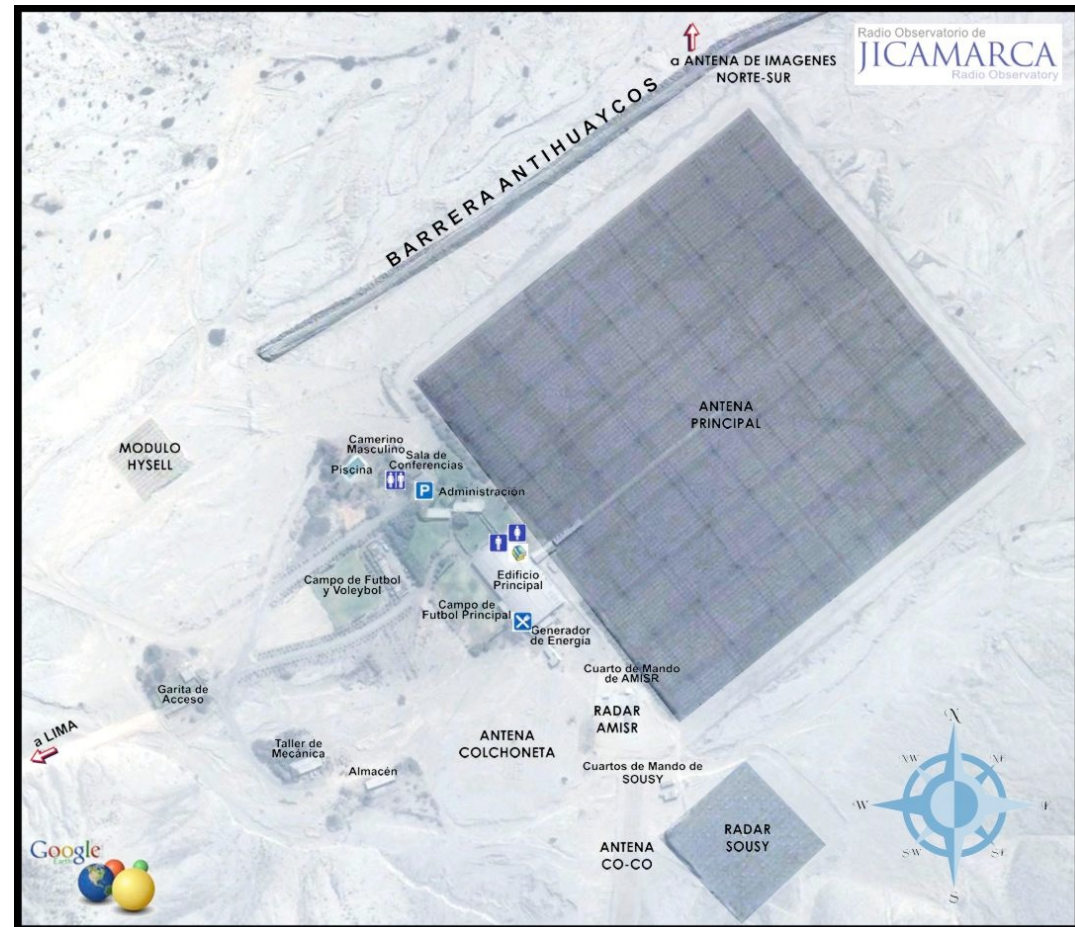
- Es un centro de investigación dedicado al estudio de la ionosfera y alta atmósfera
- Ubicado a ~20 km al este de Lima (11.95°S , 76.87°W).
- Forma parte de una cadena de observatorios ionosféricos en América que se extiende desde Groenlandia hasta Perú.
- Opera una variedad de instrumentos: radares, ionosondas, magnetómetros, receptores GPS, interferómetros Fabry Perot, cámaras airglow, etc.

Radars ionosféricos o de dispersión incoherente en el mundo



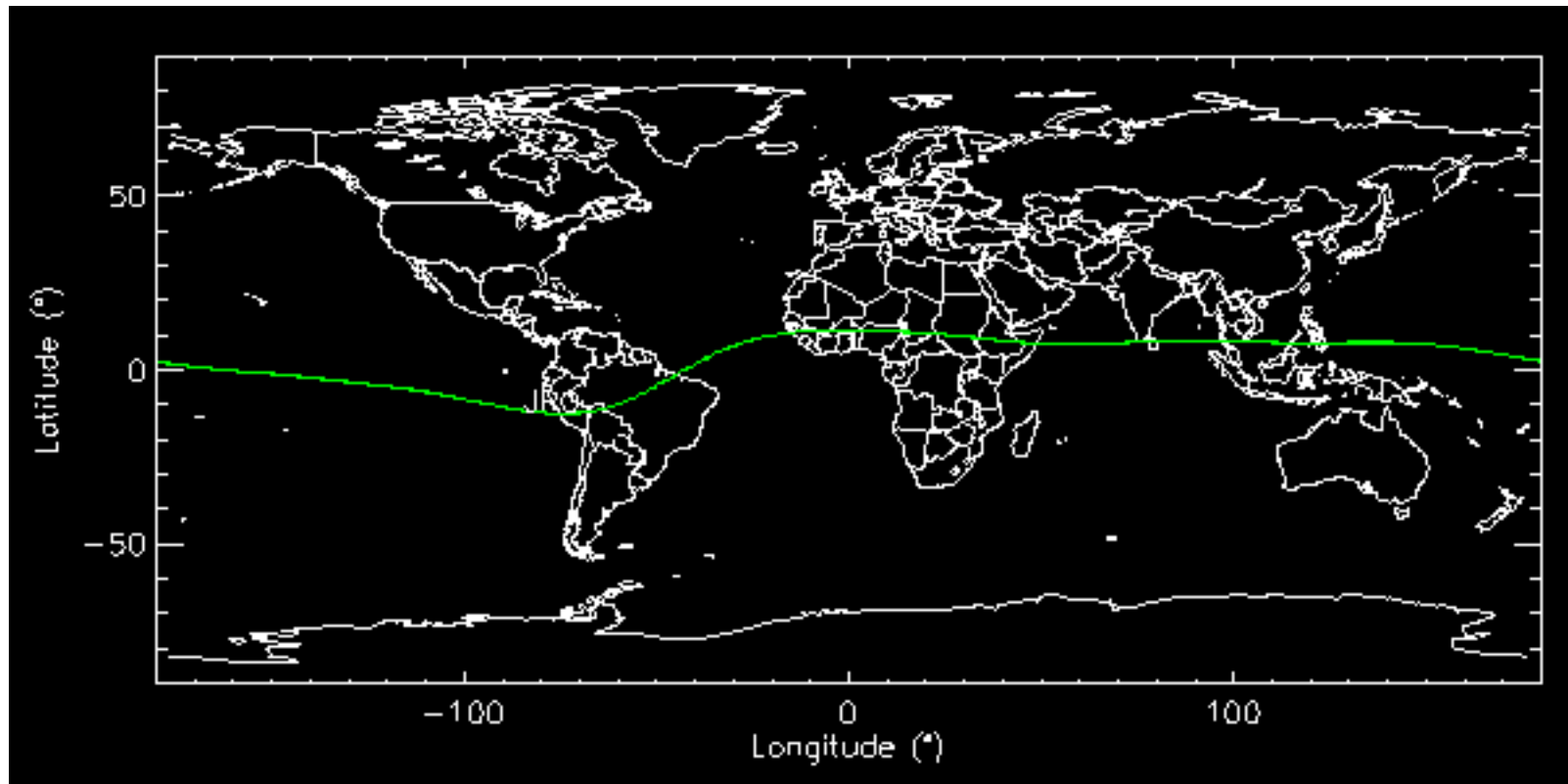
Características del radar de Jicamarca

- Frecuencia de operación: 50 MHz
- Antena: arreglo de dipolos de media longitud de onda (18,432 dipolos - área 300x300 m²).
- La antena está dividida en 8x8 módulos de polarization 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).



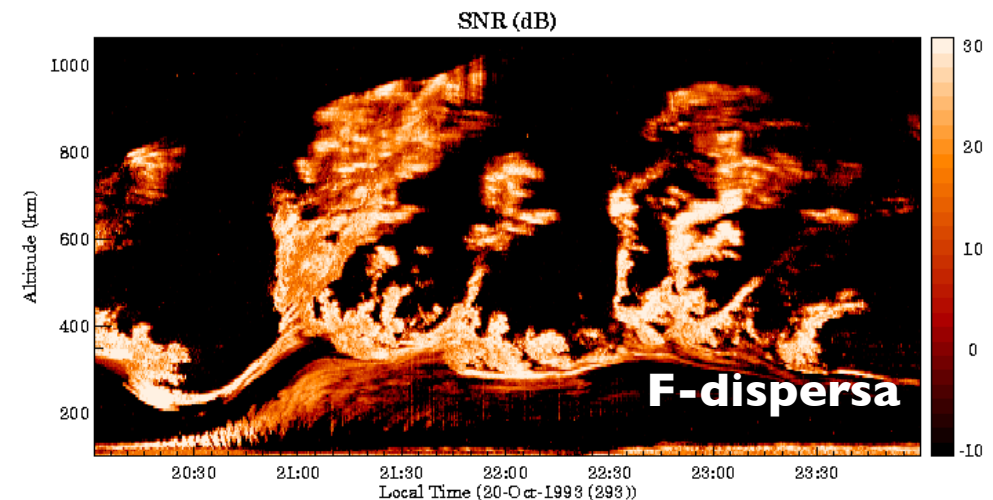
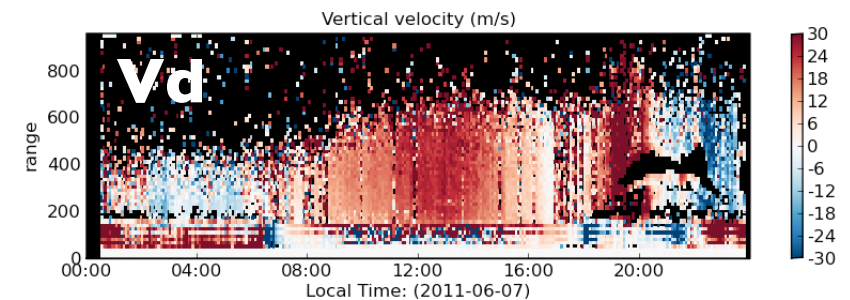
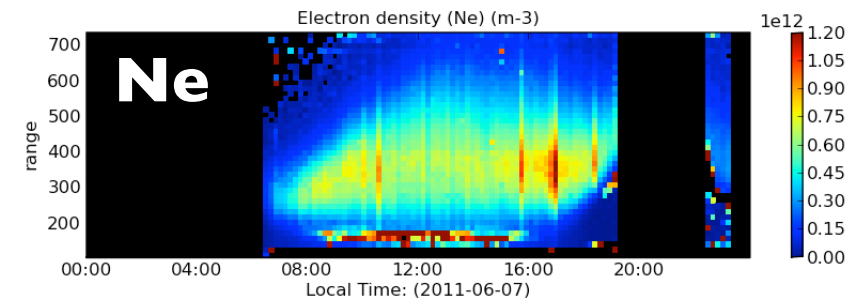
¿Por qué en Jicamarca?

- Está en el ecuador magnético (uso de una gran antena horizontal).
- Fue construido entre 1960-1962 (el investigador principal, Dr. Ken Bowles, había trabajado con personal del IGP durante IGY 1958).
- Libre de interferencia electromagnética externa (rodeado de montañas).



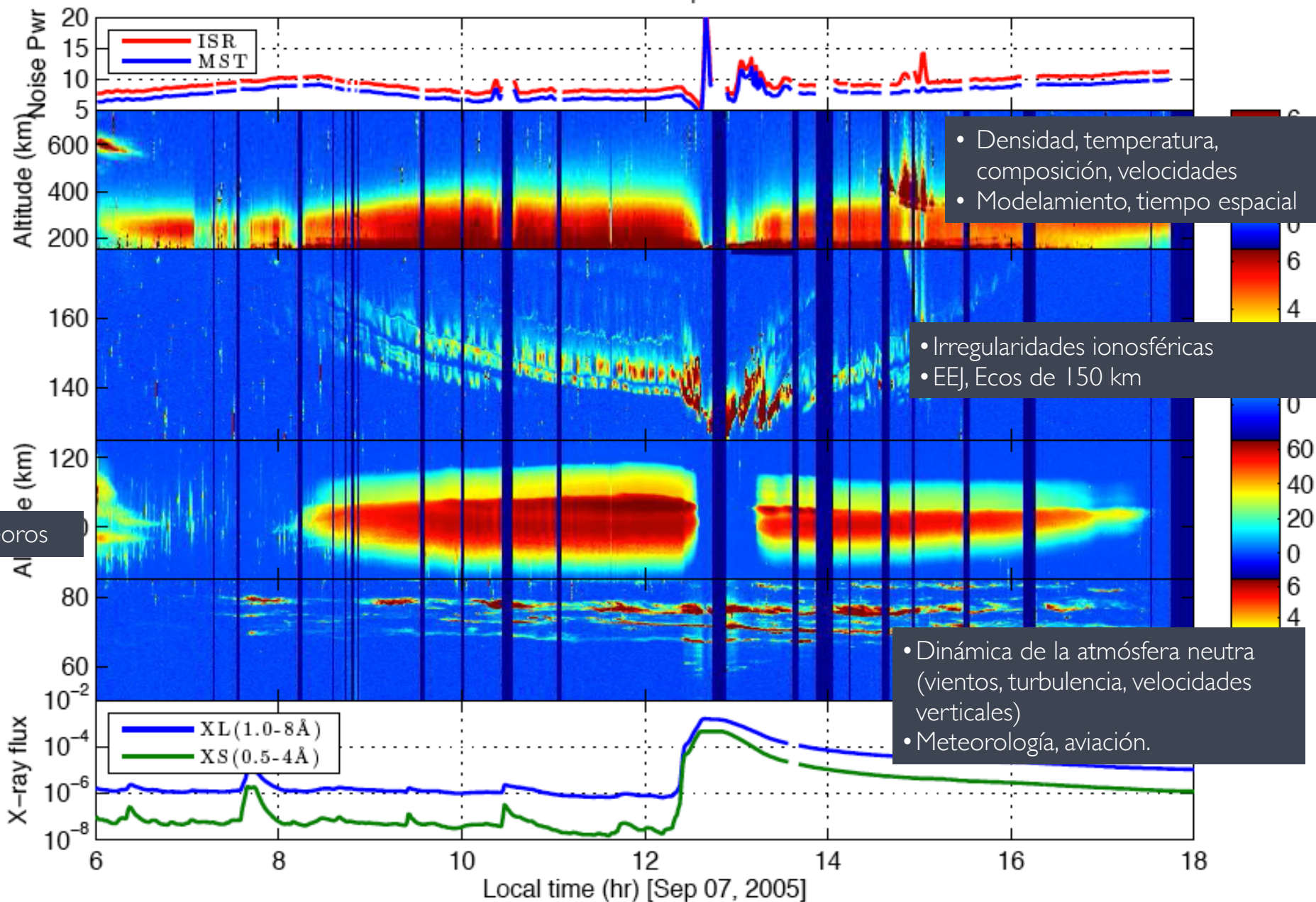
¿Qué estudiamos con el radar de Jicamarca?

- Comportamiento de la ionosfera ecuatorial
 - Mediciones de los parámetros físicos de la ionósfera (Ne, Te, Ti, Vd, Zd, %O⁺, %H⁺, %He⁺).
 - Irregularidades del plasma ionosférico (Electro-chorro, F-dispersa, ecos de 150km).
- Comportamiento de la atmósfera neutra - Modo MST (mesósfera, estratósfera, tropósfera).
- Detección y caracterización de meteoros.
- Radio-astronomía, otros.



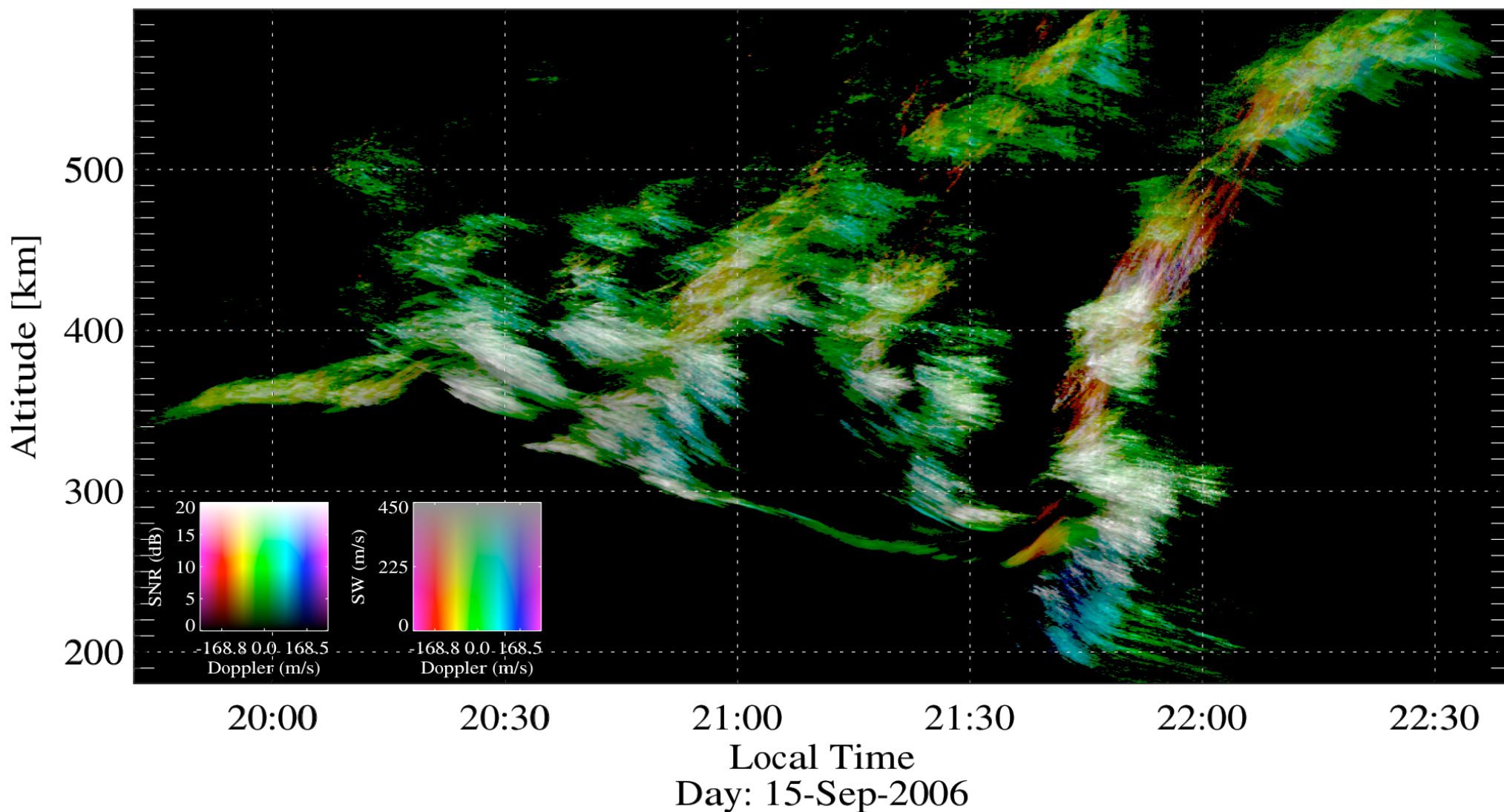
Un día “típico” sobre Jicamarca

MST-ISR SNR+1 map West beam



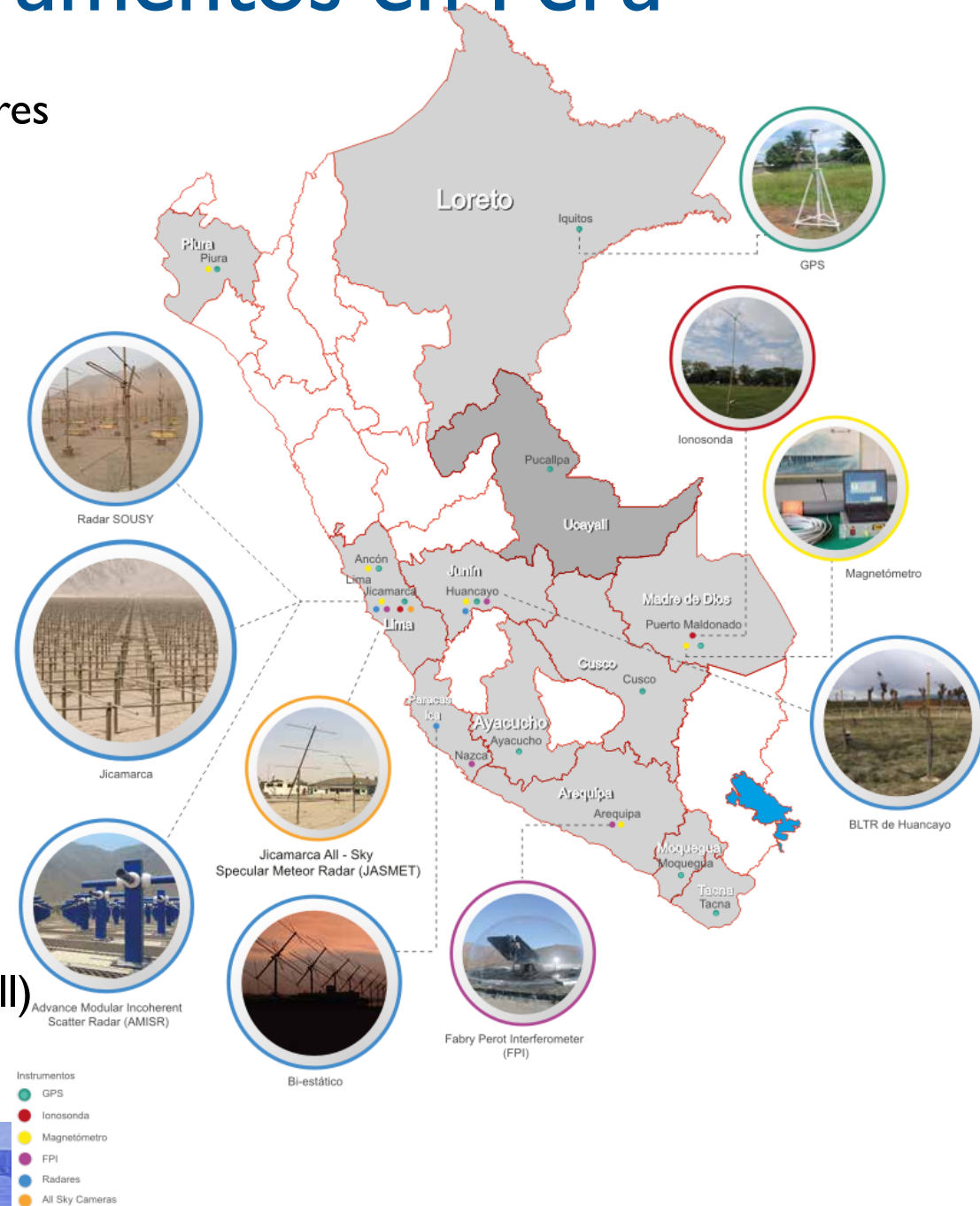
Una noche “típica” sobre Jicamarca (F-dispersa)

RTDI over JRO



Redes de instrumentos en Perú

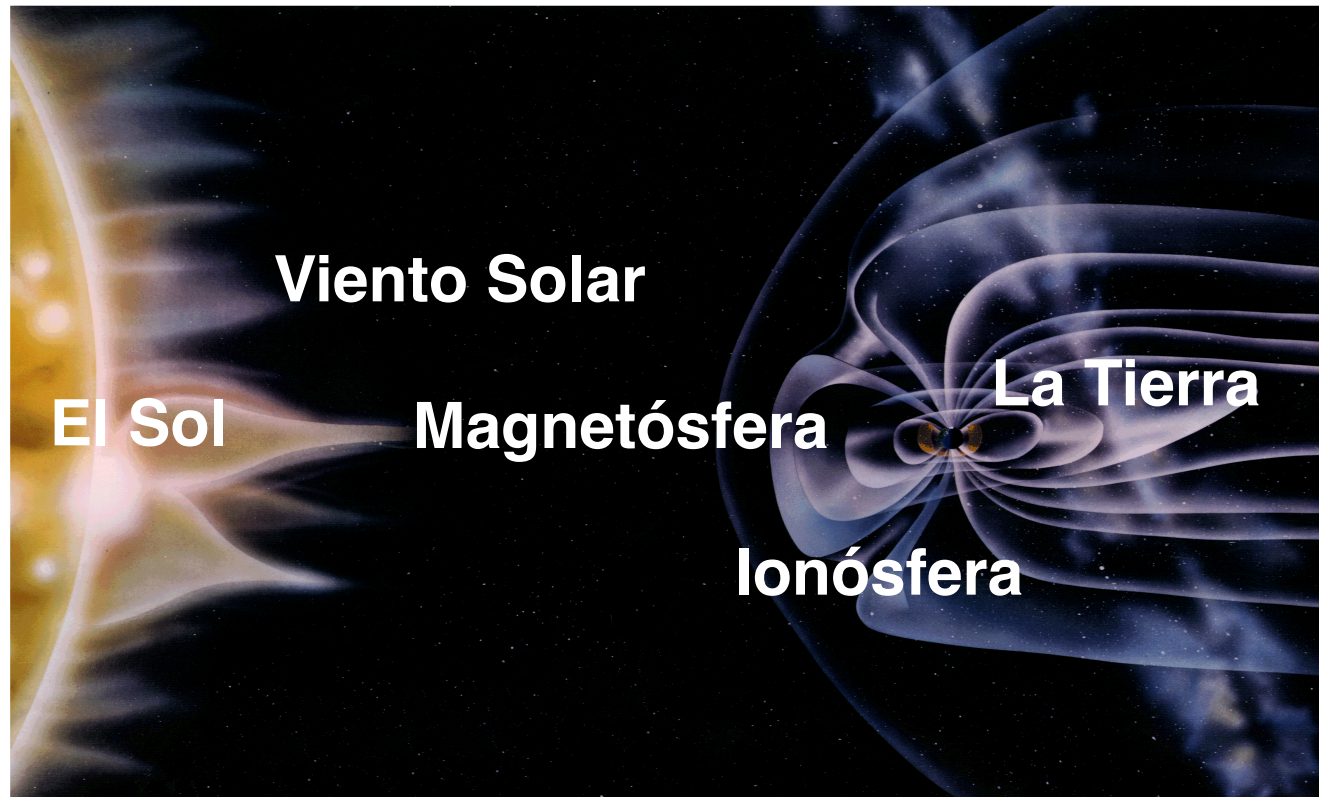
- LISN (C.Valladares, UTD) red de receptores GPS, magnetómetros y ionosondas
- Red de magnetómetros (O.Veliz, IGP)
- Ionosondas
 - Digisonde (B. Reinish, U. Mass. Lowell)
 - VIPIR (E. Kudeki, J. Makela, Illinois)
- Beacon RXs (P. Bernhardt, NRL, Tsunoda, SRI)
- GNSS RXs (J. Morton, MU)
- CIRI Huancayo (J. Urbina, PSU)
- AMISR I4 (J. Arratia, UMET)
- FPI + SOFDI (J. Meriwether, Clemson, A. Gerrard, NJIT)
- Cámaras Airglow (C. Martinis, BU, G. Swenson, Illinois)
- Radar HF multi-estático (D. Hysell, Cornell)
- TIDDBIT (G. Crowley, ASTRA)



¿Por qué estudiamos la alta atmósfera?

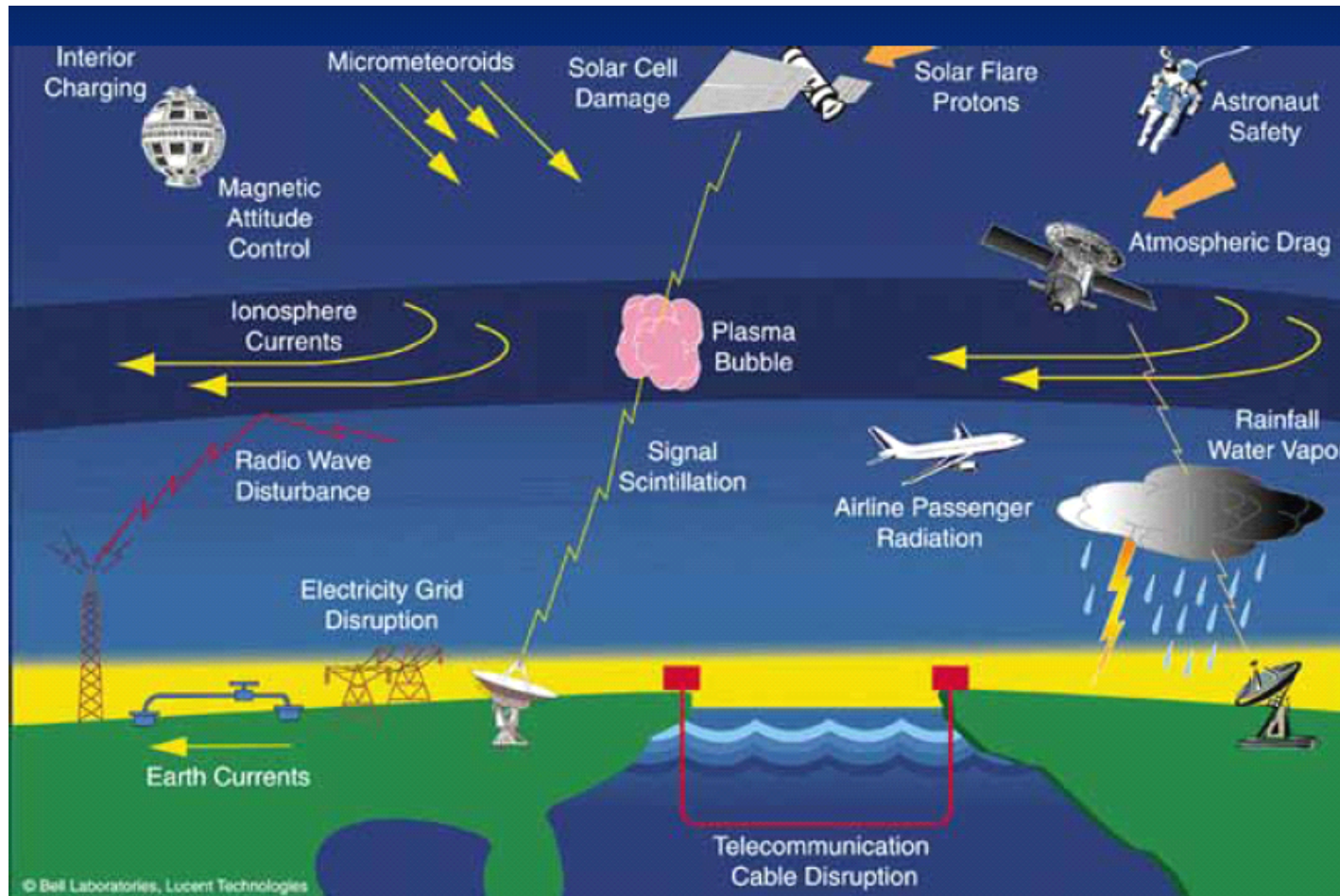


¿Qué es el clima espacial?



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

¿Cómo nos afecta el clima espacial?



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.

Efectos de las variaciones del 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).



¿Por qué hacemos aeronomía en el Perú?



Desarrollo científico - Amor por la ciencia

- Jicamarca es el principal centro de investigación para los estudios de la ionósfera ecuatorial.
- Producción científica - Existen alrededor de 700 publicaciones referidas sobre temas de Jicamarca.
- Diversos temas de investigación
 - Estudios de la ionósfera ecuatorial estable
 - Estudios de irregularidades ionosféricas ecuatoriales
 - Estudios de la atmósfera neutra
 - Estudios de meteoros
 - Radio-astronomía, otros.

SCIENCE 1 February 1963
Vol. 139, No. 3553

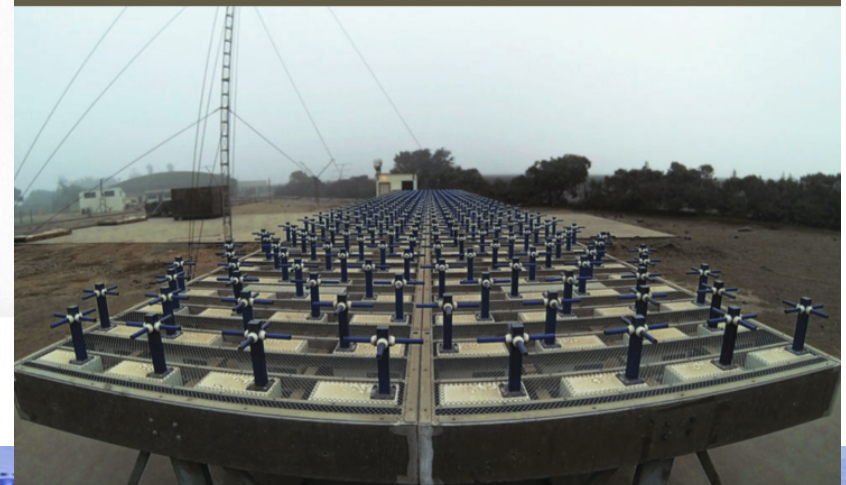
AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE



Geophysical Research Letters

AN AGU JOURNAL

Volume 42 • Issue 13 • 16 July 2015 • Pages 5083–5678



Formación de ingenieros y físicos

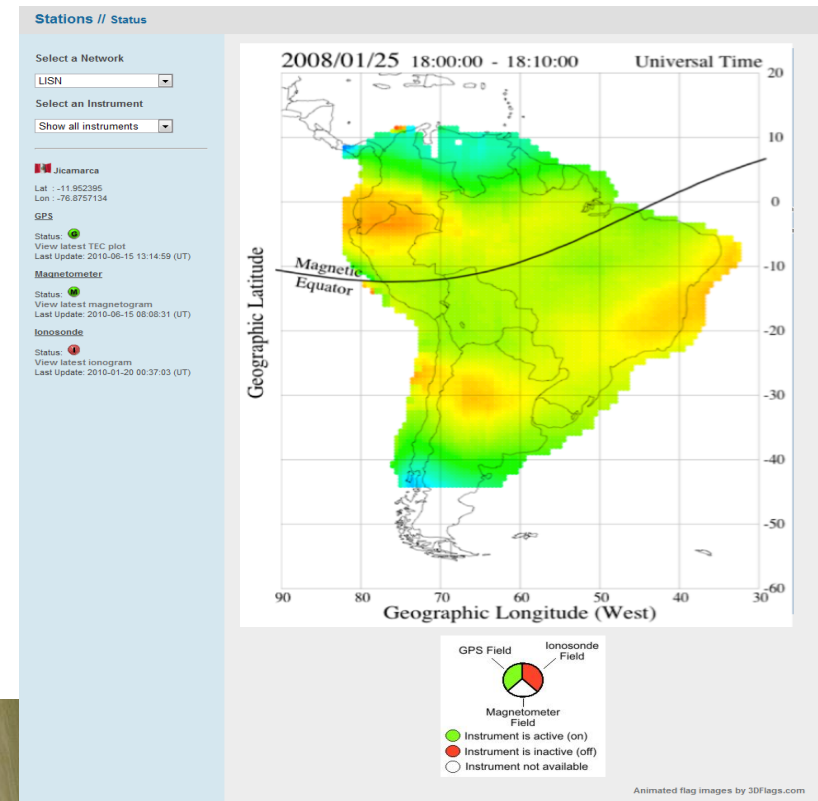
Oportunidad de desarrollo profesional

- Participación en conferencias internacionales.
- Capacitación en centros de investigación de alto nivel.
- Oportunidad de continuar estudios en el extranjero.
- Más de 75 tesis de PhD con temas relacionados al ROJ, la gran mayoría en Universidades de los EE.UU..
- 15 graduados peruanos, 10 de ellos trabajaron inicialmente en el ROJ.
- 12 ex-ROJ han comenzado estudios de PhD en los últimos 10 años.



Divisas para el país - Convenios internacionales

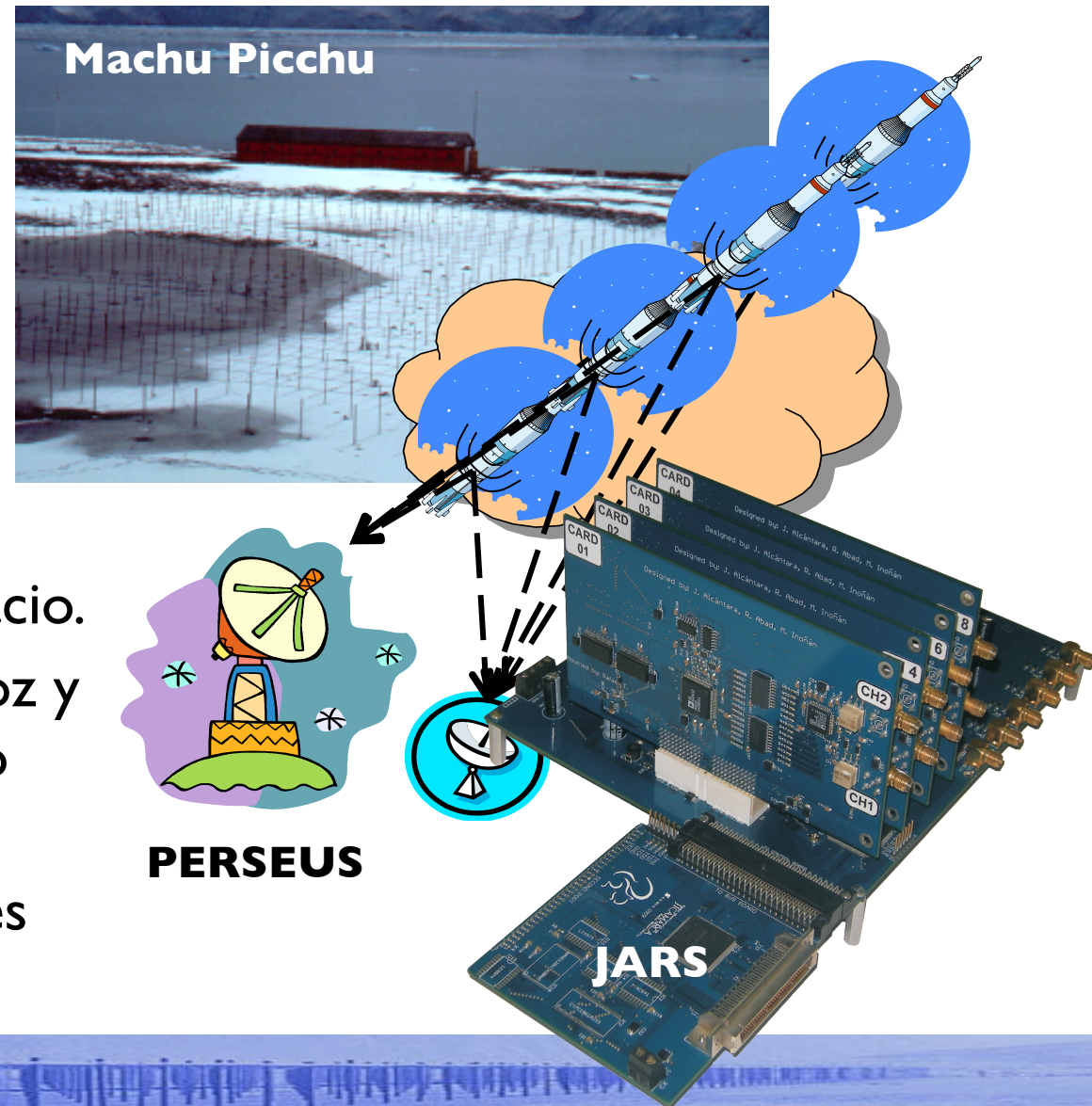
- El proyecto Jicamarca
 - Convenio con NSF y Cornell
 - Compromiso: 1000 horas en el modo ISR y 4000 horas en el modo JULIA
- Proyectos de colaboración internacional
 - LISN - red de instrumentos geofísicos en Sudamerica
 - Interferómetros Fabry-Perot (Jicamarca, Nazca, Arequipa)
- Servicios al extranjero
 - Modernización de Radares
 - “Venta” de magnetómetros



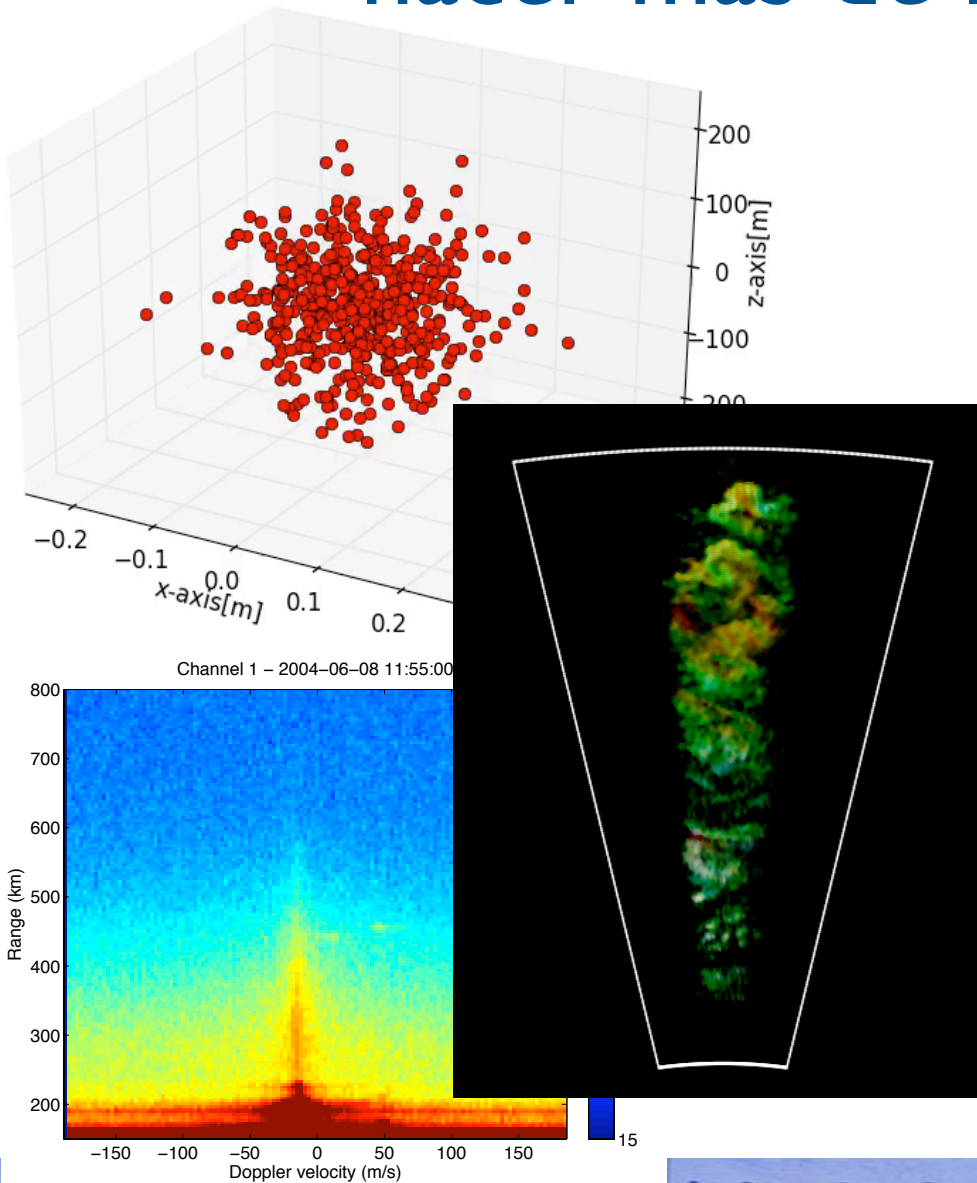
Desarrollo de tecnología - Oportunidad de hacer lo que nos gusta

Desarrollo electrónico

- Tecnología de Radares:
 - Sistemas de adquisición
 - Receptores digitales
 - Controladores de radar, etc.
- Primer radar en la Antártida.
- Proyecto PERSEUS: Primer instrumento peruano en el espacio.
- Sistemas de comunicación de voz y datos vía electrochorro (premio GyM 2012 - Nadia Yoza).
- Magnetómetros fluxgate digitales (marca ROJ).



Desarrollo de tecnología - Oportunidad de hacer más de lo que nos gusta



Procesamiento de señales

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

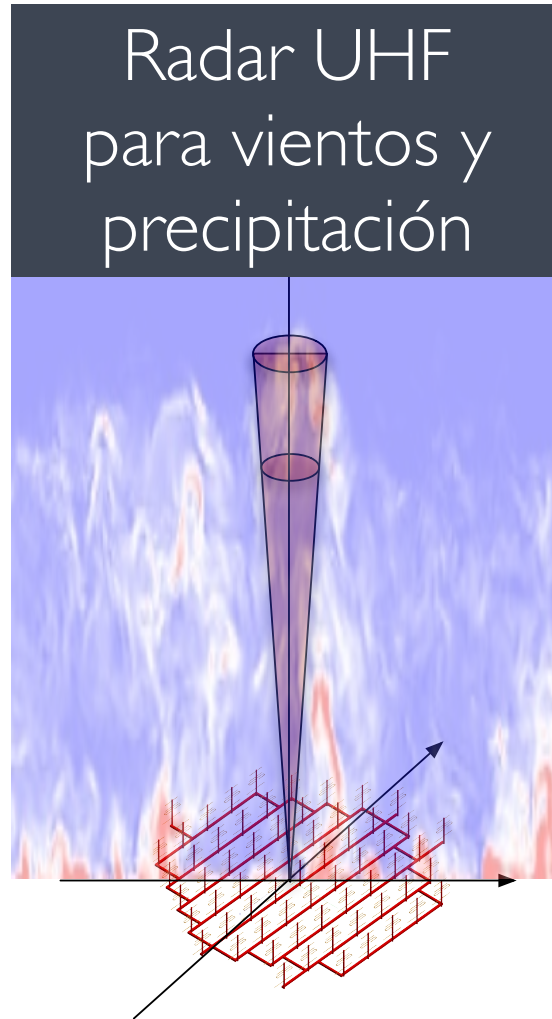
Computación científica

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

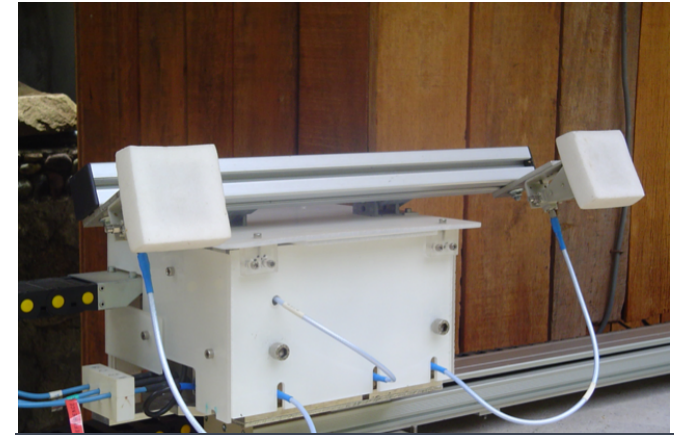
Desarrollo tecnológico al servicio de la sociedad peruana



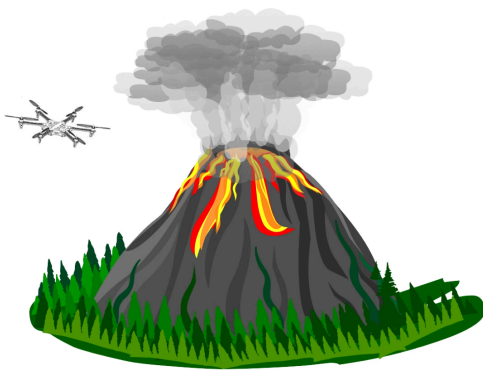
Sistema de alerta temprana de huaycos



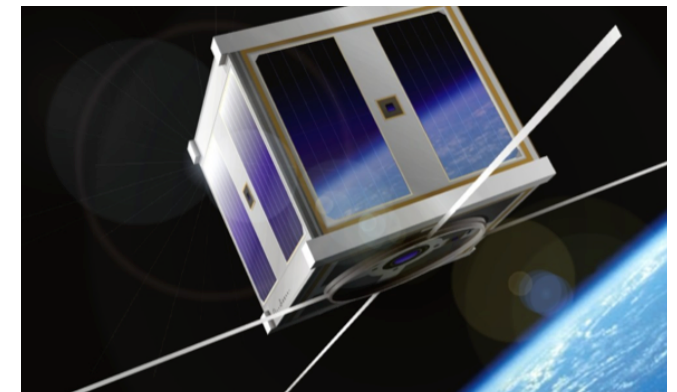
Radar UHF para vientos y precipitación



Monitoreo de deslizamientos



Monitoreo de volcanes con UAVs



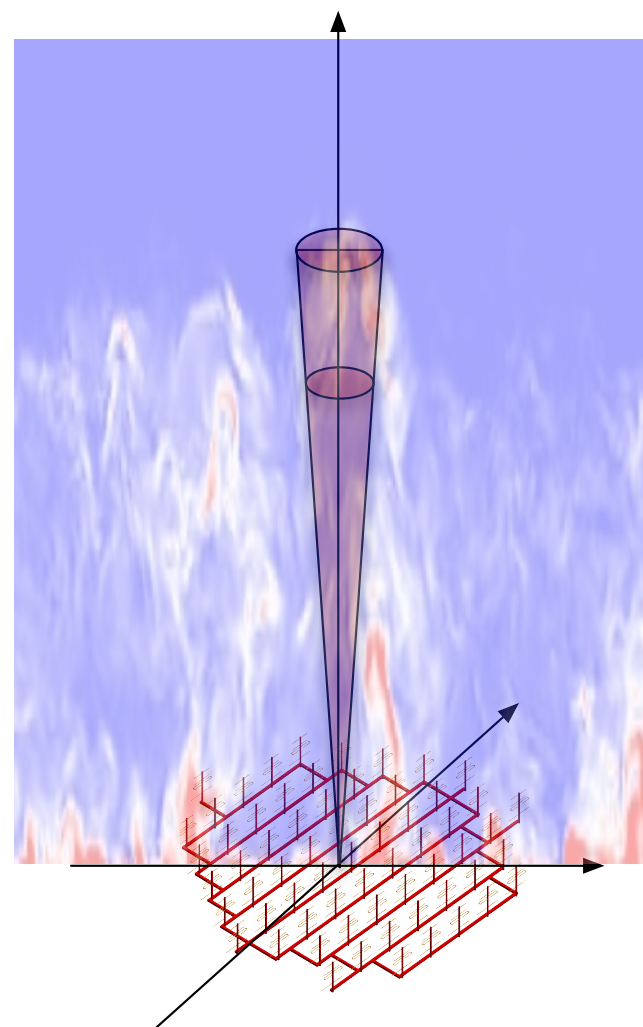
Instrumentación para Nanosatélites

Motivación

- Condiciones climáticas instantáneas con alta resolución espacial y temporal en distintas localidades del país
- Base de datos global de condiciones climáticas normales y extremas para tener modelos numéricos precisos

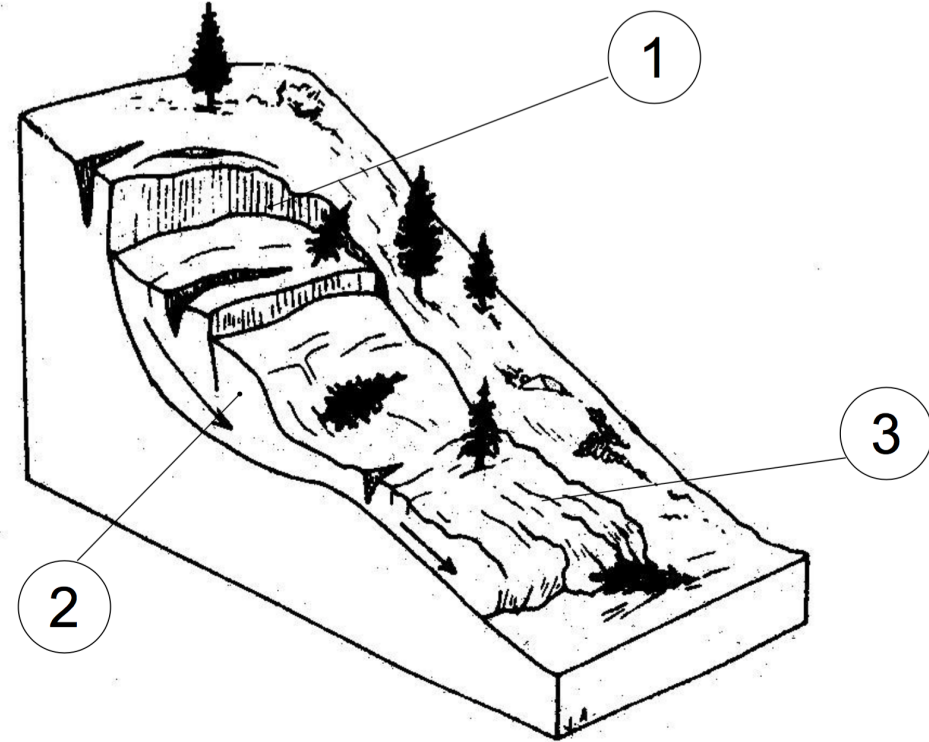
Objetivo

- Construir un radar de bajo costo localmente para estudios de vientos y precipitación en el territorio peruano



Desarrollo tecnológico al servicio de la sociedad peruana

Monitoreo de deslizamientos usando SAR



Objetivos

- Desarrollar un sistema de monitoreo de deslizamientos robusto y portátil empleando un radar de apertura sintética



Importancia para el Perú

- Investigación de reconocimiento internacional.
- Divisas para el país.
- Fuente de trabajo.
- Generación/Fortalecimiento de capacidades nacionales
 - Ciencias espaciales
 - Tecnología de radares
 - Sensoramiento remoto
 - Comunicaciones y Navegación
 - Desarrollo de hardware y software
- Entrenamiento/Capacitación de jóvenes ingenieros y físicos.



Mas de 50 años haciendo ciencia en el Perú



► **Five decades to remember.**
Jicamarca 50th celebration at JRO right after ISEA13
(March 17th, 2012)





Ciencia para protegernos,
ciencia para avanzar.

www.igp.gob.pe

