

Jicamarca: Facilidades y oportunidades de investigación científica espacial desde Tierra

Luis Condori, Freddy Galindo
Agosto 2008

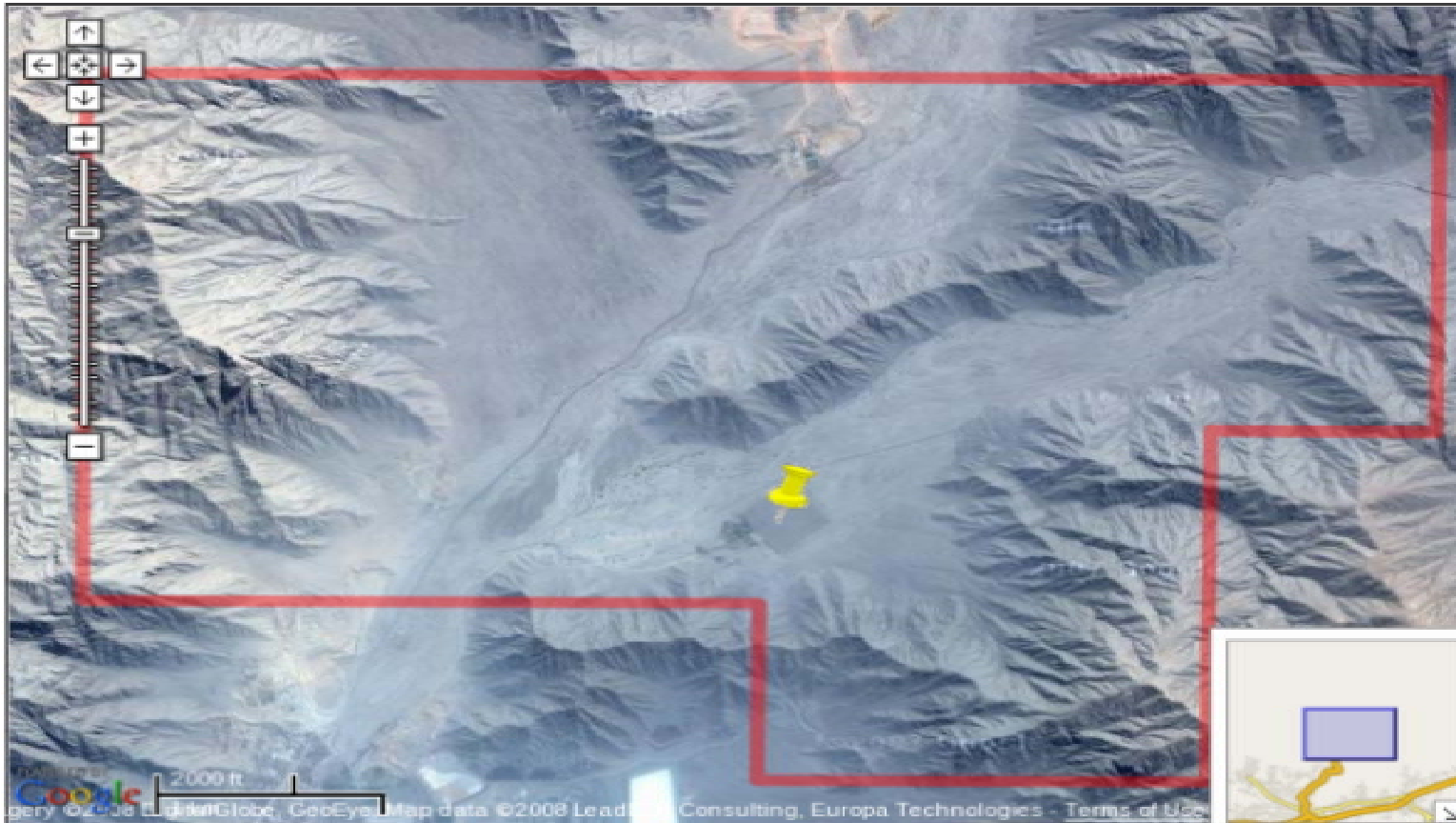
- **Ubicacion, Historia y Perspectiva**
- **Ionosfera y Tecnicas de Radar**
- **Investigacion y Desarrollo**
- **Oportunidades de Investigacion y de trabajo en el ROJ (Practicantes y Tesistas)**

El Radar mas grande del Mundo esta en el Peru
(<http://jro.igp.gob.pe>)

Radio Observatorio de
JICAMARCA
Radio Observatory



- Ubicado a ~ 20 kms al este de Lima, cerca de la quebrada Huaycoloro ($S11.95^\circ$, $W76.87^\circ$).



Radio Observatorio de Jicamarca

Ubicacion, Historia y perspectiva

- Construido a comienzos de los 60's, Dr. Ken Bowles (NBS), para realizar estudios de alta atmosfera, entre 50-1500kms(Ionosfera), usando tecnicas de Radar.
- La linea ecuatorial magnetica pasa sobre Jicamarca, el Beam de la antena apunta perpendicularmente a B.

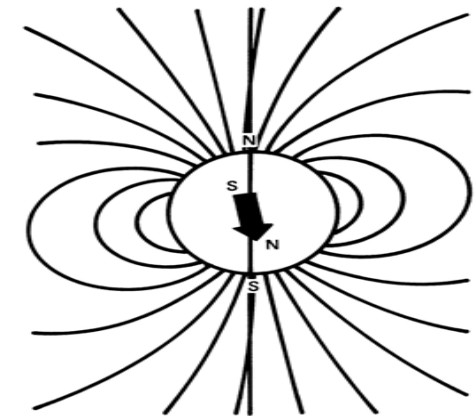
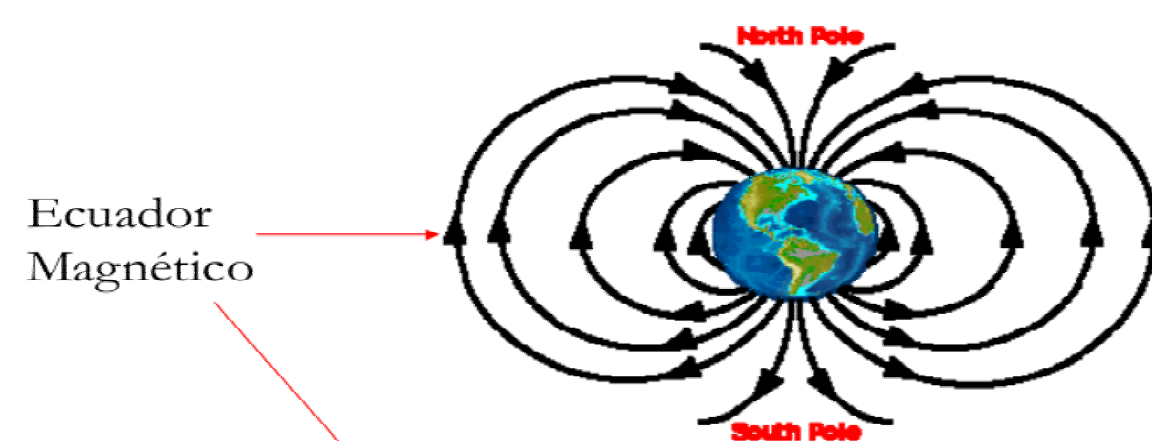
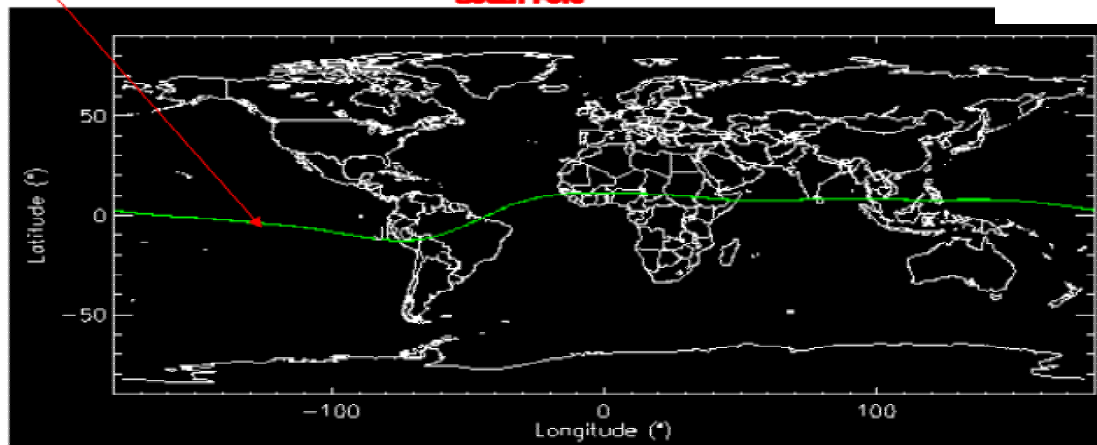


Figure 2.



Ubicacion, Historia y perspectiva

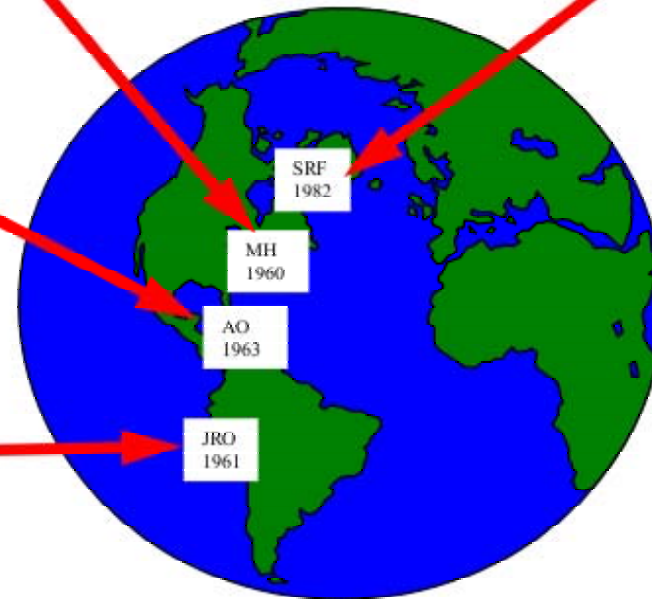
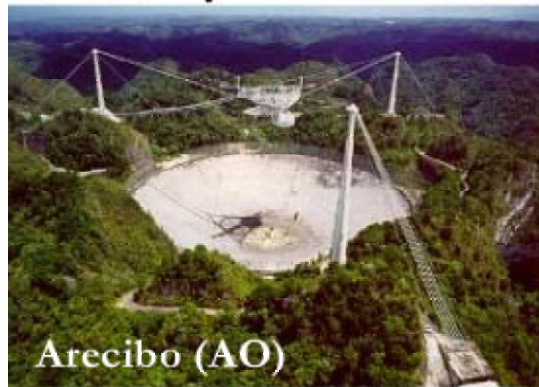
- Donado al IGP en 1969, desde entonces ha sido operado y constantemente modernizado por científicos e ingenieros egresados de universidades peruanos.
- Ahora forma parte de la cadena mundial de radares de dispersion incoherente, su operacion es coordinada con los otros observatorios (URSI).
- La de mayor importancia para el estudio de la Ionosfera Ecuatorial.



Radares de Dispersión Incoherente

Incoherent Scatter Radar(ISR)

Los radares de dispersión incoherente constituyen las herramientas más poderosas hoy en día para estudiar el espacio cercano a la Tierra (la ionosfera y la alta atmósfera)

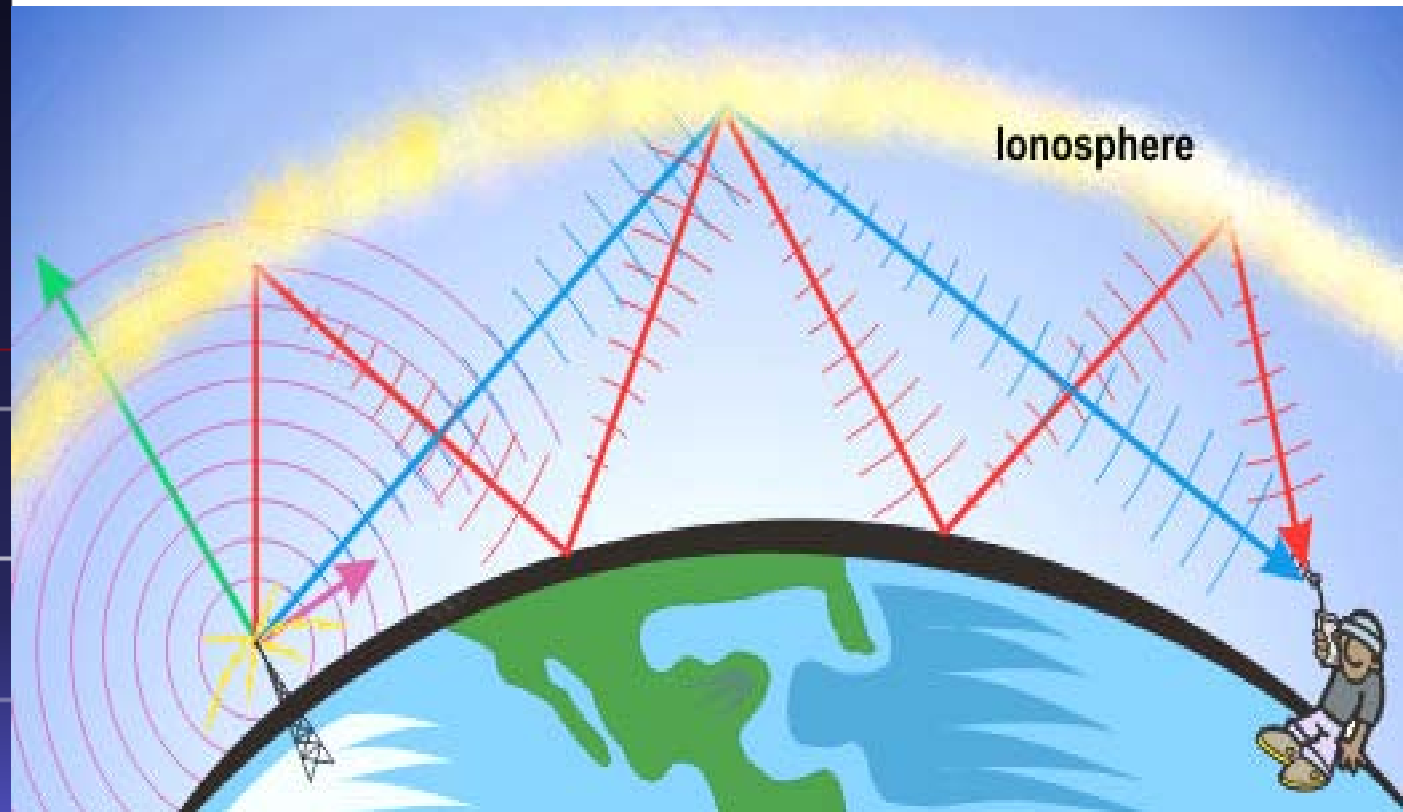
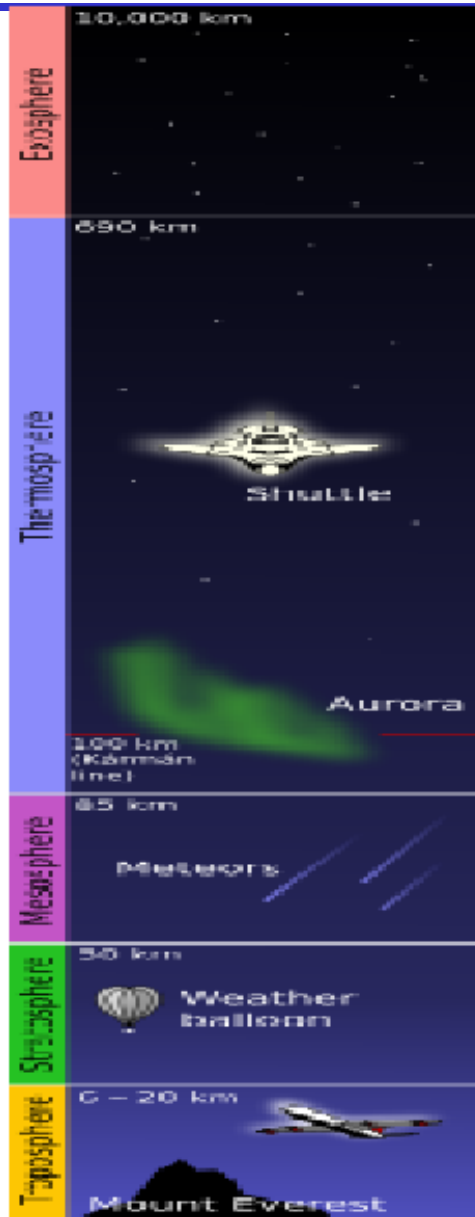


- Mision:
 - Profundizar el conocimiento de la atmosfera e Ionosfera Ecuatorial y de latitudes bajas asi como entender los sistemas a los que estan acoplados.
 - Para ello se formamos Ingenieros, Fisicos y Tecnicos de Radio y Fisica del espacio y se desarrolla tecnicas de sensoramiento remoto de radar y radio.
- Por otro lado buscamos que esta investigacion y desarrollo sea util en el ambito nacional, sin descuidar nuestra razon de ser.
- En los ultimos años venimos realizando proyectos en conjunto con instituciones Nacionales, entre los mas importantes tenemos:
 - Marina de Guerra del Peru-SIMA (Prototipo de un Radar de Vigilancia Costero)
 - FINCYT-Tumimed (Prototipo de maquina de anestesia con sistema de monitoreo integral)

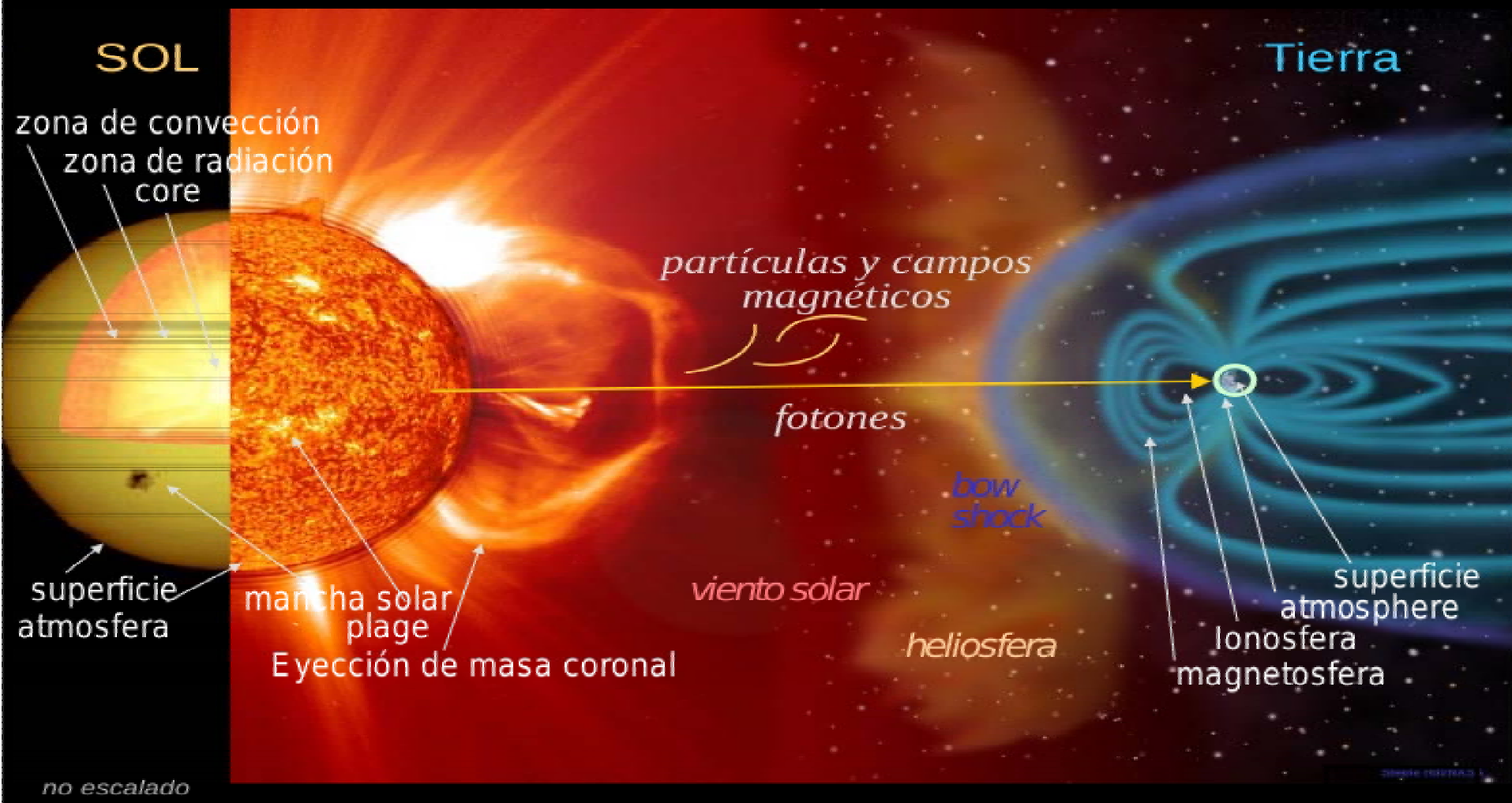
Que estudiamos y como lo hacemos?

Espacio Cercano a la tierra usando tecnicas de Radar

A causa de la radiacion UV y rayos-X del Sol, la atmosfera terrestre es parcialmente ionizada(plasma) en alturas de 70-1500km



Sistema Sol-Tierra: Acoplamiento de Energía



- El comportamiento de la Ionosfera es dependiente de los diversos eventos que ocurren en el sol.

Ionización:

$O, N_2, O_2 + \text{luz solar} \rightarrow e + \dots$

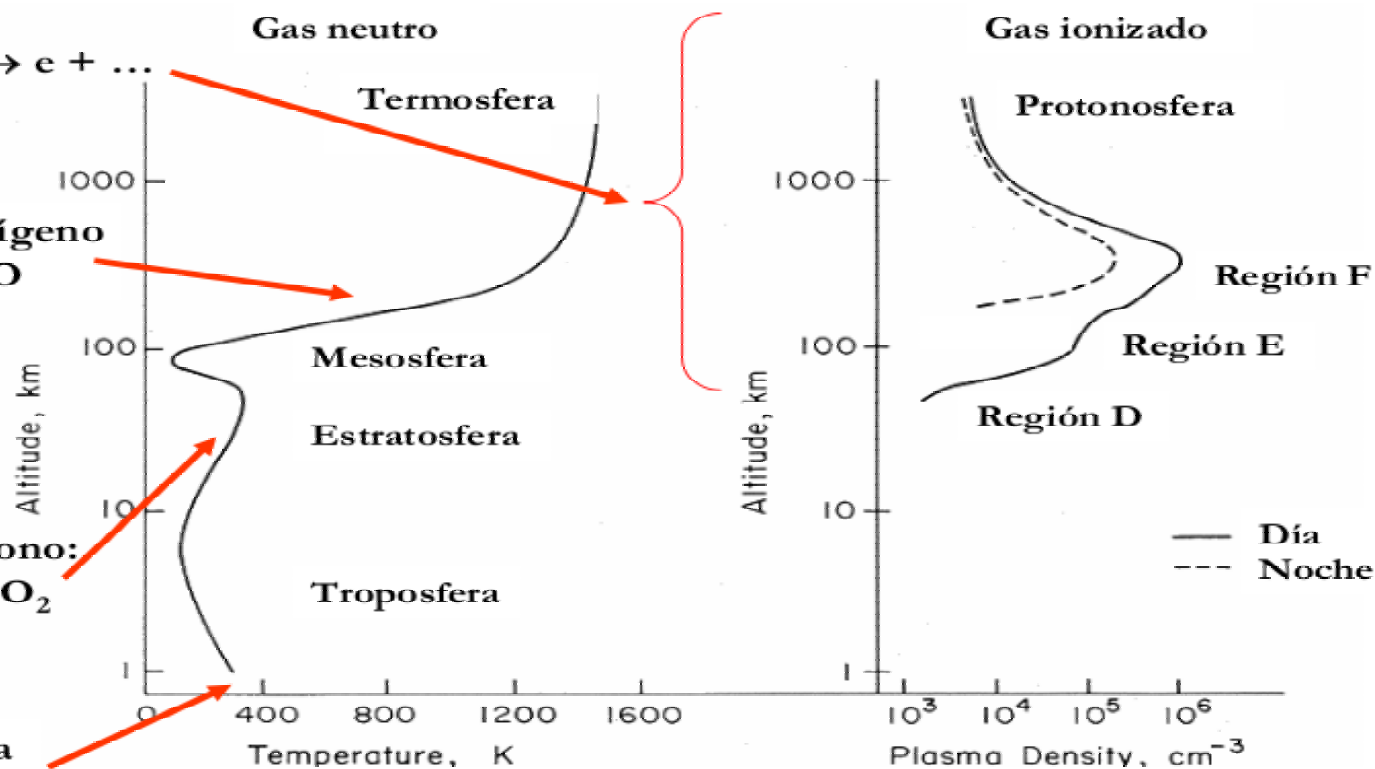
Calentamiento por Oxígeno

$O_2 + \text{luz solar} \rightarrow O + O$

Calentamiento por Ozono:

$O_3 + \text{luz solar} \rightarrow O + O_2$

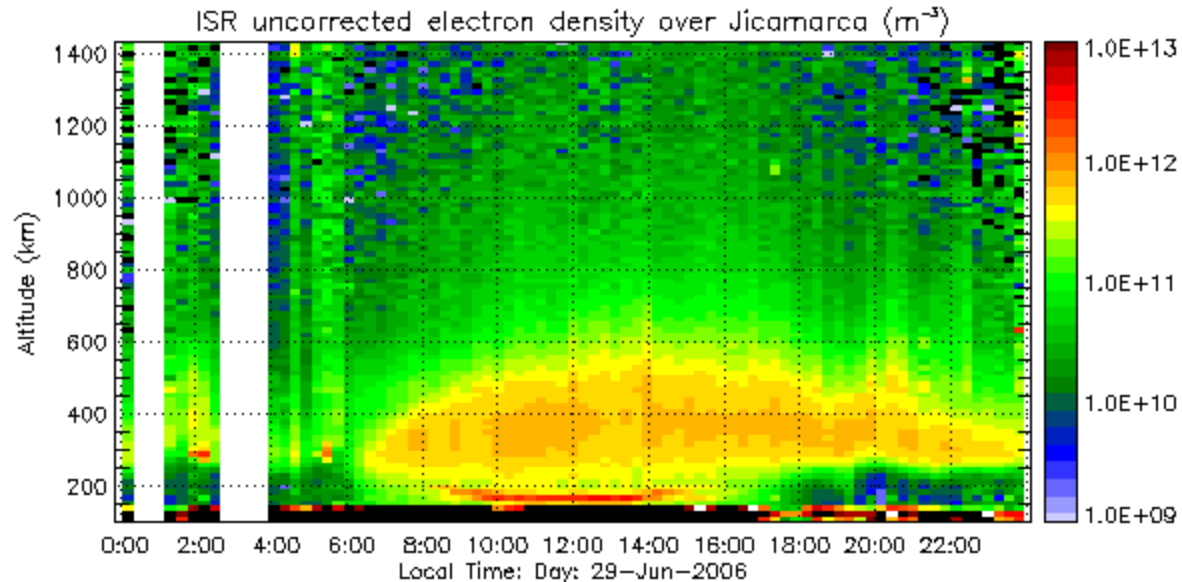
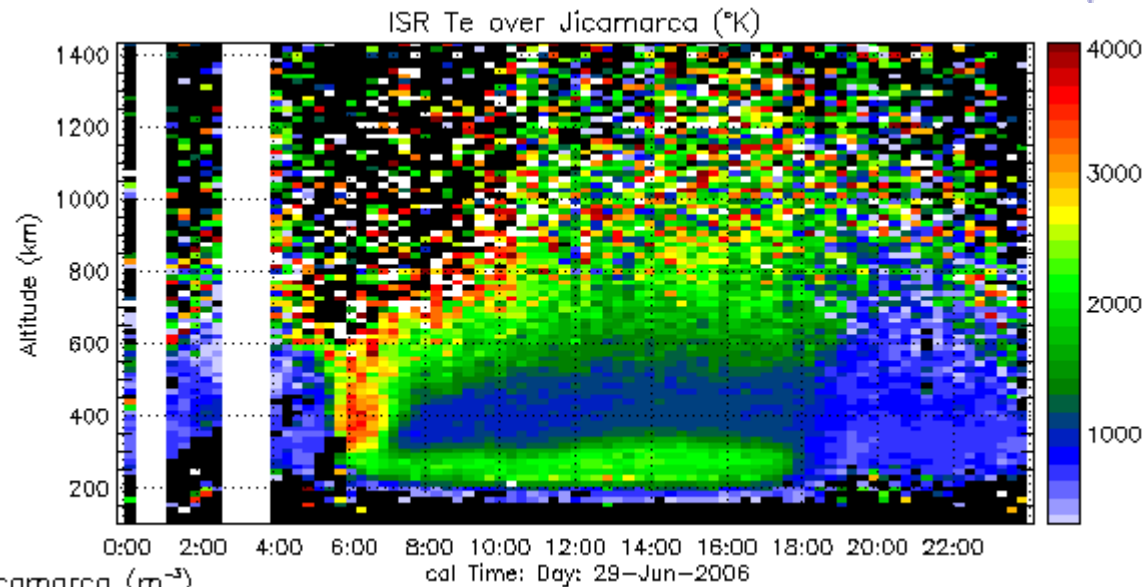
Calentamiento de la
Superficie



Que estudiamos y como lo hacemos?

Estudio del espacio cercano a la tierra (ionosfera), usando tecnicas de Radar:

- Estimacion de parametros ionosfericos:
 - Densidad de electrones (Ne),
 - Temperaturas de electrones (Te), Iones (Ti)
 - Drifts verticales y Horizontales



Que estudiamos y como lo hacemos?

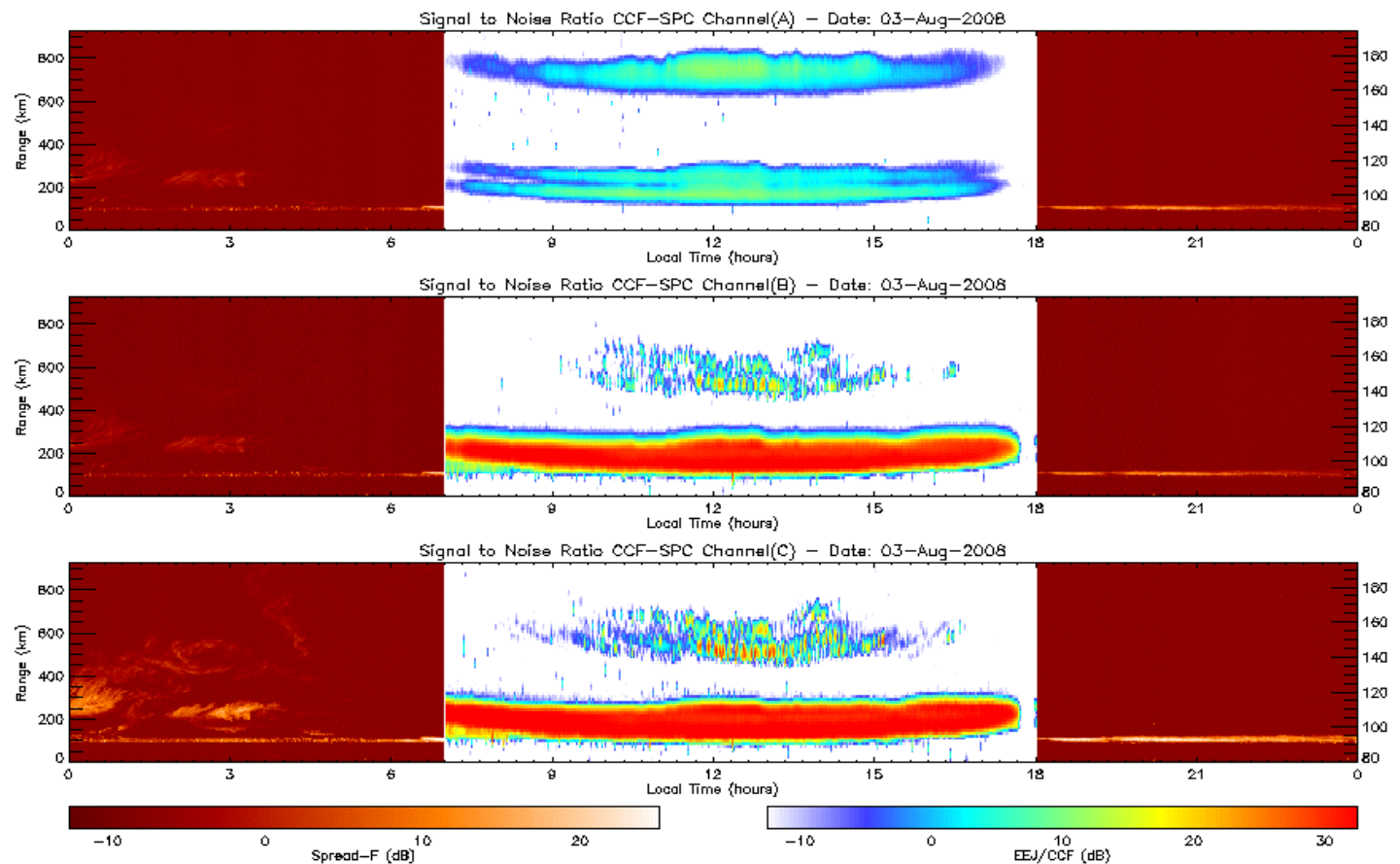
Deteccion de fenomenos ionosfericos en regiones ecuatoriales en forma continua y de bajo costo:

JULIA

Electrochorro Ecuatorial 85-120km (EEJ)

Capa de 150kms

F-dispersa (ESF)

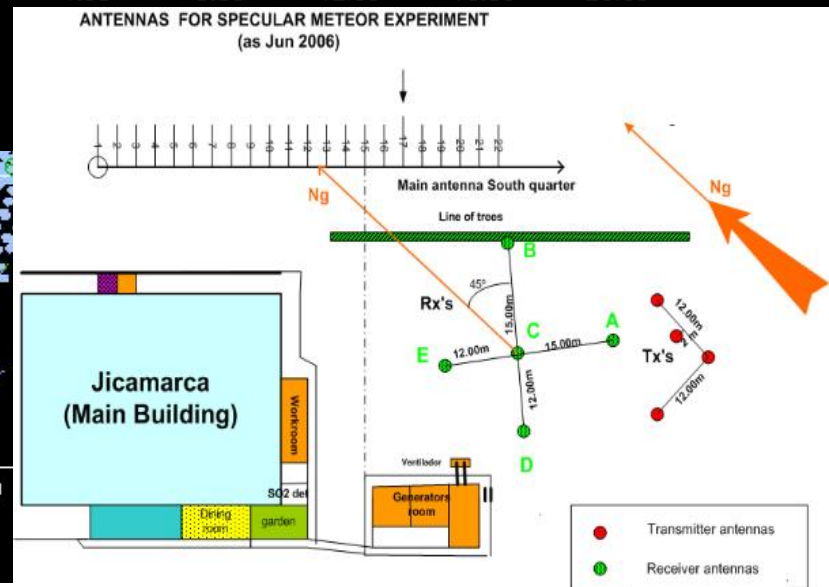
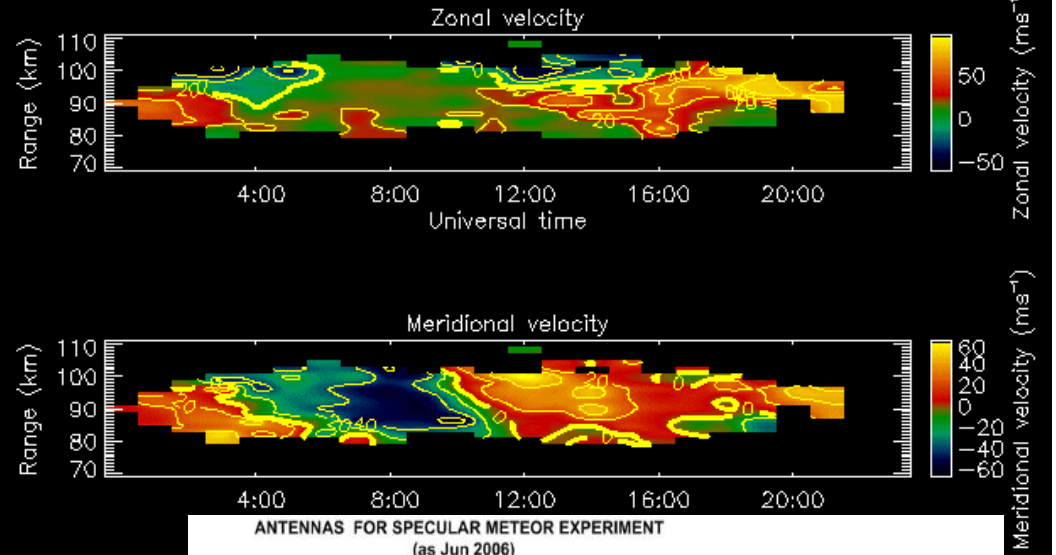
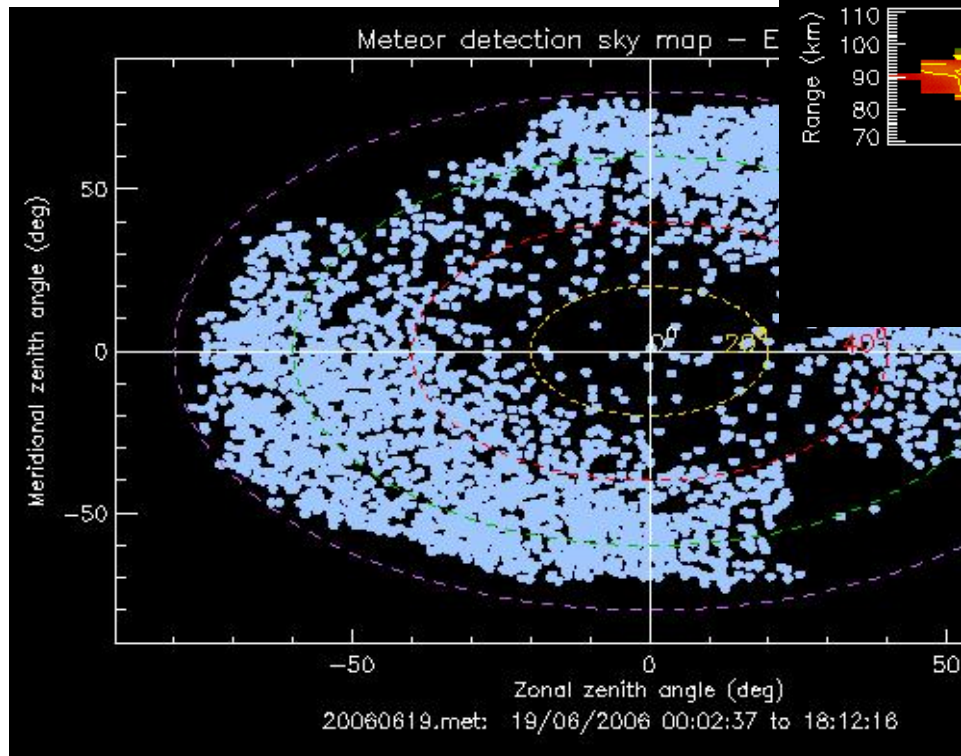


Que estudiamos y como lo hacemos?

- Estudio del espacio cercano a la tierra(ionosfera), usando tecnicas de Radar:** Vientos Mesosfericos

Radar MST(Mesosfera-Estratosfera-Troposfera)

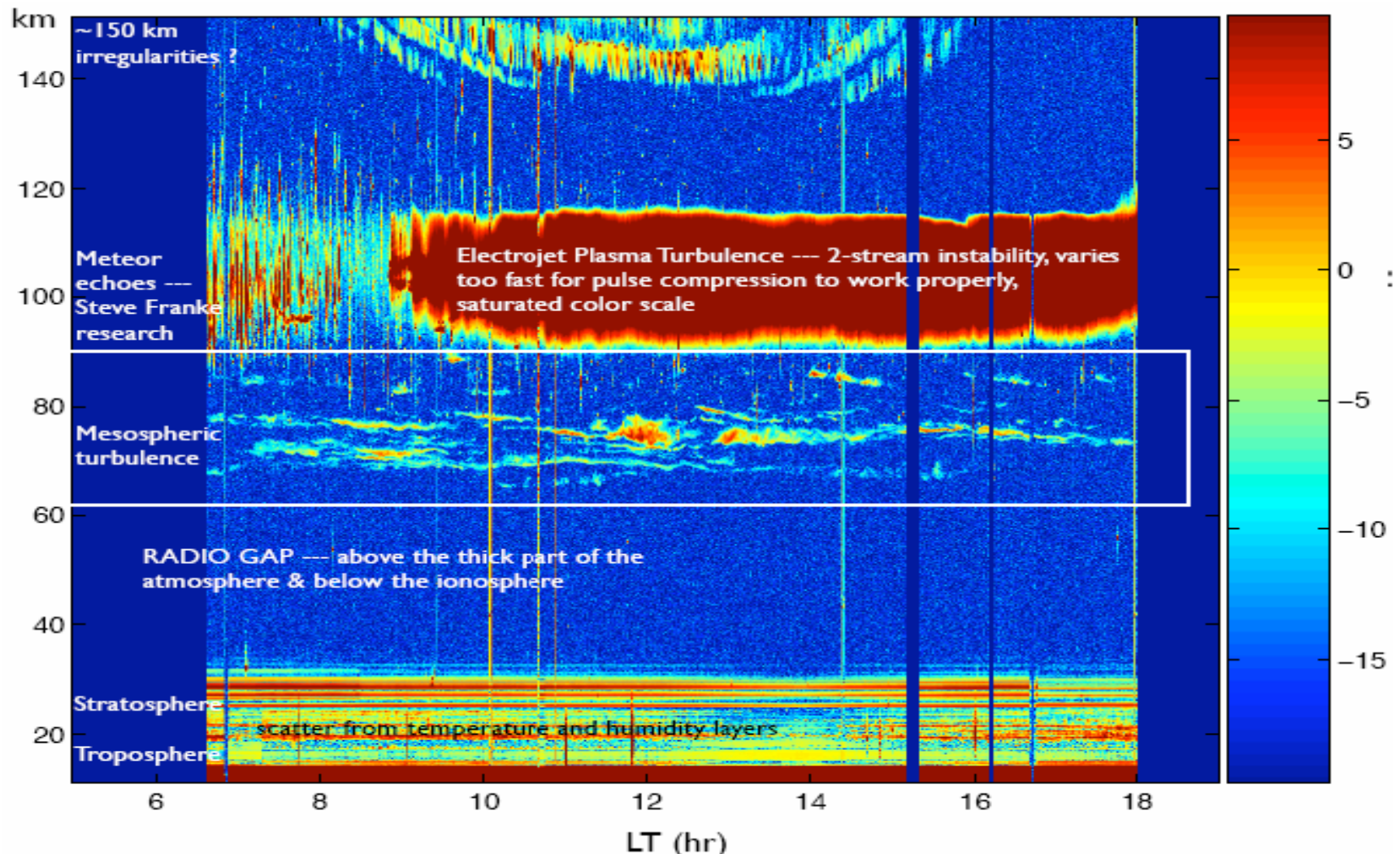
JASMET(deteccion de ionizacion producido por meteoros)



– Estudio del espacio cercano a la tierra(ionosfera), usando tecnicas de Radar:

- Deteccion de Meteoros
 - Calculo de parametros del meteoro: Velocidad Angulo de entrada, duracion, etc
 - Distribucion de las poblaciones observadas.
- Deteccion de Rayos Cosmicos
- Validacion de instrumentos a bordo de Satelites (C/NOFS).
- Instrumentos a bordo de Cohetes (Condor, PERSEUS)
- Radar Antartico en estaicion Machhu-Pichhu.

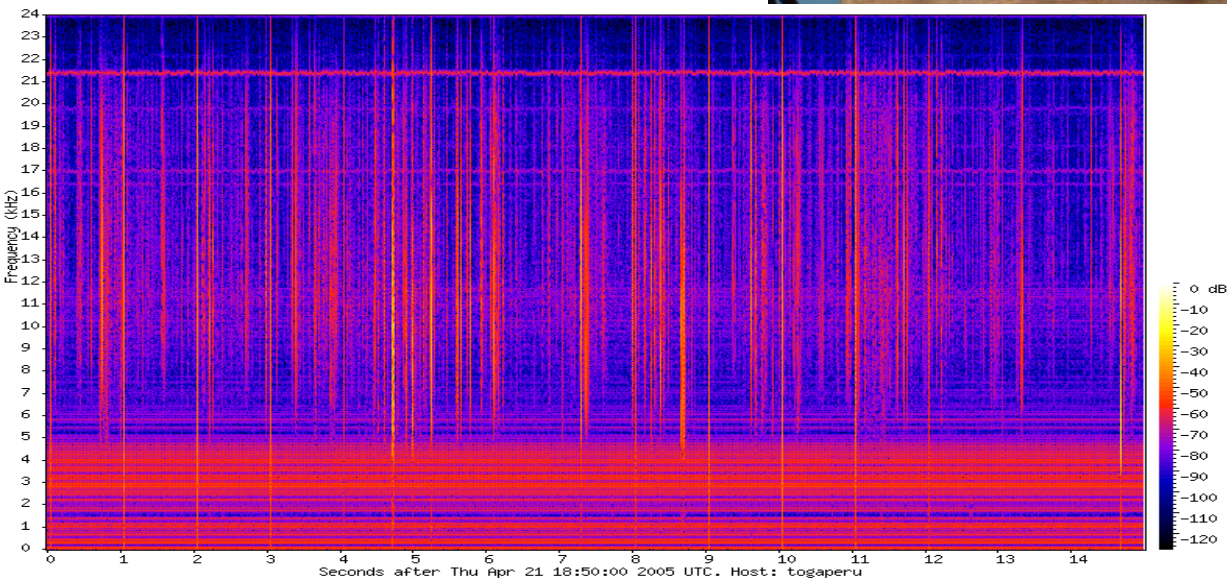
Atmosfera sobre Jicamarca (0-200kms)



Que estudiamos y como lo hacemos?

Otras observaciones/otros instrumentos:

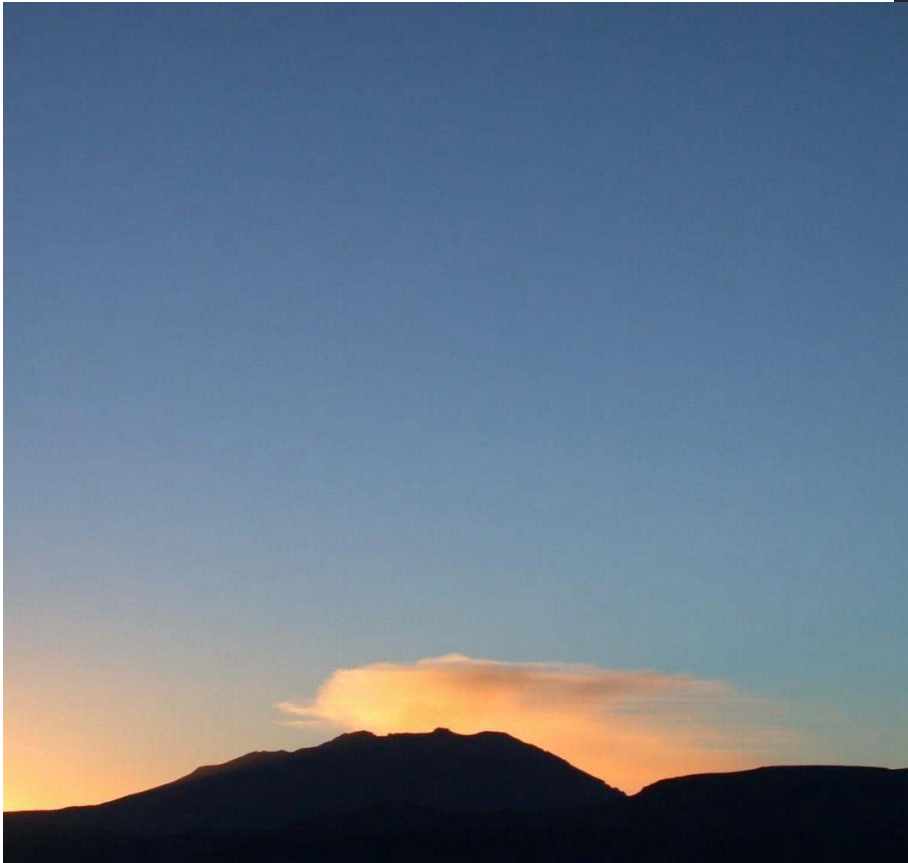
Deteccion de ondas VLF producidas por descarga de Rayos (Lightning - WWLLN en Huancayo)



Que estudiamos y como lo hacemos?

Otras observaciones/otros instrumentos:

–Instrumentacion optica, camara WEB modificada para registro de eventos (Volcan Ubinas).



– Tecnologias e instrumentos:

- ISR y CSR (Radares de dispersion incoherente y coherente de 50MHz)
- JULIA (modos de operacion para observaciones de fenomenos ionosfericos tales como EEJ, 150kms, ESF)
- AMISR-7 (Radar modular y portatil para estudios de alta atmosfera, EEJ, ESF, meteoros)
- JASMET (sistema para estimacion de vientos mesosfericos, a traves de la deteccion de la ionozicion producidos por el ingreos de meteoros a la atmosfera terrestre)
- LISN (Low Latitude Ionospheric Sensor Network, Observatorio distribuido a nivel regionalen sudamerica, cuentas con los siguientes instrumentos: Magnetometros, ionosondas, GPS)
- Radares Multi-estatico(Paracas-Jicamarca, Jicamarca-Manchay-Santa Clara, Jicamarca-Carapongo)
- SOUSY (radar modular y portatil de 53MHz)

- **Radar principal de 50Mhz:**

- Antena modular de 300x300mt (64 modulos de dipolos cruzados en configuracion coaxial-colineal) de doble polarizacion.
- Capacidad para uso de 4 transmisores de gran potencia(1.5MW pico por TX)
- Moderno sistema de digitalizacion, basados en receptores digitales, y Procesamiento de informacion distribuida a traves de una red de computadores en tiempo real.
- Almacenamiento en RAID con capacidad de 10TBytes
- Controlador de radar digital programable, basado en CPLD/FPGA.

Diagrama de bloques del Radar

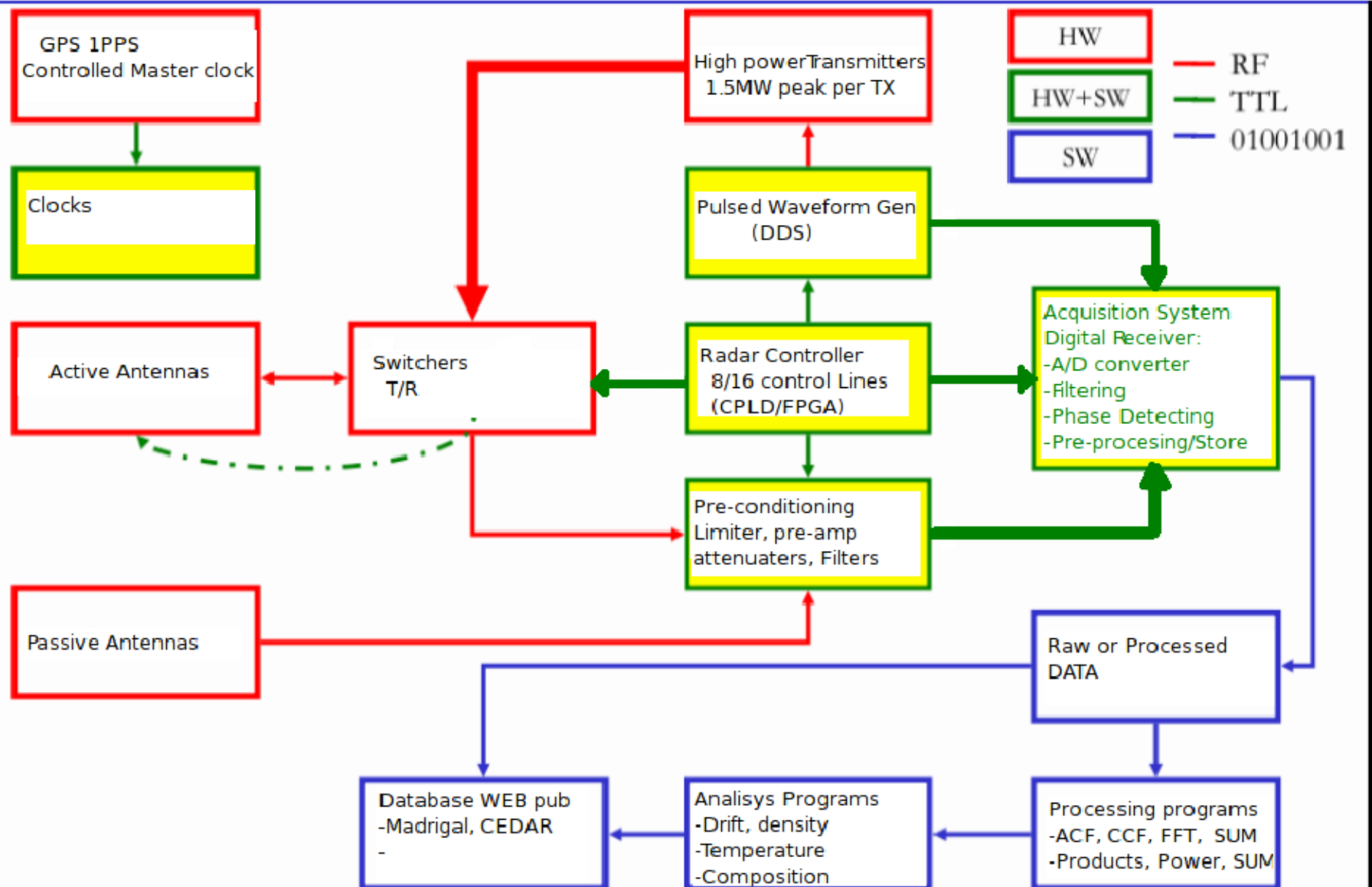
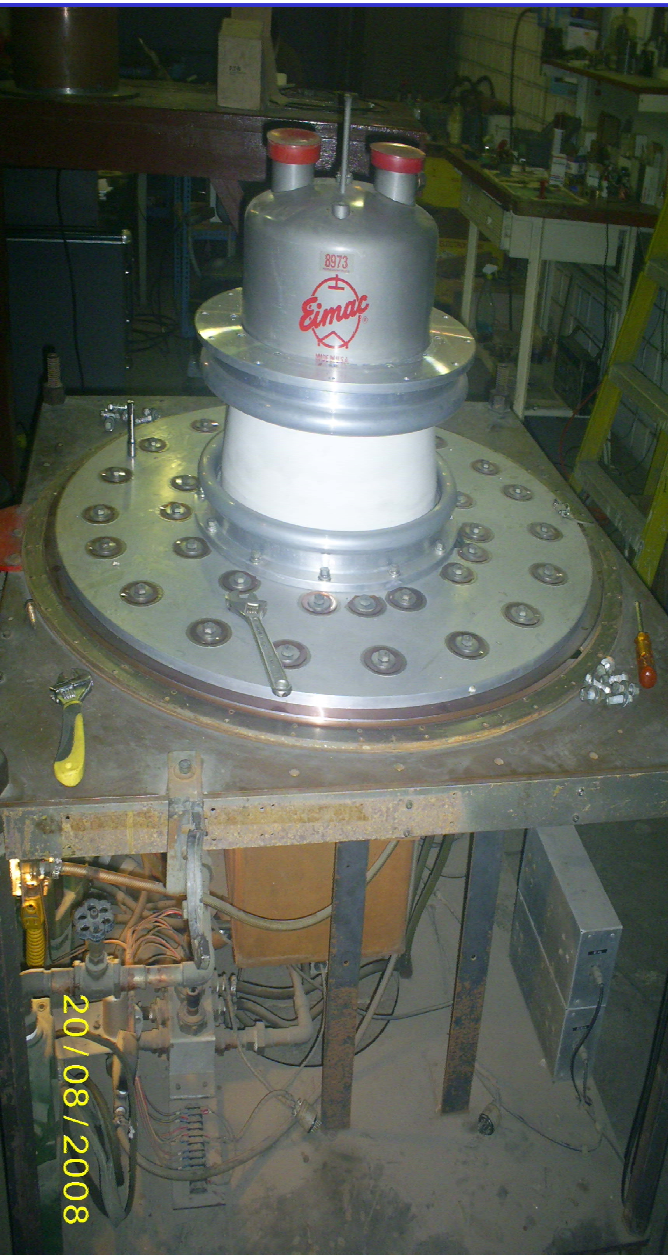


Diagrama de bloques del Radar



Diagrama de bloques del Radar

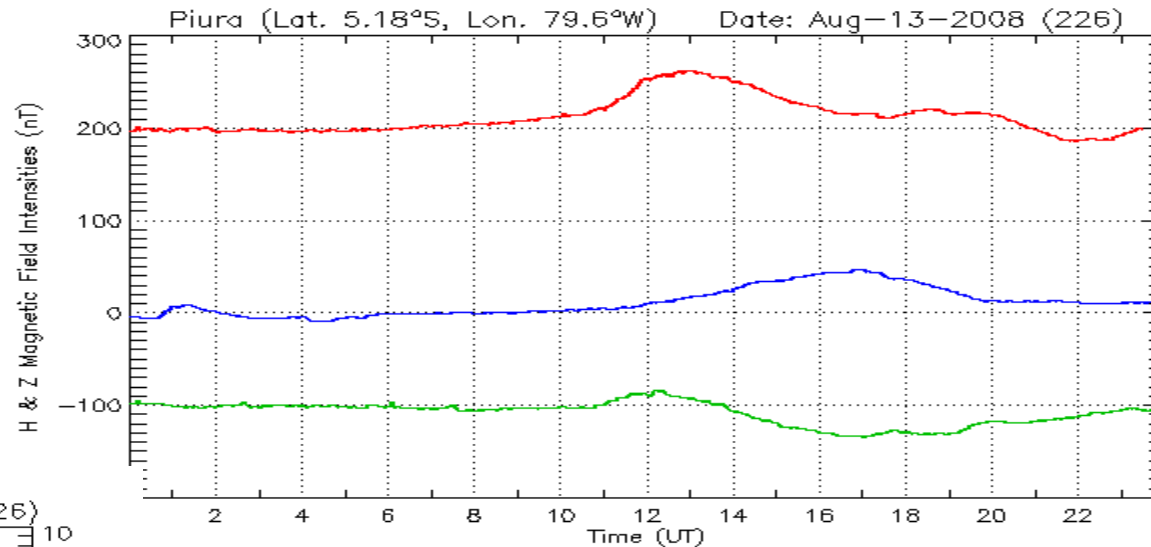
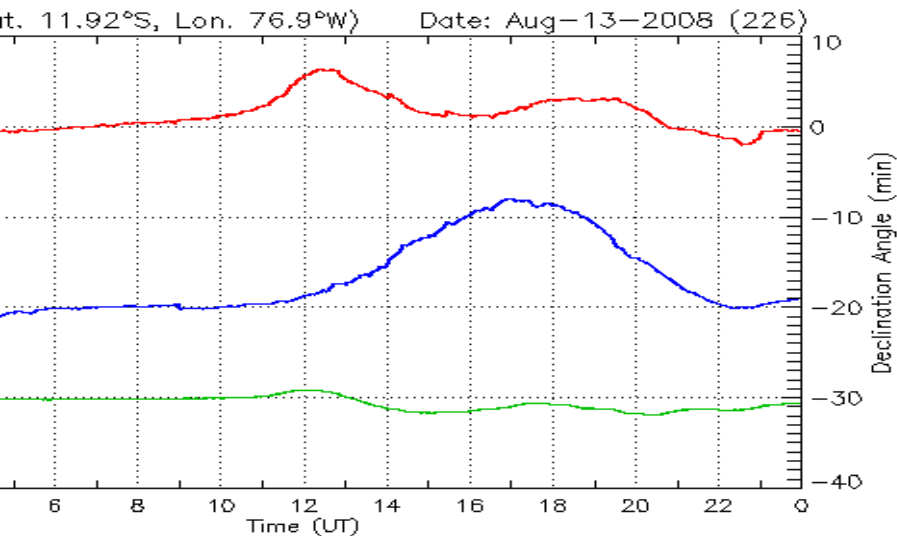


Magnetómetros en el ROJ ¹⁷ Piura

Magnetismo terrestre:

Magnetómetros instalados en Jicamarca y Piura, para el estudio del campo magnético y su comportamiento debido a la presencia del Electrochorro Ecuatorial (EEJ)

Se han construido 5 magnetómetros digitales para el proyecto LISN.



Ionosonda Digital (Digisonda)

- Parametros ionosfericos, foF2, foF1, foE densidad de electrones, drift.



Station YYYY DAY DDD HHMM P1 FFS S AXN PPS IGA PS
Jicamarca 2008 Aug17 230 1515 RSF 1 714 75 20+ A1

foF2 5.250
foF1 4.25
foF1p 4.25
foE 3.22
foEp 3.14
fxI 5.60
foEs 4.40
fmin 2.10

MUF(D) 13.88
M(D) 2.67
D 3000.0

h'F 170.0
h'F2 425.0
h'E 90.0
h'Es 100.0

hmF2 298.9
hmF1 208.9
hmE 98.6
yF2 153.2
yF1 157.5
yE 22.4
B0 165.6
B1 2.24

C-level 12

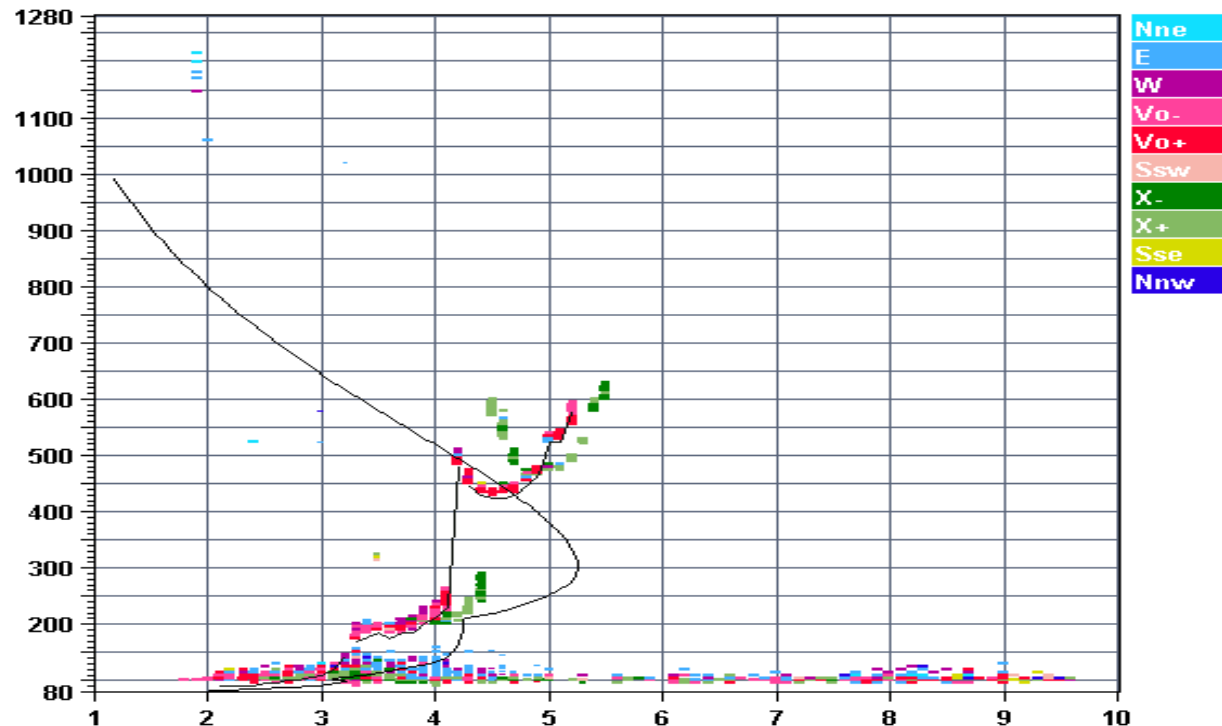
Auto:

Artist4

200207

D 100 200 400 600 800 1000 1500 3000 [km]
MUF 5.6 5.6 5.8 6.1 6.6 7.2 9.1 13.9 [MHz]

J191J_2008230151500.RSF / 90fx256k 100 kHz / DPS-4 J191J 012 / 12.0 S 283.2 E
Radio Observatorio de Jicamarca



Ion2Png v. 1.2.03

- **Electronica, RF, Antennas**

- Sistema de adquisicion del radar, basados en Receptores digitales, hechos en Jicamarca(AD6640, AD6620, FLEX10K10)
- Construccion de magnetometros(Sensor FLUX-GATE)
- Sistema de Control de los transmisores de potencia
- Controlador de radar de 16 lineas programable.
- Commutador automatico de antenas(ABS, diodos PIN)
- Generador de señales multifrecuencia basados en DDS.
- LISN Ionosonda.
- Laboratorio de Circuitos Impresos Multicapa.

- **Sistemas: software de analisis, base de datos, interfaces**

- Aplicaciones de modelos ionosfericos para el MUF-Peru.
- Desarrollo de software para datos de radar, programas de analisis (Lenguajes IDL, Matlab, C/C++, Fortran, Python, Mathematica, Windows/Linux).

- **Publicaciones:**

> 800

- **Tesis Doctorado (Ph.D.):**

> 50 (La gran mayoria en universidades USA)

12 Peruanos (7 ex-ROJ)

- **Estudiantes Peruanos Post-grado/Doctorado:**

6 ex-Jicamarquinos, egresados de diferentes Universidades, estan actualmente haciendo estudios de Ph.D. En Universidades USA.

- **Tesis de grado Peru:**

> 13 (8 UNI, 5 PUCP y otros)

Dirigido a:

- Estudiantes de 5to año y egresados(**tesistas**).
- Ramas: Fisica, Ingenierias y matematicas
- Duracion en meses: 3,6,12(**tesis**),

Horarios: Lunes a Jueves de 8am a 6pm

Incluye:

- Movilidad y almuerzo.
- En el caso de tesistas, gastos relacionados a la tesis

Procedimiento:

- Llenar el formato que se encuentra en el WEB.

http://jro.igp.gob.pe/common_files/internship/practicante.php