



## Guía docente

# 230378 - GNSS - Grandes Conjuntos de Datos Gns: de la Percepción Remota a la Climatología Espacial

Última modificación: 02/06/2020

**Unidad responsable:** Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona

**Unidad que imparte:** 749 - MAT - Departamento de Matemáticas.

**Titulación:** MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN (Plan 2013). (Asignatura optativa).  
MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍAS AVANZADAS DE TELECOMUNICACIÓN (Plan 2019). (Asignatura optativa).  
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

**Curso:** 2020

**Créditos ECTS:** 3.0

**Idiomas:** Inglés

## PROFESORADO

---

**Profesorado responsable:** Hernandez Pajares, Manuel

**Otros:** Hernandez Pajares, Manuel

## REQUISITOS

---

Conocimientos básicos de Matemáticas y Física (a nivel de educación secundaria)

## COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

---

### Específicas:

CE5. Capacidad para diseñar sistemas de radionavegación y de posicionamiento, así como los sistemas radar.

CEE13. Capacidad de analizar y evaluar el funcionamiento a nivel físico de los principales dispositivos y sensores, de las relaciones entre magnitudes en sus terminales y de sus circuitos equivalentes.

CE15. Capacidad para la integración de tecnologías y sistemas propios de la Ingeniería de Telecomunicación, con carácter generalista, y en contextos más amplios y multidisciplinares como por ejemplo en bioingeniería, conversión fotovoltaica, nanotecnología, telemedicina.

### Transversales:

CT3. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

CT5. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, preferentemente el inglés, con un nivel adecuado oral y escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán los titulados y tituladas.

## METODOLOGÍAS DOCENTES

---

Clases de aplicación

Clases expositivas

Trabajo individual (no presencial)

Pruebas de respuesta corta (Control)

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Introducir los conceptos básicos de la percepción remota y climatología espacial con los sistemas de navegación global por satélite (GNSS)

Resultado del aprendizaje:

Expresa con claridad los procesos de planificación y resolución de ejercicios y problemas que precisen el uso de GNSS.

Comprende y domina los métodos más útiles para la resolución de problemas en el ámbito de esta asignatura.

Afronta la descripción numérica y la formulación de problemas con enunciado descriptivo.

Hace uso de más de una fuente, y lo utiliza en forma complementaria, para observar los hechos descritos en el texto principal.

Identifica y modela problemas a partir de situaciones abiertas y estudia alternativas para su resolución.

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	51,0	68.00
Horas grupo grande	14,0	18.67
Horas grupo pequeño	10,0	13.33

**Dedicación total:** 75 h

## CONTENIDOS

### Introducción a GNSS

#### Descripción:

- 1.1 Concepto, señales y formatos
- 1.2 Segmentos
- 1.3 Modelos básicos y precisos

#### Competencias relacionadas:

CEE13. Capacidad de analizar y evaluar el funcionamiento a nivel físico de los principales dispositivos y sensores, de las relaciones entre magnitudes en sus terminales y de sus circuitos equivalentes.

CE15. Capacidad para la integración de tecnologías y sistemas propios de la Ingeniería de Telecomunicación, con carácter generalista, y en contextos más amplios y multidisciplinares como por ejemplo en bioingeniería, conversión fotovoltaica, nanotecnología, telemedicina.

CE5. Capacidad para diseñar sistemas de radionavegación y de posicionamiento, así como los sistemas radar.

CT5. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, preferentemente el inglés, con un nivel adecuado oral y escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán los titulados y tituladas.

#### Dedicación: 19h

Grupo grande/Teoría: 4h

Aprendizaje autónomo: 15h



### Teledetección troposférica GNSS

#### Descripción:

2.1 Estimación del retraso troposférico con GNSS

2.2 Aplicación para el monitoreo de eventos climáticos extremos (huracanes, subida repentina de ríos)

#### Competencias relacionadas:

CEE13. Capacidad de analizar y evaluar el funcionamiento a nivel físico de los principales dispositivos y sensores, de las relaciones entre magnitudes en sus terminales y de sus circuitos equivalentes.

CE15. Capacidad para la integración de tecnologías y sistemas propios de la Ingeniería de Telecomunicación, con carácter generalista, y en contextos más amplios y multidisciplinares como por ejemplo en bioingeniería, conversión fotovoltaica, nanotecnología, telemedicina.

CE5. Capacidad para diseñar sistemas de radionavegación y de posicionamiento, así como los sistemas radar.

CT5. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, preferentemente el inglés, con un nivel adecuado oral y escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán los titulados y tituladas.

#### Dedicación: 10h

Grupo grande/Teoría: 2h

Aprendizaje autónomo: 8h

### Teledetección ionosférica GNSS

#### Descripción:

contenido castellano

#### Objetivos específicos:

3.1 Estimación del retraso ionosférico con GNSS

3.2 Conferencias prácticas de introducción a Linux y herramientas IonSAT

3.2 Perturbaciones ionosféricas de escala media

3.3 Advertencia y monitoreo de tsunamis

#### Competencias relacionadas:

CEE13. Capacidad de analizar y evaluar el funcionamiento a nivel físico de los principales dispositivos y sensores, de las relaciones entre magnitudes en sus terminales y de sus circuitos equivalentes.

CE15. Capacidad para la integración de tecnologías y sistemas propios de la Ingeniería de Telecomunicación, con carácter generalista, y en contextos más amplios y multidisciplinares como por ejemplo en bioingeniería, conversión fotovoltaica, nanotecnología, telemedicina.

CE5. Capacidad para diseñar sistemas de radionavegación y de posicionamiento, así como los sistemas radar.

CT3. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

CT5. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, preferentemente el inglés, con un nivel adecuado oral y escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán los titulados y tituladas.

#### Dedicación: 21h

Grupo grande/Teoría: 2h

Grupo pequeño/Laboratorio: 8h

Aprendizaje autónomo: 11h



### Meteorología espacial con GNSS

**Descripción:**

- 4.1 Huellas de tormentas geomagnéticas en GNSS
- 4.2 Detección y medición de fulguraciones solares con GNSS
- 4.3 Logro en febrero de 2020: detección y medición de fulguraciones estelares con GNSS

**Competencias relacionadas:**

- CEE13. Capacidad de analizar y evaluar el funcionamiento a nivel físico de los principales dispositivos y sensores, de las relaciones entre magnitudes en sus terminales y de sus circuitos equivalentes.
- CE15. Capacidad para la integración de tecnologías y sistemas propios de la Ingeniería de Telecomunicación, con carácter generalista, y en contextos más amplios y multidisciplinares como por ejemplo en bioingeniería, conversión fotovoltaica, nanotecnología, telemedicina.
- CE5. Capacidad para diseñar sistemas de radionavegación y de posicionamiento, así como los sistemas radar.
- CT5. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, preferentemente el inglés, con un nivel adecuado oral y escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán los titulados y tituladas.

**Dedicación:** 22h

- Grupo grande/Teoría: 4h
- Grupo pequeño/Laboratorio: 2h
- Aprendizaje autónomo: 16h

## ACTIVIDADES

### Presentaciones trabajo

**Descripción:**

Presentaciones de trabajo de curso

**Competencias relacionadas:**

CT3. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

**Dedicación:** 2h

- Grupo grande/Teoría: 1h
- Aprendizaje autónomo: 1h

### Prueba de respuesta larga (Examen final)

**Descripción:**

Examen final

**Dedicación:** 2h

- Grupo grande/Teoría: 2h

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

---

Trabajo (30%) y respuestas a cuestionario de sesión de laboratorio (20%).  
Examen final: 50%

En esta asignatura se evaluarán las competencias genéricas:

- Aprendizaje autónomo (Nivel elemental)
- Capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería (Nivel elemental)

## BIBLIOGRAFÍA

---

### Básica:

- Graffigna, V.; Brunini, C.; Gende, M.; Hernández-Pajares, M.; Galván, R.; Oreiro, F. "Retrieving geophysical signals from GPS in the La Plata River region". *GPS Solutions* [en línea]. 23, 84 (2019), 7 pp [Consulta: 06/07/2020]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/article/10.1007/s10291-019-0875-6>.
- Cander, L.R. *Ionospheric space weather* [en línea]. Cham: Springer Nature, 2019 [Consulta: 15/07/2020]. Disponible a: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=5516524>. ISBN 9783319993317.
- Teunissen, P.J.G.; Kleusberg, A. *GPS for geodesy*. 2nd rev. and extended ed. Berlin: Springer, 1998. ISBN 3540636617.
- Graffigna, V.; Hernández-Pajares, M.; Gende, M.; Azpilicueta, F.; Antico, P. "Interpretation of the tropospheric gradients estimated with GPS during Hurricane Harvey". *Earth and Space Science* [en línea]. Vol. 6, Issue 8, 1348-1365 [Consulta: 06/07/2020]. Disponible a: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2018EA000527>.
- Hernández-Pajares, M.; García-Rigo, A.; Juan, J.M.; Sanz, J.; Monte, E.; Aragón-Àngel, A. "GNSS measurement of EUV photons flux rate during strong and mid solar flares". *Space Weather* [en línea]. Vol. 10, Issue 12, 16 pp [Consulta: 06/07/2020]. Disponible a: <https://agupubs-onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/10.1029/2012SW000826>.
- Hernández-Pajares, M.; Juan, J.M.; Sanz, J.; Aragón-Àngel, À.; García-Rigo, A.; Salazar, D.; Escudero, M. "The ionosphere: effects, GPS modeling and the benefits for space geodetic techniques". *Journal of Geodesy* [en línea]. Vol. 85; 2011; pp. 887-907 [Consulta: 06/07/2020]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/article/10.1007/s00190-011-0508-5>.
- Teunissen, P.J.G.; Montenbruck, O. (Eds.). *Springer handbook of global navigation satellite systems: with 818 figures and 193 tables* [en línea]. Cham: Springer International Publishing AG, 2017 [Consulta: 24/07/2020]. Disponible a: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=4880030>. ISBN 9783319429281.
- Hernández-Pajares, M.; Juan, J.M.; Sanz, J.; Aragón-Àngel, A. "Propagation of medium scale traveling ionospheric disturbances at different latitudes and solar cycle conditions". *Radio Science* [en línea]. Vol. 47, Issue 6, 2012, 22 pp [Consulta: 06/07/2020]. Disponible a: <https://agupubs-onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/10.1029/2011RS004951>.
- Hernández-Pajares, M. *Learning global navigation satellite systems from actual data (LeGAD): Introduction to GNSS data processing: lecture notes* [en línea]. Barcelona: UPC-IonSAT, 1996-2015 [Consulta: 06/07/2020]. Disponible a: <http://chapman.upc.es/lectures/legad/>.
- Hernández-Pajares, M.; Moreno-Borràs, D. "Real-time detection, location, and measurement of geoeffective stellar flares from global navigation satellite system data: new technique and case studies". *Space Weather* [en línea]. Vol. 18, Issue 3, 2020, 10 pp [Consulta: 06/07/2020]. Disponible a: <https://agupubs-onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/10.1029/2020SW002441>.
- Yang, H., Monte Moreno, E., & Hernández-Pajares, M.. "ADDTID: an alternative tool for studying earthquake/tsunami signatures in the ionosphere: case of the 2011 Tohoku earthquake". *Remote Sensing* [en línea]. Vol. 11, Issue 16, 2019, 1894:1-1894:23 [Consulta: 06/07/2020]. Disponible a: <https://www.mdpi.com/2072-4292/11/16/1894>.
- Yang, H.; Monte-Moreno, E.; Hernández-Pajares, M. "Multi-TID detection and characterization in a dense Global Navigation Satellite System receiver network". *Journal of Geophysical Research: Space Physics* [en línea]. Vol. 122, Issue 9, 2017, 22 pp [Consulta: 06/07/2020]. Disponible a: <https://agupubs-onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/10.1002/2017JA023988>.

### Complementaria:

- Singh, T., Hernandez-Pajares, M., Monte, E., Garcia-Rigo, A., & Olivares-Pulido, G.. "GPS as a solar observational instrument: real-time estimation of EUV photons flux rate during strong, medium, and weak solar flares". *Journal of Geophysical Research: Space Physics* [en línea]. Vol. 120, Issue 12, 2015, 11 pp [Consulta: 06/07/2020]. Disponible a: <https://agupubs-onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/10.1002/2015JA021824>.
- Yang, H.; Monte Moreno, E.; Hernández-Pajares, M. "Detection and description of the different ionospheric disturbances that appeared during the solar eclipse of 21 August 2017". *Remote Sensing* [en línea]. vol. 10, núm. 11, p. 1710:1 - 1710:24 [Consulta: 06/07/2020]. Disponible a: <https://www.mdpi.com/2072-4292/10/11/1710>.
- Hernández-Pajares, M.; Wielgosz, P.; Paziewski, J.; Krypiak-Gregorczyk, A.; Krukowska, M.; Stepniak, K.; ... Orus-Perez, R. "Direct MSTID mitigation in precise GPS processing". *Radio Science* [en línea]. Vol. 52, Issue 3, 2017, 17 pp [Consulta: 06/07/2020]. Disponible a: <https://agupubs-onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/action/doSearch?AllField=Direct+MSTID+mitigation+in+precise+GPS+processing&SeriesKey=1944799x>.



- Monte-Moreno, E.; Hernández-Pajares, M. "Occurrence of solar flares viewed with GPS: statistics and fractal nature". Journal of Geophysical Research: Space Physics [en línea]. Vol. 119, Issue 11, 2014, 12 pp [Consulta: 06/07/2020]. Disponible a: [https://agupubs-onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/10.1002/2014JA020206](https://agupubs.onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/10.1002/2014JA020206).