

**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**  
**ESCUELA DE TOPOGRAFÍA, CATASTRO Y GEODESIA**  
**BACHILLERATO EN INGENIERÍA EN TOPOGRAFÍA Y CATASTRO BA-TOPOGR**



**INGENIERÍA EN TOPOGRAFÍA Y GEODESIA, CÓDIGO TGF420**  
**PROGRAMA DEL CURSO DE**  
**AJUSTE 2**



Nombre del curso	<b>AJUSTE 2</b>
Tipo de Curso	Regular
Código del curso	<b>TGF420</b>
Nivel y Grado Académico	IV, Bachillerato
Período lectivo	I Semestre 2023
Modalidad	18 semanas en formato Presencial
Naturaleza	teórico – práctico
Créditos	3
Horas totales semanales	8
Horas del curso	1 Teoría lunes 18:00-19:00, 2 Práctica lunes 19:00-21:00 5 Estudio Independiente
Horas docentes	3
Horas de atención al estudiante	1 (lunes 17:00-18:00)
Requisitos	Ajuste I
Correquisitos	Ninguno
Docente:	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 y desarrolla la aplicación de conceptos estadísticos en los trabajos topográficos y geodésicos basados en el principio de mínimos cuadrados de Gauss, aplicando el concepto el ajuste libre para el tratamiento de observaciones y depuración del modelo funcional y el modelo estocástico del ajuste. Se desarrolla la aplicación del algoritmo

de ajuste de observaciones mediatas como herramienta para el diseño y optimización de redes geodésicas horizontales y verticales. Además, se presenta cómo ampliar el modelo funcional del ajuste para considerar parámetros adicionales, como factor de escala o errores de centrado.



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 deberá resolver situaciones específicas donde tendrá que identificar las cuestiones teóricas planteadas con anterioridad y resolverá los problemas técnicos y prácticos de una forma experimental utilizando programas de cómputo especializado, como: MathCad, Matlab, Octave y SCILab.

## II. Objetivos

### Objetivo General:

- 2.1. Desarrollar destrezas y habilidades para el ajuste y diseño de redes geodésicas en 1D y 2D, utilizando el principio de mínimos cuadrados bajo la modalidad de ajuste libre y conceptos estadísticos, para determinar el valor más probable e información estocástica de las incógnitas y observaciones.

### Objetivos específicos:

- 2.2. Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:
  1. Determinar las observaciones ajustadas que definen una red geodésica, mediante la aplicación del algoritmo de ajuste por mediatas en la variante de ajuste libre, estimando el valor más probable de las mismas y su información estocástica.
  2. Establecer las coordenadas ajustadas que definen los vértices de red geodésica, por medio de la aplicación del algoritmo de ajuste por mediatas en la variante de ajuste libre, con el fin de estimar el valor más probable de las mismas y su información estocástica.
  3. Diseñar una red geodésica acorde a los requerimientos de exactitud necesarios para la obra a través de la aplicación de las técnicas de simulación de redes.
  4. Incluir, en el modelo funcional del ajuste, parámetros adicionales con el fin de modelar la realidad física de las observaciones y mejorar la exactitud de los resultados.
  5. Optimizar el peso para los diferentes grupos de observaciones de la red geodésica, utilizando criterios técnicos, de forma que se modele mejor el componente estocástico, obteniendo así resultados más reales.

### III. Contenido temático o aprendizajes integrales:



#### 1. Ajuste libre de observaciones mediatas

- 1.1 Concepto del ajuste libre
- 1.2 Diferencias entre el ajuste libre y el ajuste amarrado de observaciones mediatas
- 1.3 Uso del ajuste libre para determinar la calidad de las observaciones de una red geodésica
- 1.4 Defecto de rango de una matriz
- 1.5 Defecto de datum en una red geodésica
- 1.6 Defecto de configuración en una red geodésica
- 1.7 Algoritmo del ajuste libre de observaciones mediatas
  - 1.7.1 Ajuste libre de minimización total de traza
  - 1.7.2 Ajuste libre de minimización parcial de traza
- 1.8 Casos prácticos
  - 1.8.1 Ajuste libre de una red de nivelación
  - 1.8.2 Ajuste libre de una red de trilateración
  - 1.8.3 Ajuste libre de una red de triangulación
  - 1.8.4 Ajuste libre de una red que combine observaciones lineales y angulares

#### 2. Grupos de observaciones

- 2.1. Criterio para la formación de grupos
- 2.2. Estimación de varianzas grupales
- 2.3. Planteamiento matemático
- 2.4. Análisis y equilibrio de las varianzas

#### 3. Incógnitas adicionales en el modelo de ajuste

- 3.1 Factor de escala
- 3.2 Excentricidad de la estación y puntería
- 3.3 Orientación

#### 4. Ajuste simulado y preanálisis

- 4.1 Diseño y preparación de datos
- 4.2 Ajuste simulado y evaluación
- 4.3 Modificación del diseño de la red
- 4.4 Diseño definitivo, ajuste simulado y conclusiones
- 4.5 Casos prácticos
  - 4.5.1 Simulación de una red de nivelación
  - 4.5.2 Simulación de una red de trilateración
  - 4.5.3 Simulación de una red de triangulación
  - 4.5.4 Simulación de una red que combine observaciones lineales y angulares
  - 4.5.5 Otros casos prácticos

#### IV. Estrategia metodológica:

En este curso, no se puede hablar de una sola metodología pedagógica para el proceso de enseñanza aprendizaje (basada en las teorías del aprendizaje a saber conductista, cognitiva, constructivista, entre otras), debido a la amplitud de los contenidos que se verán y basado en el modelo pedagógico de la UNA, se debe de dar un proceso retroalimentado con las experiencias vividas día a día en la clase, para la identificación de los diversos procesos de acuerdo a la forma de aprendizaje del estudiante, los contenidos y las experiencias del educador.

Por esto se plantea la diversidad de metodologías que pueden cambiar de acuerdo con las experiencias de clase, así como por el tema y las experiencias académicas, haciendo alusión a: “En la Universidad Nacional, el docente se concibe como un dinamizador corresponsable de generar un proceso de transformación, que involucra su historia personal, sus saberes, experiencias, percepción del otro y del contexto, que enriquece los conocimientos, experiencias y percepciones de los otros, sean estos estudiantes o colegas, en un diálogo permanente de docente-estudiante, estudiante-estudiante y docente-docente.” (Modelo pedagógico de la UNA)

Durante este proceso se debe concebir que implica: (extractos del modelo pedagógico de la Universidad Nacional)

✓ La función docente es facilitar y orientar el proceso educativo, ayudar al educando a construir su propio conocimiento, promover un ambiente de respeto y autoconfianza que dé oportunidad para el aprendizaje, valorar los errores e identificar los estilos de aprendizaje del estudiantado.

✓ Además, debe promover que la comunidad estudiantil desarrolle aptitudes y capacidades para la investigación, la invención y el descubrimiento. Plantear la enseñanza de modo que sus estudiantes adquieran confianza en sus propias ideas, tomen decisiones y acepten los errores como constructivos; esto significa reconocer el derecho del estudiante a equivocarse, porque los errores son parte de la construcción intelectual; hacer que el estudiante reconozca que existen diversas alternativas para resolver un problema, para agilizar el pensamiento y; evitar la rigidez mental que conlleva a suponer que el conocimiento es único e inmutable.

✓ La enseñanza y el aprendizaje se entienden como procesos sociales, históricos y culturales que van más allá de la mera transmisión del conocimiento. Se fundamenta en el análisis y problematización de la realidad, del trabajo práctico e investigativo sobre el contexto en que se desenvuelve el estudiante y su carrera, en el desarrollo de competencias para la innovación y la resolución de problemas, la negociación de conflictos, el trabajo en equipo interdisciplinario, y la toma de decisiones con base en información confiable y oportuna.

✓ El aprendizaje implica un proceso de construcción y reconstrucción en el que las aportaciones de cada estudiante juegan un papel decisivo y le atribuyen sentido a lo que aprende en relación con su realidad. Es el resultado de un proceso dinámico, individual y social, donde se construyen conocimientos, se desarrollan valores, actitudes, aptitudes y habilidades, se acomodan y reorganizan nuevos esquemas de conocimiento (modificación de las estructuras cognitivas) que le permiten al estudiante comprender, reconstruir y enfrentar la realidad, y desarrollar sus potencialidades.

✓ “Docentes y estudiantes son los protagonistas de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, de su innovación y su actualización permanentes. Ambos construyen, en el marco de una relación dialógica permanente, espacios que favorecen el desarrollo del conocimiento y su desarrollo integral como personas, en estrecha relación con las distintas áreas académicas institucionales y el contexto socio-histórico nacional e internacional” (Preámbulo Reglamento

general sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Universidad Nacional, 2006, pág. 2).

✓ Las relaciones entre docentes y estudiantes de la Universidad Nacional se realizan en un marco de respeto, tolerancia y diálogo. Los docentes universitarios propician que el estudiantado desarrolle el pensamiento crítico sustentado en conocimientos y convicciones.

✓ El estudiante adquiere un conjunto de conocimientos y capacidades profesionales, que le hace acreedor de un título y un grado académico en un área del saber. Paralelamente, tiene la responsabilidad moral de lograr un óptimo desempeño profesional, de manera que contribuya con el desarrollo del país.



Con estas premisas extraídas del modelo pedagógico de la UNA, se llevará a cabo este curso tomando en cuenta la diversidad que puede encontrarse en un grupo de estudiantes y haciendo alusión de que el profesor será guía en este proceso de enseñanza-aprendizaje, se impartirá este curso, siempre tomando en cuenta la facilitación de igualdad en todo el ambiente educativo.

En este curso se fomentará el pensamiento crítico y analítico en el estudiante sustentado en conocimientos y convicciones, haciendo correcciones para el fortalecimiento de los conocimientos adquiridos, construyendo así un ingeniero crítico, analítico y con bases fuertes respecto a los aprendizajes.

El Profesor impartirá el curso de forma magistral, exponiendo los conceptos fundamentales del ajuste libre de redes geodésicas, las técnicas de simulación que facilitan el diseño geodésico, y las técnicas para el tratamiento de grupos de observaciones. En la parte práctica del curso, se desarrollan casos de estudio relacionados a cada una de las temáticas del curso; el estudiante deberá luego resolver una serie de ejercicios mediante la utilización de herramientas informáticas modernas.

Por la naturaleza de los contenidos y debido a que en el curso se tiene además el objetivo de reafirmar las destrezas en el cálculo de datos en forma matricial, es indispensable que cada uno de los estudiantes domine programas de cálculo como Excel, MathCAD, Octave, MatLab y domine además las técnicas de programación de computadoras. Tanto los laboratorios como los exámenes se deben resolver empleando computadoras, hojas electrónicas de cálculo como Excel, y programas como MatLab, Octave y MathCAD.

Además:

- Las sesiones de clase se realizarán de manera presencial
- El entorno virtual del curso es en la plataforma Microsoft Teams, y se utilizará el correo (email) institucional oficial en caso de problemas con dicha plataforma
- El profesor:
  - Realiza una sesión de clase presencial de acuerdo con el contenido de cada sesión.
  - 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:
  - Están disponibles en el horario oficial del curso para ver y analizar los materiales enviados, realizar asignaciones y participar de la sesión.
  - Deben participar en las sesiones de manera obligatoria o en su defecto se considera como ausencia injustificada
  - **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 en sesión sincrónica 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 en sesión sincrónica 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 (tema 1 )	20%	27/03
EXAMEN PARCIAL 2 (temas 3 y 4)	20%	08/05
ARTICULO	20%	12/6
LABORATORIOS	20%	Ver cronograma
PROYECTO FINAL	20%	29/ 05
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	

Todas las actividades evaluativas tienen carácter obligatorio, la asistencia a clases es obligatoria.

Las fechas de entrega de los trabajos, quedarán definidas desde el inicio del curso en el presente instructivo, y por ningún motivo serán prorrogadas.

El curso se aprueba con nota  $\geq 7.0$  y debido a ser un curso de naturaleza teórico práctico NO tiene examen extraordinario.

Cuando se realice una prueba evaluativa en la cual obligatoriamente tiene que estar presente el estudiante (aunque sea remotamente), el docente está en su derecho y

obligación de verificar la presencia física del estudiante en el momento de llevar a cabo la prueba sincrónica, tanto para evidenciar su presencia, como para corroborar las condiciones ideales de realización de la prueba (sin ruidos, obstáculos, intromisiones, ayudas externas o el uso de elementos adicionales no autorizados por el profesor), por tanto, la docente puede exigir que tenga encendida la cámara y el audio para dicha corroboración.

A continuación, el detalle de cada actividad descrita:

- 1. Examen Parcial 1:** Se realizará un examen parcial que incluye el tema 1 del curso, el mismo es de carácter teórico-práctico, es decir en él se evaluarán los conocimientos de los estudiantes mediante preguntas teóricas como también la solución de problemas prácticos del ajuste. Los exámenes son acumulativos y obligatorios dando énfasis en la materia nueva. Una semana antes de cada 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.

- 2. Examen Parcial 2:** Se realizará un examen parcial que incluye los temas 3 y 4 del curso, el mismo es de carácter teórico-práctico, es decir en él se evaluarán los conocimientos de los estudiantes mediante preguntas teóricas como también la solución de problemas prácticos del ajuste. Los exámenes son acumulativos y obligatorios dando énfasis en la materia nueva. Una semana antes de cada 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.



- 3. Artículo:** El estudiante elaborará un artículo sobre un tema que le brindará el profesor, relacionado con los contenidos del curso. El artículo tiene el fin que el estudiantado investigue, diseñe, fundamente e implemente de acuerdo con los contenidos del curso. Para la elaboración del artículo, el estudiantado deberá investigar y redactar un artículo de un tema que le asignará el profesor. Para la presentación se brindan 20 minutos por estudiante. El estudiante deberá enviar el documento del artículo, por email al profesor con el nombre "articulo\_carnet#.pdf" antes del día de la exposición. El profesor entregará una guía para la elaboración de esta actividad.

El artículo se califica con la siguiente rúbrica:

Critero	Excelente (4)	Bueno (3)	Satisfactorio (2)	Deficiente (1)
Organización	<p>Las ideas se presentan en orden lógico.</p> <p>Tiene coherencia y presenta fluidez en la transición de las ideas.</p> <p>El orden de los párrafos refuerza el contenido.</p>	<p>Las ideas se presentan en orden lógico.</p> <p>Tiene coherencia y presenta fluidez en la transición de las ideas.</p> <p>El orden de los párrafos medianamente refuerza el contenido.</p>	<p>Las ideas se presentan en orden lógico.</p> <p>Tiene coherencia, pero la transición de las ideas entre los párrafos no se presenta con fluidez.</p> <p>El orden y las ideas refuerzan limitadamente el contenido.</p>	<p>Las ideas no se presentan en orden lógico.</p> <p>No tiene coherencia, las transiciones entre párrafos es pobre o ninguna y el orden de los párrafos no refuerza el contenido.</p> <p>Los espacios en blanco no son suficientes para contribuir a la organización.</p>
Gramática	<p>No tiene errores ortográficos, de acentuación o de conjugación de verbos. Voz activa, apropiada para el</p>	<p>Tiene muy pocos errores ortográficos, de acentuación o conjugación de verbos. Voz</p>	<p>Tiene errores ortográficos, de acentuación o conjugación de verbos. La voz no es activa y es</p>	<p>Tiene muchos errores que distraen considerable o totalmente al</p>

	tema y la audiencia.	activa, apropiada para el tema y la audiencia, pero puede transmitir el mensaje.	poco apropiada para el tema y la audiencia. Los errores distraen al lector. Muestra falta de cuidado.	lector.
Contenido	Todas las ideas que se presentan tienen relación directa con el tema. Las ideas se presentan con claridad y objetividad. Éstas no se repiten ni se presentan lagunas.	Casi todas las ideas que se presentan tienen relación directa con el tema y se presentan con bastante claridad y objetividad. Éstas no se repiten ni se presentan lagunas.	Una buena cantidad de las ideas que se presentan tienen relación con el tema. Éstas deben presentarse con mayor claridad u objetividad. Algunas ideas se repiten.	Las ideas que se presentan tienen poca o ninguna relación con el tema, están pobremente definidas, no son claras ni se presentan con objetividad. Muchas ideas se repiten.
Fuentes de consulta	Se incluyen citas textuales, paráfrasis y resúmenes. Estas se hacen de acuerdo con lo planteado por APA 7.	Se incluyen citas textuales, paráfrasis y resúmenes, pero la minoría de estas no se hacen de acuerdo con lo planteado por APA 7.	Se incluyen citas textuales, paráfrasis y resúmenes, pero la mayoría de estas no se hacen de acuerdo con lo planteado por APA 7.	No se incluyen citas textuales, paráfrasis ni resúmenes.
Formato general	El artículo tiene título, indica el nombre de los autores, tienen una introducción de 50 a 100 palabras, tiene una extensión de mínimo 5 páginas. Se utiliza letra adecuada, diferenciando títulos de subtítulos, presenta imágenes	Tiene título, indica el nombre de los autores, tienen una introducción de 50 a 100 palabras, tiene una extensión de 4 páginas, pero incumple con el tipo y tamaño de la letra ya que no diferencia títulos	El artículo tiene título, indica el nombre de los autores, incluye una introducción de acuerdo con lo planteado, pero el artículo tiene una extensión entre 3 y 2 páginas. Se utiliza muchas fuentes y usa tamaños	El artículo tiene título, indica el nombre de los autores, no incluyó una introducción de acuerdo con lo planteado y tiene una extensión inferior a 2 páginas. Se utiliza muchas

	acertadas y rotuladas, en caso de empleo de cuadros con formato pertinente.	ni subtítulos.	diferentes que distraen la comprensión del contenido.	fuentes sin organización.
Aplicación de normas APA 7	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.	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.	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.	Presenta una lista de menos de 3 fuentes consultadas y /o no cumple con todos los requerimientos de APA 7. las fuentes de consulta no incluye medios físicos y electrónicos, o revistas, libros y documentos de sitios Web.
<b>PUNTAJE TOTAL</b>				

4. **Laboratorios:** estos consisten en la solución de problemas de cálculo, 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. Durante el desarrollo del curso se asignarán seis 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.

- 5. 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 libres, simulación de redes y equilibrio de varianzas de grupos de observaciones. 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 16 de junio. 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 ampliada(N+)
- i. Calcular la Matriz de varianza-covarianza de las incógnitas Qxx
- 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 el test global del ajuste.
- r. Simulación
- s. Estimación de la varianza, grupos de observaciones.

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'
<b>Total 20 de Puntos</b>				

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 ajuste libre total de traza	20%	
Calcula de forma correcta ajuste libre parcial de traza	20%	
Calcula de forma correcta la simulación de la red	10%	
Total:	60%	

#### VI. Normas específicas para la ejecución del curso:

En el desarrollo de las clases el estudiantado deberá emplear de forma obligatoria los siguientes recursos:

- El Correo institucional
- La cuenta institucional de Microsoft Teams

**VII. Cronograma Tentativo de actividades:**

# sesión	Fecha	Tipo de sesión	Contenido	Actividades	Recursos didácticos requeridos
1	27/02/23	Presencial	PRESENTACION DEL CURSO  TEMA 1: <b>AJUSTE LIBRE DE OBSERVACIONES MEDIATAS</b>	<p>Clase Teoría</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• introducción al curso</li> <li>• diagnostico</li> <li>• repaso del ajuste geodésico modelo funcional, modelo estocástico, resultados del ajuste</li> <li>• discusión grupal en clase sobre aplicaciones del ajuste geodésico</li> <li>• practica de ajuste por mediatas</li> <li>• clase magistral introducción al ajuste libre</li> </ul>	Equipo multimedia Microsoft Teams ® Acceso a internet PC CON POWERPOINT, PROGRAMA DE COMPUTO MATLAB, MATHCAD Y OCTAVE
2	06/03/23	Presencial	TEMA 1: <b>AJUSTE LIBRE DE OBSERVACIONES MEDIATAS</b>	<p>Clase Teoría</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• clase magistral ajuste libre de observaciones mediatas</li> <li>• discusión grupal en clase sobre aplicaciones del modelo por mediatas-ajuste libre</li> <li>• practica de ajuste libre</li> <li>• discusión grupal del proceso del ajuste libre</li> <li>• <b>LABORATORIO #1: AJUSTE LIBRE CON MINIMIZACIÓN TOTAL DE TRAZA</b></li> </ul>	Microsoft Teams ® Acceso a internet PC CON POWERPOINT, PROGRAMA DE COMPUTO MATLAB, MATHCAD Y OCTAVE
3	13/03/23	Presencial	TEMA 1: <b>AJUSTE LIBRE DE OBSERVACIONES MEDIATAS</b>	<p>Clase Teoría</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• análisis grupal resultados laboratorio #1</li> <li>• discusión grupal del proceso del ajuste libre con minimización total de traza</li> <li>• clase magistral ajuste libre de observaciones</li> </ul>	Equipo multimedia Microsoft Teams ® Acceso a internet PC CON POWERPOINT, PROGRAMA DE COMPUTO MATLAB,

				<p>mediatas con minimización parcial de traza</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>LABORATORIO #2: AJUSTE LIBRE CON MINIMIZACION PARCIAL DE TRAZA</li> </ul>	MATHCAD Y OCTAVE
4	20/03/23	Presencial	<p>TEMA 1: <b>AJUSTE LIBRE DE OBSERVACIONES MEDIATAS</b></p> <p>TEMA 4: <b>AJUSTE SIMULADO Y PREANÁLISIS</b></p>	<p>Clase Teoría</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>análisis resultados laboratorio #2</li> <li>discusión grupal sobre el proceso de ajuste del laboratorio 2</li> <li>LABORATORIO #3: AJUSTE LIBRE</li> <li>discusión grupal sobre el proceso de ajuste del laboratorio 3</li> <li>clase magistral ajuste simulado modelo funcional, modelo estocástico, resultados del ajuste</li> </ul>	<p>Equipo multimedia Microsoft Teams®</p> <p>Acceso a internet PC CON POWERPOINT, PROGRAMA DE COMPUTO MATLAB, MATHCAD Y OCTAVE</p>
5	27/03/23	Presencial	<p><b>EXAMEN PARCIAL #1 INCLUYE TEMA 1</b></p>	<p><b>EXAMEN PARCIAL #1</b></p>	<p>Microsoft Teams®</p> <p>Acceso a internet MATLAB, MATHCAD Y OCTAVE</p>
6	03/04/23	Feriado	Feriado semana santa		
7	10/04/23	Presencial	<p>TEMA 4: <b>AJUSTE SIMULADO Y PREANÁLISIS</b></p>	<p>Clase Teoría</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>clase magistral ajuste simulado modelo funcional, modelo estocástico, resultados del ajuste</li> <li>discusión grupal en clase</li> </ul>	<p>Equipo multimedia Microsoft Teams®</p> <p>Acceso a internet PC CON POWERPOINT,</p>

				<p>sobre aplicaciones del ajuste simulado</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• practica: diseño de una red, definición de requisitos, <b>ajuste simulado y preanálisis</b></li> <li>• <b>LABORATORIO #4: AJUSTE SIMULADO Y PREANÁLISIS DE UNA RED 1D Y 2D</b></li> </ul>	PROGRAMA DE COMPUTO MATLAB, MATHCAD Y OCTAVE
8	17/04/23	Presencial	<p>TEMA 4: <b>AJUSTE SIMULADO Y PREANÁLISIS</b></p> <p>TEMA 3: <b>INCÓGNITAS ADICIONALES</b></p>	<p>Clase Teoría</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• análisis resultados laboratorio #4</li> <li>• discusión grupal sobre el proceso de ajuste del laboratorio 4</li> <li>• clase magistral introducción a las incógnitas adicionales del ajuste</li> </ul>	<p>Microsoft Teams® Acceso a internet PC CON POWERPOINT, MATLAB, MATHCAD Y OCTAVE</p>
9	24/04/23	Presencial	<p>TEMA 3: <b>INCÓGNITAS ADICIONALES</b></p>	<p>Clase Teoría</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• clase magistral introducción a las incógnitas adicionales del ajuste</li> <li>• clase magistral ajuste con incógnita de orientación, escala y centrado</li> <li>• <b>LABORATORIO #5: AJUSTE CON INCÓGNITAS ADICIONALES DE ORIENTACIÓN</b></li> <li>• discusión grupal sobre el proceso de ajuste de con incógnita adicional de orientación laboratorio 5</li> </ul>	<p>Equipo multimedia Microsoft Teams® Acceso a internet PC CON POWERPOINT, PROGRAMA DE COMPUTO MATLAB, MATHCAD Y OCTAVE</p>
10	1/05/23	FERIADO			

11	08/05/23	Presencial	<b>EXAMEN PARCIAL #2</b>  INCLUYE TEMAS 3 Y 4	<b>ENTREGA INVESTIGACION</b>	Microsoft Teams® Acceso internet MATLAB, MATHCAD OCTAVE	a  Y
12	15/05/23	Presencial	TEMA 2: <b>GRUPOS DE OBSERVACIONES</b>	<p>Clase Teoría</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• clase magistral ajuste con grupos de observaciones, varianza grupal</li> <li>• practica ajuste con grupos de observaciones, varianza grupal</li> <li>• discusión grupal sobre el proceso de ajuste con grupos de observaciones</li> <li>• LABORATORIO #6: <b>GRUPOS DE OBSERVACIONES, ANÁLISIS Y EQUILIBRIO DE VARIANZAS</b></li> </ul>	Equipo multimedios Microsoft Teams® Acceso internet PC CON POWERPOINT, MATLAB, MATHCAD Y OCTAVE	a
13	22/05/23	Presencial	TEMA 2: <b>GRUPOS DE OBSERVACIONES</b>	<p>Clase Teoría</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• LABORATORIO #6: <b>GRUPOS DE OBSERVACIONES, ANÁLISIS Y EQUILIBRIO DE VARIANZAS</b></li> <li>• discusión grupal sobre el proceso de ajuste con grupos de observaciones</li> </ul>	Equipo multimedios Microsoft Teams® Acceso internet PC CON POWERPOINT, MATLAB, MATHCAD Y OCTAVE	a
14	29/05/23	Presencial	<b>PRESENTACION Y ENTREGA DE PROYECTO FINAL</b>	<b>PRESENTACION Y ENTREGA DE PROYECTO FINAL</b>	Microsoft Teams® Acceso internet PC CON POWERPOINT, MATLAB, MATHCAD Y OCTAVE	a

15	05/06/23	Presencial	TEMA 2 DESARROLLO ARTICULO	Clase Teoría discusión grupal sobre el proceso de ajuste con grupos de observaciones	Microsoft Teams ® Acceso internet PC CON POWERPOINT, MATLAB, MATHCAD OCTAVE	a Y
16	12/06/23	Presencial	<b>ARTICULO: INCLUYE TEMA 2.</b>	<b>ENTREGA PRESENTACION ARTICULO</b>	Microsoft Teams ® Acceso internet MATLAB, MATHCAD OCTAVE	a Y
17	19/06/23	Presencial	TEMA 1,2,3,4	Clase Teoría discusión grupal sobre las técnicas de ajuste vistas en el curso  • LABORATORIO #7:	Microsoft Teams ® Acceso internet MATLAB, MATHCAD OCTAVE	a Y
18	26/06/23	Presencial	EVALUACIONES FINALES			

### VIII. Bibliografía:

- Awange, J. (2010). Algebraic geodesy and geoinformatics. Berlin: Springer
- Bomford, G. (2010). Geodesy. Oxford, Inglaterra: University
- Capary, W.F. (2000). Concepts of Networks and Deformations Analysis. School of Geomatic Engineering. Universidad Nwe South Wales. Australia
- Corvian, E & Puente, V. (2013), Fundamentos del Ajuste de Observaciones Topográficas. España: Ediuno Universitarios
- Kuang, Shanlong. (1996). Geodetic Network Analysis and optimal design, concepts and aplicaciones. SAMS publications, IL, USA.
- Lu, Z., Qu, Y., & Qiao, S. (2014). Geodesy: Introduction to Geodetic Datum and Geodetic Systems. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg

- Rodríguez, J. (2012). Ajuste de Observaciones: El Método de los Mínimos Cuadrados con Aplicaciones a la Topografía. España: Ediciones UPC
- 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.
- Roldán, J., 1988. Ajuste 1. Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.
- Roldán, J., 1988. Ajuste 2. Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.
- Sanchez, B. & García, S. (2012). Ajuste de Observaciones Geodésicas. (1ª Ed). España: Aula Magna
- Teunissen, P.G.J. (2003). Adjustment Theory: an introducción. Delft, The Netherlands: Delf University of Technology.
- Teunissen, P.G.J. (2003). Network quality Control. Delft, The Netherlands: Delf University of Technology.
- Torge W. (2012). Geodesy (4a. ed). Berlín: De Gruyter.
- Vanicek, P. & Krakiwsky, E. (1986). Geodesy: The Concepts. Amsterdam: Elsevier Science Publishers
- Wright, T. (2011). The adjustment of observations by the method of least squares with applications to geodetic work. New York: D. Van Nostrand
- Xu, G. (Ed) (2010). Sciences of Geodesy -I: Advances and Future Directions. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany
- Xu, G. (Ed.) (2013). Sciences of Geodesy – II: Innovations and Future Developments. Berlin: Springer Berlin Heidelberg
- Dermanis, A. & Sansò, F. Rend. (2018). Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali, Volume 29, Supplement 1, pp 11–22. New York: Springer International Publishing. Doi: <https://doi.org/10.1007/s12210-017-0650-y>
- Bin Wang, Jiancheng Li, Chao Liu. (2016). A robust weighted total least squares algorithm and its geodetic applications. Studia Geophysica et Geodaetica. April 2016, Volume 60, Issue 2, pp 177–194.
- Kotsakis, C. (2016). Reference Station Weighting and Frame Optimality in Minimally Constrained Networks. VIII Hotine-Marussi Symposium on Mathematical Geodesy pp 221-226.
- Krzysztof Nowel, Waldemar Kamiński. (2014). Robust estimation of deformation from observation differences for free control networks. Journal of Geodesy, August 2014, Volume 88, Issue 8, pp 749–764. Berlin: Springer Berlin Heidelberg. DOI: <https://doi.org/10.1007/s0019>
- Zhiping Lu, Yunying Qu, Shubo Qiao. (2014). Geodetic Datum and Geodetic Control Networks. Berlin: Springer, Berlin, Heidelberg. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-41245-5\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-642-41245-5_3)

#### Información adicional:

***El programa del curso se entregará el primer día de clases. El profesor presentará el programa a los estudiantes, explicando cada uno de los apartados de este. El programa también será enviado vía correo electrónico a cada estudiante a su correo institucional. La aceptación del programa del curso se realizará por medio de firma del estudiantado el primer día de clase. Se recalca las fechas de clase. El estudiante que falte a alguna de las***

clases deberá ser responsable en la adquisición de la información, en caso evaluativo se aplica lo indicado en el reglamento de evaluación de la UNA.

El estudiante que falte con la entrega de uno de los medios de evaluación reprueba el curso con nota de 5.00 o su acumulado en caso de ser inferior al mismo.



Es importante recordar al estudiantado el **DEBIDO PROCESO** para apelaciones:

- 1) La persona estudiante se comunica de forma oral con la persona docente en los próximos 5 días hábiles de una revisión y se aclara el inconveniente.
- 2) La persona estudiante se comunica con el docente de forma escrita (correo institucional o carta firmada con puño y letra entrega y recepción) indicando las evidencias de su reclamo en los siguientes 5 días hábiles de la entrega de la calificación. La persona docente deberá dar respuesta por escrito en un periodo de 5 días hábiles (art. 52, Reglamento Gral de Enseñanza y Aprendizaje de la UNA)
- 3) Agotada la vía de revisión con la persona docente, la persona estudiante se comunica con la dirección por medio escrito ([direccionetcg@una.cr](mailto:direccionetcg@una.cr)), en los siguientes 5 días hábiles adjuntando todas las evidencias de su reclamo y de haber realizado el proceso del paso 2. (art. 53, Reglamento Gral de Enseñanza y Aprendizaje de la UNA)
- 4) La dirección procede a conformar un tribunal integrado por 3 académicos. (art. 53, Reglamento Gral de Enseñanza y Aprendizaje de la UNA)
- 5) El tribunal tendrá 5 días hábiles para examinar los antecedentes y atestados de la apelación, consultar a las partes interesadas y brindar la respuesta al fallo, este indicará si se modifica o mantiene la nota apelada. La decisión del tribunal es inapelable y se debe comunicar a la persona estudiante, con copia a la persona docente y la dirección para que se actúe en la consecuencia. (art. 54, Reglamento Gral de Enseñanza y Aprendizaje de la UNA)

<b>Firma del docente</b>	<b>Firma de la Dirección y Sello de la ETCG</b>
<p>MANUEL ANTONIO RAMIREZ NUÑEZ (FIRMA) PERSONA FISICA, CPF-04-0150-0071. Fecha declarada: 21/02/2023 04:17:51 p. m. Esta es una representación gráfica únicamente, verifique la validez de la firma.</p> <p><b>Manuel Ramírez Núñez</b> <b>Docente ETCG</b></p>	<p><b>MEd. Gabriela Cordero Gamboa</b> <b>Directora ETCG</b></p>

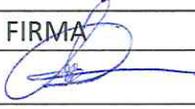
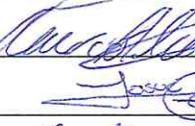
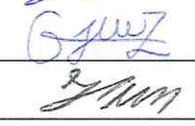
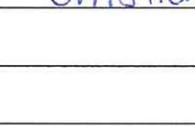
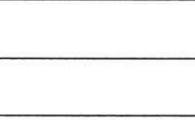
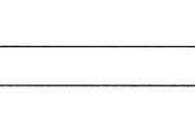
AJUSTE II TGF 420

I CICLO 2023

FECHA: 27/2/2023

PROFESOR MANUEL RAMIREZ NUNEZ

Los abajo firmantes, damos fe que el programa del curso fue presentado por el profesor en la primera clase del curso, y que estamos de acuerdo con el mismo.

NOMBRE	CEDULA	FIRMA
1 Daniel Moraga Ramirez	1-1724-0628	
2 David Prendes Corella	1-1588-0067	
3 Andrés Sánchez Vargas	147110653	
4 Marco Alvarado Villalobos	112230243	
5 Josué Chaves Chavarría	118120197	
6 Dana Chaves Aguilar	1-1759-0398	
7 David Pérez Rodríguez	117240992	
8 Jimena Gombra Fernández	305320538	
9 Francini Rojas Mora	305020368	
10 Keylin Marin González	208340829	
11 Tiffany Musillo Apala	118580508	
12 Mauricio Figueroa Navarro	305240106	
13 Christian Jiménez Villalobos	504380349	Christian DV
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		