



STRUMENTI  
TOPOGRAFICI



Condivisione di dati grezzi GNSS

---

# Come leggere un file RINEX



---

# Il formato RINEX

Il **formato RINEX** (*Receiver INdependent EXchange*) è definito come uno standard per la condivisione di dati grezzi GNSS ed è stato creato dall'Istituto Astronomico dell'Università di Berna (*Fig.1*) come uno strumento agevole per scambiare dati GPS, in occasione della prima grande campagna di misure realizzata per la materializzazione del sistema EUREF89.

Tale formato ha vissuto nel tempo una serie di evoluzioni che hanno portato a versioni diverse, cambiandone in parte la sintassi, pur mantenendo costante il contenuto informativo. Principalmente le modifiche sono dettate dalla necessità di contenere dati sempre più ricchi, in ragione dell'avvento di nuove costellazioni (*Fig.2*) e nuovi segnali.



---

Vediamo qui di seguito il dettaglio delle diverse versioni:

**Versione 1:** versione originale, presentata nel 1989;

**Versione 2:** presentata nel 1990, ha introdotto la possibilità di contenere le osservabili GLONASS e SBAS;

**Versione 3:** introdotta nel 2009, consente di supportare osservabili Beidou, QZSS, IRNSS. Viene riorganizzata la struttura del file in modo che sia più chiaro e comprensibile;

**Versione 4:** pubblicata nel 2021. La sostanziale novità è quella di fornire maggiore supporto alle informazioni contenute nel file navigazionale, introducendo le correzioni ionosferiche, i parametri di orientamento della terra, gli offset delle scale dei tempi.

In particolare, un **RINEX è composto da diversi tipi di file** con una nomenclatura, anch'essa standard, che consente di definire il tipo di singolo file e capire che informazioni contiene.

Il **primo file** contiene misure di fase, misure di codice, misure doppler e misure indicative della potenza e qualità del segnale.

Il **secondo file** contiene effemeridi, clock, parametri di correzione atmosferica.

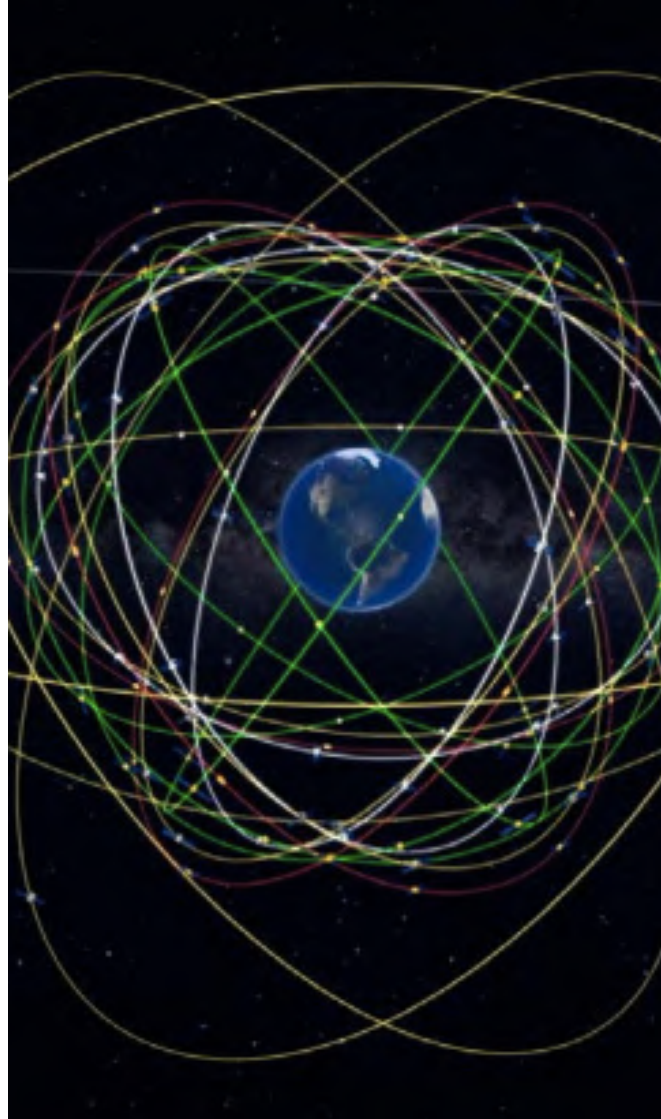


Fig.2 - Costellazioni

## Versione 3.XX

In questo ebook, ci si concentra sulla versione 3.XX che è attualmente la più utilizzata.

Essa si compone di **3 file ASCII**:

- **1.** File delle osservabili
- **2.** Messaggio navigazionale
- **3.** File di dati meteo

Il nome del file viene convenzionalmente definito secondo una serie di regole che compone il nome stesso con la forma seguente: **ssssdddh.yyt**

- **ssss**: 4 caratteri indicativi del marker name della stazione;
- **ddd**: DOY (Day of Year);
- **h**: lettera che indica l'ora del giorno;
- **yy**: anno;
- **t**: tipologia di file RINEX:
  - **yyo**: file di osservazioni;
  - **yyd**: file di osservazioni compresso;
  - **yyg**: effemeridi GPS;
  - **yyg**: effemeridi GLONASS;
  - **yyf**: effemeridi GALILEO;
  - **yyt**: dati meteo.

Per poter avere gli elementi di base con cui “leggere” un RINEX, e quindi cogliere le informazioni in esso contenute, al fine di valutare in modo critico il dato in nostro possesso, vediamo nel dettaglio la struttura e i principali dati che compongono il file di osservabili e il file navigazionale.

```

      TABLE A4
      GNSS OBSERVATION DATA FILE - EXAMPLE #2
-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
      3.03      OBSERVATION DATA      M      RINEX VERSION / TYPE
sbf2rin-9.3.3      20140511 000610 LCL      PGM / RUN BY / DATE
faa1      MARKER NAME
92201M012      MARKER NUMBER
Unknown      Unknown      OBSERVER / AGENCY
3001320      SEPT POLARX4      2.5.1p1      REC # / TYPE / VERS
725235      LEIAR25.R4      NONE      ANT # / TYPE
-5246415.0000 -3077260.0000 -1913842.0000      APPROX POSITION XYZ
      0.1262      0.0000      0.0000      ANTENNA: DELTA H/E/N
G 18 C1C L1C D1C S1C C1W S1W C2W L2W D2W S2W C2L L2L D2L      SYS / # / OBS TYPES
      S2L C5Q L5Q D5Q S5Q      SYS / # / OBS TYPES
E 16 C1C L1C D1C S1C C5Q L5Q D5Q S5Q C7Q L7Q D7Q S7Q C8Q      SYS / # / OBS TYPES
      L8Q D8Q S8Q      SYS / # / OBS TYPES
S 4 C1C L1C D1C S1C      SYS / # / OBS TYPES
R 12 C1C L1C D1C S1C C2P L2P D2P S2P C2C L2C D2C S2C      SYS / # / OBS TYPES
C 8 C2I L2I D2I S2I C7I L7I D7I S7I      SYS / # / OBS TYPES
J 12 C1C L1C D1C S1C C2L L2L D2L S2L C5Q L5Q D5Q S5Q      SYS / # / OBS TYPES
G L1C      SYS / PHASE SHIFT
G L2W      SYS / PHASE SHIFT
G L2L 0.00000      SYS / PHASE SHIFT
G L5Q 0.00000      SYS / PHASE SHIFT
E L1C 0.00000      SYS / PHASE SHIFT
E L5Q 0.00000      SYS / PHASE SHIFT
E L7Q 0.00000      SYS / PHASE SHIFT
E L8Q 0.00000      SYS / PHASE SHIFT
S L1C      SYS / PHASE SHIFT
R L1C      SYS / PHASE SHIFT
R L2P 0.00000      SYS / PHASE SHIFT
R L2C      SYS / PHASE SHIFT
C L2I      SYS / PHASE SHIFT
C L7I      SYS / PHASE SHIFT
J L1C      SYS / PHASE SHIFT
J L2L 0.00000      SYS / PHASE SHIFT
J L5Q 0.00000      SYS / PHASE SHIFT
      30.000      INTERVAL
      2014 5 10 0 0 0.0000000      GPS      TIME OF FIRST OBS
      2014 5 10 23 59 30.0000000      GPS      TIME OF LAST OBS
      72      # OF SATELLITES
      C1C 0.000 C2C 0.000 C2P 0.000      GLONASS COD/PHS/BIS
DBHZ      SIGNAL STRENGTH UNIT
24 R01 1 R02 -4 R03 5 R04 6 R05 1 R06 -4 R07 5 R08 6      GLONASS SLOT / FRQ #
      R09 -2 R10 -7 R11 0 R12 -1 R13 -2 R14 -7 R15 0 R16 -1      GLONASS SLOT / FRQ #
      R17 4 R18 -3 R19 3 R20 2 R21 4 R22 -3 R23 3 R24 2      GLONASS SLOT / FRQ #
      END OF HEADER

```

Fig. 3 - Esempio di Header di file RINEX

## File di osservabili

### Header - intestazione

Ogni file RINEX si apre con una serie di righe che rappresentano l'intestazione (Fig. 3). Esse contengono una serie di informazioni generiche, distinte dalle osservabili, che stanno, invece, nel corpo del file stesso, e contengono i veri e propri dati raccolti dal ricevitore dal momento dell'avvio della registrazione dei dati grezzi, fino all'interruzione.

All'interno delle sole righe di intestazione, le colonne tra la 61 e l'80 sono destinate all'etichetta informativa. In quelle colonne, si trova scritto quindi il significato delle informazioni contenute nella riga alla propria sinistra.

Vediamo nel dettaglio le principali righe:

- **RINEX VERSION / TYPE:** indica la versione del formato RINEX e il tipo di dato contenuto (observables, o navigational). Il codice indica da quale costellazione provengono i dati contenuti nel file:
  - G: GPS
  - R: GLONASS
  - E: Galileo
  - M: Mixed
- **PGM / RUN BY / DATE:** viene indicato il programma da cui è stato ricavato il file RINEX, l'agenzia o l'ente che lo ha prodotto, la data in cui è stato creato. Questa informazione può essere utile per capire, anche a distanza di tempo, qual'è la provenienza del file stesso. Se è stato scaricato, ad esempio, da un servizio di rete regionale o nazionale, se è stato acquisito con un particolare sw di campo.
- **MARKER NAME, MARKER NUMBER, MARKER TYPE :** Nome, numero e tipo del marker su cui è installata l'antenna. Questo dato è particolarmente utile quando si usano stazioni permanenti, che qui hanno indicato il loro codice univoco identificativo.

- **REC #/TYPE** : Codice numerico e tipologia di ricevitore;
- **ANT #/TYPE**: Codice numerico e tipologia di antenna;
- **SYS / # / OBS TYPE** : Codice identificativo della costellazione e numero di osservabili tracciato per ogni costellazione;
- **APPROX POSITION** : in questo campo, si trovano le coordinate dell'antenna. Il fatto che esse siano approssimate o precise, dipende da come viene creato il RINEX stesso. Se il dato RINEX in questione è ottenuto da un ricevitore rover, generalmente, in tale campo, si trovano le coordinate calcolate dal ricevitore stesso con una soluzione stand alone, all'accensione. Si tratta quindi di coordinate con una precisione metrica. In un dato RINEX di una stazione permanente, è invece possibile, anzi probabile e comunque auspicabile, che le coordinate che si ritrovano in questo campo siano quelle calcolate a priori dal gestore della rete;
- **TIME OF FIRST OBS** : indica l'istante in cui inizia l'acquisizione;
- **TIME OF LAST OBS** : indica l'istante in cui termina l'acquisizione;
- **COMMENT** : ogni riga indicata da questa dicitura contiene dei commenti liberi nell'intestazione;
- **END OF HEADER** : indica la riga ultima dell'intestazione del RINEX. Da questo punto in poi inizia il corpo del file e quindi i contenuti informativi rappresentati da dati reali.

## Le osservabili

```
> 2006 03 24 13 10 36.0000000 0 5      -0.123456789012
G06  23629347.915      .300 8      -.353 4  23629347.158      24.158
G09  20891534.648      -.120 9      -.358 6  20891545.292      38.123
G12  20607600.189      -.430 9      .394 5  20607600.848      35.234
E11      .324 8      .178 7
S20  38137559.506      335849.135 9
> 2006 03 24 13 10 54.0000000 0 7      -0.123456789210
G06  23619095.450      -53875.632 8      -41981.375 4  23619095.008      25.234
G09  20886075.667      -28688.027 9      -22354.535 7  20886076.101      42.231
G12  20611072.689      18247.789 9      14219.770 6  20611072.410      36.765
R21  21345678.576      12345.567 5
R22  22123456.789      23456.789 5
E11      65432.123 5      48861.586 7
S20  38137559.506      335849.135 9
> 2006 03 24 13 11 12.0000000 2 2
    *** FROM NOW ON KINEMATIC DATA! ***      COMMENT
    TWO COMMENT LINES FOLLOW DIRECTLY THE EVENT RECORD      COMMENT
```

Fig. 3 - "Blocchi" di osservabili contenuti in un file RINEX

Il **file di osservabili** è composto da una serie di blocchi di righe (Fig.3), ripetuti dal termine dell'header fino al termine del file, che contengono appunto i valori osservati per ogni epoca e per ogni satellite.



Ogni blocco inizia con l'indicazione dell'epoca (Fig.4).

```
> 2006 03 24 13 10 36.0000000 0 5
```

Fig. 4 - Indicazione dell'epoca cui si riferisce il successivo blocco di osservabili

Nell'ordine vengono indicati:

- Anno;
- Mese;
- Giorno;
- Ora;
- Minuto;
- Secondo;
- Epoch Flag : si tratta di un parametro che indica se, in quella particolare epoca, vi siano stati dei problemi particolari. Il valore 0 indica l'assenza di problemi e quindi la corretta ricezione, il valore 1 indica un problema di ricezione tra l'epoca precedente e l'epoca attuale. I valori >1 hanno un significato diverso, ognuno indicante un particolare evento;
- Numero di satelliti.

Quindi, per ogni blocco sono presenti le misure vere e proprie, divise per colonne (Fig.5).

```
> 2022 08 08 09 36 04.9920000 0 19
```

G23	21674542.092	113900453.98232	-4117.783	42.000	21674541.258	4	88753630.68412	-3208.690	41.000
G10	19547344.377	102721972.14912	-2819.199	47.000	19547340.294	1	80043097.96112	-2196.760	44.000
G01	20716880.854	2108868052.96633	2145.856	37.000	20716886.950	4	84832203.82513	1671.890	38.000
R04	18618822.486	199702941.17911	-2721.793	49.000	18618816.130	1	77546735.94712	-2116.744	41.000
R21	20440085.983	3109379028.09135	2352.089	38.000	20440088.965	8	85072626.46035	1829.380	32.000
R20	17432866.459	493221420.65513	-411.783	37.000	17432863.440	2	72505517.31212	-320.557	39.000
R05	17844990.393	195391719.22411	1416.672	49.000	17844987.466	1	74193571.06612	1101.685	44.000
R10	20986373.047	3118669175.85216	-4447.397	29.000					
G21	19212998.366	1100965013.25312	515.203	43.000					
G22	21714178.916	1114108788.26812	2110.428	42.000					
G27	18616425.878	197829994.39512	-2776.475	48.000	18616422.212	1	76231148.66712	-2163.492	45.000
G32	20847488.118	1109554327.77111	1398.577	48.000					
E26	21711973.155	1114097209.42412	-1225.323	44.000	21711971.370	1	87425122.42012	-938.983	45.000
E01	23865828.471	1125415764.78912	-3413.940	43.000	23865828.681	1	96097803.53113	-2615.738	40.000
R19	20015391.972	2107068839.76813	-3489.067	38.000	20015389.450	2	83275758.47712	-2713.457	41.000
G08	18159904.851	195430958.83811	-189.480	45.000	18159903.642	1	74361795.89312	-147.653	41.000
E13	24305132.319	1127724343.61012	-2875.194	41.000	24305135.175	1	97866703.49112	-2203.101	43.000
E07	23408815.868	1123014174.07412	944.651	44.000					
E14	16143757.274	184836035.14212	-4256.582	48.000					

Fig. 5 - Suddivisione in colonne delle diverse informazioni contenute nel "blocco" di osservabili

Nella prima colonna troviamo l'**indicazione di ogni satellite**, contrassegnati da una lettera e dal numero che indica il satellite stesso. La lettera definisce la costellazione, come già descritto nell'header.

Nella seconda colonna, contrassegnata in arancione, si trovano le **misure di codice pseudorange**. È riportata in metri e rappresenta la pseudo distanza tra ricevitore e satellite. Si tratta, cioè, della distanza misurata, che però contiene ancora al suo interno tutti gli errori e gli effetti di disturbo sul segnale.

Nella terza colonna, in blu, sono rappresentate le **misure di fase**. In questo caso, l'unità di misura è il numero di cicli. Per ottenere la distanza satellite-ricevitore, tale grandezza va moltiplicata per la lunghezza d'onda del segnale sinusoidale che viaggia tra satellite e ricevitore. In realtà, tale grandezza rappresenta un valore approssimato, poiché l'esatto numero intero di cicli viene definito soltanto dopo il fissaggio delle ambiguità.

Nella quarta colonna, in giallo, si trovano le **misure Doppler**.

Nella quinta colonna, in verde, è espresso il **rapporto segnale/rumore (SNR)** che è indicativo di quanto il segnale proveniente dal singolo satellite sia affetto da "rumore".

## Il file navigazionale

```
G08 2022 08 08 10 00 00 -.795922242105D-04 -.159161572810D-11 .000000000000D+00
      .100000000000D+03 .106812500000D+03 .458376236067D-08 .205442478894D+01
      .568479299545D-05 .742159516085D-02 .462122261524D-05 .515357825661D+04
      .122400000000D+06 -.137835741043D-06 .159755590142D+00 .258907675743D-06
      .962958803671D+00 .290812500000D+03 .167155992387D+00 -.822998566908D-08
      .151077721565D-09 .100000000000D+01 .222200000000D+04 .000000000000D+00
      .200000000000D+01 .000000000000D+00 .512227416039D-08 .100000000000D+03
      .120966000000D+06 .400000000000D+01
G27 2022 08 08 10 00 00 .220076646656D-03 -.125055521494D-11 .000000000000D+00
      .930000000000D+02 .117906250000D+03 .441375527920D-08 .208868589440D+01
      .601820647717D-05 .105386908399D-01 .481493771076D-05 .515366144180D+04
      .122400000000D+06 -.301748514175D-06 .180611911417D+00 -.558793544769D-07
      .971731899986D+00 .291093750000D+03 .690033880967D+00 -.805712132573D-08
      .206437170365D-09 .100000000000D+01 .222200000000D+04 .000000000000D+00
      .200000000000D+01 .000000000000D+00 .139698386192D-08 .930000000000D+02
      .120966000000D+06 .400000000000D+01
G21 2022 08 08 10 00 00 .160653609782D-03 -.227373675443D-12 .000000000000D+00
      .890000000000D+02 -.421875000000D+02 .467555189836D-08 .214152506615D+01
      -.206381082535D-05 .242729684105D-01 .607222318649D-06 .515372505760D+04
      .122400000000D+06 .378116965294D-06 .114789754547D+01 .447034835815D-07
      .960418768268D+00 .359906250000D+03 -.913218899941D+00 -.817319758934D-08
      -.416803075807D-09 .100000000000D+01 .222200000000D+04 .000000000000D+00
      .200000000000D+01 .000000000000D+00 -.102445483208D-07 .890000000000D+02
      .120966000000D+06 .400000000000D+01
```

Fig. 6 - Blocchi da un file navigazionale

Il corpo del file navigazionale ha anch'esso una struttura a blocchi (*Fig.6*).

Ogni blocco rappresenta un satellite, il cui codice identificativo si trova come primo carattere della prima riga di ogni blocco. Vi è poi la data e una serie di parametri orbitali che vengono quindi utilizzati, in fase di processing, per ricavare le posizioni dei satelliti istante per istante.

---

Il file RINEX contiene le **informazioni “grezze”** provenienti dal ricevitore. Non contiene cioè la serie di soluzioni (coordinate del punto a terra), ma ancora i dati non trattati, grezzi appunto, che vengono utilizzati poi per effettuare il processing e ottenere il risultato in termini di coordinate.

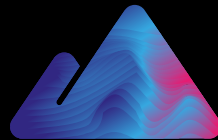
Solo con un file RINEX, si ha la possibilità di effettuare una post-elaborazione per agire sul risultato, provando a variare, ad esempio, diversi parametri, filtri, pulizia dei dati.

Le informazioni descritte nel presente ebook sono quelle utili per capire, già dalla lettura del file RINEX, la **qualità dei dati** e la **presenza di eventuali problematiche**.

A seguito di questa prima analisi, vi è poi il post-processing, in cui entrano in gioco sia le potenzialità del software che si utilizza, sia le competenze dell'operatore.



Scopri tutte le novità sul sito  
**[www.strumentitopografici.it](http://www.strumentitopografici.it)**



STRUMENTI  
**TOPOGRAFICI**

---

Via Nazionale Torrette, 98  
83013 - Mercogliano (AV)

0825 191 22 58  
[info@strumentitopografici.it](mailto:info@strumentitopografici.it)

[www.strumentitopografici.it](http://www.strumentitopografici.it)  
[www.store.strumentitopografici.it](http://www.store.strumentitopografici.it)