



UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
ESCUELA DE TOPOGRAFÍA, CATASTRO Y GEODESIA

INGENIERÍA EN TOPOGRAFÍA Y GEODESIA, CÓDIGO TGF416
PROGRAMA DEL CURSO DE
AJUSTE I

Nombre del curso	AJUSTE I
Tipo de Curso	Regular
Código del curso	TGF416
Nivel y Grado Académico	III, Bachillerato
Período lectivo	II Semestre 2022
Modalidad	16 semanas (en formato Presencial)
Naturaleza	teórico – práctico
Créditos	3
Horas totales semanales	8
Horas del curso	3 (viernes 18:00-21:00)
Horas docentes	3
Horas de atención al estudiante	1 (viernes 17:00-18:00)
Requisitos	Probabilidad y Estadística, Algebra Lineal
Correquisitos	Ninguno
Docente:	MSc. Manuel Ramírez Núñez manuel.ramirez.nunez@una.cr

En esta Universidad nos comprometemos a prevenir, investigar y sancionar el hostigamiento sexual entendido como toda conducta o comportamiento físico, verbal, no verbal escrito, expreso o implícito, de connotación sexual, no deseado o molesto para quien o quienes lo reciben, reiterado o aislado. Si usted está siendo víctima de hostigamiento diríjase a la Fiscalía de Hostigamiento Sexual de la UNA o llame al teléfono: 2277-3961.

PLAN DE TRABAJO

I. Descripción del curso

Este curso tiene un carácter teórico-práctico, desarrolla la aplicación de conceptos estadísticos en los trabajos topográficos y geodésicos, así como la formulación matemática y la aplicación de la ley general de propagación de errores y el ajuste amarrado de observaciones mediatas basados en el principio de mínimos cuadrados de Gauss. Se desarrollan las metodologías para la determinación del valor más probable y la desviación estándar de redes geodésicas en una y dos dimensiones.

El componente práctico del curso tiene como meta lograr una mejor comprensión y asimilación del conocimiento por parte del estudiantado, mediante la realización de sesiones prácticas de gabinete. En ellas, el estudiantado identificará las cuestiones teóricas planteadas con anterioridad y resolverá los problemas técnicos y prácticos de una forma experimental, profundizando en el análisis de la calidad

de los datos, mediante el cual se dará solución a un problema concreto. Se utilizan programas de cómputo especializado como MathCad, Matlab, Octave y SCILab.

II. Objetivos

2.1 Objetivo general

Desarrollar destrezas y habilidades para el ajuste de redes geodésica en 1D y 2D, mediante el principio de mínimos cuadrados y conceptos estadísticos, para la determinación del valor más probable e información estocástica de las incógnitas y observaciones.

2.2 Objetivos específicos

Al final del curso el estudiante será capaz de:

1. Calcular la desviación estándar de una variable estimada de forma indirecta mediante la aplicación de la ley general de propagación de errores y conceptos estadísticos, para el análisis de cómo se propagan los errores desde las observaciones hasta los resultados.
2. Aplicar el álgebra lineal en los algoritmos para el ajuste de redes geodésicas y propagación de errores, facilitando su cálculo y análisis.
3. Determinar el promedio simple o pesado de una serie de observaciones de la misma variable, mediante la aplicación del algoritmo de observaciones directas, estimando su valor más probable.
4. Establecer las observaciones ajustadas que definen una red geodésica, a través de la aplicación del algoritmo de ajuste por mediatas, obteniendo el valor más probable de las mismas y su información estocástica.
5. Comprobar las coordenadas ajustadas que definen los vértices de red geodésica, mediante la aplicación del algoritmo de ajuste por mediatas, obteniendo el valor más probable de las mismas y su información estocástica.
6. Aplicar criterios estadísticos para el análisis de los resultados del ajuste, por medio de la utilización de pruebas estadísticas y distribuciones de probabilidad.

III. Contenido temático

1 Conceptos fundamentales

- 1.1 Concepto de matriz y vector
- 1.2 Suma, resta y multiplicación de matrices
- 1.3 Inversa de una matriz
 - 1.3.1 Condiciones para calcular la inversa de una matriz
- 1.4 Series de observaciones: angulares, lineales y otras
- 1.5 Organización de observaciones topográficas y geodésicas en vectores
- 1.6 Errores que afectan las observaciones topográficas y geodésicas
 - 1.6.1 Errores groseros

- 1.6.2 Errores sistemáticos
- 1.6.3 Errores aleatorios
- 1.7 Introducción a las técnicas para la identificación de errores groseros y sistemáticos en series de observaciones, con métodos estadísticos y técnicas de inspección de datos
- 2 Definición de conceptos y nomenclatura estadística**
 - 2.1 Promedio simple y promedio pesado de una serie de observaciones
 - 2.2 El concepto del valor verdadero
 - 2.3 Valor más probable de una serie de observaciones
 - 2.4 Varianza y desviación estándar de una serie de observaciones
 - 2.5 Coeficiente de correlación entre observaciones
 - 2.6 Histogramas para representar series de observaciones geodésicas
 - 2.7 Funciones de distribución y de densidad
 - 2.7.1 Exactitud y precisión
 - 2.7.2 Distribución normal de Gauss
 - 2.7.3 Interpretación del valor más probable, valor verdadero y errores
 - 2.7.4 Implicaciones estadísticas de la campana de Gauss
 - 2.8 Intervalos y regiones de confianza
 - 2.8.1 Intervalos y regiones de confianza para analizar observaciones geodésicas
 - 2.8.2 Concepto y uso de elipses de confianza
 - 2.9 Aplicación de test estadísticos en geodesia
 - 2.9.1 Concepto del test global del ajuste
 - 2.9.2 Concepto del test de errores groseros
- 3 Propagación de errores**
 - 3.1 Funciones lineales
 - 3.2 Funciones no lineales
 - 3.3 Aplicación del concepto de propagación de errores en los trabajos topográficos y geodésicos
 - 3.4 Casos prácticos
 - 3.4.1 Error de coordenadas rectangulares calculadas con azimut y distancia
 - 3.4.2 Error del azimut y la distancia a partir de coordenadas rectangulares
 - 3.4.3 Error en la determinación de una diferencia de nivel y una altura
 - 3.4.4 otros casos prácticos
- 4 Ajuste de observaciones directas**
 - 4.1 Planteamiento del problema
 - 4.2 Fundamento matemático y algoritmo
 - 4.3 Variantes en el algoritmo, introduciendo el concepto de peso
 - 4.4 Casos prácticos
 - 4.4.1 Ajuste de observaciones directas en una serie de mediciones de distancias
 - 4.4.2 Ajuste de observaciones directas en una serie de mediciones de ángulos
 - 4.4.3 Otros casos practicas
- 5 Ajuste amarrado de observaciones mediatas**
 - 5.1 El modelo matemático
 - 5.1.1 El modelo funcional

- 5.1.2 El modelo estocástico
- 5.2 Algoritmo del ajuste de observaciones mediatas
 - 5.2.1 Ecuaciones de observación
 - 5.2.2 Selección del modelo estocástico
 - 5.2.3 Linealización de las ecuaciones de observación
- 5.3 Casos prácticos
 - 5.3.1 Ajuste de observaciones mediatas amarrado de una red de nivelación
 - 5.3.2 Ajuste de observaciones mediatas amarrado de una red de trilateración
 - 5.3.3 Ajuste de observaciones mediatas amarrado de una red de triangulación
 - 5.3.4 Ajuste de observaciones mediatas amarrado de una red que combine observaciones lineales y angulares
 - 5.3.5 Otros casos prácticos
- 5.4 Aplicación del test global para validar los resultados del ajuste

IV. Estrategia Metodológica

- Estrategia pedagógica: Está orientada hacia la construcción de conocimiento en forma participativa, a partir de la investigación de desarrollos conceptuales y prácticos de la temática y sus tendencias, para luego compartirlas a través de exposiciones de tipo magistral
- Descripción de la metodología: El curso es de 3 horas contacto, de las cuales dos se emplearán para explicar y compartir los conceptos teóricos fundamentales y una se dedica al desarrollo práctico de habilidades y destrezas en la aplicación de esos conceptos teóricos previamente estudiados, para la solución de situaciones concretas relacionadas con el ajuste de redes geodésicas. Dada la naturaleza teórico-práctica del curso, se fomenta el trabajo individual y en equipo, tanto el docente como los estudiantes asumen un rol muy activo.

Además:

- Las sesiones de clase se realizarán de manera presencial.
- El entorno virtual del curso es en la plataforma Microsoft Teams, allí se pondrán a disposición documentos, avisos y se utilizará para la entrega de tareas, laboratorios y proyectos. Adicionalmente se utilizará el correo (email) institucional oficial de la Universidad Nacional.
- El profesor:
 - Realiza una sesión de clase presencial de acuerdo con el contenido de cada sesión y la disponibilidad de recursos tecnológicos tanto del profesor como de los estudiantes
 - Crea un video y/o documento para cada sesión de clase de teoría, práctica, proyecto e investigación incluyendo la explicación y discusión del material teórico, así como las demostraciones necesarias con software especializado.
 - Envía a los estudiantes vía Microsoft Teams el material de cada sesión (video, documentos adicionales, etc.), esto previo o durante el horario asignado para cada clase

- Recibe vía Microsoft Teams las consultas de los estudiantes y las responde también en esta plataforma
- Los estudiantes:
 - Asisten a clases en el horario oficial del curso para ver y analizar los materiales enviados, realizar asignaciones y/o participar de la clase.
 - **Clase de teoría:** Redactan un resumen con al menos 3 de los principales temas tratados en cada clase, incluyendo el concepto de cada uno de acuerdo con la explicación del profesor
 - **Investigación:** Realizan el análisis del material propuesto y redactan conclusiones, para envío en Microsoft Teams o exposición de acuerdo con la indicación del profesor
 - **Práctica:** Redactan un manual detallado de procesos y/o lo que se les solicite con base en los materiales de cada práctica
 - **Proyecto:** Realizan las actividades solicitadas y redactan conclusiones, para envío en Microsoft Teams o exposición de acuerdo con la indicación del profesor
 - Responden en Microsoft Teams para cada asignación (sesión de teoría, práctica, proyecto e investigación) en el plazo de tiempo indicado para cada caso.

V. Estrategia Evaluativa

Detalle	Porcentaje %	Fecha de entrega/realización
Examen parcial 1 Temas 1, 2, 3 y 4	30%	30/09/2022
Examen parcial 2 Temas 5	30%	04/11/2022
Diccionario técnico	10%	11/11/2022
Laboratorios	20%	Ver cronograma
Proyecto final	10%	18/11/2022
TOTAL	100	

A continuación, el detalle de cada actividad descrita

1. **Examen parcial 1 y 2:** Se realizarán dos exámenes parciales, los mismos son de carácter teórico-práctico, es decir en ellos se evaluarán los conocimientos de los estudiantes mediante preguntas teóricas como también la solución de problemas prácticos del ajuste. El examen parcial 1 abarca los contenidos 1 y 2 del curso, mientras que el examen parcial 2 abarca los contenidos 3 y 4. Los exámenes son acumulativos y obligatorios dando énfasis en la materia nueva. Una semana antes del examen se especificarán los recursos permitidos para la realización de este. En cada examen se asume que los estudiantes han realizado **TODAS LAS PRACTICAS, LABORATORIOS Y ACTIVIDADES SOLICITADAS**. Se realizarán interrogantes a través de los cuales el estudiantado debe demostrar de manera teórico-práctica y analítica el logro de los objetivos vistos en las clases. Se aplica para detectar la eficacia en el desarrollo de actividades reales.

Forma de evaluación: Cada de una de las preguntas del examen tendrá un valor determinado, en función de su grado de complejidad y análisis requerido. Luego de la comparación de la solución del docente con la del estudiantado, así como el análisis de los resultados obtenidos, el docente asignará el puntaje a la respuesta y sumará el puntaje total, para luego obtener la calificación total y el porcentaje obtenido por parte del estudiantado.

- Diccionario Técnico:** Los estudiantes elaborarán un diccionario técnico, en el cual definirán los conceptos más relevantes de la temática tratada durante el curso, esto lo harán durante el desarrollo del curso y deberán presentar avances parciales a petición del Profesor. Para cada termino técnico se deberá incluir una definición además de graficas que permitan definir de forma clara cada termino. Los estudiantes deberán entregar un documento con los resultados de su investigación. El profesor entrega una guía para la elaboración de la investigación.

El diccionario técnico se califica con la siguiente rúbrica:

<i> criterio</i>	<i> Excelente (4)</i>	<i> Bueno (3)</i>	<i> Satisfactorio (2)</i>	<i> Deficiente (1)</i>
<i> Organización</i>	Los conceptos se presentan en orden lógico. Tiene coherencia y presenta fluidez en la transición de las ideas. El orden de los párrafos refuerza el contenido.	Los conceptos se presentan en orden lógico. Tiene coherencia y presenta fluidez en la transición de las ideas. El orden de los párrafos medianamente refuerza el contenido.	Los conceptos se presentan en orden lógico. Tiene coherencia, pero la transición de las ideas entre los párrafos no se presenta con fluidez. El orden y las ideas refuerzan limitadamente el contenido.	Los conceptos no se presentan en orden lógico. No tiene coherencia, las transiciones entre párrafos es pobre o ninguna y el orden de los párrafos no refuerza el contenido. Los espacios en blanco no son suficientes para contribuir a la organización.
<i> Gramática</i>	No tiene errores ortográficos, de acentuación o de conjugación de verbos. Voz activa, apropiada para el tema y la audiencia.	Tiene muy pocos errores ortográficos, de acentuación o conjugación de verbos. Voz activa, apropiada para el tema y la audiencia, pero puede transmitir el mensaje.	Tiene errores ortográficos, de acentuación o conjugación de verbos. La voz no es activa y es poco apropiada para el tema y la audiencia. Los errores distraen al lector. Muestra falta de cuidado.	Tiene muchos errores que distraen considerable o totalmente al lector.
<i> Contenido</i>	Todos los conceptos que se presentan tienen relación directa con la temática del curso. Las ideas se presentan con claridad y objetividad. Éstos no se repiten ni se	Casi todos los conceptos que se presentan tienen relación directa con la temática del curso y se presentan con bastante claridad y	Una buena cantidad de conceptos que se presentan tienen relación con la temática del curso. Éstos deben presentarse con mayor	Los conceptos que se presentan tienen poca o ninguna relación con la temática, están pobremente definidos, no son

	<p>presentan lagunas.</p> <p>Se utilizan todas las gráficas necesarias para mejorar la comprensión del tema</p>	<p>objetividad. Éstos no se repiten ni se presentan lagunas.</p> <p>En algunos conceptos no se utilizan las gráficas necesarias para mejorar la comprensión del tema</p>	<p>claridad u objetividad. Algunas ideas se repiten.</p> <p>En muy pocos conceptos se utilizan las gráficas necesarias para mejorar la comprensión del tema</p>	<p>claros ni se presentan con objetividad. Muchas ideas se repiten.</p> <p>En ninguno de los conceptos se utilizan las gráficas necesarias para mejorar la comprensión del tema</p>
<i>Fuentes de consulta</i>	<p>Se incluyen citas textuales, paráfrasis y resúmenes. Estas se hacen de acuerdo con lo planteado por APA 7.</p>	<p>Se incluyen citas textuales, paráfrasis y resúmenes, pero la minoría de estas no se hacen de acuerdo con lo planteado por APA 7.</p>	<p>Se incluyen citas textuales, paráfrasis y resúmenes, pero la mayoría de estas no se hacen de acuerdo con lo planteado por APA 7.</p>	<p>No se incluyen citas textuales, paráfrasis ni resúmenes.</p>
<i>Formato general</i>	<p>El documento tiene entre 40 y 30 conceptos.</p> <p>Cada concepto tiene al menos dos párrafos en su definición.</p> <p>Se utiliza letra adecuada, presenta imágenes acertadas y rotuladas, en caso de empleo de cuadros con formato pertinente.</p>	<p>El documento tiene entre 30 y 20 conceptos.</p> <p>Cada concepto tiene al menos dos párrafos en su definición.</p> <p>Se utiliza letra adecuada, presenta imágenes acertadas y rotuladas, en caso de empleo de cuadros con formato pertinente.</p>	<p>El documento tiene entre 20 y 10 conceptos.</p> <p>Cada concepto no tiene al menos dos párrafos en su definición.</p> <p>Se utiliza muchas fuentes y usa tamaños diferentes que distraen la comprensión del contenido.</p>	<p>El documento tiene entre 9 y 1 conceptos.</p> <p>Cada concepto no tiene al menos dos párrafos en su definición.</p> <p>Se utiliza muchas fuentes sin organización que no permiten la comprensión.</p>
<i>Aplicación de normas APA 7</i>	<p>Presenta una lista de mínimo 5 fuentes consultadas. (Cumple con todos los requerimientos de APA 7. Las fuentes de consulta incluyen medios físicos y electrónicos, además incluye revistas, libros y documentos de sitios Web.</p>	<p>Presenta una lista de mínimo 4 fuentes consultadas. (Cumple con todos los requerimientos de APA 7. Las fuentes de consulta no incluyen medios físicos y electrónicos, o revistas, libros y documentos de sitios Web.</p>	<p>Presenta una lista de 3 fuentes consultadas, (Cumple con todos los requerimientos de APA 7. Las fuentes de consulta no incluyen medios físicos y electrónicos, o revistas, libros y documentos de sitios Web.</p>	<p>Presenta una lista de menos de 3 fuentes consultadas y /o no cumple con todos los requerimientos de APA 7. O las fuentes de consulta no incluye medios físicos y electrónicos, o revistas, libros y documentos de sitios Web.</p>
PUNTAJE TOTAL				

3. **Laboratorios:** estos consisten en la solución de problemas de cálculo y de procedimiento, mediante el uso del programa de preferencia por parte del estudiantado y el uso de herramientas en línea o actividades de investigación orientadas a complementar lo visto en el curso. Los laboratorios deben ser desarrolladas en las clases previstas, los mismos constan de la solución de ejercicios relacionados con las temáticas desarrolladas en el curso. El profesor hará una evaluación del desempeño de los estudiantes en cada una de las prácticas mediante preguntas y un análisis con los estudiantes. El estudiante deberá realizar un informe de cada uno de los laboratorios.

Forma de evaluación: para cada uno de los laboratorios, cada de una de las preguntas tendrá un valor determinado, en función de su grado de complejidad y análisis requerido. Luego de la comparación de la solución del docente con la del estudiantado, así como el análisis de los resultados obtenidos, el docente asignará el puntaje a la respuesta y sumará el puntaje total, para luego obtener la calificación total y el porcentaje obtenido por parte del estudiantado.

4. **Proyecto final:** Se realizará un proyecto final, mismo que consiste en la elaboración por parte del estudiante de un programa de cómputo basado en Matlab/Octave, que permita el ajuste de redes geodésicas 1D y 2D. El estudiante deberá ir desarrollando el código del programa conforme avanza el tratamiento de los temas en cada clase del curso. El estudiante deberá entregar un documento final con el código del programa desarrollado, además deberá realizar una presentación de la ejecución de este. El Profesor le proporcionará datos de prueba al estudiante, con ellos el estudiante deberá ejecutar el programa, los resultados obtenidos se compararán con los resultados del profesor para verificar el funcionamiento correcto del programa. El profesor durante el desarrollo del curso entregara a los estudiantes una guía para la elaboración de proyecto final.

El programa creado deberá ser presentado en el horario de clase, el día 18 de noviembre. Cada estudiante deberá preparar y entregar un reporte con la descripción del programa, el código fuente, manual y anexo con las pruebas realizadas por el estudiante para verificar el buen funcionamiento del sistema. Los requerimientos que debe cumplir el programa son los siguientes:

- a. Calcular la Matriz de varianza-covarianza de las observaciones.
- b. Calcular la Matriz de pesos.
- c. Definir el Vector de observaciones (L)
- d. Calcular el Vector de Observaciones Aproximadas (Lo)
- e. Calcular el Vector de Observaciones reducidas (l)
- f. Calcular la Matriz de configuración (A)
- g. Calcular la Matriz de ecuaciones normales (N)
- h. Calcular la Matriz de ecuaciones normales (N)
- i. Calcular la Matriz de varianza-covarianza de las incógnitas Q_{xx}
- j. Calcular la Matriz de ecuaciones normales reducida(n)
- k. Calcular el Vector de incógnitas reducidas y ajustadas (\hat{x})
- l. Calcular el Vector de incógnitas ajustadas (\hat{X})

- m. Calcular el Vector de Observaciones ajustadas (\hat{L})
- n. Calcular el Vector de residuos (v).
- o. Calcular la desviación estándar de la unidad de pesos a posteriori.
- p. Calcular la Matriz de Varianza-covarianza de las observaciones ajustadas.
- q. Realizar la prueba global del ajuste.

El proyecto se califica con la siguiente rúbrica:

Productos a entregar (sin excepción):

- 1) (20 pts) Reporte formal del proyecto, el cual deberá incluir las siguientes secciones:
 - a) Portada
 - b) Introducción
 - c) Marco teórico
 - d) Descripción del programa.
 - e) Manual de uso.
 - f) Código fuente
 - g) Pruebas de funcionamiento.
 - h) Conclusiones.
- 2) (20 pts) Presentación del proyecto.
- 3) (60 pts) Pruebas de ejecución del programa con datos de prueba.

El **reporte formal del proyecto** se califica con la siguiente rúbrica:

Ítem	Valor	Porcentaje obtenido:
Cumplimiento de las pautas dadas para el formato del documento escrito	2%	
Pertinencia y calidad de la información presentada en el documento	2%	
Ortografía y gramática	2%	
Uso adecuado de imágenes y cuadros	2%	
Referencias bibliográficas	2%	
Incluye el código fuente	4%	
Pruebas de funcionamiento	6%	
Total:	20%	

La **presentación del proyecto** se calificará de la siguiente manera:

Rúbrica	Excelente 4 pts.	Satisfactorio 3 pts.	Puede mejorar 2 pts.	No cumple lo mínimo requerido 1 pt.
Formalidad de la presentación	Modula correcta y apropiadamente el tono de voz. Su presentación personal demostraba la seriedad de su trabajo	Modula apropiadamente el tono de voz. Su presentación personal demostraba la seriedad de su trabajo	Su presentación personal demostraba la seriedad de su trabajo	No le dio ninguna formalidad a su exposición
Dominio del tema	Habló con fluidez demostrando conocimiento del tema Uso los apoyos visuales para guiar a los espectadores	Leyó un poco de las diapositivas, pero habló fluidamente Uso los apoyos visuales para guiar a los espectadores	Mencionó únicamente lo que había en la presentación leyéndolas	Demostró claramente que no había preparado el tema
Organización	Presenta de forma organizada el contenido del tema. Tiene un orden adecuado de la presentación de ideas	Presenta de forma organizada el contenido del tema. Tiene un orden regular de la presentación de ideas	Presenta de forma organizada el contenido del tema. Tiene un orden deficiente de la presentación de ideas	No se organiza, no tiene un orden lógico de presentación de ideas.
Asignación del tiempo	Consideró el empleo del tiempo en el intervalo de 1:30-1'	Consideró el empleo del tiempo en el intervalo de 1:00-0:30'	Consideró el empleo del tiempo en el intervalo inferior a 0:30-0:01'	Consideró el empleo del tiempo en el intervalo superior a 1:30'
Total 20 de Puntos				

Las **Pruebas de ejecución del programa** con datos de prueba se calificará de la siguiente forma:

El Profesor le proporcionará datos de prueba al estudiante, con ellos el estudiante deberá ejecutar el programa, los resultados obtenidos se compararán con los resultados del profesor para verificar el funcionamiento correcto del programa.

Ítem	Valor	Porcentaje obtenido:
El programa lee de forma correcta los datos de prueba	5%	
El programa presenta los resultados de forma legible	5%	
Calcula de forma correcta las incógnitas ajustadas	20%	
Calcula de forma correcta la desviación estándar de las incógnitas y observaciones	20%	

ajustadas		
Calcula de forma el test global de ajuste	10%	
Total:	60%	

Además:

- Todas las actividades evaluativas tienen carácter obligatorio y su descripción se detallará en documentos adicionales previo a su realización.
- El curso se aprueba con nota igual o superior a 7.0
- La asistencia a clases es obligatoria, el estudiante que falte a dos o más clases sin justificación pierde el curso con nota 5.

VI. Cronograma de Actividades

Sesión	Fecha	Contenido	Actividades	Modalidad	Recursos didácticos
1	12/08/22	Presentación y programa del curso Tema 1, 2	Clase Teoría Presentación programa del curso Laboratorio 1	presencial	Equipo multimedia Microsoft Teams ® Acceso a internet
2	19/08/22	Tema 1, 2	Clase Teoría Laboratorio 1	presencial	Equipo multimedia Microsoft Teams ® Acceso a internet
3	26/08/22	Tema 3	Clase Teoría Laboratorio 2	presencial	Equipo multimedia Microsoft Teams ® Acceso a internet
4	02/09/22	Tema 3	Clase Teoría Laboratorio 3	presencial	Equipo multimedia Microsoft Teams ® Acceso a internet
5	09/09/22	Tema 3,4	Clase Teoría Laboratorio 3	presencial	Equipo multimedia Microsoft Teams ® Acceso a internet
6	16/09/22	Tema 4	Clase Teoría Laboratorio 4	presencial	Equipo multimedia Microsoft Teams ® Acceso a internet
7	23/09/22	Tema 4,5	Clase Teoría Laboratorio 4	presencial	Equipo multimedia Microsoft Teams ® Acceso a internet
8	30/09/22	Temas 1,2,3,4 Examen parcial 1	Examen parcial 1	presencial	Resumen teoría
9	07/10/22	Tema 5	Clase Teoría Laboratorio 5	presencial	Microsoft Teams ® Acceso a internet
10	14/10/22 Semana Universitaria	Tema 5	Clase Teoría Laboratorio 5	presencial	Microsoft Teams ® Acceso a internet
11	21/10/22	Tema 5	Clase Teoría Laboratorio 6	presencial	Microsoft Teams ® Acceso a internet
12	28/10/22	Tema 5	Clase Teoría Laboratorio 7	presencial	Microsoft Teams ® Acceso a internet
13	04/11/22	Tema 5 Examen parcial 2	Examen parcial 2	presencial	Microsoft Teams ® Acceso a internet
14	11/11/22	Diccionario técnico	Entrega y presentación Diccionario técnico	presencial	Equipo multimedia Acceso a internet
15	18/11/22	Tema 5 Proyecto final	Entrega proyecto final	presencial	Equipo multimedia Acceso a internet
16	25/11/22	Eval. Finales	Eval. Finales	presencial	Resumen teórico

El cronograma es tentativo, las fechas pueden variar en función del grado de avance de la persona estudiante en la asimilación de los contenidos del curso.

VII. Bibliografía

1. Awange, J. (2010). Algebraic geodesy and geoinformatics. Berlin: Springer
2. Bomford, G. (2010). Geodesy. Oxford, Inglaterra: University
3. Caspary, W.F. (2000). Concepts of Networks and Deformations Analysis. School of Geomatic Engineering. Universidad New South Wales. Australia
4. Chueca Pazos, M. A. Anquela y S. Baselga. (2007). Diseño de Redes y Control de Deformaciones. Los problemas de del datum y principal de diseño. Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría. ETSI Geodésica, Cartográfica y Topografía.
5. Chueca, M. José Herráez y José Berné, 1996. Teoría de errores e instrumentación. Paraninfo S.A. Madrid, España.
6. Corvian, E & Puente, V. (2013), Fundamentos del Ajuste de Observaciones Topográficas. España: Ediuno Universitarios
7. Kuang, Shanlong. (1996). Geodetic Network Analysis and optimal design, concepts and aplicaciones. SAMS publications, IL, USA.
8. Lu, Z., Qu, Y., & Qiao, S. (2014). Geodesy: Introduction to Geodetic Datum and Geodetic Systems. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg
9. Mikhail, E. y G. Gracie. (1981). Analysis and adjustment of survey measurements. Van Nostrand Reinhold Company, New York, Estados Unidos.
10. Ogaja, C. (2020). Introduction to GNSS Geodesy : Foundations of Precise Positioning Using Global Navigation Satellite Systems. Springer Cham. DOI : <https://doi.org/10.1007/978-3-030-91821-7>
11. Rodríguez, J. (2012). Ajuste de Observaciones: El Método de los Mínimos Cuadrados con Aplicaciones a la Topografía. España: Ediciones UPC.
12. Rodríguez Jordana, J. (2002). Ajuste de observaciones: El método de los mínimos cuadrados con aplicaciones a la topografía. Ediciones UPC. Universidad Politécnica de Cataluña. España.
13. Roldán, J. (1988). Ajuste 1. Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.
14. Roldán, J. (1988). Ajuste 2. Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.
15. Sanchez, B. & García, S. (2012). Ajuste de Observaciones Geodésicas. (1ª Ed). España: Aula Magna
16. Sideris, M. (2020). Encyclopedia of Geodesy. Springer Cham. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-02370-0>
17. Teunissen, P.G.J. (2003). Adjustment Theory: an introduction. Delft, The Netherlands: Delf University of Technology.
18. Wright, T. (2011). The adjustment of observations by the method of least squares with applications to geodetic work. New York: D. Van Nostrand
19. Velasco-Gómez, Jesús & Herrero-Tejedor, Tomás & Molina, Iñigo & Herrera, Juan & Pérez-Martín, Enrique & Prieto, Juan. (2015). Metodología de diseño, observación y cálculo de redes geodésicas interiores en túneles de ferrocarril de alta velocidad. Informes de la Construcción. Vol 67. 10.3989/ic.13.172.

VIII. Información adicional

- La asistencia a clases es obligatoria, el estudiante reprueba el curso con tres ausencias injustificadas (que no corresponden a enfermedad comprobada o fuerza mayor)
- En caso de ausencia a alguna evaluación se aplica lo indicado en el Reglamento de Evaluación de la UNA u otro aplicable.
- Todas las actividades evaluativas tienen carácter obligatorio y su descripción se detallará en documentos adicionales previo a su realización.
- El curso se aprueba con nota igual o superior a 7.0

<i>Firma del docente</i>	<i>Firma de la Dirección y Sello de la ETCG</i>
MSc. Manuel Ramírez Núñez	MEd. Gabriela Cordero Gamboa