

VARIABILIDAD DE LA IONIZACION E-ESPORADICA ECUATORIAL

Alberto E. Giraldez, Liliana Puig e Inés Lama

Laboratorio Ionosférico de la Armada

Buenos Aires, República Argentina

RESUMEN

Una clara variación de la turbulencia de la Región E Ecuatorial es observada con la estación del año, indicando cambios de forma y posición del electrochorro ecuatorial.

La variación estacional es muy marcada en estaciones ubicadas entre 5 y 15 grados del ecuador Dip, demostrando esta característica que las fluctuaciones estacionales afectan en mayor proporción a los bordes del electrochorro ecuatorial que el centro mismo.

Asimismo se observa una marcada predominancia del electrochorro ecuatorial en el hemisferio de verano, que comienza a ser importante durante el equinoccio de primavera.

Superpuesta con la oscilación norte-sur del electrochorro, se observa una modulación del ancho, de período anual, en el sector sudamericano,

ABSTRACT

A clear variation of the equatorial E-Region turbulence is observed as function of season indicating changes of shape and position of the equatorial electrojet.

The seasonal variation is stronger for stations located between 5 and 15 degrees of the Dip equator, indicating this characteristic that seasonal fluctuations affect more strongly the sides than the center of the equatorial electrojet

It is also observed a marked predominancy of the equatorial electrojet in the summer hemisphere, which starts to be important during the spring equinox,

Superimposed to the North-South oscillation of the equatorial electrojet there is an one year period width modulation at the American equatorial sector.

INTRODUCCION

Las irregularidades de ionización en la región E Ecuatorial son debidas a fenómenos de inestabilidad de plasma, (Giraldez, 1980a) que tienen lugar en una banda de latitud para la cual el campo geomagnético es prácticamente horizontal.

Teniendo en cuenta que las inestabilidades del Tipo II (D.E. Klaus, L.G. Smith, 1978) son las causantes de la aparición de capa Esq (E-Esporádicas Ecuatoriales), el monitoreo de las estaciones ionosféricas en regiones de baja latitud permite estimar la extensión latitudinal del electrochorro ecuatorial, que es la zona de inestabilidades tipo II, mediante la identificación del tipo de esporádica observable.

Este tipo de análisis resulta muy dificultoso ya que la variabilidad diaria de la Esq es muy grande, obteniéndose entonces una muy baja probabilidad de efectuar algún análisis exacto de su evolución espacial y temporal diario.

También se ha determinado, (Giraldez 1980a) que un parámetro más confiable para determinar en valores mensuales la diferencia entre estaciones de latitudes medias y estaciones ecuatoriales, es la correlación de porcentaje de tiempo con presencia de capas Es versus frecuencia crítica acumulativa.

Los resultados indican que dicha correlación es fuertemente logarítmica en latitudes medias, y lineal en el anillo ecuatorial, (Giraldez 1980b).

Debido a esta característica particular, el análisis de los índices de correlación para las diferentes estaciones provee información apropiada para su clasificación como de latitudes medias o de baja latitud.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

El cálculo simultáneo de los índices de correlación lineal y logarítmica para estaciones cuyo ángulo de Dip sea inferior a 20° , permite estimar el grado de cercanía al anillo ecuatorial. La Fig. 1 muestra la diferencia entre los cuadrados de los coef. log.-lineal para un conjunto de estaciones Asiáticas. Como se observa en la figura, la variación de dicha diferencia (cada punto corresponde a un trimestre) es mayor a medida que la ubicación se acerca a la banda $4-8^\circ$ Dip. Se observa asimismo una fuerte variación en los resultados de estaciones con dips entre 8° y 6° , donde se invierte el resultado de la diferencia.

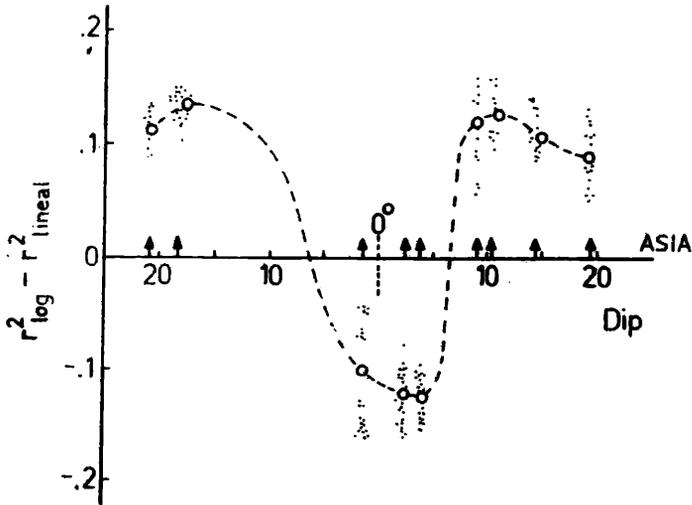


FIGURA 1

Diferencias observadas entre las estaciones analizadas (flechas verticales) en el tipo de comportamiento estadístico.

Los puntos corresponden a valores trimestrales y los círculos al valor medio de los mismos.

Para estaciones a ambos lados del eje y cercanas al punto de intersección del eje, el análisis separado de los valores estacionales, indica que el punto de cruce del eje varía con la estación del año. Este punto, si bien no puede afirmarse que corresponda al límite del anillo ecuatorial (no existe límite fijo), es el valor medio estacional estimado del mismo.

El cálculo del punto de cruce entre ambas correlaciones (latitud aproximada de comienzo del electrochorro ecuatorial) para las diferentes épocas del año indica que existe fuerte variación del mismo, como se observa en la figura 2 para el sector Asiático. Como se observa en la figura, el anillo ecuatorial es más ancho en el hemisferio norte en el III trimestre (verano) y más angosto en invierno, I trimestre. Además se observa que los equinoccios no son equivalentes entre sí; el equinoccio de primavera (II trimestre) es más intenso que el de otoño (IV trimestre).

El mismo tipo de análisis para el sector ecuatorial americano muestra un comportamiento general similar, Fig. 3, en cuanto a la diferencia de los índices de correlación, con una rápida inversión entre 4 y 8 grados Dip.

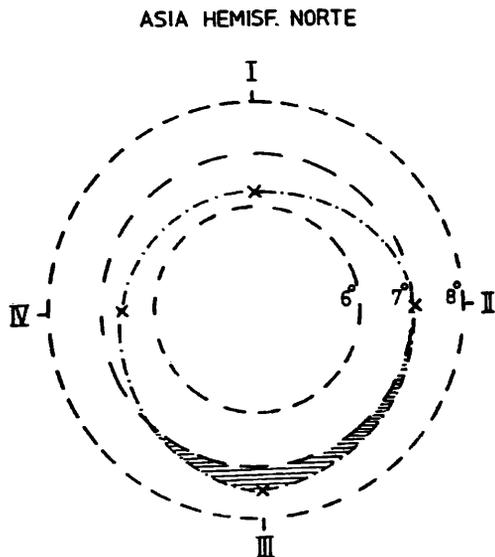


FIGURA 2

Variación observada del borde del anillo ecuatorial (-.-.) a lo largo de un año promedio. (I, II, III, IV indican el trimestre considerado. I= enero, febrero, marzo; II= abril, mayo, junio etc.) Los círculos de trazos indican la latitud Dip correspondiente.

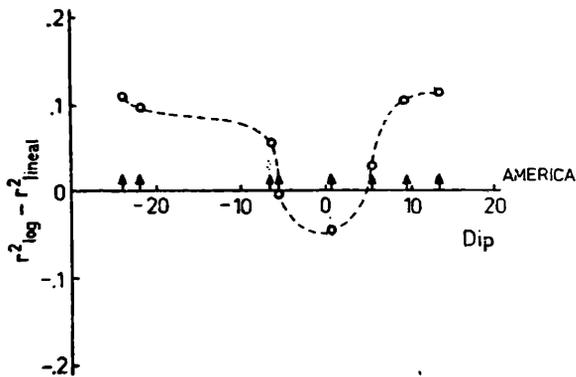


FIGURA 3

Similar a la Fig. 1, para el sector Americano. Se observa que la distribución de estaciones (flechas verticales) permite analizar ambos lados del anillo ecuatorial.

El análisis estacional para ambas ramas del borde ecuatorial americano indica (Fig. 4) que el comportamiento es similar al asiático, con máxima excursión del anillo ecuatorial en el verano local y con equinoccios de primavera más importantes que el de otoño. Sin embargo el hemisferio Norte mostraría una casi-simetría para equinoccios.

La Fig. 4 muestra ambos bordes del anillo ecuatorial, tanto los del borde norte como los del sur, debido a que la distribución de estaciones de observación fue mejor realizada.

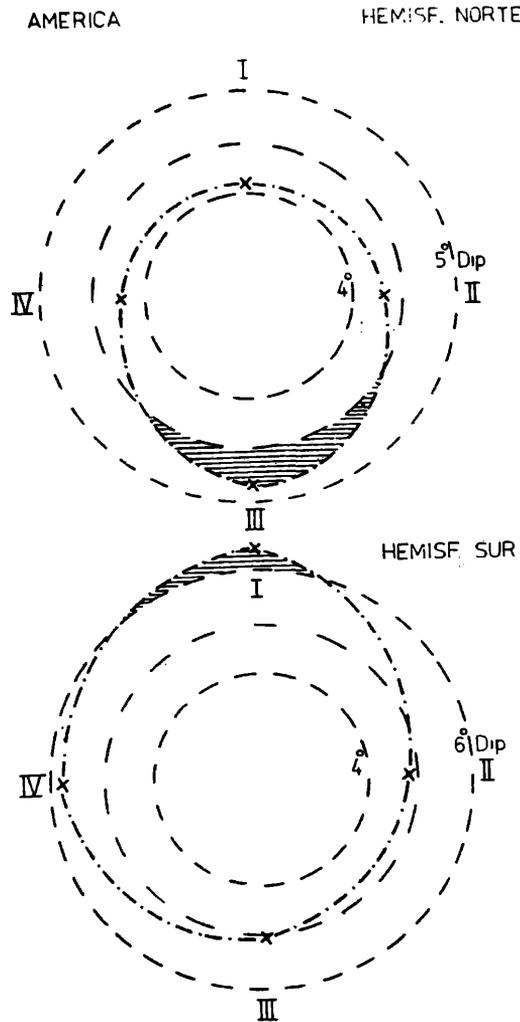


FIGURA 4

Variación observada del borde del anillo ecuatorial en el sector Americano.

La figura superior corresponde al borde superior (hemisferio norte Dip) y la inferior al borde sur (hemisferio sur Dip).

La variación estacional (-.-.-) para los cuatro trimestres se observa que no es simétrica. Los círculos de trazos corresponden a latitud Dip.

Debido a que se cuenta con ambos lados del ecuador, se efectuó un cálculo del ancho total del anillo ecuatorial, (Fig. 5), donde se observa que existe una apreciable diferencia entre el verano y el invierno del ancho total estimado con este método.

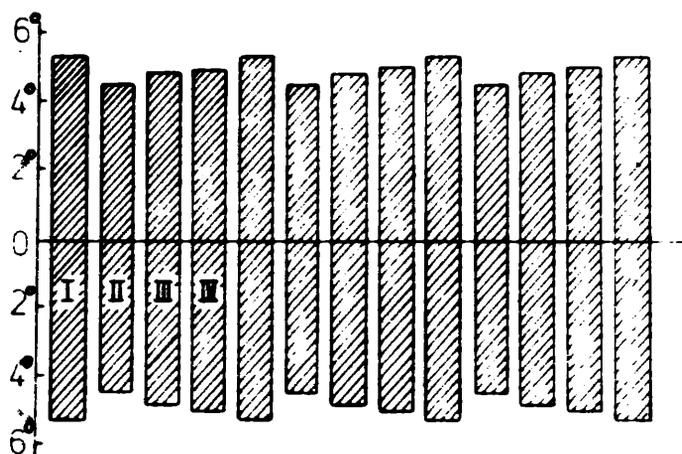


FIGURA 5

Ancho estimado del anillo ecuatorial en grados Dip del sector Americano, para los cuatro trimestres del año.

I= enero, febrero, marzo; II= abril, mayo, junio; III= julio, agosto, septiembre; IV= octubre, noviembre, diciembre.

DISCUSION

Si bien este método de análisis del anillo ecuatorial no toma en cuenta la intensidad magnética en tierra inducida por el electrochorro ecuatorial, por lo cual no está rigurosamente midiendo las características de la corriente ecuatorial, que es el parámetro utilizado generalmente para determinar la extensión e intensidad del electrochorro ecuatorial, el método permite estimar el ancho latitudinal para el cual el mecanismo de inestabilidad de plasma del tipo II, debido al corrimiento de gradiente de densidad iónica vertical, es importante.

La inestabilidad de gradiente básicamente puede describirse como una interacción entre las fuerzas provocadas por el campo magnético (horizontal), el campo eléctrico vertical generado por la acción de dinamo ecuatorial y la diferencia de la relación girofrecuencia-frecuencia de colisiones de los electrones, que a esta altura provocan la aparición de un campo eléctrico de polarización (horizontal), que dá lugar a movimientos verticales de ionización provocando la aparición de inhomogeneidades (nubes) de plasma que se desplazan verticalmente en forma oscilatoria.

La densidad de estas inhomogeneidades (mayor que la del medio) es la responsable de las reflexiones parciales observadas desde tierra como Esporádicas ecuatoriales.

De lo expuesto se desprende que la variación geográfica de la distribución de Es ecuatoriales con la época del año es debida a variaciones en el campo eléctrico vertical y a los parámetros velocidad de desplazamiento y frecuencia de colisiones electrónica e iónica.

El empleo de esta técnica no permite separar la influencia de los diferentes factores involucrados en forma clara, pero sí permite inferir que las diferencias de velocidad de deriva de plasma y temperatura cinética de las especies ionizadas sufre un apreciable cambio a lo largo del año, como se muestra en los efectos encontrados.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se concluye que;

- 1) El electrochorro ecuatorial sufre un corrimiento sistemático norte-sur a lo largo del año, teniendo su máxima extensión en el hemisferio correspondiente al solsticio de verano;
- 2) La extensión del electrochorro ecuatorial no es simétrica en los equinoccios. El equinoccio de primavera es más importante que el de otoño;
- 3) Además de la excursión norte-sur, el anillo ecuatorial sufre una modulación de amplitud que no es simétrica en los solsticios (semianual), sino que al menos en el sector americano esta modulación es anual, con su máximo en el 1º trimestre del año.

BIBLIOGRAFIA

- Giraldez, A.E., 1980a: Características de las capas E-esporádicas ecuatoriales; *Geoacta*, 10, n°2, 157-164.
- Giraldez, A.E., 1980b: Equatorial Belt Sporadic-E statistics; *LIARA*, C-30.
- Klaus, D.E. y Smith, L.G., 1978: Rocket Observation of Electron-Density Irregularities in the Equatorial Ionosphere Below 200 Km.; *Aeronomy Report* n° 80, Univ. of Illinois.