

# ¿Que son los archivos RINEX?

01/01/2010

Equipos y Consumibles de Occidente S.A. de C.V.

Francisco Medina

## 1. Introducción

El RINEX (Receiver Independent Exchange Format), son las siglas de un formato de intercambio de información GPS1. Fue presentado en el 5º Simposium Geodésico Internacional en Posicionamiento por Satélites2 que tuvo lugar en Las Cruces (México) en marzo de 1989. En Agosto de ese mismo año es recomendado por la Asociación Internacional de Geodesia (IAG3) como formato estándar de intercambio de archivos GPS.

En este Simposium compitió con otros tres formatos de datos:

- **FICA** (Floating Integer Character ASCII): desarrollado por el Applied Research Laboratory de la Universidad de Texas.
- **ARGO** (Automatic Reformatting GPS Observations), programa desarrollado por la NGS4 estadounidense.
- **ASCII**: Formato de intercambio ASCII de la Geodetic Survey de Canadá para uso interno.

Tras una serie de deliberaciones, finalmente se optó por el formato RINEX pero con una serie de reformas sobre su desarrollo inicial.

El responsable de la primera versión de este formato fue el Instituto Astronómico de la Universidad de Berna (Suiza), empleándose por primera vez en la campaña geodésica EUREF-89 que realizó este mismo Instituto. En ella, se dispuso de 60 receptores de 4 marcar distintas, por lo que la necesidad de disponer de un archivo de intercambio de datos que facilitara el cálculo de bases en conjunto era primordial.

Esta primera versión del RINEX solamente era capaz de transformar los datos de posicionamientos estáticos. Posteriores versiones incluyeron el resto de posicionamientos (estático-rápido, pseudocinemático, cinemático...) La versión 2 salió a la luz en Septiembre de 1990, en el Simposium de Ottawa (Canadá), resultando ser una versión abierta a futuras pequeñas modificaciones, como la de 1993 que incluye un pequeño cambio en los datos tomados bajo el Antispoofing (A/S)5, o la de inclusión de archivos de la constelación rusa GLONASS de principios de 1997. La NGS6 es la institución que ha actuado como coordinador de la normalización de este formato

## 2. Base del formato RINEX

La base del RINEX parte de que la mayoría del software para GPS emplea los siguientes observables:

- La medida de la portadora de fase en una o dos frecuencias (L1 o L1 y L2).
- La medida de Pseudodistancia o código.
- El tiempo obtenido en el instante de validar las medidas de fase y código.

Consecuentemente la mayoría de la información que recogen los receptores es innecesaria, pues únicamente con estos tres observables y alguna información adicional relativa al estacionamiento (altura de la antena, nombre de la estación...) sería suficiente. También hay que tener en cuenta que el software asume que la lectura del tiempo en los receptores y en los satélites es correcta para la medida de la pseudodistancia y la fase de la portadora.



El RINEX implica que los datos binarios propios de cada tipo de receptor pueden ser transformados a formato independiente universal ASCII7 durante el proceso de descarga, permitiendo así usar otro tipo de software o intercambiar datos procedentes de otros receptores. Dado que la estructura de los datos fuente (binario) difiere de cada receptor, es necesario que cada proveedor de software GPS genere un intérprete para este formato. En la campaña EUREF-89 se necesitó de programas que trasladaran a RINEX los datos recogidos, pero la mayoría de las casas fabricantes no disponían de dicha posibilidad en aquel momento, por lo que el Instituto Astronómico de la Universidad de Berna tuvo que generar los programas adecuados para sus receptores. Dichos programas están disponibles al público y se puede tener acceso a ellos por Internet.

En la actualidad, la mayoría de fabricantes de software GPS incluyen en su paquete informático la opción de carga y descarga de archivos RINEX, con opciones de carga directamente del archivo fuente o aplicando una transformación a los datos propios del programa.

Dado que el RINEX es un archivo de intercambio de información cumple con la mayoría de los condicionantes que se imponen a un archivo de intercambio (información únicamente necesaria, fácilmente transportable entre los diversos sistemas operativos, no-redundancia de datos, posibilidad de agregar nuevas observaciones...), excepto con uno fundamental: la gran longitud de sus archivos. Inicialmente puedo haberse optado por la disminución de dicho tamaño escogiendo un formato binario pero a costa de perder accesibilidad a su contenido y disponibilidad para el usuario. En la actualidad con los programas de comprensión de archivos se consigue reducir indiscutiblemente el archivo RINEX en un factor de tres o más. Por ejemplo, un archivo de medio día de observación, con épocas de 30 segundos, puede llegar a ocupar de 1.5-2 Mb fácilmente comprensibles a 500-600 kb o incluso menos. Pueden emplearse los ya conocidos formatos de compresión (ARJ, ZIP...), aunque la Universidad de Delft (Holanda) ha desarrollado un formato propio binario denominado CBI8, especialmente diseñado para RINEX

### **3. El formato RINEX.**

El formato RINEX se compone de la creación de cuatro tipos de archivos para su versión 2 y en adelante. Estos cuatro tipos son:

- El archivo de los datos de observación
- El archivo de datos meteorológicos.
- El archivo con el mensaje de navegación
- El archivo del mensaje de navegación del sistema GLONASS.

En las primeras versiones únicamente se disponía de dos archivos, el de observación y el de navegación.

La grabación de estos archivos tiene un máximo de 80 caracteres por línea, facilitando así una fácil inspección del archivo en su visualización en la pantalla del ordenador, además cada archivo se compone de una cabecera y de una sección de datos.



La cabecera contiene la información general del archivo como puede ser la relativa a la estación, el receptor o la antena. La sección de datos contiene los datos referentes al tipo de archivo. Los datos de observación y meteorología son creados para cada sesión y lugar, mientras que el mensaje de navegación es independiente de estos.

La versión 2 de RINEX permite cabeceras adicionales para incluir nuevos registros en la sección de datos. Esto es muy útil cuando se producen cambios en la información de la estación durante la observación, como por ejemplo un cambio del método de observación empleado: de rápido estático a cinemático. Dentro de cada cabecera es posible incluir comentarios, solo hace falta situar el registro "END OF HEADER" final de dichas líneas.

Dentro de cada a, en concreto desde el carácter nº 61 al nº 80, existe una pequeña descripción de registro, la información que contiene esa línea, esto indudablemente favorece el entendimiento del archivo casi a primera vista. Al final de este artículo se presenta una serie de ejemplos de los archivos RINEX.

La nomenclatura de un archivo RINEX sigue la estructura "ssssdddf.yyt", donde los primeros cuatro caracteres establecen la identificación de la base, los tres siguientes indican el día del año (365 días), y el octavo carácter indica el número de sesión. Los dos primeros caracteres de la extensión se corresponden con el año actual y el último denota el tipo de archivo (n: navegación GPS, o: observación, g: navegación GLONASS).

Cada archivo RINEX hace referencia a los datos recolectados por un receptor en una estación y en una sesión. Aunque en la versión 2 es posible dejar colgado el archivo y recoger datos en modo secuencial para medidas cinemáticas o estático- rápidas. Además, el RINEX de esta versión permite combinar observaciones de otros sistemas de observación como puede ser el TRANSIT.

### **3.1 El archivo de observaciones.**

En el archivo de datos de la observación la pseudodistancia se mide en Metros. Se aceptan tres tipos de pseudodistancias, la C1 (código C/A o estándar sobre la frecuencia L1), la P 1 (código P o Precise en L 1) y la P 2 (código P en L2). Algunos receptores no recogen observaciones sobre la frecuencia L2 bajo A/S, dado que en este caso el código P es encriptado pasando a ser el código Y; si se dispone de un desencriptador, el RINEX es capaz de generar un código P2 sintético, pero de todas formas estas observaciones deben ser marcadas como afectadas por el A/S.

La medición de fase también se puede realizar sobre las frecuencias L1 o L2, y se denominan del mismo modo L1 y L2. Se mide en ciclos completos, aunque en los primeros receptores la unidad era el medio ciclo, debiéndose convertir los datos a ciclos completos. Este tipo de receptores además presentan otros tipos de problemas con la medición de la pseudodistancia que es ambigua e incluso con la medición de código y fase porque no se realizaba al mismo tiempo; estos inconvenientes hacen necesaria una manipulación de datos previa a la transformación a RINEX.

El RINEX también dispone de lugar para las mediciones Doppler en aquellos receptores donde esté disponible la lectura de sus observables D1 y D2. En el RINEX se expresan en Hertz.



La fase debe ser expresada en el mismo sentido que la pseudodistancia, un incremento en la pseudodistancia implica un incremento en el valor de la fase, el cual es opuesto a la cuenta Doppler<sup>9</sup>.

Ninguno de estos observables debe ser corregido por sesgos externos tales como la refracción atmosférica o el retardo del reloj del satélite.

Es necesario realizar una aclaración respecto a la medida del tiempo. La mayoría de los receptores miden el tiempo en la llegada de la señal tanto para la pseudodistancia como para la medición de fase. Estos receptores además sincronizan el tiempo de las observaciones obtenidas de los diversos canales del receptor a diversos satélites al mismo tiempo. Dado que el reloj del receptor es esencialmente independiente de él de los satélites, la observación real puede diferir entre varios receptores. Las diferencias en general suelen ser de menos de un milisegundo debido a que los receptores GPS sincronizaron sus relojes con tiempo real GPS. Además si el receptor o el software conversor ajusta las medidas usando tiempo real descorregido de retardos del reloj del satélite, la consistencia de las tres observables bases (la fase, la pseudodistancia y el tiempo) debe mantenerse. Esto requiere la corrección del retardo del reloj del receptor.

### **3.2 Los archivos de navegación**

El archivo con el mensaje de navegación contiene los datos de orbitales, los parámetros del reloj y la precisión de las medidas de pseudodistancia de los satélites observados. Su cabecera puede contener opcionalmente datos del mensaje de navegación tales como los parámetros del modelo ionosférico para aparatos de una sola frecuencia y términos de correcciones relacionados con el tiempo GPS y UTC10. Una gran parte de este archivo está basado en el formato ARGO de la NGS.

El archivo de navegación GLONASS sigue esta misma filosofía para su cabecera. Sin embargo, la estructura de datos difiere mucho de la empleada por el GPS, sobre todo debe definir la diferencia entre los sistemas de tiempo empleados en las dos constelaciones. Además define las órbitas de los satélites por sus coordenadas, insertadas desde las bases centrales a unas horas determinadas e indicándose la antigüedad de dicha información. La definición del tiempo GLONASS también ha dado sus problemas, siendo necesario indicar la procedencia del tiempo de referencia de las observaciones. Dado su pequeño uso actual en España no se profundizará en los problemas que plantea la definición del tiempo GLONASS ni en sus observables, para ello se puede recurrir a la bibliografía.

### **3.3 El archivo de datos meteorológicos.**

Por último, el archivo de datos meteorológicos fue definido para la versión 2 en delante de RINEX y su función es la de simplificar la exportación y procesamiento de datos meteorológicos recogidos por los observatorios. Sigue el mismo principio que el archivo de observación. Contiene datos como la presión atmosférica en milibares, la temperatura seca y húmeda en grados Celsius y la humedad relativa; opcionalmente puede contener la humedad central del retardo ionosférico obtenida por un radiómetro de vapor de agua. Cada archivo contiene los datos de una estación.

### 3.4 Últimas modificaciones. Estado actual.

Los últimos cambios efectuados en los archivos RINEX están relacionados con la inclusión de observaciones procedentes de la constelación GLONASS, posibilitando archivos mixtos, y a un nuevo tratamiento que se le da a las mediciones bajo A/S. Una de las variaciones más relevantes de la inclusión del sistema GLONASS es la creación de un nuevo archivo de navegación para dicho sistema, siendo –como ya se ha comentado– cuatro los archivos que se generan. Además el número PRN de cada satélite tiene el formato snn, donde s se corresponde con el identificador del sistema al que pertenece (G o banco: para GPS, R: GLONASS, T: Transis) y nn es el número del satélite. Otros cambios han concernido a la ampliación de captación de satélites por época, dado que estaba limitado a 12 satélites, o a la inclusión de parámetros adicionales dentro del archivo de navegación.

El estado presente y futuro del RINEX para por los simposium que tienen lugar entre científicos de todo el mundo. Las mejoras que se van aceptando suelen ser publicadas por la Asociación Internacional de Geodesia y transmitidas a los productores de equipos y software GPS.

El servicio internacional GPS de Geodinámica, un servicio de estaciones GPS repartidas por todo el mundo, se ha convertido en uno de los mayores propulsores de este formato. Sus 40 estaciones operan ininterrumpidamente y es posible acceder a sus archivos en este formato. Además esta red se utiliza para ofrecer efemérides precisas.

Una cuestión todavía por aclarar es que organización oficial se encargará del mantenimiento del formato, de momento la NGS es la que actúa como coordinadora

#### **Bibliografía.**

- Gunter Werner. (1994). Correo-e: Igsceb@cobra.jpl.nasa.gov. RINEX: The Receiver-Independent Exchange Format. GPS World Julio 1994. Pag. 48-52.
- Gunter Werner. (1997). RINEX:The Receiver Independent Exchange Format Version 2. <http://igsceb/data/forma/rinex2.txt>. Revisión de abril 1997.
- Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., Collins, J (1994). GPS Theory and Practice. Editorial Springer-Verlag.
- Kleusberg, A, y Teunissen, P.J.G.. (1996). GPS for Geodesy. Lectures Notes Earth Sciences, nº 60. Editorial Springer-Verlag.
- Leick, A. (1994). GPS Surveying. Editorial John Wiler & Son Inc.
- Leick, A. (1994). GPS Surveying. Editorial John Wiler & Son Inc.
- Navigation, (1986-1994). Paper published in Navigation, Vol. I, II, III, IV. Impresor The Institute of Navigation.
- Seeber, G. (1993). Satellite Geodesy. Editorial Walter de Gunter-Berlín-New York.
- Torrecillas Lozano, C. (1998). Aplicación del método LAMBDA a la resolución de ambigüedades en modelos GPS. Proyecto Final de Carrera. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Topográfica. Universidad Politécnica de Valencia. 262 pp.
- Torrecillas Lozano, C y Martínez García, J.J. (1998). Resolución de ambigüedades gps: técnicas empleadas y estudios futuros. Mapping nº 49, octubre 1998. Pag. 6-18