



# SITUACIÓN ACTUAL, CÁLCULO PREVIO DE LAS COORDENADAS Y PERSPECTIVAS DE LA RED GNSS ACTIVA DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL DEL PERÚ.

José Pasapera <sup>1</sup>, Jean-Mathieu Nocquet <sup>2</sup>, Ciro Sierra <sup>1</sup>, Homar Segura <sup>1</sup>, José Ñiquen <sup>1</sup>, Rudy Reza <sup>1</sup>, Carlos Orbegoso <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> IGN – Instituto Geográfico Nacional - Lima, Perú.

<sup>2</sup> GEOAZUR. CNRS - IRD - OCA - Université de Nice-Sophia-Antipolis, Valbonne, Francia

# TEMARIO

1. INTRODUCCIÓN
2. ANTECEDENTES
3. SITUACIÓN ACTUAL
4. ESTRATEGIA DEL PROCESAMIENTO
5. CONTROL DE CALIDAD Y ESTABILIDAD DE LA RED ACTIVA
6. RESULTADOS Y ANÁLISIS
7. CONCLUSIONES
8. PERSPECTIVAS

# 1. INTRODUCCIÓN

La Red Geodésica Horizontal Oficial del Perú es la RED GEODÉSICA GEOCÉNTRICA NACIONAL “REGGEN”, y constituye el SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO NACIONAL.

**El Peruano** **NORMAS LEGALES** Lima, domingo 26 de marzo de 2006

Horizontal Oficial y la Red Geodésica Vertical Oficial, que están a cargo del Instituto Geográfico Nacional, que constituye el sistema de referencia único a nivel nacional; el cual, se encuentra integrado a los Sistemas de Referencia Mundiales. Está materializado por puntos localizados dentro del ámbito del territorio nacional, mediante monumentos o marcas, que interconectados permiten la obtención conjunta o por separado de su posición geodésica (coordenadas), altura o del campo de gravedad, enlazados a los sistemas de referencia establecidos.

**Artículo Segundo.-** Constitúyase como Red Geodésica Horizontal Oficial a la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN), a cargo del Instituto Geográfico Nacional, la misma que tiene como base el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS) sustentada en el Marco Internacional de Referencia Terrestre 1994 - International Terrestrial Reference Frame 1994 (ITRF94) del International Earth Rotation Service (IERS) para la época 1995.4 y relacionado con el elipsoide del Sistema de Referencia Geodésico 1980 - Geodetic Reference System 1980 (GRS80). La Red Geodésica Geocéntrica Nacional está conformada por los hitos o señales de orden "O", "A", "B" y "C", distribuidos dentro del ámbito del Territorio Nacional, los mismos que constituyen bienes del Estado.

Para efectos prácticos como elipsoide puede ser utilizado el World Geodetic System 1984 (WGS84).

Está materializado por 10 estaciones SIRGAS de orden “0”, más la Red de densificación.

Está definida por el marco de Referencia SIRGAS 95, ITRF94 y época 1995.4.

Orgánicamente es administrada por el Instituto Geográfico Nacional del Perú.

## 2. ANTECEDENTES

### (a) Aspectos históricos de la Red Geodésica Nacional:

REGGEN fue implementado en el año 1995 definida al Marco de Referencia SIRGAS-95, ITRF94 y adoptando el elipsoide GRS80.



#### Campaña SIRGAS-95

Se implementaron 04 Estaciones SIRGAS :  
Lima, Piura, Arequipa,  
Iquitos.



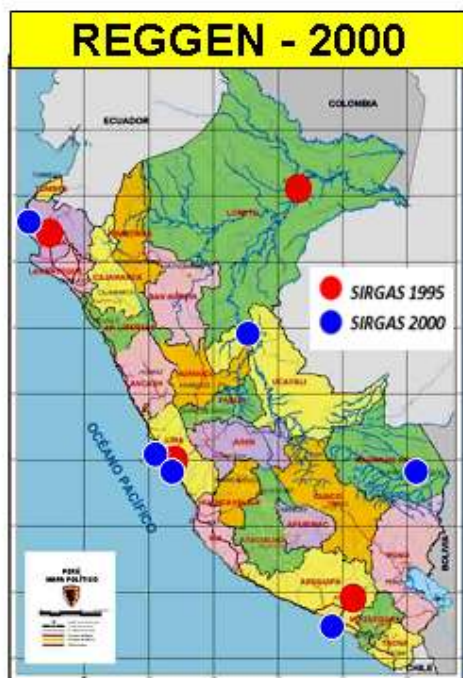
Marco de Referencia SIRGAS 1995  
Está materializado por 57 estaciones  
establecidas Campaña SIRGAS 1995.

## 2. ANTECEDENTES

### (a) Aspectos históricos de la Red Geodésica Nacional:

#### Campaña SIRGAS-2000.

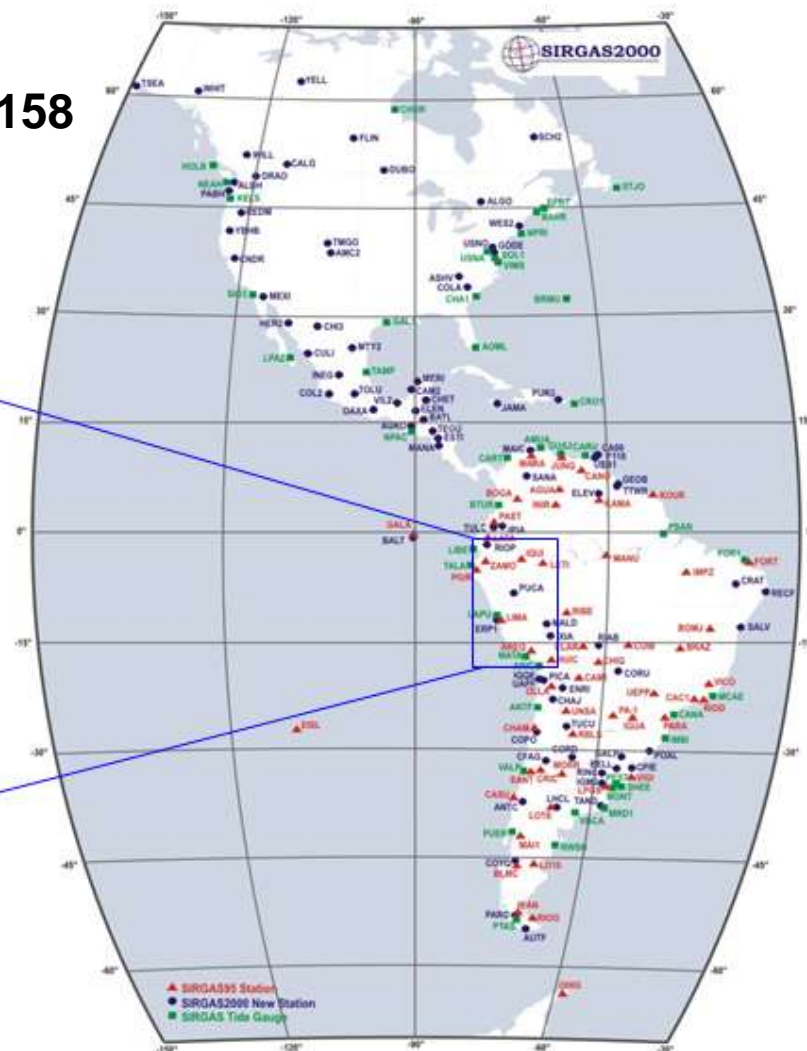
En todas las Américas se establecieron 158 estaciones SIRGAS.



-Se implementaron 06 estaciones SIRGAS-2000

• Talara , Pucallpa, La Punta, IGN , Matarani y Madre de Dios

- Re-observación en estaciones SIRGAS-95



Densificación en las Américas ITRF2000  
Elipsoide GRS80 - época 2000.4

# 2. ANTECEDENTES

## (b) Aspectos vigentes de la Red Geodésica Nacional:

Por RESOLUCIÓN JEFATURAL Nº 079-2006-IGN-OAJ-DGC – 01-Marzo 2006, " REGGEN ", está vigente como única Red Geodésica Horizontal Oficial del Perú

### CONFIGURACIÓN GEODÉSICA 2007

" 0 "	:	10
" A "	:	51
" B "	:	82
" C "	:	97

**TOTAL ESTACIONES GEODÉSICAS : 240**

Por efectos de vandalismo y de sismicidad, varios puntos geodésicos se encuentran destruidos, y otros afectados.



# 3. SITUACIÓN ACTUAL

Periodo 2008-2010 : “Proyecto Consolidación de los Derechos de la Propiedad Inmueble (PCDPI)”

## Instituciones:

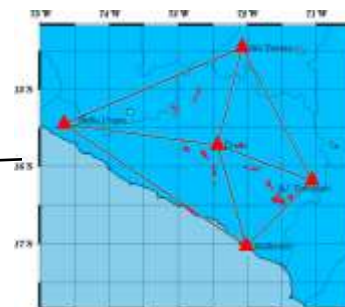
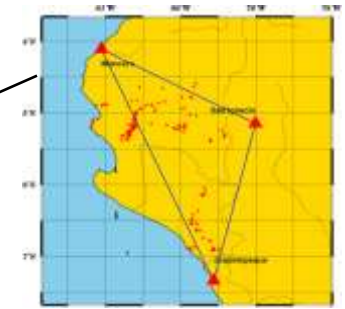
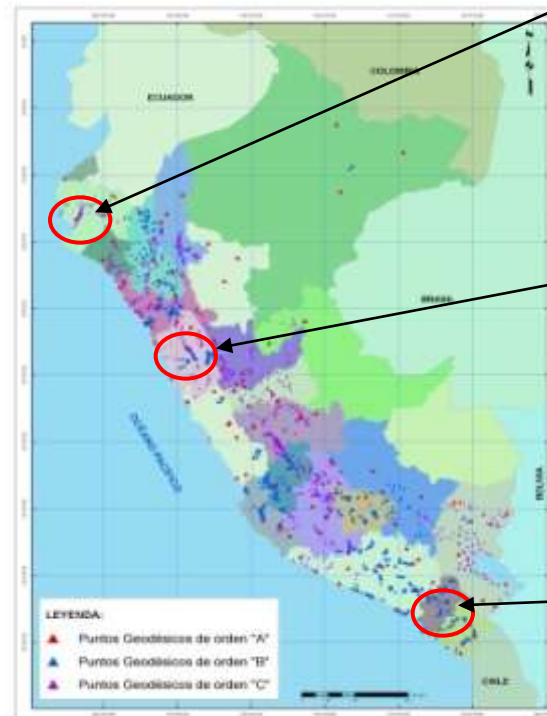
- **COFOPRI** : Comisión de Formalización de la Propiedad Informal.
- **SUNARP** : Superintendencia Nacional de Registros Públicos.
- **IGN** : Instituto Geográfico nacional.

## (a) Densificación de la Red Geodésica Nacional:



**PUNTOS DE ORDEN “A” = 108**  
**PUNTOS DE ORDEN “B” = 1680**  
**PUNTOS DE ORDEN “C” = 3167**

**4955 Puntos densificados**



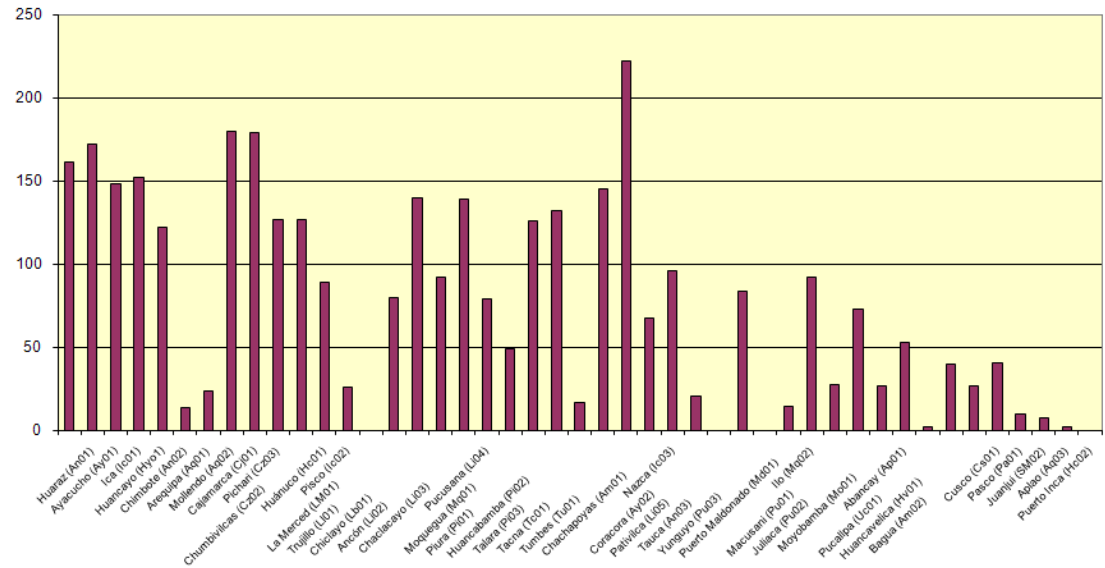
# 3. SITUACION ACTUAL

## (b) Densificación de la Red Activa del IGN-Perú (RAIGN) :



Periodo 2008-2010 se implementaron 45 estaciones activas de rastreo permanente .

### Operatividad de la RAIGN periodo 2010.



- Ficheros RINEX diarios y horarios, intervalo registro 05 s, 2880 épocas c/u.
- Máscara de elevación: 10°.
- Equipos receptores Trimble NETR8 doble frecuencia, configurados registrar datos c/5s y 1Hz caso de ocurrencia de eventos sísmicos.

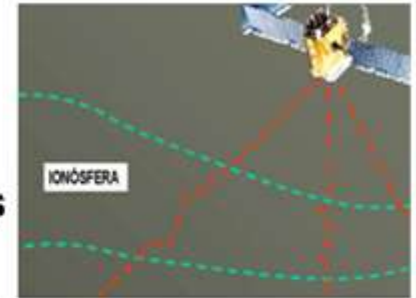


# 4. ESTRATEGIA DE PROCESAMIENTO

## Software Utilizado

Gamit/GLOBK 10.35 del Massachusetts Institute of Technology (MIT, Herring et al., 2010)

- Modelo de calibración de antena absoluto ( Absolute PCV ) del IGS.
- Órbitas fijas reprocesadas del IGS.
- Modelo Troposférico:
  - Parámetro de retardo total cenital estimado cada 2 horas
  - Gradiente horizontal diario.
  - Funciones de mapeo (VMF1) para las componentes seca (equilibrio hidrostático) y húmeda (contenido vapor de agua).
- Modelo de Correcciones de carga oceánica y marea terrestre
  - Marea terrestre /carga oceánica FES2004
  - Carga Atmosférica (Datos de Reánalisis NCEP)
- Combinación libre de ionósfera Wide-Lane (L1, L2) , y Narrow-Lane.
- Transformación Helmert de 7 parámetros para ITRF2008



# 5. RESULTADOS

( Fase Experimental y explorativa)

(a) Estación Activa IGN (LI01) 02 años

- **Horizonte de Procesamiento:**  
02 años de análisis.

- **Estaciones IGS – SIRGAS para Georeferenciación :**

(POVE, GLPS, BOGT, RIOP, BRAZ  
AREQ, UNSA, KOUR, ISPA)

- **Resultados ITRF05 y ITRF-2008.**

Transformación Helmert (7-parámetros)  
aplicado para ITRF2005 e ITRF2008.

rms total sobre 7 parámetros de estimación

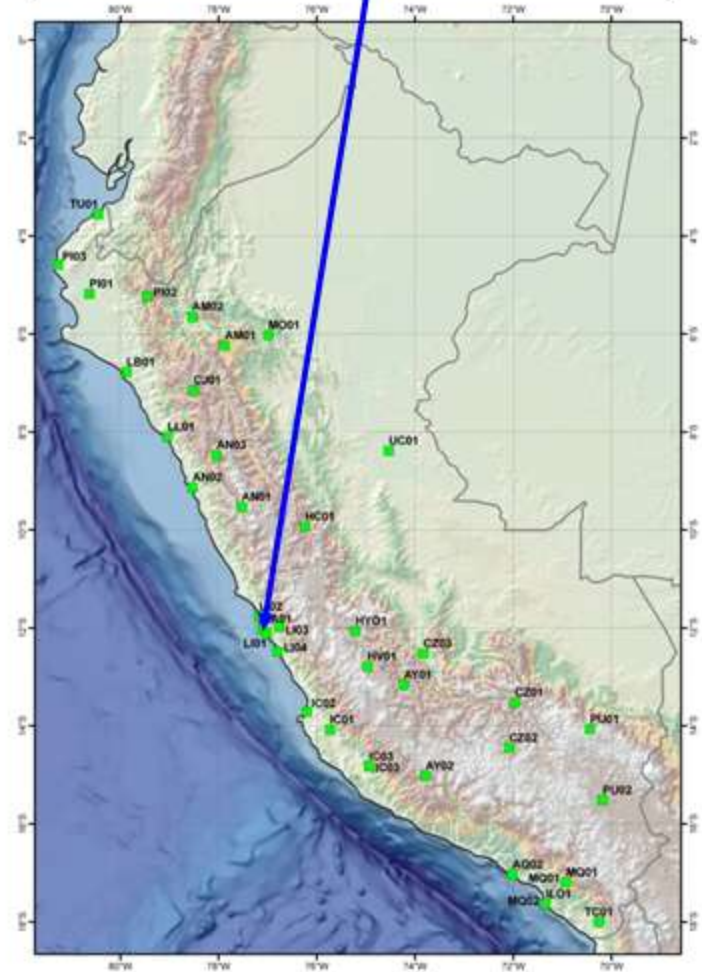
**ITRF2005**

rms east = 2.60 mm  
rms north = 2.60 mm  
rms up = 6.61 mm

**ITRF2008**

rms east = 3.07 mm  
rms north = 4.03 mm  
rms up = 5.59 mm

Usando productos IGS en ITRF2005 e ITRF2008



Total de estaciones analizadas (43).

# 5. RESULTADOS

## (b) Series temporales (LI01)

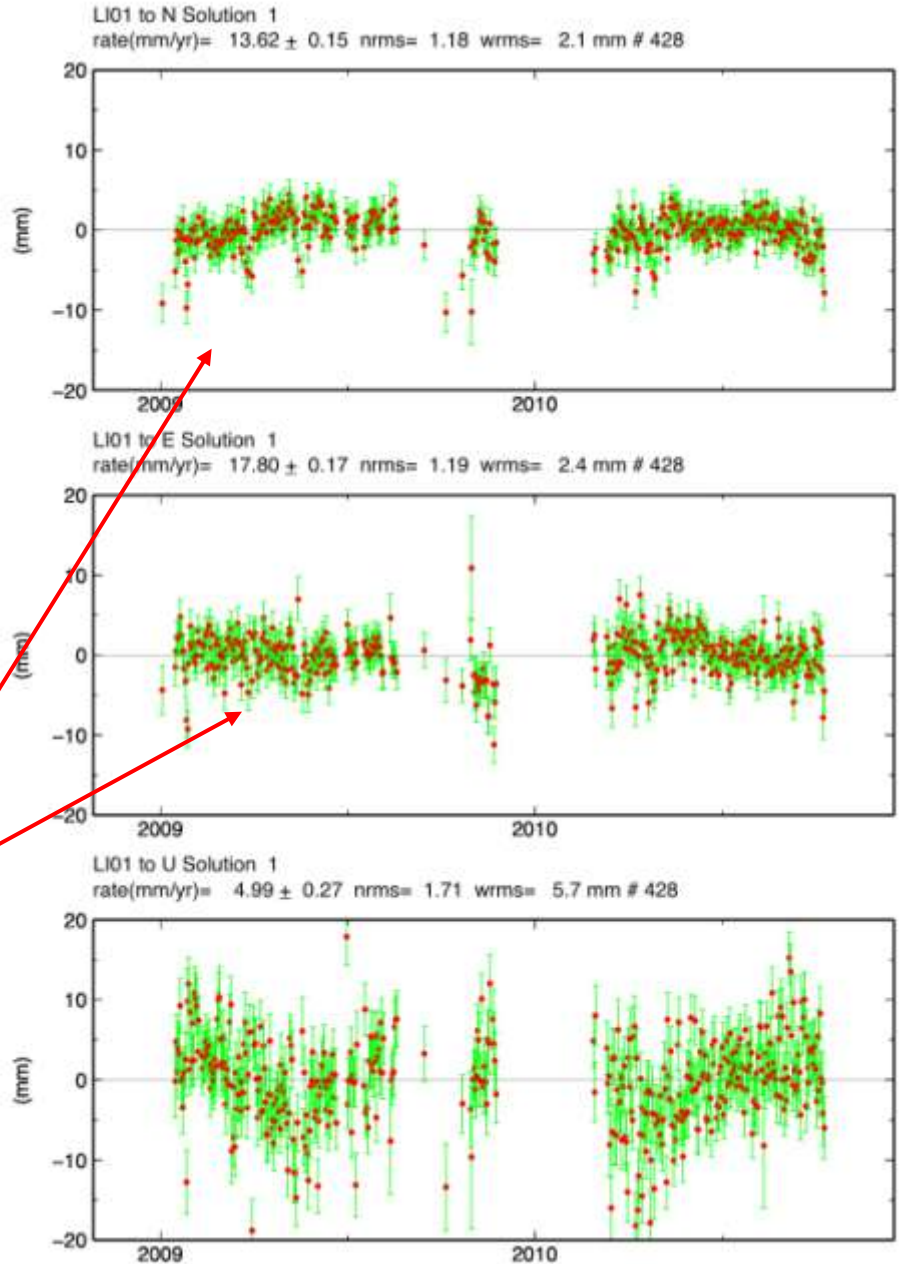
Resultados preliminares en la repetitividad de las coordenadas de la estación LI01.

### Parámetros evaluados

- Desviaciones estandar (sigma)
- Residuos normalizados (nrms) y
- Residuos ponderados (wrms)

Los resultados muestran en la posición horizontal un comportamiento no lineal.

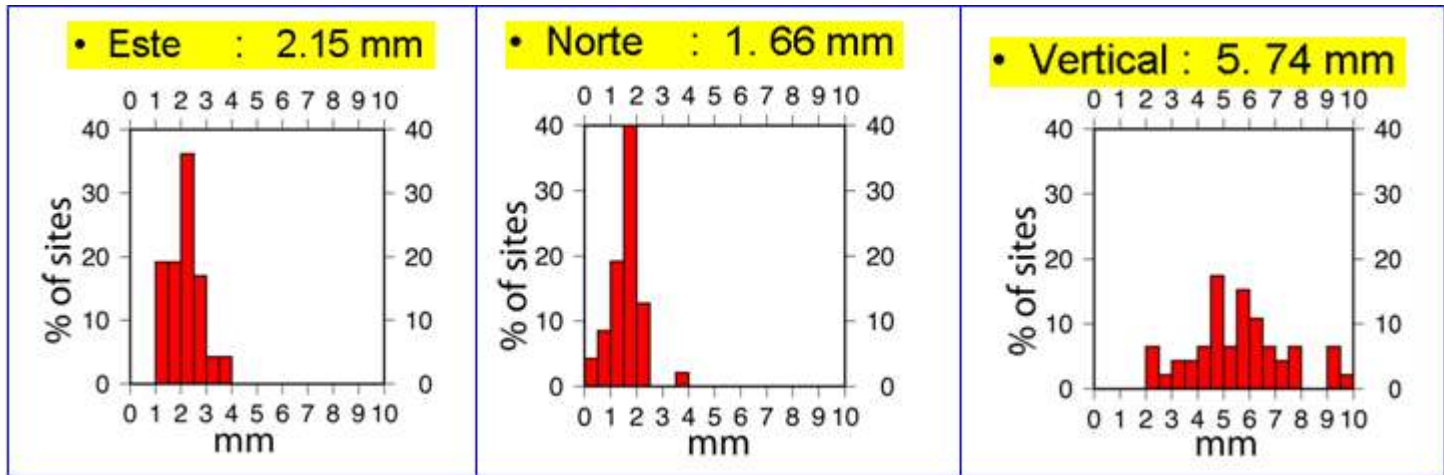
En la serie de tiempo, la componente vertical del posicionamiento no es muy claro. Está relacionado con muchos factores



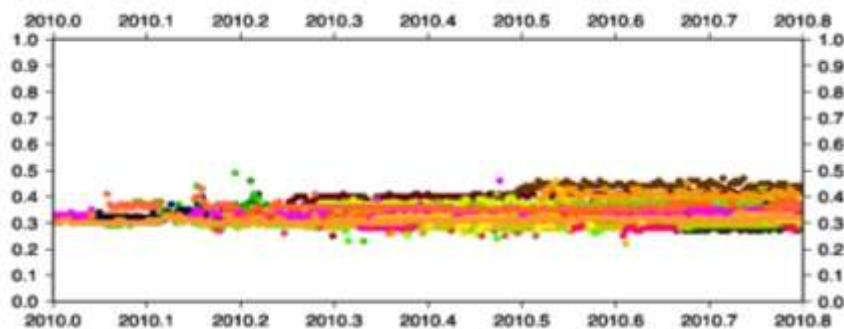
# 5. RESULTADOS

## (c) Control y estadística de la calidad de las estaciones activas

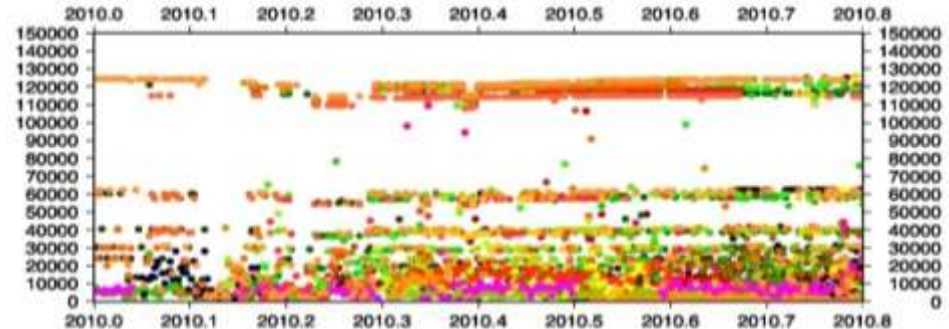
Para los diversos sitios de ubicación de las estaciones activas (100%)



Plot mp1



Plot slip



# 5. RESULTADOS (d) Velocidades geodésicas referida al ITRF2008.

- Campo de velocidades horizontal no homogéneo, actúa en la dirección oblicua de convergencia placas Nazca/Sudamericana.

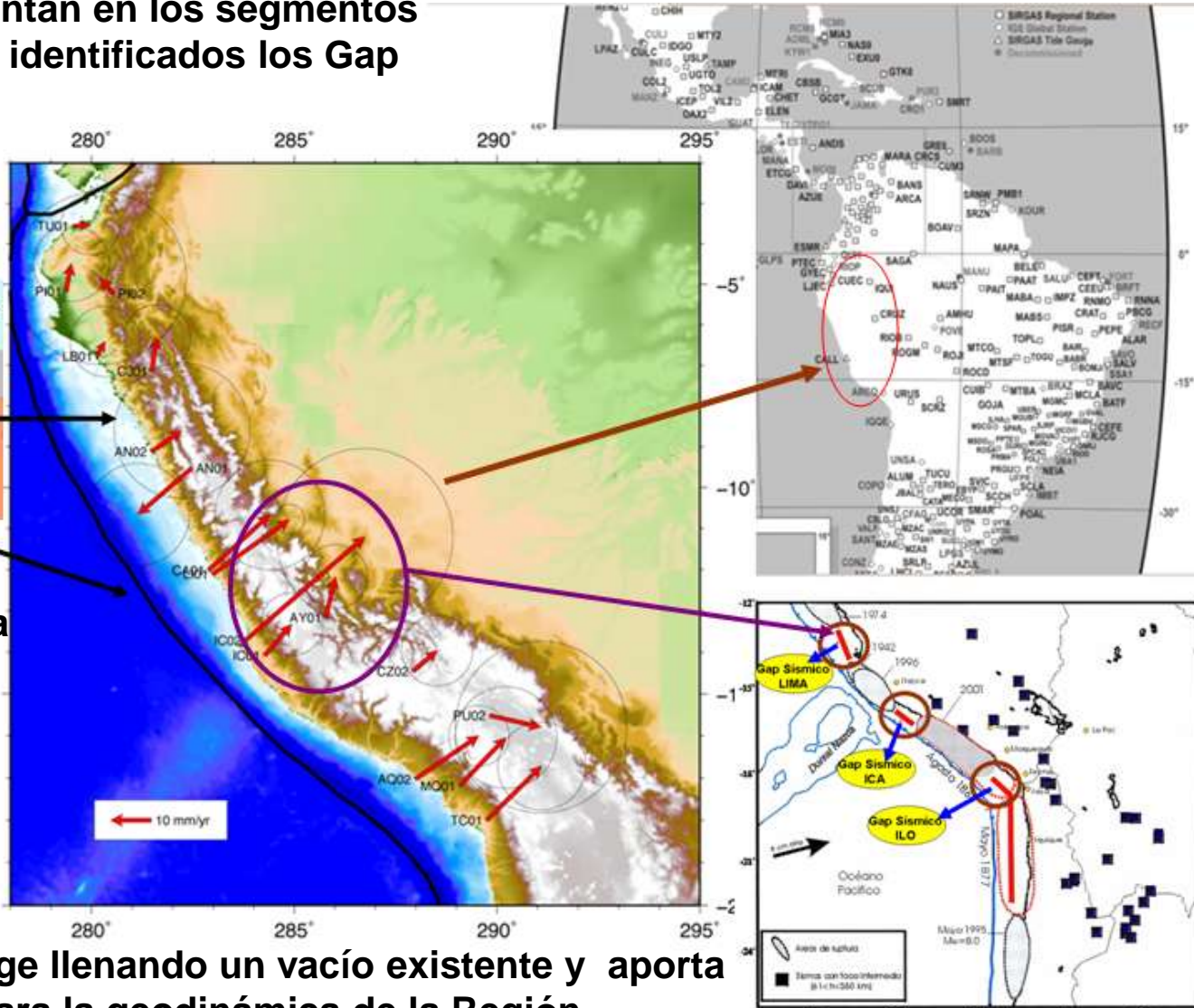
- Mayores valores se presentan en los segmentos geotectónicos donde están identificados los Gap sísmicos (Lima).

- Se obtiene información de la cinemática del bloque andino.



- La zona de deformación comprende la cordillera y la planicie costera (entre la franja continental Sudamericana y la fosa de subducción) con comportamiento geodinámico diferentes.

- La Red Activa - IGN emerge llenando un vacío existente y aporta información fundamental para la geodinámica de la Región.



Gaps Sísmicos

## 6. CONCLUSIONES

- La Red activa analizada (casi 100%). Más de 60% de estaciones activas presentan rms < 2 mm en la componente Este, y rms < 1.2 mm en la componente Norte. En la vertical rms < 5.0 mm .
- Para el horizonte temporal analizado, los resultados reflejan que existen estaciones que brindan un comportamiento estable.
- Estimaciones preliminares para la velocidad son 3 cm/año para las componentes horizontales.
- Si bien es cierto los resultados obtenidos corresponden a una fase experimental y explorativa, sin embargo, pueden considerarse algunas estaciones candidatas para integrar la Red SIRGAS-CON.
- Urge al Comité Ejecutivo de SIRGAS instalar un Centro Experimental para aprovechar la información que brinda la Red Activa-IGN.

## 7. PERSPECTIVAS:

- Integrar la Red Activa- IGN a la Red SIRGAS-CON, con finalidad de aportar información y cubrir el vacío existente
- Constituir con apoyo del Comité Ejecutivo de SIRGAS el Centro Experimental para procesar y analizar la información geodésica en los mismos términos que lo hace SIRGAS.
- Insertar la nueva Red Activa- IGN al marco de Referencia Oficial del país, ya sea migrando a un nuevo Marco de Referencia sostenido por la red activa. O de lo contrario reforzar el marco de referencia vigente.
- Para dar sostenibilidad en el tiempo a la Red Activa-IGN, se brindará servicios RTK, VRS, etc.
- Contribuir al establecimiento del Modelo Geoidal del país.
- Apoyar al fortalecimiento inter-institucional del país.



Tener capacidad de convertirse en el futuro en único, estable y legal  
Marco de Referencia Nacional.

Mantener la Red GNSS actualizada en 4D. operación continuada durante años para tener series temporales muy largas y datos estables que permitan desarrollar aplicaciones y servicios para diferentes grupos de usuarios.

Mejorar la georreferenciación de los catastros, contribuir a mejorar los levantamientos cartográficos, topográficos

Servir como estaciones “bases” para medidas de topografía y georeferenciación de los GPS móviles (rovers) usados en topografía y fotografía aérea

Control del movimiento horizontal y vertical de la corteza.

Determinación del geoide, medición de la posición relativa de una red regional

Adquirir la jerarquía de formar parte del funcionamiento continuo SIRGAS-CON y estar enlazada al ITRS.

Servir como una red de correcciones diferenciales que transmita correcciones en todo el territorio peruano.





**MUCHAS  
GRACIAS**

[www.ign.gob.pe](http://www.ign.gob.pe)