



**MEMORIA DE LAS ACCIONES DESARROLLADAS.
PROYECTOS DE MEJORA DE LA CALIDAD DOCENTE.
VICERRECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y CALIDAD.
XII CONVOCATORIA (2010-2011)**



DATOS IDENTIFICATIVOS:

1. Título del Proyecto ESPACIO DE TRABAJO VIRTUAL PARA LA ASIGNATURA DE INGENIERÍA CARTOGRÁFICA. APLICACIÓN A LA RESOLUCIÓN DE REDES GPS.

2. Código del Proyecto 115024

3. Resumen del Proyecto El objetivo planteado para el presente proyecto de Mejora de la Calidad Docente es la continuación en el uso de los laboratorios virtuales en Ingeniería Cartográfica como apoyo a la docencia práctica de asignaturas que imparten esta disciplina, con aplicación al desarrollo de una herramienta informática, interactiva, orientada al diseño y ajuste de redes geodésico-topográficas observadas mediante técnicas GPS (Sistemas de Posicionamiento Global). En concreto, se ha desarrollado un entorno web integrado que ofrece al alumno:

- Un tutorial de introducción al diseño y ajuste de redes geodésico-topográficas que le permita al alumno comprender las fases de diseño y los procesos de calculo y ajuste de las mismas.
- Una aplicación desarrollada dentro del proyecto, UCORed-GPS.exe, y que el alumno se puede descargar desde el entorno web. UCORed-GPS es una aplicación Windows orientada a la resolución de los problemas de calculo y ajuste de redes geodésicas observadas mediante GPS, desarrollada como herramienta docente para las prácticas de la disciplina.
- Enunciado de práctica a realizar por el alumno, y datos que pueden ser descargados para la realización de la misma, usando la herramienta informática UCORed-GPS.

4. Coordinador del Proyecto

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente	Categoría Profesional
José Emilio Meroño de Larriva	Ingeniería Gráfica y Geomática	106	PDI
Alberto Jesús Perea Moreno	Física Aplicada	66	PDI

5. Otros Participantes

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente	Categoría Profesional
María Jesús Aguilera Ureña	Física Aplicada	66	PDI

6. Asignaturas afectadas

Nombre de la asignatura	Área de conocimiento	Titulación/es
Ingeniería Cartográfica	Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría	Ingeniero Agrónomo e Ingeniero de Montes
Cartografía y Fotogrametría	Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría	Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural

MEMORIA DE LA ACCIÓN.

1. Introducción

Como ya es sabido, el papel de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en las universidades está definido por el nuevo modelo de enseñanza y, sobre todo, de aprendizaje que promueve el Espacio Europeo de Educación Superior que propone una enseñanza flexible, basada en el estudiante, el cual se hace responsable de su aprendizaje, adaptada a sus características y necesidades y con un seguimiento individualizado y continuo (Bravo Ramos, J.L.).

Este planteamiento obliga a los profesores a llevar a cabo un cambio metodológico importante. Así, la labor del profesor debe pasar de ser un mero trasmisor de los contenidos, a guiar, supervisar y orientar el proceso de aprendizaje del alumno.

Desde hace unos cuantos años en los que comenzó a popularizarse Internet y entramos en la era digital, se han ido creando numerosas expectativas respecto a las aplicaciones del nuevo medio. Especial interés presenta el uso de las nuevas tecnologías en la docencia de asignaturas de ingeniería. Las clases prácticas de estas asignaturas introducen al alumno en el *Método Científico*, centrándose en la observación, en el análisis y clasificación de los datos, en la evaluación de resultados y en la comparación con las predicciones de la teoría (Candelas F.A. et al). Tradicionalmente, el contenido de estas clases prácticas ha estado fuertemente condicionado por los equipos disponibles en el laboratorio, lo que habitualmente lleva a que el alumno debe asistir a determinados turnos de horarios fijos en un laboratorio que posee unos equipos físicos limitados

Actualmente, con el uso de las nuevas tecnologías es posible subsanar estos problemas mediante laboratorios virtuales con acceso remoto, que permite al alumno realizar los ejercicios prácticos, bien de laboratorio o bien de campo, desde otras ubicaciones, como es una sala de informática de la Universidad, o incluso desde casa, en horarios mucho más flexibles.

Si bien hoy en día, está muy extendido el uso de Laboratorios Virtuales en multitud de disciplinas (Física, Química, Electrónica, Robótica, Microbiología...), son muy pocos los recursos encontrados para la docencia práctica virtual en disciplinas incluidas en la Ingeniería Cartográfica, como son la Topografía, la Fotogrametría, Geodesia, GPS ...

En este contexto se presenta este Proyecto, que pretende la continuación de la línea de trabajo iniciada con el proyecto desarrollado en una convocatoria previa de Proyectos Mejora de la Calidad Docente, *Espacio de Trabajo Virtual para la Asignatura de Ingeniería Cartográfica*, continuando con la elaboración de material didáctico interactivo, basado en el uso de nuevas tecnología, centrándonos en este proyecto en material básico para la iniciación al aprendizaje de el ajuste de redes GPS, parte importante de la Ingeniería Cartográfica.

2. Objetivos

Con el presente proyecto de Mejora de la Calidad Docente se pretende continuar la línea de trabajo iniciada previamente, referente a la implementación y utilización de laboratorios virtuales en temas relacionados con la Ingeniería Cartográfica.

Así, el objetivo planteado para el presente proyecto de Mejora de la Calidad Docente es el aprendizaje del diseño y resolución de redes geodésicas-topográficas observadas con GPS. En

concreto, el presente proyecto se centrará en la elaboración de material que apoye la docencia de Aplicaciones de GPS Estático: Diseño, observación, cálculo y ajuste de redes Geodesico-Topográficas.

3. Descripción de la experiencia.

Para la consecución del objetivo planteado en el proyecto, se ha llevado a cabo la experiencia estructurada en las siguientes fases (en el punto de Materiales y métodos se comentan con más detalle):

- Desarrollo de un tutorial interactivo sobre el tema *Aplicación del GPS al cálculo de redes geodésicas*
- Desarrollo de una aplicación informática que permita al alumno ejercitarse en la práctica de procesos básicos ajuste de redes en los sistemas globales y locales. Evaluación de precisiones y determinación de los parámetros de transformación
- Evaluación de la experiencia, en base a su utilización por parte del alumnado de la asignatura Ingeniería Cartográfica, en las titulaciones de Ingeniero Agrónomo y de Montes. Dicha evaluación se realizará una vez concluido el proyecto, en el curso 12-13, primer curso académico en el que la herramienta estará disponible. Con dicha evaluación se pretende tener información objetiva sobre la utilidad del Laboratorio Virtual de Fotogrametría, que servirá para poder continuar en los siguientes años la línea de trabajo iniciada.

4. Material y métodos

La experiencia desarrollada, diseño del Laboratorio Virtual de Fotogrametría, ha seguido la siguiente metodología:

- a) Desarrollo de un tutorial en formato web que guíe en la comprensión de los conceptos sobre Aplicación del GPS al cálculo de redes geodésicas, que incluirá las fases de diseño, observación de líneas bases, postprocesado GPS, cálculo y ajuste de la red, tanto en modo flotante como fijando el sistema de referencia (Globales o locales con determinación de los parámetros de transformación), recopilando material docente disponible en la actualidad por el profesor de la asignatura, así como su ampliación en base a la revisión realizada. Incorporación de dicha información en formato de páginas web.
- b) Implementación de una aplicación interactiva para la docencia práctica en los procesos:
 - a) Ajuste de la red en modo flotante: evaluación de la precisión de las observaciones,
 - b) Ajuste de la red en el sistema geodésico global: evaluación de la precisión en la determinación de las coordenadas.
 - c) Determinación de los parámetros de transformación entre el sistema global y el local. evaluación de la precisión en la transformación
- c) Diseño de una práctica para ser realizada por los alumnos, usando la aplicación desarrollada, y con los datos que se les ofrecerán a través del entorno web.
- d) Evaluación de la aceptación por parte de los alumnos y el efecto sobre el aprendizaje que conlleva el laboratorio virtual desarrollado. Para ello, como se comentó anteriormente, se realizará un estudio estadístico sobre los grupos de prácticas de la asignatura Ingeniería Cartográfica, para las titulaciones de Ingenieros Agrónomos e Ingenieros de Montes,

asignatura cuatrimestral del segundo cuatrimestre, en el curso 12-13. En este estudio se plantearán tanto cuestiones sobre aspectos de aceptación y uso del laboratorio, como de la propia calificación del profesor sobre cuestiones técnicas relativas a los experimentos a realizar.

5. Resultados obtenidos y disponibilidad de uso.

Según la metodología expuesta, dentro del presente proyecto se ha desarrollado el módulo de Fotogrametría del portal web *Espacio de Trabajo Virtual para la Asignatura de Ingeniería Cartográfica*, creado como parte de un anterior Proyecto de Mejora de la Calidad Docente.

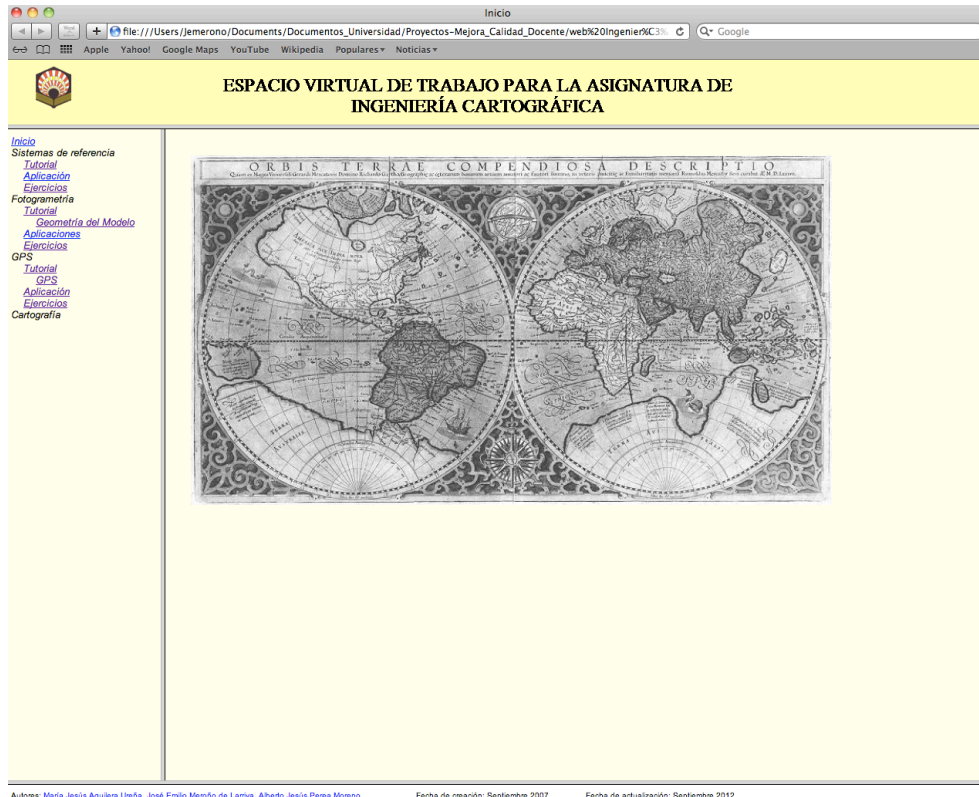


Figura 1. Página de Inicio del Portal Web *Espacio de Trabajo Virtual para la Asignatura de Ingeniería Cartográfica*.

Siendo conscientes de la amplitud de la disciplina tratada, la geodesia por satélite, se ha tratado solo la parte correspondiente al diseño, cálculo y ajuste de una red topo-geodesica.

Dentro de la sección desarrollada hasta el momento y objeto del presente proyecto, se puede acceder a tres vínculos:

1. **Tutorial.** Se trata de un tutorial web que presenta aspectos teórico-prácticos sobre cálculo de redes GPS. La figura 2 muestra el índice del tutorial, y la figura 3 una de las páginas del tutorial, la que explica esquemáticamente el procesado de líneas base y ajuste.



Figura 2. Índice tutorial *Aplicación del GPS al cálculo de redes geodésicas*.

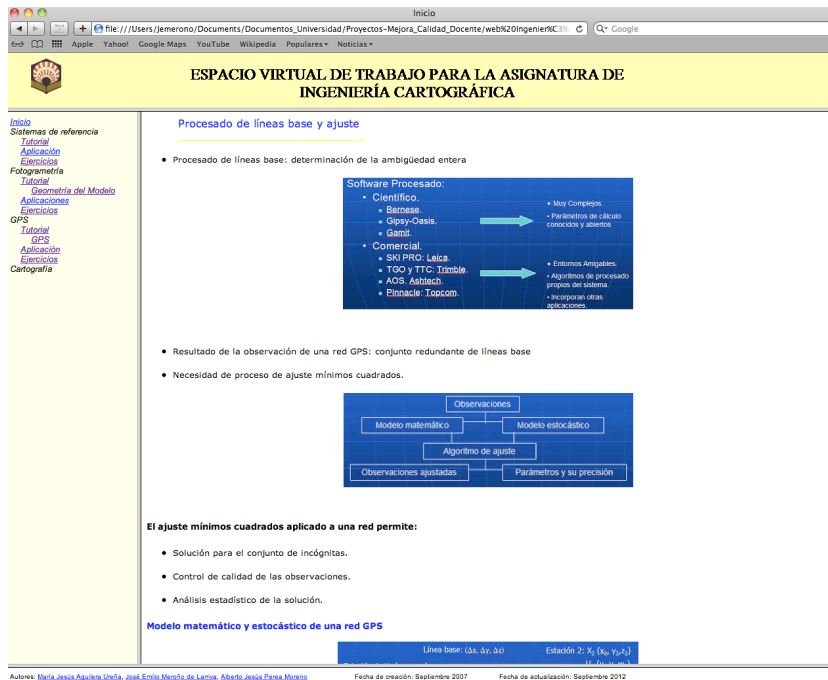


Figura 3. Procesado de líneas base y ajuste.

2. **Aplicación.** Dentro del Laboratorio Virtual de Fotogrametría, se ha desarrollado la aplicación UCORed-GPS. La aplicación proporciona una serie de herramientas que permiten resolver de forma rápida y operativa buena parte de los algoritmos matemáticos que componen el “*Método General de Calculo y Ajuste de Redes Geodesicas y Topografías observadas mediante técnicas GPS*” partiendo de las líneas base determinadas a través de software propietario de los receptores, exportadas a través de

estos a formato estándar de intercambio, dejando en manos del usuario el control de dichos procesos. El esquema de trabajo sobre el que se ha desarrollado esta aplicación está basado en Figura 4.

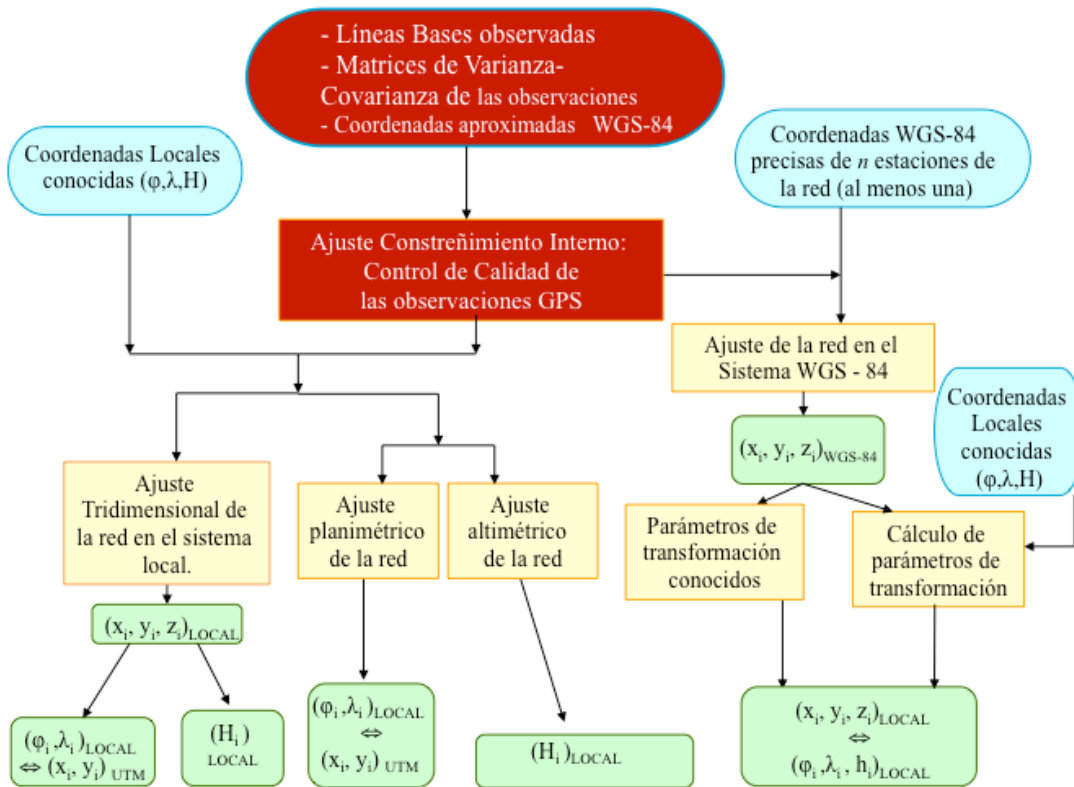


Figura 4. Esquema de ajuste de una red GPS. Diversas alternativas de calculo de coordenadas en distintos sistemas de referencia.

UCORed-GPS es una herramienta informática, una aplicación windows desarrollada con Embarcadero® Delphi® XE para el ajuste de redes geodésicas-topográfica observadas mediante GPS. A partir de la lectura de ficheros que contienen la solución de líneas bases GPS procesadas con distintos programas comerciales, realiza operaciones de ajuste siguiendo distintas metodologías:

- Ajuste de la red en modo flotante, como paso previo para controlar la calidad de las observaciones. En este ajuste se realiza dos test estadísticos:
 - Test Chi-cuadrado, para evaluar la precisión de la red en su totalidad.
 - Test de Baarda de detección de errores groseros en las observaciones. Se permite ir eliminando sucesivamente observaciones erróneas.
- Ajuste en el Sistema WGS-84, fijando las coordenadas de una o varias estaciones de la red en dicho sistema. Dichas coordenadas pueden entrar como puntos fijos, o como puntos fiduciales (precisión conocida).
- Ajuste en el sistema WGS84, como puntos de apoyo. Resuelve las coordenadas de puntos de apoyo, observados simultáneamente desde dos estaciones. En esta solución

no se hace un ajuste conjunto para todas las observaciones (como en la solución anterior), sino que se realizan ajustes independientes para cada uno de los puntos de apoyo.

- Ajuste de la red en el sistema local. Este es un ajuste que se resuelve de manera iterativa, introduciendo como incógnitas adicionales en el ajuste cuatro parámetros de transformación (factor de escala y tres rotaciones) para relacionar sistema local y global.
- Cálculo de los parámetros de transformación de la red, a partir de las coordenadas ajustadas en el sistema global y las coordenadas de un conjunto de estaciones de la red en el sistema local.
- Transformación de la red al sistema local, a partir de parámetros dados, o a partir de parámetros introducidos por el usuario.
- Ajuste de la red 2D+1D. Se realizan ajustes para las posiciones planimétricas y altimétricas, para pasar del sistema global al local:
 - Ajuste planimétrico de posiciones cartográfica UTM.
 - Ajuste 1d con modelo lineal o elipsoide paralelo al geoide.

La aplicación dispone de un programa para la representación gráfica de la red calculada, con opción de impresión.

Así mismo dispone de un módulo para el cálculo de cierre de triángulos, como paso previo al ajuste de la red. También tiene un gestos de estaciones y líneas base, que permite activar y desactivar líneas base/estaciones, así como la eliminación de las mismas.

A continuación se muestran algunas de las ventanas del Menu con las opciones mas representativas.

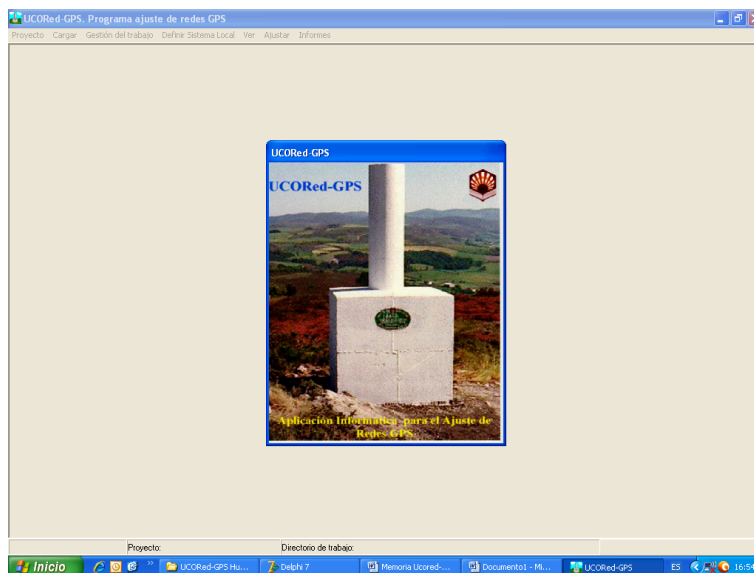


Figura 5. Menu de Inicio de la UCORed-GPS

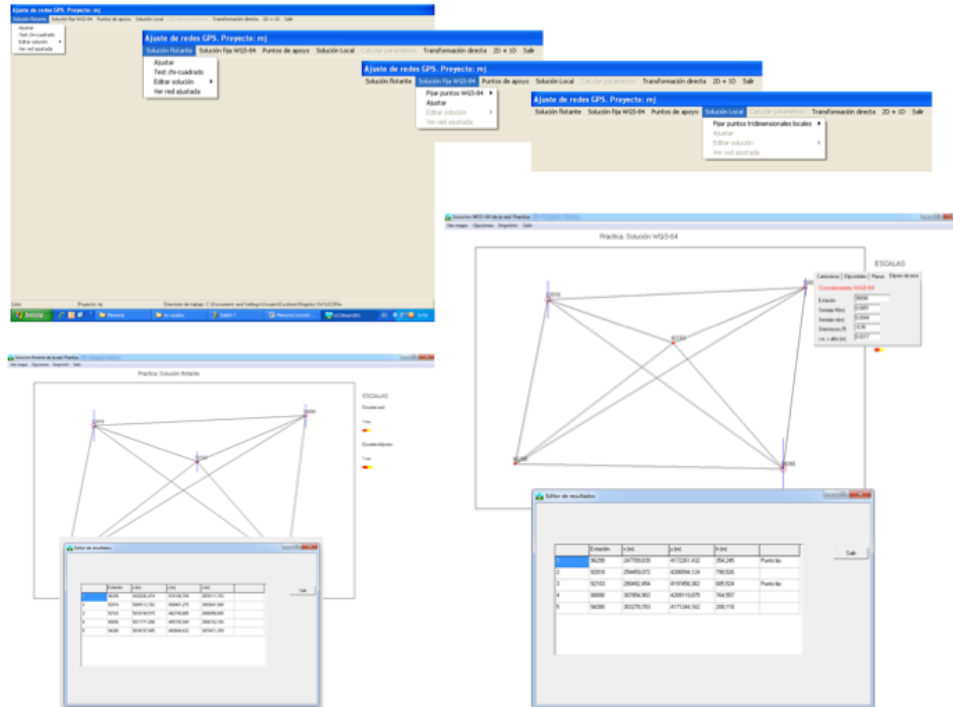


Figura 6. Distintas opciones de ajuste y de análisis de los resultados

3. **Ejercicios.** Aquí se accede a una página donde el alumno puede encontrar una práctica propuesta para realizar con la aplicación UCOred-GPS.exe para el ajuste de la red. Desde la página, el alumno puede descargar la aplicación, así como una serie de archivos con la información necesaria para resolver la práctica.

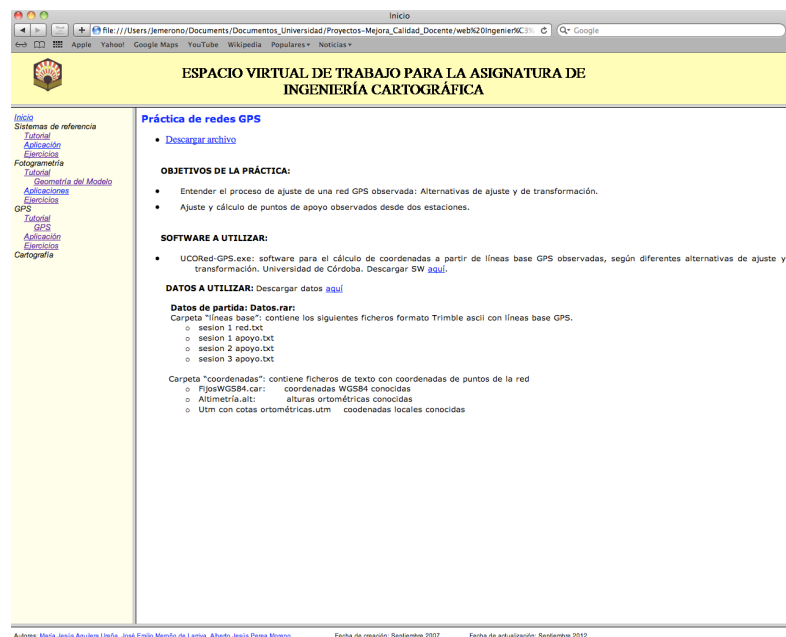


Figura 7. Página web con práctica propuesta.

El portal web desarrollado está disponible, de modo provisional, en la dirección <http://www.uco.es/users/falagurm/>. De manera definitiva, se hará disponible a los alumnos en un

futuro servidor web, en la dirección: http://150.214.111.205:8080/Ingeniería_Cart/. Así mismo, se manda en DVD una copia del contenido a la Unidad Técnica de Calidad.

6. Utilidad de la experiencia

La experiencia pretende tener una doble utilidad:

- Para el profesorado, pues con el desarrollo de la misma ha profundizado en la utilización de las nuevas tecnologías en el ámbito de la docencia, y en concreto en la docencia de la Fotogrametría dentro de la Ingeniería Cartográfica, disponiendo de una herramienta que facilita las clases prácticas del tema de Calculo y ajuste de redes GPS
- Para el alumno, que debe profundizar en el entendimiento de los procesos fotogramétricos. En este sentido se ha desarrollado materia docente, disponible de manera web para el alumnado de la asignatura de Ingeniería Cartográfica de las titulaciones Ingeniero Agrónomo e Ingeniero de Montes, que se extenderá en la asignatura Cartografía y Fotogrametría del Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural.

7. Autoevaluación de la experiencia.

Una vez desarrollada la herramienta, su evaluación se realizará, como se ha comentado en la última fase de la metodología, con su implementación dentro de las clases prácticas de la asignatura Ingeniería Cartográfica, asignatura optativa en las titulaciones de Ingeniero Agrónomo e Ingeniero de Montes, en el primer cuatrimestre del próximo curso académico.

Para el seguimiento de la práctica por parte del profesorado, dicha práctica se realizará en un aula de informática, con conexión a red, donde el alumno deberá realizar varias tareas:

- a. Seguir el tutorial de Ajuste de redes GPS.
- b. Descargar y ejecutar programa UCORed-GPS.exe, así como realizar la práctica propuesta.
- c. Mandar resultados de los ejercicios, vía e-mail, al profesor, así como encuesta sobre utilización y aprovechamiento de la práctica.

Se ha diseñado, de manera provisional, la siguiente encuesta a rellenar por el alumnado a la finalización de la práctica:

Encuesta realizada sobre la utilización del Laboratorio Virtual de Iniciación a la Fotogrametría. Geometría del Modelo.

1. ¿Los recursos didácticos del Laboratorio Virtual utilizados refuerzan la comprensión del tema de Calculo y Ajuste de Redes GPS?
1 2 3 4 5
2. Evalúe la facilidad de uso del Laboratorio Virtual
1 2 3 4 5
3. Indique el nivel de dificultad encontrado al ejecutar la aplicación UCORed-GPS
4. La realización de la práctica de Ajuste de redes GPS, ¿le ha ayudado a entender los conceptos relacionados con el calculo de las coordenadas de la red y evaluación de la precisión de las mismas?

5. ¿Qué mejoraría del Laboratorio Virtual de Iniciación a la Fotogrametría?

6. Indique cualquier observación u opinión sobre el Laboratorio Virtual de Iniciación a la fotogrametría

Repetidor

No repetidor

En base a esta información, el profesor extraerá información de la utilidad del Laboratorio Virtual desarrollado, así como de las deficiencias o puntos en los que se podrá mejorar la experiencia, como punto de partida para la continuación de la línea de trabajo referente a la implementación de Laboratorios Virtuales para las disciplinas de Ingeniería Cartográfica.

8. Bibliografía

- Aguilera, M.J. *Desarrollo de una metodología del cálculo de redes geodésicas observadas mediante GPS: análisis de la influencia de los métodos de cálculo en la precisión*. Tesis Doctoral. Servicio de Publicaciones Universidad de Córdoba. 2003.
- Cartesia.org. *La enseñanza de la cartografía en la era digital*. <http://www.cartesia.org>
- Bravo Ramos, J.L. *La Formación virtual como parte de la respuesta metodológica ante las exigencias del Espacio Europeo de Educación Superior*. Educaweb. <http://www.educaweb.com>
- Candelas, F.A. et al. *Laboratorio Virtual Remoto para Robótica y Evaluación de su Impacto en la Docencia* <http://riai.isa.upv.es/Vol1Num2Abs.htm>
- Leick, A. Et al. *GPS Satellite Surveying*, Ed. John Wiley & Sons, 2003.
- Seeber, G. *Satellite Geodesy*; Ed. Walter de Gruyter, 2003.

Córdoba, Septiembre de 2012.