

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA.



“PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN INGENIERÍA CIVIL ENFOCADA A LAS ÁREAS DE GEODESIA, GEOLOGÍA, HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA, Y MECANICA DE FLUIDOS EN LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.”

PRESENTA:

CAMPOS HERNÁNDEZ, ARTURO MOISÉS
CIVALLERO DÍAZ, OSCAR DAVID
GALO BONILLA, LUIS ALFONSO
RODRÍGUEZ HERRERA, AMÍLCAR ANTONIO

PARA OPTAR AL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL

NOVIEMBRE 2018
SAN MIGUEL, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

MSC. ROGER ARMADO ARIAS ALVARADO.

RECTOR

DR. MANUEL DE JESÚS JOYA ABREGO

VICERRECTOR ACADÉMICO

ING. NELSON BERNABÉ GRANADOS

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

LIC. CRISTÓBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ

SECRETARIO GENERAL

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

ING. JOAQUÍN ORLANDO MACHUCA

DECANO

LIC. CARLOS ALEXANDER DÍAZ

VICE-DECANO

LIC. JORGE ALBERTO ORTÉZ HERNÁNDEZ

SECRETARIO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ING. JUAN ANTONIO GRANILLOS COREAS

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA.

ING. DAVID ARNOLDO CHÁVEZ SARAVIA

TRIBUNAL CALIFICADOR

ING. GUILLERMO MOYA TURCIOS

TRIBUNAL CALIFICADOR

TRABAJO DE GRADUACIÓN APROBADO POR:

ING. MILAGRO DE MARÍA ROMERO DE GARCÍA

COORDINADORA GENERAL DE PROCESO DE GRADUACIÓN Y DOCENTE
DIRECTOR

DEDICATORIA.

Ofrezco mis agradecimientos infinitos a Dios; que ha está conmigo en todos los momentos de mi vida.

A mis padres y hermana, que con mucho amor han impulsado y orientado mi educación y formación en mi carrera.

A mis abuelitos, que con sus sabios consejos y oraciones me acompañan siempre.

A mis tíos y tías, por su apoyo incondicional.

A mi Universidad, que me formo con sus sabias enseñanzas.

A todos mis amigos y compañeros de estudios, con quienes hemos compartido gratos momentos de solidaridad en el transcurso de mi estudio.

Con respeto y amor.

Arturo Moisés Campos Hernández.

DEDICATORIA.

Agradezco a Dios todopoderoso por haberme brindado la oportunidad de vivir y realizar mis deseos.

A mis padres, por su esfuerzo y cariño para que yo lograra este triunfo que les dedico con mucho amor.

A mi familia y amigos por la valiosa ayuda brindada para mi formación académica.

Oscar David Civalero Diaz.

DEDICATORIA.

Agradezco profundamente a DIOS por darme la oportunidad de lograr un triunfo más, a mi familia por estar pendiente de mí en todo momento, especialmente a mis abuelos (FRANCISCO YANES YANES Y MARÍA ÁNGELA BONILLA) que día a día oran por mí para que todo me salga bien y pueda llegar hasta el final.

Agradezco a la UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR por su excelente formación profesional, mediante cada uno de los docentes que con esmero me enseñaron de sus conocimientos y habilidades para lograr llegar hasta la meta propuesta.

De igual forma agradezco a mis amigos que estuvieron conmigo en los buenos y malos momentos, aquellos que estuvimos juntos enfrentando las dificultades mediante cursábamos cada una de las materias en el camino de la carrera.

A todos, Gracias.

Luis Alfonso Galo Bonilla.

DEDICATORIA.

Agradezco en primer lugar a Dios por permitirme culminar este trabajo y alcanzar una meta más en la vida.

A mis padres, Amílcar y Mercedes por su apoyo incondicional, amor y confianza durante el estudio de carrera.

A mis hermanas, por ser parte importante en mi vida y motivarme a seguir adelante.

A mis compañeros de tesis, por su esfuerzo, dedicación y sacrificio en el desarrollo de este trabajo.

A mi familia, por estar pendientes y su apoyo.

A todas las personas que colaboraron de una u otra manera en la realización de esta tesis.

Amílcar Antonio Rodríguez Herrera



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ÍNDICE.

INTRODUCCIÓN.	1
CAPITULO I: GENERALIDADES.	3
1.1 Planteamiento del problema.	4
1.1.1 Antecedentes del problema.	4
1.1.2 Situación problemática.	4
1.1.3 Enunciado del problema.	6
1.2 Justificación del estudio.	7
1.3 Objetivos de la investigación.	8
1.3.1 Objetivo general.	8
1.3.2 Objetivos específicos.	8
1.4 Delimitación de la investigación.	9
1.4.1 Alcances.	9
1.4.2 Limitaciones.	10
1.5 Metodología de la investigación.	11
1.5.1 Tipo de investigación a utilizar.	11
1.5.2 Metodología general de la investigación.	12
Capitulo I: Generalidades.	12
Capitulo II: Marco referencial.	13
Capitulo III: Análisis de situación actual y propuestas de laboratorio.	14
Capitulo IV: Implementación de laboratorios.	21
Capitulo V: Conclusiones y recomendaciones.	22
CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL.	23
2.1 Marco histórico.	24
2.1.1 Antecedentes históricos de practicas de laboratorio en la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de El Salvador.	24
2.1.2 Antecedentes históricos de practicas de laboratorio en la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador.	27
2.2 Marco normativo.	28
CAPITULO III: ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL Y PROPUESTAS DE LABORATORIO.	33
3.1 Diagnóstico situacional de las áreas en investigación.	34
3.1.1 Situación actual del área de Geodesia.	34
3.1.2 Situación actual del área de Geología.	41
3.1.3 Situación actual del área de Hidrología.	42



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

3.1.4 Situación actual del área de Hidráulica.	43
3.1.5 Situación actual del área de Mecánica de Fluidos.....	44
3.2 Propuesta de prácticas de las áreas en investigación.	45
3.2.1 Prácticas propuestas para el área de Geodesia.....	46
3.2.2 Prácticas propuestas para el área de Geología.....	48
3.2.3 Prácticas propuestas para el área de Hidrología.	52
3.2.4 Prácticas propuestas para el área de Hidráulica.....	53
3.2.5 Prácticas propuestas para el área de Mecánica de Fluidos.	55
3.3 Análisis de ingreso estudiantil para la carrera de Ingeniería Civil.	59
CAPITULO IV: IMPLEMENTACIÓN DE LABORATORIOS	64
4.1 Administración de laboratorios.	65
4.2 Perfil del personal a cargo de laboratorios.	66
4.3 Control y uso de equipos.....	67
4.3.1 Control de equipos.....	67
4.3.2 Uso de equipos.	67
4.4 Normas de seguridad en el laboratorio.....	68
4.5 Organigrama de laboratorios.	70
4.6 Relaciones entre los diferentes niveles del organigrama.	71
4.7 Requisitos y consideraciones para el diseño de los laboratorios.....	72
4.8 Rubricas de evaluación.	79
4.9 Presupuesto de equipamiento.....	82
4.9.1 Presupuesto de laboratorio del área de Geodesia.	82
4.9.2 Presupuesto de laboratorio del área de Geología.	84
4.9.3 Presupuesto de laboratorio del área de Hidrología.....	88
4.9.4 Presupuesto de laboratorio del área de Hidráulica.	90
4.9.5 Presupuesto de laboratorio del área de Mecánica de Fluidos.....	91
4.9.6 Presupuesto total para la implementación de laboratorios.	94
4.10 Plan de manejo y mantenimiento de equipos de laboratorios.	95
CAPITULO V: RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES	103
5.1 Conclusiones.	104
5.2 Recomendaciones.....	106
BIBLIOGRAFIA	109
Bibliografía de libros y documentos.....	110
Bibliografía de paginas web.	110
Bibliografía de trabajos de investigación.	111
ANEXOS	112
Anexo 1: Manual de Geodesia.	113



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Anexo 2: Manual de Geologia.....	240
Anexo 3: Manual de Hidrologia.....	322
Anexo 4: Manual de Hidraulica.	349
Anexo 5: Manual de Mecanica de Fluidos.....	397
Anexo 6: Hoja de prestamo de equipo	489



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Estructura de contenido- Situación actual del área de Geodesia.	15
Tabla 2. Estructura de contenido - Situación actual del área de Geología.....	16
Tabla 3. Estructura de contenido - Situación actual del área de Hidrología.	17
Tabla 4. Estructura de contenido - Situación actual del área de Hidráulica.	18
Tabla 5. Estructura de contenido - Situación actual del área de Mecánica de Fluidos.	19
Tabla 6. Contenidos de Topografía I.....	35
Tabla 7. Contenidos de Topografía II.	37
Tabla 8. Inventario de equipo de Topografía actual.	38
Tabla 9. Contenidos de Geología.	42
Tabla 10. Contenidos de Hidrología.	43
Tabla 11. Contenidos de Hidráulica.....	44
Tabla 12. Contenidos de Mecánica de Fluidos.	45
Tabla 13. Prácticas propuestas para el área de Geodesia.	46
Tabla 14. Prácticas propuestas para el área de Geología.	48
Tabla 15. Prácticas propuestas para el área de Hidrología.....	52
Tabla 16. Prácticas propuestas para el área de Hidráulica.	54
Tabla 17. Prácticas propuestas para el área de Mecánica de Fluidos.....	56
Tabla 18. Ingreso estudiantil por año - Ingeniería Civil.	59
Tabla 19. Proyecciones de ingreso estudiantil en la carrera de Ingeniería Civil para: Periodo corto, Periodo mediano y Periodo largo plazo en la UES-FMO.	62
Tabla 20. Rubrica de evaluación para visitas técnicas y prácticas de laboratorio.	79
Tabla 21. Rubrica de evaluación para reportes de visitas técnicas y prácticas de laboratorios.....	80
Tabla 22. Presupuesto de equipo para laboratorio de Geodesia.....	82
Tabla 23. Presupuesto de equipo de laboratorio de software y mobiliario de Geodesia. .	83
Tabla 24. Presupuesto de equipo para laboratorio de Geología.	84
Tabla 25. Presupuesto de equipo y mobiliario de Geología.....	86
Tabla 26. Presupuesto de equipo para laboratorio de Hidrología.	88
Tabla 27. Presupuesto de equipo y mobiliario de Hidrología.	89
Tabla 28. Presupuesto de equipo para laboratorio de Hidráulica.....	90
Tabla 29. Presupuesto de equipo para laboratorio de Mecánica de Fluidos.	91
Tabla 30. Presupuesto total para la implementación de laboratorios en la carrera de Ingeniería Civil.....	94



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1. Variables bases para el desarrollo de la investigación.	13
Ilustración 2. Elementos de la acreditación de laboratorios.	29
Ilustración 3. Método de ensayo.	32
Ilustración 4. Organigrama de prácticas de campo - Topografía I.	36
Ilustración 5. Organigrama de prácticas de campo - Topografía II.	37
Ilustración 6. Trípodes con los que cuenta el área de Topografía.	39
Ilustración 7. Teodolito SOKKIA T60, actualmente en mal estado.	40
Ilustración 8. Equipos de hidrometría del laboratorio de ciencias energéticas y fluidicas- UCA.	53
Ilustración 9. Equipos de tuberías del laboratorio de ciencias energéticas y fluidicas- UCA.	54
Ilustración 10. Equipos de banco hidrostático del laboratorio de ciencias energéticas y fluidicas- UCA.	58
Ilustración 11. Equipos de visualización de flujos del laboratorio de ciencias energéticas y fluidicas- UCA.	58
Ilustración 12. Gráfica de ingreso estudiantil en la carrera de Ingeniería Civil en la UES- FMO.	59
Ilustración 13. Organigrama general de laboratorios.	70



INTRODUCCIÓN.

La Universidad de El Salvador es una institución pública y autónoma de educación superior, científica, participativa y comprometida con el desarrollo nacional integral, con la formación de profesionales de alta calidad humana, científica y tecnológica. Su objetivo es tener el liderazgo educativo nacional en la formación innovadora de profesionales emprendedores, que conlleven a la construcción de una sociedad desarrollada, más justa, educada, sostenible, científica y segura.

Entre sus filiales se encuentra la Facultad Multidisciplinaria Oriental (FMO), que es el centro de estudios superiores con mayor demanda en la región. A pesar de esta demanda, la facultad no cuenta con las condiciones óptimas para garantizar una formación profesional que esté en consonancia con el desarrollo; tal es el caso del Departamento de Ingeniería y Arquitectura, y en específico la carrera de Ingeniería Civil, que no goza de todos los recursos necesarios de laboratorios para cumplir los requisitos que demanda la educación superior, lo que convierte a la Facultad Multidisciplinaria Oriental en una institución debilitada en dichas áreas frente a otros centros universitarios

Es por esto que se considera importante que el Departamento de Ingeniería y Arquitectura de la FMO cuente con laboratorios esenciales en el desarrollo de la carrera de Ingeniería Civil, y es por ello que se presenta una propuesta de equipamiento e implementación de prácticas de laboratorio para las áreas de geodesia, geología, mecánica de fluidos, hidráulica e hidrología.

Cabe destacar que un laboratorio es un lugar equipado con instrumentos de medición, donde se realizan experimentos o investigaciones diversas, según la rama de la ciencia a la que se enfoque. Estos espacios se utilizan tanto en el ámbito académico como en la industria y responden a múltiples propósitos de acuerdo con su uso y sus resultados.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

La importancia de los laboratorios tanto en la enseñanza de las ciencias como en la investigación es, sin duda alguna, indiscutible. No se puede negar que el trabajo práctico en el laboratorio proporciona la experimentación y evita el concepto de buscar resultados esperados que se tiene cuando se aprenden de manera teórica, sólo con datos obtenidos de los libros. Es cierto, además, que el uso de laboratorios requiere de tiempo adicional al de una clase tradicional, como el que demanda para descubrir y aprender de los propios errores.

Las ciencias se desarrollan gracias a los resultados que se obtienen en sus laboratorios. Por su parte, en la industria de la ingeniería, los laboratorios, permiten asegurar la calidad de productos. De esta manera, en la universidad los laboratorios se utilizan como herramientas de enseñanza para afirmar los conocimientos adquiridos en el proceso de enseñanza-aprendizaje; mientras que en la industria se emplean para probar, verificar y certificar productos.

En la universidad, un laboratorio, permite mostrar el fenómeno y comportamiento de ciertos procesos, además de complementar las clases impartidas; mientras que, en el terreno de la investigación, permiten avanzar el estado de conocimiento. La experiencia en un laboratorio de alta calidad requiere de instituciones de educación superior comprometidas en el éxito de un programa de laboratorio para estudiantes, de la asistencia del personal de laboratorios.

CAPITULO 1

GENERALIDADES





1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.

Las prácticas de laboratorio permiten a los estudiantes llevar de manera paralela la teoría y la práctica, con lo cual se fortalece la formación académica de los futuros profesionales. En este sentido para la carrera de ingeniería civil, en las diferentes universidades del país los laboratorios se han centrado en las áreas de suelos y materiales, sin dejar de ser excepción la Facultad Multidisciplinaria Oriental de la Universidad El Salvador. Por lo que se considera necesario el equipamiento para la implementación de laboratorios en las áreas de Geología, Geodesia, Hidráulica, Hidrología y Mecánica de Fluidos para potenciar los conceptos y las competencias del estudiante en dichas áreas.

En la situación del equipamiento e implementación de laboratorios dentro de la FMO-UES, se tiene como antecedente el trabajo de grado *“PROPUESTA DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO PARA TALLERES Y LABORATORIO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL”* por LÓPEZ LAÍNEZ, LOZA MEZA como requisito para optar al grado de Arquitecto.

En este trabajo se plantean los alcances de los laboratorios, el tipo y los factores que intervienen en estos. La propuesta se realizó de acuerdo a la demanda del sector estudiantil y profesional mediante un estudio de mercado con un análisis estadístico; también se efectuó estudio técnico donde se enmarca la localización óptima, distribución de las instalaciones, el costo de construcción, costo de instalación, costo de equipamiento; además de un estudio económico. Así como por la factibilidad y alternativa técnica en la optimización de recursos para emprender el proyecto.

1.1.2 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.

En El Salvador son limitados los centros universitarios que poseen laboratorios de Geodesia, Geología, Hidrología, Hidráulica y Mecánica de Fluidos. La zona Oriental del país manifiesta una deficiencia en los servicios de laboratorios especializados que



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

cumplan estándares de alta calidad para prestar la atención en dichas áreas de manera que se le pueda mostrar al estudiante el funcionamiento y desempeño de los equipos para que alcance un mayor análisis y comprensión de las temáticas, es así que se crean muchas dudas e inquietudes y a la vez problemas y carencias en el desarrollo del aprendizaje teórico-práctico de los estudiantes.

La Facultad Multidisciplinaria Oriental dispone de los recursos mencionados anteriormente solamente en las secciones de Geodesia y Geología, sin embargo, estos exigen una modernización, y al no poder llevar a la práctica las demás áreas los estudiantes no tienen un ambiente que les permita saldar todas sus necesidades y a la vez no se garantiza una excelente formación académica ajustada a las exigencias tecnológicas, tomando en cuenta que el desarrollo científico y tecnológico ha alcanzado grandes avances, con el paso del tiempo la Facultad Multidisciplinaria Oriental permanece estática debido al carecimiento de herramientas primordiales.

Actualmente se presenta la obligación de utilizar presentaciones o audiovisuales para que los alumnos tengan idea de las prácticas que se ejecutan en cada una de las áreas, pero no existe en el país la facilidad de contar con abundante información con respecto a los ensayos de laboratorio de las ramas seleccionadas, por lo tanto, el material didáctico que se expone a los estudiantes en muchas ocasiones solamente se utiliza en otros países.

Muchas pruebas o ensayos de laboratorio no se pueden realizar en el país, o se deben desarrollar tomando otros criterios, esto se debe a diferentes factores como las condiciones del ambiente para la materialización de experimentos de campo, por lo tanto, se provoca en los estudiantes una deficiencia de conocimientos lo que implica que su desenvolvimiento futuro en el campo laboral no sea el esperado de un profesional.

Se debe ser conscientes que, en la actualidad, los laboratorios son una herramienta auxiliar indispensable para el desarrollo de la carrera de Ingeniería Civil, es imprescindible que los estudiantes gocen de las mejores condiciones para desarrollar y complementar la enseñanza con la práctica enfocándose en contrarrestar una necesidad vigente y prevenir de esta manera deficiencias para el avance futuro de la carrera.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

1.1.3 ENUNCIADO DEL PROBLEMA.

En la actualidad la tecnología se caracteriza por permanecer en un constante cambio, esto plantea a las instituciones de educación superior el reto de una renovación incesante para proporcionar una enseñanza que satisfaga la calidad que el mundo exige. Y, a partir de esta realidad se propone la siguiente interrogante:

¿En qué medida el equipamiento de laboratorios modernos, en las áreas de Geodesia, Geología, Hidrología, Hidráulica y Mecánica de Fluidos, contribuiría en la consolidación de la calidad de la educación de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad Multidisciplinaria Oriental?



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.

En los últimos años, la población estudiantil de la carrera de Ingeniería Civil de la UES-FMO, se ha encontrado con la carencia de laboratorios modernos para el desarrollo de prácticas durante su proceso de aprendizaje, y se han visto en la obligación de trasladarse a la Unidad Central de la institución para solventar esta necesidad.

La propuesta de equipamiento para la implementación de laboratorios en Ingeniería Civil, constituye un esfuerzo para satisfacer las necesidades de una educación de calidad para los estudiantes de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, a fin de sugerir manuales de prácticas para las áreas de Geodesia, Geología, Mecánica de Fluidos, Hidráulica, Hidrología, y a la vez plantear medidas para el adecuado uso de las instalaciones del laboratorio.

Por tanto, la implementación de esta propuesta será un factor determinante para impulsar la acreditación de la carrera de Ingeniería Civil y aumentar los conocimientos prácticos en los alumnos, y a la vez, promover a la Facultad Multidisciplinaria Oriental como un centro de estudios innovador en la región.

Es por esta razón que es muy importante realizar la investigación, y lograr una educación que se coloque a la vanguardia de las exigencias que presentan las nuevas tecnologías.



1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.3.1 OBJETIVO GENERAL.

- Proponer el equipamiento para la implementación de prácticas de laboratorio en Ingeniería Civil enfocada a las áreas de Geodesia, Geología, Hidrología, Hidráulica, y Mecánica de Fluidos, Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Diagnosticar la situación actual de los laboratorios de Geodesia y Geología para la identificación de problemáticas y deficiencias que permitirá proporcionar un panorama general de las situaciones que inciden en la calidad que brindan estas secciones.
- Observar los procedimientos, manejo de equipo y actividades desarrolladas dentro de los laboratorios de las áreas a investigar en las diferentes empresas e instituciones especializadas, para ser implementados en la FMO-UES.
- Describir los ensayos y seleccionar el equipo, aparatos e instrumentos, que pueden ser desarrollados por el laboratorio e in situ dentro de la FMO-UES para cada área que se aborda.
- Elaborar los manuales de prácticas de laboratorio y ordenar los ensayos tomando como parámetro los contenidos mínimos de cada área, dando un enfoque de actualización y manejo de recursos tecnológicos.



1.4 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

1.4.1 ALCANCES.

- Crear una propuesta de equipamiento para la implementación de prácticas de laboratorio en Ingeniería Civil enfocada a las áreas de Geodesia, Geología, Hidrología, Hidráulica, y Mecánica de Fluidos, Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador.
- Identificar las empresas e instituciones que poseen laboratorios especializados en las áreas de Geodesia, Geología, Hidrología, Hidráulica y Mecánica de Fluidos.
- Visitar y observar los ensayos y prácticas que realizan los laboratorios de la Universidad de El Salvador (Sede Central) y Universidad Centroamericana José Simeón Cañas en las áreas que se abordan en la investigación.
- Poseer apoyo técnico de empresas e instituciones especializadas en laboratorios que realicen ensayos enfocadas a las áreas que aborda la investigación.
- Comprender los parámetros, metodologías y criterios técnicos que necesitan cumplir los diferentes ensayos y/o pruebas de laboratorio, para la elaboración de los manuales de prácticas de las áreas a investigar.
- Integrar el uso de software aplicado a las áreas que lo demanden.
- Elaborar rubricas de criterios fundamentales para la evaluación de visitas técnicas, prácticas de laboratorios, así como de entrega de reportes.
- Elaborar presupuesto que integre tanto el equipo como el mobiliario básico para la implementación de laboratorios.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

- Recopilar información de ingreso estudiantil en la carrera de Ingeniería Civil para la elaboración de análisis.
- Implementar criterios de administración de laboratorios, perfil del personal a cargo de laboratorios, control y uso de equipos, normas de seguridad y requisitos y recomendaciones para el diseño de laboratorios.

1.4.2 LIMITACIONES.

- La recopilación de información para el marco referencial se realizó con la colaboración de entes externos, debido a la carencia de información en la FMO-UES.
- Falta de actualización al plan vigente de la carrera de Ingeniería Civil en la FMO-UES.
- Falta de personal capacitado para la organización, manejo y uso de laboratorios dentro del Departamento de Ingeniería y Arquitectura.
- Escasos laboratorios de empresas especializadas e instituciones en el país que abordan las áreas de laboratorios de la investigación.
- La propuesta de implementación de laboratorios es para fines académicos, no involucra prestar servicios de laboratorios a externos.
- La propuesta de implementación de laboratorios no incluye diseño arquitectónico.
- El presupuesto de los equipos, instrumentos y mobiliario fue realizado a partir de cotizaciones a proveedores únicos en cada una de las áreas.



1.5 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

1.5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN A UTILIZAR.

Para el desarrollo del estudio se utilizó la investigación cuali-cuantitativa, debido a sus características es la que permite la investigación del tema de interés para la realización del estudio.

Investigación Cuali-cuantitativa.

La investigación Cuali-cuantitativa, tomando como base a Mertens, consiste en la utilización de métodos de los enfoques cuantitativos y cualitativos, los cuales pueden involucrar la conversión de datos cuantitativos en cualitativos y viceversa.

La investigación Cuali-cuantitativa tiene diferentes características, entre las más importantes tenemos:

- a. Análisis de un fenómeno por diferentes vías y abordajes.
- b. Carácter complementario: una misma investigación mezcla diferentes facetas del fenómeno de estudio.
- c. Perspectiva integral de lo que se está investigando.

Etapas de la investigación Cuali- cuantitativa.

1. Resalta una pregunta o problema que requiere solución.
2. Se desarrollan estudios cualitativos para averiguar líneas de investigación.
3. Se analizan los hallazgos cualitativos, se obtienen preguntas específicas y la investigación obtiene fuerza y dirección.
4. Se estructuran instrumentos y se realizan estudios cuantitativos para resolver cuestiones concretas.
5. Se analizan los hallazgos cuantitativos, se obtiene respuestas concretas y se determinan prioridades.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

6. Se encuentran sorpresas y nuevos aspectos que no fueron considerados. Se corren nuevos estudios para profundizar.
7. Las preguntas originales han sido respondidas, y traducidas en líneas estratégicas.

Expresión de datos de la investigación.

- a. Cualitativos: Se usan en estudios cuyo objetivo es examinar la naturaleza de los fenómenos. Este estudio proporciona información valiosa, pero carece de precisión, esto se debe a que emplean términos o conceptos el cual varía para las diferentes personas, épocas y contextos.
- b. Cuantitativos: Se utiliza para la exposición de los datos que provienen de un cálculo o medición.

1.5.2 METODOLOGÍA GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN.

Para proceder de una manera lógica y sistemática con el desarrollo del diagnóstico, la investigación se realizó haciendo uso de los pasos que se muestran por capítulo.

CAPITULO I: GENERALIDADES.

La etapa de generalidades se desarrolla con el fin de poder identificar y seleccionar los procesos y puntos clave en el desarrollo de la investigación. Además, se analiza y organiza la lógica de investigación mediante las causas, problemas y efectos. Por lo cual es necesario conocer los estudios e investigaciones realizados en años anteriores. Para esta investigación se toman en cuenta dos trabajos de graduación:

1. “PROPUESTA DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO PARA TALLERES Y LABORATORIO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL”, presentada por JOSÉ ALEJANDRO LÓPEZ LAÍNEZ y WILLIAN GIOVANNI LOZA MEZA.
2. “PROYECTO DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE LAS NUEVAS INSTALACIONES DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL”, presentada por: CINDY



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

YESSEL BARRERA CASTRO, BLANCA YASMIN BONILLA PEREIRA y
ALBA SARAI GUZMÁN SALVADOR.

De esta manera se da un enfoque diferente e innovador a el problema ya estudiado, profundizando en las principales áreas de laboratorio de la carrea de Ingeniería Civil.

Partiendo de lo mencionado, se tienen cuatro variables importantes que son base en el inicio de la investigación:



ILUSTRACIÓN 1. VARIABLES BASES PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.

CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL.

La etapa del marco referencia se divide en 2 partes:

Marco histórico.

En esta fase se presenta el desarrollo y evolución en el servicio de formación profesional que ha ido teniendo la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de El Salvador, tanto en la Sede Central como en la Facultad Multidisciplinaria

A continuación, se describirán las principales técnicas para la recopilación de información:



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

a. Investigación descriptiva:

Consulta de fuentes primarias: Entrevistas con el personal clave de las áreas en las cuales se enfoca la investigación (Docente o personal administrativo).

b. Investigación bibliográfica de fuentes secundarias:

Consulta de los siguientes documentos y páginas web:

1. Proyecto de diseño arquitectónico de las nuevas instalaciones de la escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Facultad Multidisciplinaria Oriental.
2. Historia FMO.
3. www.fia.ues.edu.sv/civil/laboratorios.html

Marco normativo.

El marco normativo incluye la calidad de dichos laboratorios con el fin de que cumple las normativas estándar.

CAPITULO III: ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL Y PROPUESTAS DE LABORATORIO.

El capítulo III es comprendido por un diagnóstico situacional de cada área a estudiar en la investigación, complementándose con las diferentes propuestas de laboratorio y el análisis de ingreso estudiantil para la carrera de Ingeniería Civil.

Para el desarrollo de la situación actual del área de Geodesia se estudia la cantidad de cursos en la que se divide dicha área actualmente. Partiendo que actualmente se imparte el área en dos cursos denominados Topografía I y Topografía II, se va estructurando la descripción de cada curso con lo siguiente:



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Geodesia.

TABLA 1. ESTRUCTURA DE CONTENIDO- SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE GEODESIA.

Descripción	Fuente
Duración total del curso.	1. Programa de trabajo de materia: Topografía I, mediante el Departamento de Ingeniería y Arquitectura de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador. 2. Programa de trabajo de materia: Topografía II, mediante el Departamento de Ingeniería y Arquitectura de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador.
Cantidad de horas clases por semanas (Clases teóricas y prácticas).	
Sistema de evaluación.	
Organización actual para la realización de prácticas.	
Jornalización de cada curso, el cual se presenta mediante tablas divida de la siguiente manera: Semana de clases, temas impartidos durante la semana, prácticas de campo impartidas durante la semana.	
Inventario de equipo de topografía.	1. Acta de verificación, entrega y recepción de herramientas y equipo del laboratorio de suelos, materiales y topografía del Departamento de Ingeniería y Arquitectura de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador - Bienes y activos fijos - Unidad de desarrollo físico.
Análisis situacional desde que se implementaron las prácticas de campo en la FMO-UES: 1. Descripción del programa de trabajo del curso. 2. Herramientas básicas para la realización de prácticas de campo. 3. Estado actual del equipo de prácticas de campo. 4. Proceso que siguen los estudiantes para el uso del equipo.	1. Programa de trabajo de materia: Topografía I, mediante el Departamento de Ingeniería y Arquitectura de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador. 2. Programa de trabajo de materia: Topografía II, mediante el Departamento de Ingeniería y Arquitectura de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador. 3. Guía de Campo Topografía I, mediante el Departamento de Ingeniería y Arquitectura de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

5. Deficiencias administrativas para el control y mantenimiento del equipo.	4. Topografía II: Nociones sobre vías de comunicación terrestre, mediante el Departamento de Ingeniería y Arquitectura de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador.
6. Problemas para la realización de prácticas	

▪ Propuesta de prácticas.

Para la realización de la propuesta de prácticas de laboratorio en el área de Geodesia se toma en cuenta los siguientes criterios:

1. Diagnóstico situacional actual para identificar las deficiencias en las prácticas.
2. Asesoría y criterios del sector profesional e instituciones para realizar una propuesta acorde a las necesidades que demanda el sector laboral:
 - a. Director General de AlfaGeomatics: Ing. Edgard Santiago Granados Martínez.
 - b. Catedrático de la FMO-UES: Ing. Rigoberto López.
3. Capacitación de cursos impartidos por AlfaGeomatics:
 - a. AutoCAD Civil 3D - Nivel Básico.
 - b. AutoCAD Civil 3D – Nivel Avanzado, con el fin de actualizar los conocimientos para tener un mayor criterio para la selección las practicas más adecuadas. Complementando las prácticas de campo con el uso de software.

Geología.

TABLA 2. ESTRUCTURA DE CONTENIDO - SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE GEOLOGÍA.

Descripción	Fuente
Duración total del curso.	1. Programa de trabajo de materia: Geología, mediante el Departamento de Ingeniería y Arquitectura de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador.
Cantidad de horas clases por semanas (Clases teóricas y prácticas).	
Sistema de evaluación.	



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Jornalización de cada curso, el cual se presenta mediante tablas divida de la siguiente manera: Semana de clases, temas impartidos durante la semana.	2. Entrevista a Ing. Francisco Antonio Aguirre Gallo, catedrático del área de Geología en la Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador.
---	--

▪ Propuesta de prácticas.

Para la realización de la propuesta de prácticas de laboratorio en el área de Geología se toma en cuenta los siguientes criterios:

1. Diagnóstico situacional actual para identificar las deficiencias que generan la falta de prácticas.
2. Asesoría y criterios del sector profesional e instituciones para realizar una propuesta acorde a las necesidades que demanda el sector laboral.
 - a. Catedrático de la UES-FMO: Ing. Francisco Antonio Aguirre Gallo.
 - b. CORESA de C.V.
3. Visualización de prácticas que realizan instituciones educativas que cubren el área de Geología en nuestro país:
 - a. Departamento de Geotécnica, Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de El Salvador.
 - b. Visitas técnicas mediante gestión del Departamento de Ingeniería y Arquitectura, Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador.

Hidrología.

TABLA 3. ESTRUCTURA DE CONTENIDO - SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE HIDROLOGÍA.

Descripción	Fuente
Duración total del curso.	1. Programa de trabajo de materia: Hidrología, mediante el Departamento de Ingeniería y Arquitectura de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador.
Cantidad de horas clases por semanas (Clases teóricas y prácticas).	
Sistema de evaluación.	



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Jornalización de cada curso, el cual se presenta mediante tablas divida de la siguiente manera: Semana de clases, temas impartidos durante la semana.	2. Entrevista a Ing. Guillermo Moya Turcios, catedrático del área de Hidrología en la Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador.
---	---

▪ Propuesta de prácticas.

Para la realización de la propuesta de prácticas de laboratorio en el área de Hidrología se toma en cuenta los siguientes criterios:

1. Diagnóstico situacional actual para identificar las deficiencias que generan la falta de prácticas.
2. Asesoría y criterios del sector profesional e instituciones para realizar una propuesta acorde a las necesidades que demanda el sector laboral.
 - a. Catedrático de la Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas”: Ing. Jaqueline Ivette Cativo Sandoval, encargada de las áreas de Hidrología y Acueductos y alcantarillados.
 - b. Automatización y Control Industrial de El Salvador, S.A-ACISA.

Hidráulica.

TABLA 4. ESTRUCTURA DE CONTENIDO - SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE HIDRÁULICA.

Descripción	Fuente
Duración total del curso.	1. Programa de trabajo de materia: Hidráulica, mediante el Departamento de Ingeniería y Arquitectura de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador.
Cantidad de horas clases por semanas (Clases teóricas y prácticas).	
Sistema de evaluación.	
Jornalización de cada curso, el cual se presenta mediante tablas divida de la siguiente manera: Semana de clases, temas impartidos durante la semana.	2. Entrevista a Ing. David Chávez Saravia, catedrático del área de Hidrología en la Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

- Propuesta de prácticas.

Para la realización de la propuesta de prácticas de laboratorio en el área de Hidráulica se toma en cuenta los siguientes criterios:

1. Diagnóstico situacional actual para identificar las deficiencias que generan la falta de prácticas.
2. Asesoría y criterios del sector profesional e instituciones para realizar una propuesta acorde a las necesidades que demanda el sector laboral.
 - a. Catedrático de la Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas”: Ing. Roberto Francisco Córdova, director del laboratorio del Departamento de Ciencias Energéticas y Fluidicas.
 - b. Automatización y Control Industrial de El Salvador, S.A-ACISA.

Mecánica de fluidos.

TABLA 5. ESTRUCTURA DE CONTENIDO - SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE MECÁNICA DE FLUIDOS.

Descripción	Fuente
Duración total del curso.	1. Programa de trabajo de materia: Mecánica de Fluidos, mediante el Departamento de Ingeniería y Arquitectura de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador.
Cantidad de horas clases por semanas (Clases teóricas y prácticas).	
Sistema de evaluación.	
Jornalización de cada curso, el cual se presenta mediante tablas divida de la siguiente manera: Semana de clases, temas impartidos durante la semana.	

- Propuesta de prácticas.

Para la realización de la propuesta de prácticas de laboratorio en el área de Hidráulica se toma en cuenta los siguientes criterios:

1. Diagnó
- 2.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

3. stico situacional actual para identificar las deficiencias que generan la falta de prácticas.
4. Asesoría y criterios del sector profesional e instituciones para realizar una propuesta acorde a las necesidades que demanda el sector laboral.
 - a. Catedrático de la Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas”: Ing. Roberto Francisco Córdova, director del laboratorio del Departamento de Ciencias Energéticas y Fluidicas.
 - b. Automatización y Control Industrial de El Salvador, S.A-ACISA.

Análisis de ingreso estudiantil para la carrera de Ingeniería Civil.

Para el desarrollo del análisis se investiga los diferentes ingresos de estudiantes en la carrera de Ingeniería Civil entre los periodos 2012-2018, dichos datos son proporcionados por la Administración Académica de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador. Mediante dichos datos se realiza una gráfica para poder visualizar las diferencias durante los años.

Los criterios que se utilizan para la organización de la tabla de Ingreso estudiantil por año son:

- Año de ingreso.
- Ingreso estudiante por género.
- Total de ingreso estudiantil en la carrera de Ingeniería Civil.

Se calcula la Tasa de crecimiento considerando como datos de ingresos de estudiante los periodos 2017 y 2018, tomando periodos de crecimiento de 5 años, los cuales se dividen de la siguiente manera:

- Proyección periodo 2018-2023: Periodo corto plazo - 5 años.
- Proyección periodo 2018-2028: Periodo mediano plazo - 10 años.
- Proyección periodo 2018-2033: Periodo largo plazo - 15 años.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Posteriormente se calcula una tasa de crecimiento con un “n” igual a 15, esto se debe a que las tres proyecciones son periodos de 5 años, de esta forma se realiza un análisis entre los diferentes parámetros; el cual sirve para evaluar el ascenso o descenso de ingreso estudiantil y de la misma manera para ser utilizado en los criterios de distribución de grupos y horarios.

CAPITULO IV: IMPLEMENTACIÓN DE LABORATORIOS.

En este capítulo se desarrolla cada una de las partes que complementan la implementación de los laboratorios, es por este que se divide de la siguiente manera:

a. Administración de los laboratorios.

Para la realización de este apartado se toman en cuenta los siguientes criterios:

- Perfil del personal a cargo de laboratorios.
- Uso de equipos.
- Control de equipos.
- Grupos de trabajo.
- Normas de seguridad en el laboratorio.
- Organigrama de los laboratorios.
- Relaciones entre los diferentes niveles del organigrama.

b. Requisitos y consideraciones para el diseño de los laboratorios.

Los requisitos y consideración para el diseño de laboratorios comprenden el espacio físico necesario para el manejo de los laboratorios, estos son divididos de la siguiente manera:

- Tamaño.
- Puertas.
- Ventanas.
- Equipamiento.
- Instalaciones.

c. Presupuesto de los laboratorios.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Se plantean los montos para cada uno de las áreas que abarca la investigación, considerando el equipo necesario para un buen desarrollo y salto de calidad en el área práctica de la Ingeniería Civil.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En este capítulo se utiliza la siguiente metodología para el desarrollo:

- Conclusiones: *son basadas en los alcances y objetivos de la investigación.*
- Recomendaciones: *son basadas en las limitaciones de la investigación.*

CAPITULO 2

MARCO
REFERENCIAL





2.1 MARCO HISTÓRICO.

2.1.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE PRACTICAS DE LABORATORIO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

La carrera de Ingeniería Civil tiene sus orígenes en la formación de profesionales en la Facultad de AGRIMENSURA, la cual fue fundada el 19 de agosto de 1864 bajo la administración de Francisco Dueñas. En el año de 1879 la Facultad de AGRIMENSURA se transformó en la Facultad de Ingeniería Civil, para luego en el año de 1885 pasar a tener las siguientes carreras: Ingeniería Agronómica e Ingeniería Arquitectónica (Carreras con duración de 3 años); Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mineralógica (Carreras con duración de 4 años). En 1899 se presenta un proyecto para incluir en la Facultad las ramas de Ingeniería Civil y Agronomía. El 28 de junio de 1927 en una memorable sesión del Consejo Superior Universitario a moción del Ing. Julio E. Mejía se acordó la apertura de la Escuela de Ingeniería Civil y en mayo de 1933 se graduaron los primeros Ingenieros Civiles. En 1954 la Facultad realiza cambios y se crean las escuelas de Arquitectura, Electromecánica y Agronomía. De esta manera se anexa la Facultad de Arquitectura a la Facultad de Ingeniería y nace la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, que es lo que conocemos hoy en día. Con el paso de los años la Facultad va teniendo diversos cambios tanto en sus instalaciones, así como administrativos y educativos. En el año de 1963, el rector Dr. Fabio Castillo comienza una nueva reforma universitaria, de esta manera es como en 1965 se aprueban nuevos planes de estudio y se reestructura todo el sistema educativo de la Facultad, se diversifican las carreras. De esta manera la Facultad queda comprendida por las siguientes carreras: Arquitectura, Ingeniería Civil, Ingeniería Industrial, Ingeniería Eléctrica, e Ingeniería Mecánica.¹

Con el tiempo la Escuela de Ingeniería Civil se ve con la obligación introducir la aplicación de métodos, técnicas y tecnologías, procesos y procedimientos, conceptos y

¹ Tesis: Proyecto de diseño arquitectónico de las nuevas instalaciones de la escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Facultad Multidisciplinaria Oriental.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

principios científicos de aplicación práctica que constituyen el planeamiento, diseño, construcción, dirección, supervisión y administración de las obras civiles que permitan el desarrollo físico de los espacios territoriales de forma racional, funcional y segura. Es así como nace el Laboratorio de la Escuela de Ingeniería Civil, implementando en un principio laboratorios en las áreas de Mecánica de Suelos, Ingeniería de Materiales y Trabajos de Investigación. El Laboratorio se crea también con la idea de beneficiar al país, dado que El Salvador está ubicado en una zona altamente sísmica y se requiere que las construcciones cumplan con los requisitos exigidos por los Reglamentos de Construcción en el país para garantizar la seguridad estructural de estas, en este sentido el laboratorio contribuye en verificar la calidad de los materiales utilizados como el acero de refuerzo, bloques, ladrillo de barro, mortero para pegamento de bloques, concreto y verificar finalmente que cumplan con las especificaciones técnicas establecidas. Es así como el estudiante adquiere los conocimientos necesarios para el desempeño de su profesión.

El laboratorio se dividía de la siguiente manera:

- a. Área de Mecánica de Suelos: El cual contaba con espacio para discusiones teóricas con los estudiantes, así como prácticas para el desarrollo de ensayos.
- b. Área de Ingeniería de Materiales: El cual contaba con un equipo (Fabricado bajo su norma ASTM) especializado para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los suelos.

Poco a poco el laboratorio de la escuela de Ingeniería Civil se va modernizando y anexando nuevas áreas, llegando a contar actualmente con 5 áreas las cuales son:

- a. Laboratorio de Suelos y Mecánicas.

En los últimos 20 años, el laboratorio dentro de sus funciones proporciona servicio a las empresas privadas, en el control de calidad de los materiales utilizados en los proyectos de construcción del país. Los ensayos realizados tienen un costo, el cual posee la aprobación del Consejo Superior Universitario y debe ser cancelado en la Colecturía de la



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Facultad de Ingeniería y Arquitectura, previa a la entrega por parte del Laboratorio, de un Mandamiento de Pago donde se detalla el monto total del servicio. El servicio que el Laboratorio ofrece se enmarca en las áreas de Ingeniería de Materiales y Mecánica de Suelos.

b. Laboratorio de Estructuras.

El laboratorio de Estructuras es un centro de actividades, con recursos para desarrollar pruebas en construcciones terreas a escala natural (Mesa inclinable) y componentes estructurales de concreto reforzado y mampostería (Marco de carga). Las investigaciones experimentales tienen como objeto verificar y desarrollar sistemas constructivos resilientes e innovar en alternativas de reforzamiento y reparación de estructuras dañadas por sismo. Se han desarrollado diferentes proyectos entre los cuales tenemos:

1. Mejoramiento de la Tecnología para la Construcción de Vivienda Popular Sismo resistente. (Proyecto TAISHIN, etapas I y II). Este proyecto fue desarrollado bajo un convenio de cooperación trilateral, Japón, México y El Salvador; se investigaron cuatro sistemas constructivos para viviendas de bajo costo, resultados de impacto nacional y regional.
2. Proyecto de Sostenibilidad Fortaleciendo el marco legal de la construcción en El Salvador y su aplicación. Este proyecto se realizó bajo un Acuerdo de Entendimiento con el Vice-Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano. La investigación realizada bajo el marco de este proyecto se denominó “Estudio Paramétrico para Evaluar la Contribución en la Resistencia a Cortante en Paredes de Mampostería Confinada de Ladrillo de Barro”.

c. Laboratorio de Topografía.

El laboratorio sirve soporte académico para las asignaturas de Topografía I y II, Topografía para Arquitectura, Ingeniería de Carreteras; Maestría en Ingeniería Vial y actividades de Proyección Social. El Laboratorio cuenta con el siguiente equipo:



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

- Estaciones Totales
- Teodolitos digitales
- Niveles fijos
- GPS de navegación
- GPS de alta precisión
- Cintas, plomadas, miras, etc.

d. Laboratorio de Mezclas Asfálticas.

El laboratorio contribuye en las asignaturas de Pavimentos I y II, Trabajos de Graduación en el área de Pavimentos, prestación de servicios y capacitaciones. Además, cuenta con capacitaciones en el área de diseño y construcción de pavimentos, así como un área de evaluación estructural de pavimentos con Viga Benkelman. Entre los proyectos realizados tenemos:

- Estabilización de arcillas de alta plasticidad: proyecto de investigación desarrollado por el Ing. Dilber Sánchez, que tiene por objetivo la búsqueda de alternativas para la estabilización de las arcillas de alta plasticidad existentes en el Oriente del país, con costos optimizados.²

2.1.2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE PRACTICAS DE LABORATORIO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

En el año de 1988 la carrera de Ingeniería Civil aún no se terminaba en la sede de San Miguel, pues no se contaba con el personal docente necesario para cubrir los requerimientos académicos de los últimos años de estas carreras, sino que los estudiantes empezaban sus estudios en el Centro Universitario de Oriente y luego debían trasladarse a la sede central en San Salvador para así finalizar todo el plan académico. El Centro

² Laboratorios vigentes en la FIA-UES. Recuperado de www.fia.ues.edu.sv/civil/laboratorios.html



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Universitario de Oriente no contaba aun con laboratorios para la realización de prácticas y ensayos relacionados a la carrera de Ingeniería Civil. Por lo tanto, los estudiantes eran llevados a distintas empresas especializadas en laboratorios de dichas áreas.

En el año 2006 se dio la iniciativa de un laboratorio para el área de suelos, poco a poco ha ido cogiendo forma mediante la implementación de distinto equipo para las diferentes prácticas, actualmente el laboratorio cuenta con algunos instrumentos equipos e instrumentos tales como:

- SPT.
- Juego de tamices.
- Hornos para muestra de secado, moldes para ensayo de concreto, entre otros.

2.2 MARCO NORMATIVO.

Modelo de Acreditación.

La Acreditación es el procedimiento por el cual un organismo con autoridad reconoce formalmente que un organismo de evaluación de la conformidad es competente para llevar a cabo tareas específicas conforme a normas internacionales.

Los modelos de acreditación son herramientas que utilizan normalmente las administraciones públicas para fomentar la calidad en los servicios que se prestan a usuarios y ciudadanos.

Los modelos de acreditación son voluntarios y fijan una serie de criterios que permiten que una organización sea capaz de medir la calidad de sus servicios o productos, y el rendimiento de los mismos frente a estándares reconocidos a nivel nacional o internacional.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

¿Qué debe existir detrás de la Acreditación?

La acreditación en Universidades es un proceso voluntario que está orientado a alcanzar una mejora permanente en la formación de las personas, siguiendo pautas de calidad requeridos para la promoción del desarrollo económico, social, político y cultural.

En el sector universitario o de enseñanza superior se busca incrementar la eficacia y eficiencia de la institución, mejorar el nivel académico que se oferte y que la organización sea reconocida como una institución pionera a nivel nacional e internacional³.

En la Acreditación deben existir cinco elementos que encajan perfectamente:

- Normas técnicas: *definición de propiedades, dimensiones, tolerancias, etc.*
- Sistema metrológico: *garantía de medidas, exactas y confiables.*
- Ensayos: *análisis de los ingredientes, propiedades, características, etc.*
- Certificación: *conformidad con los requisitos definidos en las normas.*
- Acreditación: *reconocimiento de competencia técnica.*

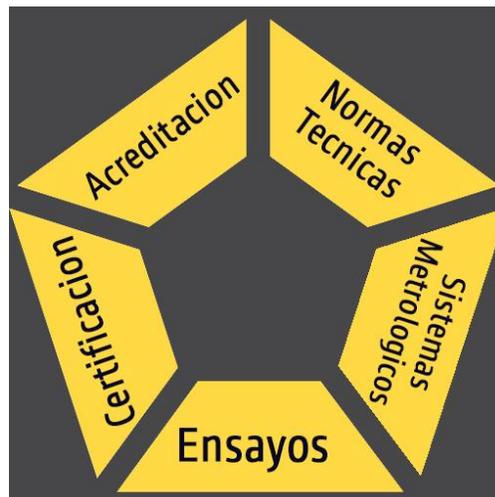


ILUSTRACIÓN 2. ELEMENTOS DE LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS.

³ Modelos de Acreditación (2017). Recuperado de <http://www.isotools.org>



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

En El Salvador, el OSA (Organismo Salvadoreño de Acreditación), es el encargado de aplicar políticas, reglamentos, procedimientos, principios y criterios que eviten dar origen a tratos diferenciados a los laboratorios que soliciten el servicio de acreditación.

El OSA proporciona a todos los laboratorios interesados en obtener la acreditación información sobre el proceso de acreditación, los criterios de acreditación y las políticas que se evalúan en el proceso de acreditación.

La normativa NTS ISO/IEC 17025 indica la evaluación de la conformidad y los requisitos para el funcionamiento de diferentes tipos de organismos que realizan la inspección.

El Organismo de acreditación solicita que los laboratorios que aplican a la acreditación cumplan los siguientes criterios de gestión:

- Organización: *legalidad, responsabilidad, alcance del sistema de gestión de calidad.*
- Sistema de gestión: *documentación del sistema de gestión, manual de calidad, compromiso con el sistema de gestión.*
- Control de documentos: *identificación, aprobación y emisión de documentos; cambios en los documentos.*
- Revisión de solicitudes, ofertas y contratos: *revisión de los pedidos, ofertas y contratos; registros, modificaciones, desviaciones.*
- Subcontratación de ensayos y calibraciones: *subcontratista, comunicación al cliente, registro.*
- Compra de servicios y suministros: *servicios y suministros, verificación de compras, evaluación de proveedores.*
- Servicio al cliente: *cooperación del laboratorio, información de retorno.*
- Quejas: *resolución de quejas recibidas, registro de las quejas y de las soluciones correctivas.*
- Control de trabajos de ensayos no conformes: *no conformidades, responsabilidades, posibilidad de recurrencia.*



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

- Mejora: *mejorar la eficacia del sistema de gestión.*
- Acción correctiva: *trabajos no conformes, responsabilidades, selección e implementación de la acción correctiva.*
- Acción preventiva: *identificación de fuentes que generan una NO CONFORMIDAD o mejoras del sistema de gestión, implementación de la acción preventiva.*
- Control de registros: *mantener un sistema de registro físico o digital, almacenamiento, conservación y protección de los registros.*
- Auditorías internas: *hallazgos, acciones correctivas, verificación de la eficacia.*
- Revisiones por la dirección: *programación predeterminada, introducción de cambios y mejoras necesarias, registro de los hallazgos y acciones.*

Además de los requisitos de gestión deben cumplir los siguientes requisitos técnicos:

- Generalidades: *factores que contribuyen a la exactitud y confiabilidad de los ensayos.*
- Personal: *competencia del personal, necesidad de formación, descripción de cargos.*
- Instalaciones y condiciones ambientales: *instalaciones y condiciones ambientales, separación eficaz de las áreas, acceso y uso del área.*
- Métodos de ensayo y de calibración y validación de los métodos: *métodos de ensayo apropiados, estimación de la incertidumbre, validación de métodos, control de datos.*
- Equipos: *equipo adecuado, capaz de alcanzar la exactitud requerida, uso por personal calificado, instrucciones actualizadas para el manejo, transporte y mantenimiento de los equipos.*
- Trazabilidad de las mediciones: *calibración de los equipos, verificación de la calibración.*
- Muestreo: *proceso del muestreo, control del muestreo, desviaciones, registros.*



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

- Manipulación de los ítems de ensayo y calibración: *transporte, recepción, manipulación, protección, almacenamiento y disposición de las muestras, identificación única, registro de anomalías.*
- Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo y calibración: *monitoreo de los resultados de ensayo, análisis de los datos con técnicas estadísticas.*
- Informes de ensayos: *requisitos del informe de ensayo, interpretaciones y opiniones con base, modificaciones del informe de ensayo.*



ILUSTRACIÓN 3. MÉTODO DE ENSAYO.

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS SITUACIONAL
Y
PROPUESTAS DE
LABORATORIO





3.1 DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE LAS ÁREAS EN INVESTIGACIÓN.

En este apartado se desarrolla el análisis de las áreas de Geodesia, Geología, Hidrología, Hidráulica y Mecánica de Fluidos en la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad Multidisciplinaria Oriental. Se mencionan los puntos de vista de los autores y se ofrecen aportes para la planificación de los laboratorios.

Las áreas se desarrollan durante 16 semanas con 80 horas clases en total, repartidas en 5 horas por semana, 3 de ellas teóricas y las 2 restantes prácticas; las evaluaciones, corresponderán al criterio de libertad de cátedra. Así mismo, se presentan los contenidos de las unidades de aprendizaje, siendo este el punto de inicio para la formulación de las propuestas de ensayos de laboratorio, el equipo necesario, su cotización, hasta llegar a su evaluación; todo esto seleccionado en base a criterios académicos, profesionales, técnicos y económicos.

3.1.1 SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE GEODESIA.

El área de topografía es dividida de la siguiente manera:

- Topografía I, impartida en el ciclo I.
- Topografía II, impartida en el ciclo II.

Al iniciar el curso tanto de Topografía I como de Topografía II, el catedrático entrega a los estudiantes el programa de trabajo de la unidad de aprendizaje, el cual contiene:

- Generalidades.
- Introducción de la materia.
- Descripción de la asignatura.
- Objetivos de la materia.
- Contenidos.
- Metodología de la enseñanza.
- Sistema de evaluación.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

- Bibliografía.

Topografía I.

Para el desempeño de Topografía I, el catedrático enfoca el curso de la materia en que el estudiante conozca de los procedimientos de medición utilizando únicamente, teodolito y cinta, conozca la causa de los errores, desarrolle el cálculo y dibujo de lo levantado y tenga conocimiento de lo relativo a las nivelaciones del terreno para tener una versión en conjunto de los tres elementos del espacio.

Algunas herramientas básicas son pedidas a los estudiantes, ya que el Departamento de Ingeniería y Arquitectura no cuenta con ellos, tenemos:

- Cinta métrica.
- Plomadas topográficas.
- Estacas.
- Rayón topográfico o Spray.

Se muestran los contenidos teóricos y prácticas de campo que se abordan en el transcurso del ciclo:

TABLA 6. CONTENIDOS DE TOPOGRAFÍA I.

Teoría	Campo
Principios generales de topografía	
Mediciones con cinta	Mediciones con cinta
Errores	Obstáculos de cadenamiento en mediciones con cinta
El teodolito	Medición de lotes con cinta
Levantamientos con teodolito y cinta	Colocación en estación del teodolito
Diversos usos del teodolito	Manejo del teodolito
Calculo de poligonales	Diversos usos del teodolito
Calculo de áreas	
Dibujo de levantamientos	Levantamiento de poligonal y detalles con teodolito y cinta



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Problemas de datos faltantes en poligonales cerradas	
Problemas de división de superficies de terrenos	
Altimetría	Colocación, nivelación y lectura del estadal usando nivel fijo
Planimetría y altimetría simultaneas	Nivelación de una cuadrícula establecida / nivelación de un perfil establecido

Los contenidos antes mencionados se complementan con prácticas de campo con la asesoría de 2 instructores (estudiantes contratados como auxiliares de cátedra), para ello se forman grupos dependiendo del número de alumnos inscritos en el curso, por lo general conformado de 5 a 6 alumnos. Se entrega un reporte al instructor una semana después de haber ejecutado cada práctica

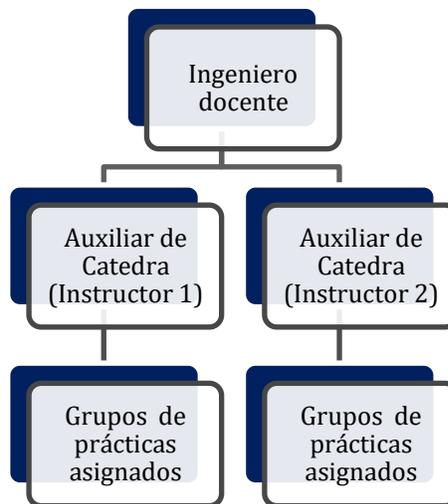


ILUSTRACIÓN 4. ORGANIGRAMA DE PRÁCTICAS DE CAMPO - TOPOGRAFÍA I.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Topografía II.

Para el desempeño de Topografía II, el catedrático enfoca el curso de la materia en que el estudiante conozca y aprenda el trazo de: caminos, edificios, obras hidráulicas, etc. Además, se explica de manera teórica algunos temas especiales como: triangulación y trilateraciones. En el caso de las prácticas de Topografía II, no se cuenta con un estudiante como instructor. El catedrático es el encargado de desempeñar dicha función. Se presentan los contenidos teóricos y prácticas de campo que se abordan en el transcurso del ciclo:

TABLA 7. CONTENIDOS DE TOPOGRAFÍA II.

Teoría	Campo
Taquimetría	Uso de la estación total.
Traslado de coordenadas geodésicas y elevación al lugar del levantamiento.	Levantamiento topográfico con estación total de pequeña sección de terreno.
Estudio de vías de comunicación terrestre.	
Urbanizaciones.	Levantamiento topográfico con estación total para urbanización.
Proyecto de una carretera.	Levantamiento topográfico con estación total para diseño de carretera.
Levantamientos topográficos para fines de estudio hidrográficos.	
Triangulaciones, trilateraciones	
Problemas varios.	



ILUSTRACIÓN 5. ORGANIGRAMA DE PRÁCTICAS DE CAMPO - TOPOGRAFÍA II.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Inventario de equipo de topografía.

A continuación, se detalla el equipo topográfico que se encuentra en el Departamento de Ingeniería y Arquitectura de la Facultad Multidisciplinaria Oriental para que se lleven a cabo las prácticas de campo tanto en Topografía I y Topografía II. Cabe mencionar que dicho equipo también es utilizado por los estudiantes de Arquitectura. Además, es utilizado para el desarrollo de horas sociales acorde al rubro en el que el estudiante las realiza, o si lo demanda el proyecto de horas sociales.

La realización del inventario de topografía se inició en el año 2002, año en el cual se adquirieron los primeros equipos como Facultad Multidisciplinaria Oriental. Con el tiempo no sufrió cambios, fue hasta el año 2013 cuando se adquirió un equipo de estación total. Su última actualización fue en el año 2017 cuando se adquirió el equipo de estación total NIKON NIVO 5.C, equipo en el cual se pretenden realizar las diferentes prácticas planteadas en el manual de Geodesia que se realizó durante el desarrollo de esta investigación.

TABLA 8. INVENTARIO DE EQUIPO DE TOPOGRAFÍA ACTUAL.

Datos Generales		Estado del equipo.				Valores.
Descripción del bien	Especificación.	B	R	M	Observaciones	Fecha de adquisición.
Almádana (1)		X				19/11/02
Jalones Topográficos (2)			X			19/11/02
Trípode de aluminio Nikon	NIKON	X				19/11/02
Batería Externa B4	NIKON		X			19/11/02
Cargador	NIKON		X			19/11/02
Cable B4-2	NIKON			X	En mal estado (Tiene falso contacto)	19/11/02



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Prismas Sencillos (1)		X				19/11/02
Porta Prisma (2)			X		<i>Uno se encuentra en mal estado (Falta sujetador)</i>	19/11/02
Equipo de Estación Total	NIKON			X	<i>En mal estado todo el equipo (Estación descalibrado)</i>	19/11/02
Equipo de Teodolito Óptico Sokkia	SOKKIA			X	<i>En mal estado todo el equipo (Sin utilizar)</i>	19/11/02
Equipo de Nivel Topográfico	SOKKIA	X				19/11/02
Equipo de Estación Total	SOKKIA	X				16/01/13
Equipo de Estación Total	NIKON(NIVO)	X				2017



ILUSTRACIÓN 6. TRÍPODES CON LOS QUE CUENTA EL ÁREA DE TOPOGRAFÍA.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ILUSTRACIÓN 7. TEODOLITO SOKKIA T60, ACTUALMENTE EN MAL ESTADO.

La FMO-UES conto con sus primeros equipos para prácticas en el año 2002. Anteriormente los diferentes catedráticos que con los años habían impartido la materia, tenían la necesidad de prestar equipo al sector privado para la realización de las prácticas, o en muchas ocasiones los estudiantes se trasladaban a diferentes proyectos para observar y entender el uso de los equipos de topografía de dicha época.

Con el paso del tiempo se fueron haciendo gestiones para poder abastecer poco a poco a la Facultad Multidisciplinaria Oriental de equipo de topografía.

Actualmente el Departamento de Ingeniería y Arquitectura cuenta con diferentes equipos de Topografía, pero es muy común que estos equipos sufran algún daño por falta de cuidado y mantenimiento. Además, no se dispone de un lugar adecuado donde se pueda guardar el equipo topográfico, ya que se colocan normalmente de forma desordenada dentro de las instalaciones del Departamento de Ingeniería y Arquitectura.

La alta demanda de estudiantes en la materia, desemboca en la problemática que los grupos para la realización de las practicas sean de más de 5 integrantes, llegando al límite en muchas ocasiones que dos grupos reciban las practicas al mismo tiempo o que no todos los estudiantes puedan hacer uso del equipo, por falta de organización dentro de la Facultad.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Para desarrollar las prácticas de campo los estudiantes junto al instructor de la materia (Para el caso de Topografía I), van al Departamento de Ingeniería y Arquitectura por los equipos y herramientas que utilizaran, haciéndose ellos mismos responsables del cuidado para devolverlos en buen estado. No existe un control de revisión de entrada y salida del equipo.

El Departamento de Ingeniería y Arquitectura cuenta con dos equipos de estación total en buen estado, pero solo se dispone de un equipo para la realización de las prácticas de topografía, el otro equipo de estación total es utilizado solo para la realización de horas sociales tanto de la carrera de Arquitectura como de Ingeniería Civil. Así mismo se realizan gestiones para que algunos equipos como GPS, o Nivel Topográfico sean prestados por el sector privado para que los estudiantes puedan realizar prácticas con ellos, pero no se tiene la seguridad de poder desempeñar dichas prácticas ya que no siempre el Departamento dispone de ellos

Dentro del área de Topografía no existe un reglamento de vestimenta para el desempeño de las prácticas de campo, esto puede derivar en muchas ocasiones en accidentes por la falta de equipo de seguridad en los estudiantes.

3.1.2 SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE GEOLOGÍA

La unidad de aprendizaje de geología se desarrolla mediante clases expositivas por parte del docente de los diferentes contenidos del programa, trabajos de investigación y defensa de los mismos por parte de los estudiantes.

Los contenidos que se estudian en esta unidad de aprendizaje son los siguientes:



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TABLA 9. CONTENIDOS DE GEOLOGÍA.

Teoría
Materia y energía.
Sistema solar.
La tierra sólida y fluida
Minerales.
Vulcanismo
Rocas ígneas.
Rocas sedimentarias.
Rocas metamórficas.
Montañas y teorías orogénicas.
Sismos y geología estructural.
Glaciares y desiertos
Geomorfología

Cabe mencionar que no se cuenta con un espacio físico para el desarrollo de prácticas de laboratorio.

3.1.3 SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE HIDROLOGÍA.

El área de hidrología es impartida por un solo docente y no se cuenta con laboratorios para realizar prácticas y/o ensayos. Se realizan visitas a la base de monitoreo del medio ambiente del SNET ubicado en la Facultad.

La implementación de prácticas de laboratorio y su espacio, es ya una necesidad para que el futuro ingeniero tenga las competencias necesarias para su desarrollo profesional.

Los contenidos que se desarrollan durante el ciclo son los siguientes:



TABLA 10. CONTENIDOS DE HIDROLOGÍA.

Teoría
Importancia de la hidrología en la ingeniería civil.
El ciclo hidrológico-variables.
Administración de datos meteorológicos y formación-precipitación media.
Estaciones meteorológicas y análisis de la precipitación.
Caracterización física ambiental y cuenca como ecosistema.
Manejo de cuencas.
Evaporación y evapotranspiración.
Métodos de evaluación.
Escorrentía- tiempo de concentración y caudales pico-métodos de estimación.
Obras de paso y reservorios.
SAT.
Hidrogeología y explotación de agua subterránea.
Vulnerabilidad de acuíferos.

3.1.4 SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE HIDRÁULICA.

El catedrático enfoca el curso en que el estudiante conozca y a la vez pueda aplicar los conceptos básicos de mecánica de fluidos en problemas prácticos de ingeniería, así como procedimientos básicos acerca del cálculo y diseño de sistemas hidráulicos.

Para el desarrollo de las discusiones de problemas en clases el catedrático presenta una guía de ejercicios la cual deben resolver los estudiantes, durante la semana los estudiantes pueden acercarse al catedrático para pedir asesorías acerca de los ejercicios planteados.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

En la actualidad no se realizan prácticas de laboratorio en esta área. Los contenidos que se aprenden son los siguientes:

TABLA 11. CONTENIDOS DE HIDRÁULICA.

Teoría
Hidrometría.
Perdidas en tuberías.
Sistema de tuberías.
Canales: Conceptos generales.
Flujo permanente uniforme en canales
Flujo critico en canales.
Flujo gradualmente variado

3.1.5 SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE MECÁNICA DE FLUIDOS

El área de Mecánica de Fluidos se trabaja mediante clases expositivas. Por cada unidad temática se realiza una discusión de una guía de problemas.

El catedrático enfoca el curso en que el estudiante se involucre con el manejo de los fluidos tanto desde el sentido teórico como practico. La idea central es que el estudiante conozca las propiedades físicas de los fluidos y los principios mecánicos, partiendo de esto el estudiante podrá interpretar problemas, identificar variables, diseñar métodos de solución e interpretar resultados.

Actualmente no se desarrollan prácticas de laboratorio de Mecánica de Fluidos, pero se tratan de resolver esta problemática mediante ejercicios prácticos y ejemplos sencillos.

Se presenta una tabla con los contenidos teóricos que se abordan:



TABLA 12. CONTENIDOS DE MECÁNICA DE FLUIDOS.

Teoría
Propiedades físicas de los fluidos.
Estática de fluidos.
Cinemática de fluidos.
Flujo de un fluido ideal incompresible.
Dinámica de los fluidos.
Análisis dimensional y teorías de modelos.

3.2 PROPUESTA DE PRÁCTICAS DE LAS ÁREAS EN INVESTIGACIÓN.

La propuesta de las diferentes prácticas para cada una de las áreas se divide en 3 partes:

a. Ensayo.

Los ensayos fueron seleccionados considerando los contenidos de las unidades de aprendizaje, tomando en cuenta complementar la parte teórica.

b. Contenidos.

Basados en los programas de estudio actuales se cubren cada uno de los contenidos mediante las prácticas.

c. Competencias.

Este apartado indica los objetivos que cubren cada una de las prácticas o ensayos propuestos. Claramente las competencias tienen como base complementar lo visto teóricamente, de esta manera el estudiante tendrá un mayor impacto al conocer el manejo de equipos y desarrollo de prácticas que actualmente se realizan en el sector laboral.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

3.2.1 PRÁCTICAS PROPUESTAS PARA EL ÁREA DE GEODESIA

La propuesta para esta área contempla dos aspectos:

1. Prácticas de campo.
2. Prácticas con software: AutoCAD Civil 3D.

TABLA 13. PRACTICAS PROPUESTAS PARA EL ÁREA DE GEODESIA.

Ensayo	Contenido	Competencia
Medición con cinta y plomada/ mediciones de lotes con cinta.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Principios generales de topografía. <ol style="list-style-type: none"> a. Definición e importancia de la topografía. b. Historia de la topografía. c. Clases y tipos de levantamientos. d. Conceptos usados en topografía. e. Condiciones que debe reunir un buen topógrafo. 2. Medición con cinta. <ol style="list-style-type: none"> a. Clases de cintas y recomendaciones en el uso. b. Libertad de campo y registro en la misma. c. Mediciones en terreno plano, inclinado e irregular. d. Precisión. e. Medición de ángulos con cinta. f. Problemas de medición con cinta. g. Métodos de levantamientos. h. Calculo de áreas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conocer el correcto uso de la plomada y como realizar mediciones con cinta métrica, además de tener en cuenta las precauciones que se deben tomar, para llevar a cabo un buen trabajo de campo-
Obstáculos de cadenamiento en mediciones con cinta.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Errores en el campo de la topografía. <ol style="list-style-type: none"> a. Causas de los errores. b. Clases de errores. c. Valor probable, error probable, error real y ponderación. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conocer los diferentes métodos para salvar obstáculos de cadenamiento en mediciones con cinta. 2. Adquirir habilidades prácticas para la ejecución de los métodos para salvar obstáculos en mediciones con cinta.
Centrado y nivelado de estación total.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estación total. <ol style="list-style-type: none"> a. Partes principales de la estación tota. b. Tipos de estación total. c. Errores en las observaciones. 2. Levantamiento con estación total. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Familiarizarse con los aparatos topográficos.
Interfaz de estación total.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diversos usos de la estación total. <ol style="list-style-type: none"> a. Manejo del programa Survey Pro mediante la estación total. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprender el uso básico del sistema de la Estación total



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Interfaz de Civil3D.	1. Manejo básico de Civil3D.	1. Conocer y familiarizarse con las herramientas que brinda el Software de AutoCAD Civil 3D
Levantamiento de poligonales con estación total	1. Uso de poligonales.	1. Aprender el procedimiento de levantamiento de poligonales con estación total. 2. Utilizar de manera correcta la estación total en el levantamiento de poligonales. 3. Realizar el levantamiento de un terreno a partir de la poligonal. 4. Tomar lectura de distancia de los lados de la poligonal y los ángulos horizontales entre los vértices.
Levantamiento de detalles con estación total.	1. Dibujo de levantamientos. a. Generalidades. b. Selección de escala para el dibujo.	1. Aprender el procedimiento de levantamiento de detalles con estación total y realizar el levantamiento de detalles por el método de radiación.
Dibujo y análisis de parcelas en AutoCAD Civil3D.	1. Ejemplo de aplicación de software tomando en cuenta diversos tipos de problemas.	1. Conocer cómo crear una parcela en Civil 3D, tomando en cuenta la generación de cuadros de rumbos, distancias, comprendiendo la forma de editarlos.
Nivelación de una cuadrícula establecida/Nivelación de un perfil establecido.	1. Planimetría y altimétrica simultaneas. a. Curvas de nivel. b. Interpolación de curvas de nivel. c. Características principales. d. Representación gráfica. e. Secciones transversales.	1. Definir las curvas de nivel en base a la nivelación del mismo por el método de la cuadrícula.
Creación de superficies en AutoCAD Civil3D.	1. Ejemplo de aplicación en software.	1. Entender la lógica y pasos a seguir para la creación de superficies en Civil



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

		3D, tomando en cuenta el análisis de la misma.
Amarre geodésico de terrenos en AutoCAD Civil3D.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Traslado de coordenadas geodésicas y elevación al lugar del levantamiento. 2. Utilización de GPS geodésico. 3. Ejemplo de aplicación en software. 	1. Realizar el amarre geodésico para diferentes tipos de terreno.
Uso de GPS de navegación y su aplicación.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estudio del GPS. 	1. Realizar toma de puntos topográficos con el GPS de navegación.
Levantamiento topográfico con estación total para urbanización.	<ol style="list-style-type: none"> 2. Estudio de vías de comunicación terrestre. 3. Urbanizaciones. 	

3.2.2 PRÁCTICAS PROPUESTAS PARA EL ÁREA DE GEOLOGÍA.

La propuesta de geología considera además de prácticas o ensayos una serie de visitas técnicas que tienen como propósito articular el conocimiento adquirido por el estudiante dentro de las aulas, fortaleciendo así un proceso de retroalimentación que propicie una actitud crítica que potencie su futuro que hacer profesional.

Los ensayos y prácticas a implementar se dividen de la siguiente manera:

1. Prácticas de laboratorios, divididas en dos grupos:
 - i. Prácticas de laboratorios con materiales (Rocas y minerales) de muestrarios propiedad del Departamento de Ingeniería y Arquitectura.
 - ii. Prácticas de laboratorios con muestras obtenidas de visitas técnicas.
2. Visitas técnicas, divididas en dos grupos:
 - i. Visitas a instituciones y/o empresas.
 - ii. Visitas de campo para obtención de muestras.

TABLA 14. PRÁCTICAS PROPUESTAS PARA EL ÁREA DE GEOLOGÍA.

Ensayo	Contenido	Competencia
Materia y energía (Visita Técnica)	1. Constante en la teoría física.	1. Estudio de historia de la obtención de energía a través del calor interno de la tierra.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

	<ol style="list-style-type: none"> 2. Trabajo. 3. Energía. 	<ol style="list-style-type: none"> 2. Funcionamiento de la central geotérmica para la obtención de energía eléctrica.
El sistema solar (Visita Técnica)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistema solar. 2. Teorías acerca de la formación del sistema solar. 3. Formación de la tierra. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Funcionamiento de los diversos equipos que se manejan dentro de las instalaciones del Observatorio Astronómico de El Salvador (ASTRO). 2. Comprensión de los diferentes conceptos que se manejan sobre el tema del Sistema Solar en el Observatorio Astronómico de El Salvador (ASTRO).
La tierra sólida y fluida (Visita Técnica)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Atmosfera. 2. La tierra sólida. 3. Hidrosfera. 4. El clima mundial. 5. Los elementos del clima. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Funcionamiento de diferentes instrumentos y equipos para la observación de la tierra y tiempo meteorológico dentro de las instalaciones del Observatorio Ambiental.
Interfaz de estereomicroscopio.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Uso, normas y consideración. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Instalación, manejo y conservación del equipo de laboratorio.
Interfaz del microscopio y software	<ol style="list-style-type: none"> 1. Uso, normas y consideraciones del microscopio. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Instalación, manejo y conservación del equipo de laboratorio.
Identificación de minerales.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definición de minerales. 2. Elementos claves de minerales. 3. Cristalización. 4. Enlaces, estructuras y aleaciones. 5. Propiedades físicas de los minerales. 6. Formas y sistemas cristalinos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprensión del proceso de formación de los minerales, así como sus propiedades. 2. Reconocimiento de los minerales por observación simple o mediante pruebas sencillas.
Línea de Becke y el índice de refracción.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinación de línea de Becke 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicara el concepto de refracción de la luz para determinar la línea de Becke.
Introducción a las rocas.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clasificación de acuerdo con su origen. 2. Procesos geológicos que contribuyen a la formación y transformación de un tipo de roca a otra. 3. Transporte, depositación y 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificación de las propiedades físicas generales de las rocas. 2. Estudio de los tres tipos de rocas.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

	litificación del sedimento.	
Identificación de rocas ígneas.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Formación de rocas ígneas. 2. Formación de minerales de rocas ígneas. 3. Tipos de rocas ígneas según el origen. 4. Propiedades físicas de las rocas ígneas. 5. Clasificación de rocas ígneas por textura y composición. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinación de las propiedades de las rocas ígneas en muestras. 2. Identificación de las principales familias de rocas ígneas basándose en sus propiedades físicas. 3. Clasificación de rocas ígneas
Identificación de rocas sedimentarias.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificación de las rocas sedimentarias y algunas de sus propiedades como la textura, composición y estructura de sedimentación. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinación de las propiedades de las rocas sedimentarias en muestras. 2. Identificación de las principales familias de rocas sedimentarias basándose en sus propiedades físicas. 3. Clasificación de rocas sedimentarias.
Identificación de rocas metamórficas.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Origen de rocas metamórficas. 2. Tipos de metamorfismo. 3. Metamorfismo de contacto, regional, cataclástico o dinamotérmico. 4. Clasificación de rocas metamórficas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinación de las propiedades de las rocas metamórficas en muestras. 2. Identificación de las principales familias de rocas metamórficas basándose en sus propiedades físicas. 3. Clasificación de rocas metamórficas.
Martillo Schmidt.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Resistencia a compresión simple de la roca. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprensión del funcionamiento y procedimiento de utilización del Martillo Schmidt.
Método de prueba estándar para la determinación de módulos de elasticidad de especímenes de testigos de roca intactos en compresión uniaxial.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Constantes elásticas y deformación en estructuras rocosas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cálculo del estrés mediante las constantes elásticas y la deformación en estructuras rocosas.
Método de prueba estándar para la resistencia a la	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fuerza del núcleo de roca cilíndrica en 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar las propiedades de resistencia y elásticas de roca, a saber: cizallamiento fuerte a varias presiones



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

compresión triaxial no drenada del núcleo rocoso.	especímenes sin escurrir estado bajo carga de compresión triaxial.	laterales, ángulo de fricción interna, ángulo de resistencia al cizallamiento, cohesión interceptar, y el módulo de Young.
Mapas geológicos (Visita Técnica).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rumbo y buzamiento. 2. Deformación de las rocas y estructuras geológicas. 3. Características geométricas de los pliegues. 4. Diaclasas. 5. Fallas. 6. Mapas geológicos y terrenos de estratos inclinados de buzamiento uniforme. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estudio de lo aprendido durante las clases teóricas mediante el reconocimiento de campo.
Vulcanismo (Visita Técnica).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los ambientes de los procesos magmáticos. 2. Manifestaciones y artes de un volcán. 3. Mecanismo eruptivo de los volcanes. 4. Productos y efectos de las erupciones 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estudio de lo aprendido durante las clases teóricas mediante el reconocimiento de campo. 2. Evaluación del mecanismo eruptivo del volcán, así como el producto y efecto causado por las diferentes erupciones.
Montañas y teorías orogénicas (Visita Técnica).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tipos básicos de montañas. 2. Criterios de clasificación de las montañas. 3. Tipos de cordilleras o plegamientos. 4. Geodinámica. 5. Causas de las fuerzas endógenas de la orogenia. 6. Sucesión y clasificación de las orogénesis. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificación de las características más importantes y la clasificación de las montañas, considerando las diferentes teorías.



3.2.3 PRÁCTICAS PROPUESTAS PARA EL ÁREA DE HIDROLOGÍA.

En esta propuesta se presentan diferentes ensayos que se pueden realizar en el campo laboral del área de Hidrología. Para la propuesta también se valoró contenido complementario, que no es considerado de forma directa por el programa de estudio, pero sí de gran importancia en el área para que el estudiante tenga un mejor desenvolvimiento y adquiera los conocimientos básicos generales en el campo de la hidrología.

TABLA 15. PRÁCTICAS PROPUESTAS PARA EL ÁREA DE HIDROLOGÍA.

Ensayo	Contenido	Competencia
Importancia de la Hidrología (Visita Técnica)	1. Geomorfología. 2. Cuenca hidrográfica. 3. Elementos de una cuenca.	1. Conocer la terminología e índices con los cuales el hidrólogo define y analiza una cuenca hidrográfica.
Climatología (Visita Técnica)	1. Medición de precipitaciones.	1. Identificar instrumentos para la medición de precipitación así como cálculos para el tema.
Evaporación, transpiración, evapotranspiración	1. Evaporación. 2. Transpiración. 3. Evapotranspiración.	1. Medición de la evaporación 2. Métodos para estimar la evapotranspiración en una cuenca.
Cuencas	1. Cálculos para cuencas.	1. Definir las partes de una cuenca. 2. Diferenciar los tipos de cuencas y sus características. 3. Conocer las funciones de las cuencas y distinguir sus componentes.
Infiltración	1. Procesos de infiltración.	1. Comprensión del proceso a seguir para evaluar la infiltración en determinadas áreas.
Medición de caudales	1. Métodos basados en la medición de la velocidad de agua y área transversal del río. 2. Métodos que involucran la construcción de estructuras artificiales. 3. Métodos de aforo por dilución.	1. Comprensión de la medición de caudales.



3.2.4 PRÁCTICAS PROPUESTAS PARA EL ÁREA DE HIDRÁULICA.

El contenido de los ensayos incluye cada uno de los temas que contiene el programa de estudio de la unidad de aprendizaje. Se incluyen ensayos de temas que por lo general no son abarcados durante el desarrollo del ciclo por razones de tiempo.

Las prácticas de laboratorios para el área de Hidráulica pueden ser de 2 tipos:

1. Prácticas de laboratorios, las cuales constan de 3 partes dentro de cada ensayo:
 - i. Teoría.
 - ii. Práctica.
 - iii. Cálculos matemáticos.
2. Prácticas de laboratorios con Software, dichas prácticas se complementan con un software el cual ya es proporcionado por el mismo equipo. El software es utilizado para comparar diferentes pruebas dentro del mismo ensayo. Las practicas constan de 3 partes:
 - i. Teoría.
 - ii. Practica.
 - iii. Cálculos matemáticos y uso del software del equipo.



ILUSTRACIÓN 8. EQUIPOS DE HIDROMETRÍA DEL LABORATORIO DE CIENCIAS ENERGÉTICAS Y FLUIDICAS- UCA.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

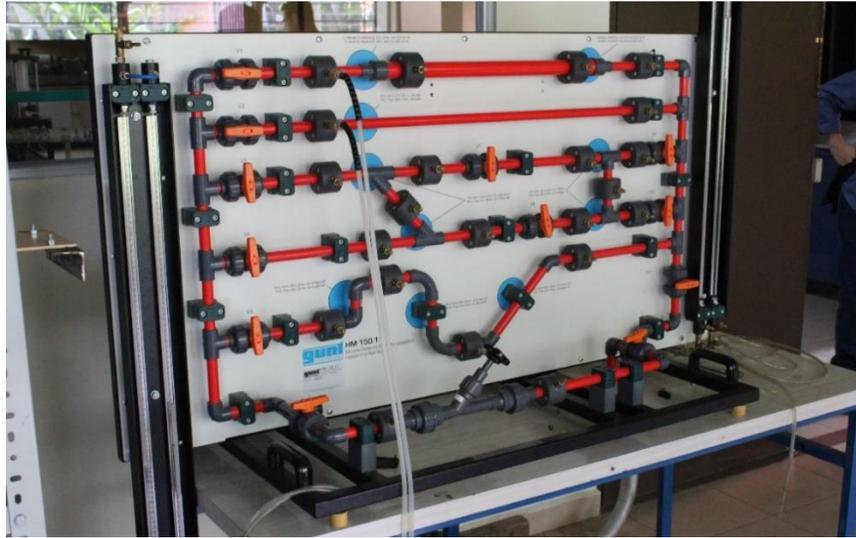


ILUSTRACIÓN 9. EQUIPOS DE TUBERÍAS DEL LABORATORIO DE CIENCIAS ENERGÉTICAS Y FLUIDICAS- UCA.

TABLA 16. PRACTICAS PROPUESTAS PARA EL ÁREA DE HIDRÁULICA.

Ensayo	Contenido	Competencia
Hidrometría.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Calibración de caudalímetros. 2. Medición de caudal: Diafragma/ boquilla. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comparación de distintos instrumentos para medir caudal. 2. Determinación del coeficiente de caudal correspondiente. 3. Comprensión de cómo se deben calibrar los instrumentos de medición.
Perdidas en tuberías y sistemas en tuberías.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Corriente de tubo con fricción. 2. Coeficientes de resistencia codo de tubo. 3. Modificaciones de sección. 4. Coeficientes de resistencia de griferías de tubería. 5. Curvas características de apertura de los órganos de bloqueo. 6. Medición de corriente volumétrica con tobera/diafragma. 7. Medición de corriente volumétrica con tubo de Venturi. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estudio las pérdidas de carga en tuberías, piezas de conexión de tuberías y robineteria, así como las diferentes conexiones de secciones de tubo. 2. Influencia de la velocidad de flujo en la perdida de presión. 3. Determinación de los coeficientes de resistencia. 4. Identificación de distintos deprimogenos para determinar el caudal.
Flujo en canales abiertos y cerrados.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Flujo en canales abiertos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprensión del funcionamiento de los canales en los diferentes tipos de flujo.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

	2. Flujo en canales cerrados.	a. Canal abierto. 1. Flujo sobre la estructura de control: i. Vertedero con cresta ancha. ii. Vertedero con cresta delgada. iii. Presa- vertedero de perfil Ogee con tipo de salida en forma de salto de esquí. iv. Umbral. b. Canal cerrado. 1. Flujo en tuberías con sección transversal de flujo constante y variable. Medición de presión estática, total y velocidad de flujo.
--	-------------------------------	--

3.2.5 PRÁCTICAS PROPUESTAS PARA EL ÁREA DE MECÁNICA DE FLUIDOS.

Para el desarrollo de los contenidos del laboratorio de Mecánica de Fluidos se realizan diferentes pruebas dentro de los ensayos. De esta manera el estudiante puede abarcar todos los principios básicos de la Mecánica de Fluidos, y profundizar en cada uno de ellos.

La metodología a emplear es similar al área de Hidráulica. Las prácticas de laboratorio se dividen en 2 tipos:

1. Prácticas de laboratorios, las cuales constan de 3 partes dentro de cada ensayo:
 - i. Teoría.
 - ii. Práctica.
 - iii. Cálculos matemáticos.
2. Prácticas de laboratorios con Software, dichas prácticas se complementan con un software el cual ya es proporcionado por el mismo equipo. El software es utilizado para comparar diferentes pruebas dentro del mismo ensayo. Las prácticas constan de 4 partes:
 - i. Teoría.
 - ii. Práctica.
 - iii. Cálculos matemáticos.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

iv. Uso del software del equipo.

TABLA 17. PRÁCTICAS PROPUESTAS PARA EL ÁREA DE MECÁNICA DE FLUIDOS.

Ensayo	Contenido	Competencia
Propiedades físicas de los fluidos.	<ol style="list-style-type: none"> Determinación de la velocidad de descenso (Temperatura, densidad relativa, peso específico, densidad, viscosidad dinámica, viscosidad cinemática, tiempo). Presión de vapor del agua (Presión relativa, presión absoluta y temperatura del vapor en °C). Cambios de estados de los gases. 	<ol style="list-style-type: none"> Conocimientos de las diferentes propiedades de los fluidos mediante el ensayo de la determinación de la velocidad de descenso. Estudio a través de un ensayo las leyes que rigen los cambios de estado de los gases. Comprensión del registro de la curva de vapor de agua a través del ensayo de presión de vapor del agua (Representación de la relación entre presión y temperatura).
Estática de fluidos.	<ol style="list-style-type: none"> Fundamento de la medición de presión (Manómetros). Fuerza sobre superficies planas. Empuje y flotación. 	<ol style="list-style-type: none"> Conocimiento de algunos procedimientos de medición de presión mediante el uso de manómetros. Calculo de la fuerza hidrostática sobre superficies planas (Centros de presiones). Estudio de las más importantes leyes de hidrostática, ley de Pascal y ley de Arquímedes, mediante el empuje y flotación.
Cinemática de fluidos.	<ol style="list-style-type: none"> Visualización de campos de flujo y líneas de corriente con ayuda de burbujas de hidrogeno generadas electrolíticamente. Estudios de diversos modelos: cuerpos de resistencia y modificaciones de la sección transversal. Estudio de flujos laminares y turbulentos. 	<ol style="list-style-type: none"> Visualización de la distribución de la velocidad en flujos laminares, turbulentos y bidimensionales. Conocimiento de la forma de las líneas de corrientes en flujos alrededor y a través de modelos. Estudio de la separación del flujo. Comprensión de la analogía con el flujo de aire.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Flujo de un fluido incompresible.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estudio y verificación del principio de Bernoulli. 2. Presiones estáticas y distribución de la presión total a lo largo del tubo de Venturi. 3. Coeficiente de caudal en distintos caudales. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprensión el principio de Bernoulli mediante la práctica. 2. Conocimiento de la conversión de energía en un flujo de tubo. 3. Registro del desarrollo de presión de la velocidad en el tubo de Venturi.
Dinámica de los fluidos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fuerza ejercida por un chorro. <ol style="list-style-type: none"> a. Fuerzas ejercidas por un chorro en deflectores. b. Principio de momento lineal. 2. Bomba centrífuga. <ol style="list-style-type: none"> a. Característica de una bomba centrífuga. b. Numero de revoluciones variable a través de convertidor de frecuencia. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Medición de la fuerza ejercida por un chorro. <ol style="list-style-type: none"> a. Demostración del principio del momento lineal. b. Estudio de la fuerza ejercida por un chorro. c. Influencia del caudal y velocidad de flujo, así como de distintos ángulos de desviación. 2. Comprensión del comportamiento y funcionamiento de la bomba centrífuga mediante: <ol style="list-style-type: none"> a. Registro de características de la bomba con número de revoluciones constante de la bomba (Determinación del caudal y medición de presión de entrada y salida). b. Registro de características de la bomba con distintos números de revoluciones. c. Desarrollo de curvas de potencia y rendimiento (Medición de la potencia de accionamiento eléctrica, medición de la potencia hidráulica y cálculo de rendimiento).



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ILUSTRACIÓN 10. EQUIPOS DE BANCO HIDROSTÁTICO DEL LABORATORIO DE CIENCIAS ENERGÉTICAS Y FLUIDICAS- UCA.



ILUSTRACIÓN 11. EQUIPOS DE VISUALIZACIÓN DE FLUJOS DEL LABORATORIO DE CIENCIAS ENERGÉTICAS Y FLUIDICAS- UCA.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

3.3 ANÁLISIS DE INGRESO ESTUDIANTIL PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL.

El ingreso de estudiante de la carrera de Ingeniería Civil durante los últimos 7 años presenta un comportamiento irregular, ya que no se presenta un ingreso de crecimiento constante en la cantidad de estudiantes que optan por dicha carrera.

Los datos proporcionados por administración académica son los siguientes:

TABLA 18. INGRESO ESTUDIANTIL POR AÑO - INGENIERÍA CIVIL.

Año de ingreso	Ingreso		Total
	M	F	
2012	80	16	96
2013	69	18	87
2014	57	13	70
2015	38	6	44
2016	41	11	52
2017	34	17	51
2018	47	13	60
Total	366	94	460

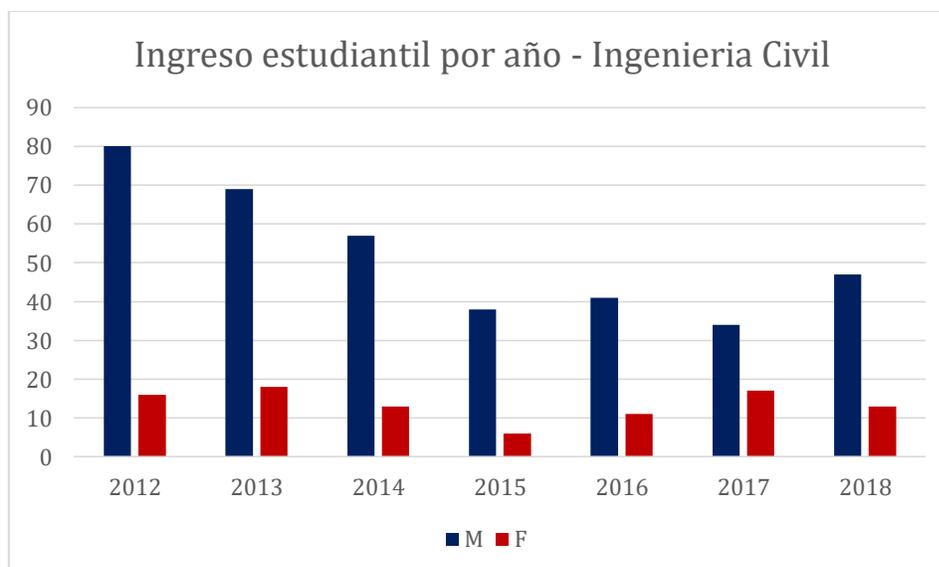


ILUSTRACIÓN 12. GRAFICA DE INGRESO ESTUDIANTIL EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL EN LA UES-FMO.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Para realizar el análisis del ingreso de estudiantes de la carrera de ingeniería Civil se recopila información sobre los ingresos durante un periodo de 7 años, obteniendo así que para el año del 2017 se contó con un numero de 51 estudiantes y en el año 2018 un total de 60 estudiantes, siendo estos los 2 últimos años dentro del análisis.

Tasa de crecimiento.

$$R = \frac{Pf - Pi \left(\left(\frac{2}{n}\right) k\right)}{Pf + Pi}^4$$

Donde:

R = Tasa de crecimiento.

Pi = Poblacion inicial.

Pf = Poblacion futura.

n = Numero de años (Segun periodo).

k = 100 (Constante).

Datos de ingresos de estudiantes a utilizar:

- N° de estudiantes periodo 2017: 51.
- N° de estudiantes periodo 2018: 60.

La tasa de crecimiento de ingreso estudiantil se calcula para periodos de 5 años, divididos de la siguiente manera:

- Proyección periodo 2018-2023: Periodo corto plazo - 5 años.
- Proyección periodo 2018-2028: Periodo mediano plazo - 10 años.
- Proyección periodo 2018-2033: Periodo largo plazo - 15 años.

⁴ Fórmula de cálculo de tasa de crecimiento tomada de Tesis: Proyecto de diseño arquitectónico de las nuevas instalaciones de la escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Facultad Multidisciplinaria Oriental.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

$$R = \frac{60 - 51\left(\frac{2}{15}\right) 100}{60 + 51}$$

$$R = \frac{9(13.33)}{111}$$

$$\mathbf{R = 1.08\%}$$

Calculo de crecimiento de ingreso estudiantil.

Obteniendo dato de tasa de crecimientos o índice de crecimientos en periodos de 5 años, se aplica formula estadística para calcular el crecimiento de ingresos estudiantil.

$$PF = PI(1 + R)^n$$

Donde:

R = Tasa de crecimiento o indice de crecimiento.

PI = Poblacion inicial.

PF = Poblacion futura (Ingreso estudiantil).

n = Numero de años (Segun periodo).

La población inicial (PI) a en el periodo corto es el ingreso de estudiantes en la carrera de Ingeniería Civil durante el año 2018, posteriormente se utiliza la población futura (PF) obtenida del periodo corto como la nueva población inicial (PI) para el cálculo de crecimiento de ingreso estudiantil en periodo mediano, de igual manera se utiliza la misma lógica para el periodo a largo plazo.

Calculando crecimiento de ingreso estudiantil para 3 periodos diferentes:

- Proyección periodo 2018-2023: Periodo corto plazo - 5 años.

$$PF = 60(1 + 0.0108)^5$$



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

$$PF = 60(1.06)$$

$$\mathbf{PF = 63.6 \approx 64}$$

- Proyección periodo 2018-2028: Periodo mediano plazo - 10 años.

$$PF = 60(1 + 0.0108)^{10}$$

$$PF = 60(1.11)$$

$$\mathbf{PF = 66.80 \approx 67}$$

- Proyección periodo 2018-2033: Periodo largo plazo - 15 años.

$$PF = 60(1 + 0.0108)^{15}$$

$$PF = 60(1.17)$$

$$\mathbf{PF = 70.5 \approx 71}$$

TABLA 19. PROYECCIONES DE INGRESO ESTUDIANTIL EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PARA: PERIODO CORTO, PERIODO MEDIANO Y PERIODO LARGO PLAZO EN LA UES-FMO.

Periodo	Años	PI (Población inicial)	PF (Ingreso Estudiantil)
2018-2023	5	60	64
2018-2028	10	60	67
2018-2033	15	60	71

De esta manera obtenemos un parámetro para la organización de los diferentes grupos en la ejecución de las prácticas de laboratorios, los criterios para cada uno de los periodos se describen de la siguiente manera:

- Proyección periodo 2018-2023: Periodo corto plazo - 5 años.

El ingreso estudiantil tiene un leve aumento, dicha diferencia no es tan grande por lo tanto se interpreta que la distribución de cantidad de alumnos para el desarrollo de prácticas es similar a la que se plantea actualmente en el área que ya se tiene un antecedente de



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

laboratorio el cual es Geodesia mediante Topografía I y Topografía II. La cantidad actual para el desarrollo de las prácticas de campo es entre 7 a 8 estudiantes por grupo.

- Proyección periodo 2018-2028: Periodo mediano plazo - 10 años.

El ingreso estudiantil aumenta de forma considerable. Esto nos da una primera idea de la capacidad que deben tener las aulas de laboratorios y la cantidad de estudiantes por grupo que se debe tomar en cuenta para un buen manejo de los laboratorios.

- Proyección periodo 2018-2033: Periodo mediano plazo - 15 años.

El ingreso estudiantil proyectado es el ideal para definir la organización de los laboratorios, ya que se tiene un mayor margen de diferencias entre las proyecciones analizadas.

En base a datos obtenidos se plantea lo siguiente:

- a. Cada grupo deberá de tener como máximo 6 integrantes, obteniendo de esta manera un total de 12 grupos aproximadamente por área.
- b. Cada práctica se impartirá 4 veces por semana distribuidas en 2 días.
- c. En cada sesión asistirán 3 grupos.
- d. Las prácticas tendrán un tiempo máximo de duración de 2 horas.
- e. El horario para el uso de laboratorio será aparte del horario que tiene cada programa de trabajo (Horario de clases teóricas y Horario de discusión de ejercicios)

CAPITULO 4

IMPLEMENTACIÓN
DE
LABORATORIOS





4.1 ADMINISTRACIÓN DE LABORATORIOS.

La administración de los laboratorios dependerá del Departamento de Ingeniería y Arquitectura, mediante el coordinador de laboratorios, quien será el responsable de planificar, dirigir y controlar las diferentes actividades para el correcto funcionamiento de los laboratorios. El personal requerido para atender los laboratorios por áreas es:

Geodesia.

1. Docente encargado de topografía.
2. Docente encargado para las sesiones de software.
3. 2 instructores o auxiliares para las prácticas de campo y software.

Geología.

1. Docente encargado de Geología.
2. 1 instructor o auxiliar.

Mecánica de Fluidos.

1. Docente encargado de Mecánica de Fluidos.
2. 1 instructor o auxiliar.

Hidráulica.

1. Docente encargado de Hidráulica.
2. 1 instructor o auxiliar.

Hidrología.

1. Docente encargado de Hidrología.
2. 1 instructor o auxiliar.



4.2 PERFIL DEL PERSONAL A CARGO DE LABORATORIOS.

Coordinador de laboratorios

Formación académica:

- Ingeniero civil, con amplia experiencia en el desempeño de la carrera y como catedrático.

Otras habilidades:

- Capacidad supervisar personal.
- Trabajo en equipo.
- Excelentes relaciones interpersonales.

Docentes encargados de las áreas.

Formación académica:

- Ingeniero civil, con amplia experiencia y conocimientos o estudios en las áreas específicas.

Otras habilidades:

- Capacidad para manejar grupos.
- Aptitud de enseñanza.

Instructores o auxiliares para laboratorios

Formación académica y habilidades:

- Estudiante de cuarto, quinto año o egresado de la carrera de Ingeniería civil.
- Conocimiento básico de idioma inglés.
- Responsable y puntual.

Nota: La prácticas de campo y software (Geodesia) requieren lo siguiente:

- Manejo de equipo topográfico.
- Conocimiento básico del software AutoCad Civil 3D.



4.3 CONTROL Y USO DE EQUIPOS.

4.3.1 CONTROL DE EQUIPOS.

Los equipos serán utilizados por los estudiantes inscritos en las materias de Geodesia, Geología, Hidráulica, Hidrología y Mecánica de Fluidos de la carrera de ingeniería civil.

Los estudiantes tendrán derecho a utilizar el equipo únicamente en el horario de las prácticas, haciendo uso correcto del mismo durante las prácticas y el debido cuidado al manipularlos.

Las prácticas se programarán al inicio para que se puedan desarrollar durante el correspondiente ciclo, dejando establecidos los horarios con la consideración de no interferir con las demás materias de los estudiantes y la disponibilidad de tiempo del instructor.

4.3.2 USO DE EQUIPOS.

El instructor será el encargado de facilitar a los grupos de trabajos el equipo y material que se necesitará para la realización de cada una de las prácticas en todas las áreas. De presentarse cualquier anomalía o daños en los equipos será responsabilidad del grupo que lo utilizó durante la práctica, debiendo solventar dicha situación antes de la finalización del ciclo correspondiente.

Para el préstamo del equipo topográfico será necesario llenar una hoja de préstamo para el mismo a fin de tener mayor control, verificar el estado al momento del préstamo y devolución. En la hoja de préstamo se detallará el equipo que se solicita, la cantidad, el estudiante responsable durante la práctica y deberá estar firmada por el docente encargado de topografía como del instructor a cargo de la práctica. En el momento de la devolución se confrontará con la hoja de préstamo para verificar que sea devuelto completo el equipo y en buen estado.



4.4 NORMAS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

Con el objeto de prevenir accidentes durante el desarrollo de las prácticas, se debe tener en cuenta las siguientes normas de seguridad en los laboratorios de las áreas Geodesia, Geología, Hidráulica, Hidrología y Mecánica de Fluidos.

Normas generales

- Solo accederán los estudiantes que recibirán la práctica programada en el correspondiente horario.
- Todo estudiante permanecerá en su sitio de trabajo y en caso de necesitar ayuda solicitarlo al docente o auxiliar.
- El estudiante debe tener un comportamiento adecuado en su área de trabajo.
- Toda práctica en laboratorios deberá ser supervisada por el Docente o Auxiliar de Laboratorio.
- El estudiante realizará únicamente actividades académicas y deberá acatar las indicaciones del docente o auxiliar al interior de los laboratorios.
- Utilizar gabacha durante las prácticas como medida de protección.
- No se deberá consumir alimentos o bebidas dentro de los laboratorios.
- Entrar y salir de manera ordenada de los laboratorios.
- Evitar desplazamientos innecesarios y correr dentro de los laboratorios.
- Mantener informado al profesor de cualquier hecho que ocurra.
- No dejar obstáculos en el camino con los que pudieran tropezar.
- Disponer sobre la mesa de trabajo únicamente lo requerido para la realización de la práctica.
- Antes de comenzar una práctica debes conocer y entender los procesos que vas a realizar.

Normas para manipular equipos y materiales

- No utilizar un equipo o aparato sin conocer perfectamente su funcionamiento.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

- No poner en funcionamiento un equipo eléctrico cuyas conexiones se encuentren en mal estado.
- No mover los equipos del lugar establecido.
- Evitar el contacto con fuentes de calor.
- Manejar con especial cuidado el material frágil.
- Dejar limpio y ordenado el material utilizado al finalizar la práctica.
- Guardar en su lugar todos los elementos utilizados.
- Antes de iniciar cualquier práctica reportar falla o daño de los equipos que se encuentran en el laboratorio si fuera el caso.
- Utilizar gafas y guantes en aquellas operaciones que por sus peculiaridades lo requieran.

Normas para el uso del laboratorio de software

- El estudiante es responsable del equipo de cómputo durante el tiempo que le sea asignado por lo que es responsable de cualquier daño que se ocasione al equipo.
- Aquel estudiante que haga mal uso del equipo o lo utilice para navegar en sitios inadecuados y sin beneficio deberá retirarse inmediatamente del laboratorio de software.
- No está permitido instalar software sin el consentimiento del responsable del laboratorio.
- La información será guardada en dispositivos de almacenamientos personales por parte de los estudiantes.
- En el laboratorio cada estudiante debe apagar el equipo al terminar su práctica.
- Si se necesitara hacer uso del laboratorio en horarios fuera de los programados para prácticas solicitarlo al responsable.



4.5 ORGANIGRAMA DE LABORATORIOS.

El organigrama del personal para atender los laboratorios se presenta a continuación:

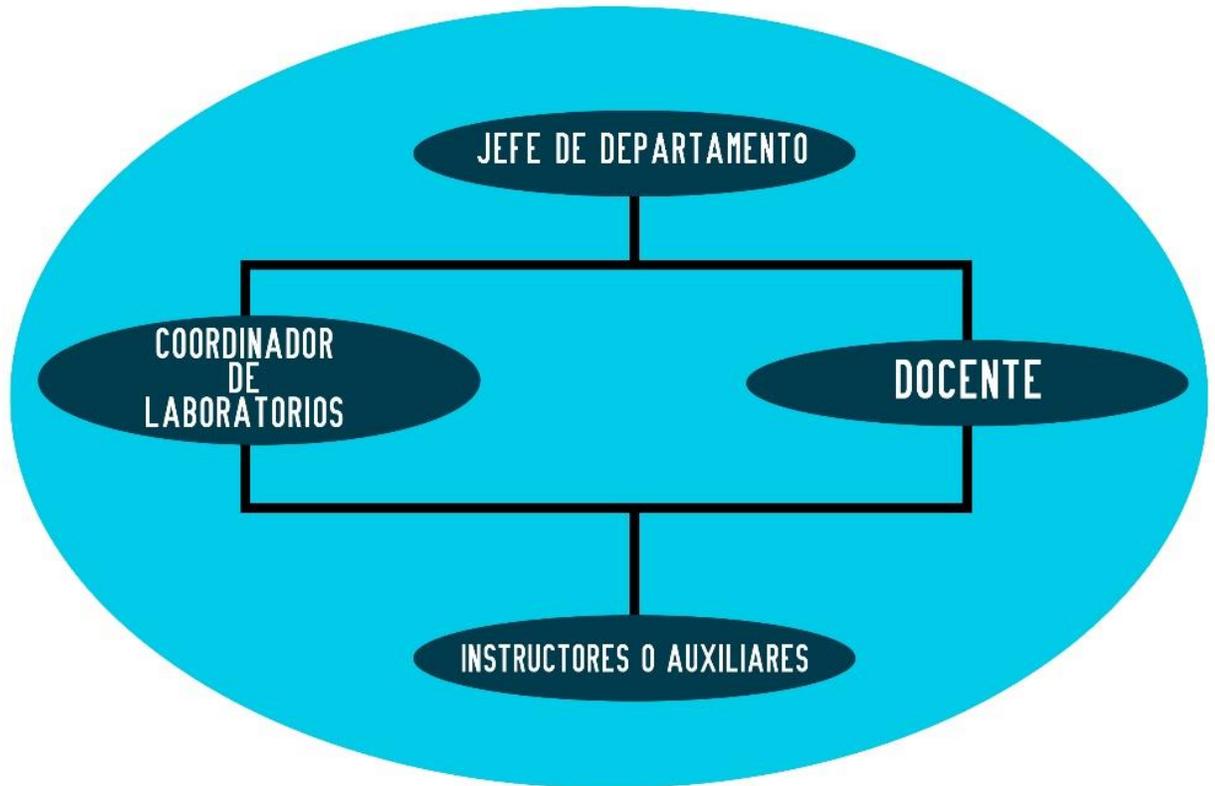


ILUSTRACIÓN 13. ORGANIGRAMA GENERAL DE LABORATORIOS.



4.6 RELACIONES ENTRE LOS DIFERENTES NIVELES DEL ORGANIGRAMA.

Jefe de departamento y coordinador de laboratorios: *colaboración entre ambas partes para el control administrativo de los laboratorios y su eficiente operación, además de la gestión en la adquisición y mantenimiento de equipos para las diferentes áreas. Promover conjuntamente toda acción para el fortalecimiento de los laboratorios.*

Coordinador de laboratorios y docentes: *continua comunicación para la debida planificación de las prácticas, el equipo y materiales a utilizarse; como la discusión de cualquier cambio en la búsqueda de mejorar el desarrollo de las prácticas.*

Coordinador de laboratorios e instructores: *los instructores deberán reportar las necesidades que se tengan en los laboratorios, informar de algún desperfecto de los equipos. También elaborar un inventario de los materiales y equipos detallando el estado o inexistencia de los mismos al final de cada ciclo.*

Docentes e instructores: *coordinar las prácticas de laboratorios, considerando los contenidos desarrollados en las clases teóricas, la selección de los equipos y materiales, los parámetros de evaluación.*



4.7 REQUISITOS Y CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE LOS LABORATORIOS.

Puertas.

El número de puertas estará establecido por las necesidades de evacuación.

a. Dimensiones mínimas:

La altura de paso libre de las puertas debe estar comprendida entre 2,0 y 2,2 m, su anchura suele ser de 90 o 150 cm, según sea de una o doble hoja, no debiendo ser inferior a 80 cm en ningún caso. Para evitar accidentes, las puertas de acceso a los pasillos no deben ser de vaivén, mientras que las que comunican los laboratorios entre sí pueden serlo. Las puertas corredizas deben descartarse de manera general, tanto por las dificultades de accionamiento si se tienen las manos ocupadas, como en caso de evacuación.

b. Entrada y salida

Para facilitar la entrada a las diferentes áreas de laboratorios, las puertas deben poderse abrir con el codo o el pie, no debiéndose acoplar sistemas de cierre de pasador, debido a la dificultad que representaría su apertura en caso de emergencia. Todas las puertas deben disponer de dispositivos que permitan su apertura desde dentro en cualquier circunstancia, a fin de evitar que el personal pueda quedar atrapado en el laboratorio en caso de incendio.

Ventanas.

Las ventanas reducen la sensación de claustrofobia y permiten la visión lejana, disminuyendo la fatiga visual, influyen en la iluminación del recinto y si son practicables (opción recomendable), posibilitan la renovación del aire en caso de necesidad, aunque también tienen el inconveniente de permitir la transmisión de ruidos externos y de ser una vía de propagación de incendios.

Un buen sistema es el de doble ventana, ya que amortigua el ruido exterior y reduce la pérdida de energía debida a la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior de los locales. Otro aspecto importante a considerar es la facilidad de limpieza de la cara externa de los cristales, para ello existen dos soluciones, los marcos desmontables y la



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

utilización de doble cristal en un sistema de volteo, lo que permite la limpieza desde el interior.

Equipamiento.

En un laboratorio, se van a manipular y utilizar diferentes equipos. Además del material específico de laboratorio, es conveniente tener en cuenta los siguientes elementos:

- Fuentes lavajos
- Maletín de primeros auxilios
- Ducha de seguridad
- Equipo de limpieza de derrames
- Extintores
- Mantas Ignífugas
- Alarmas de Fuego
- Equipos de Protección Respiratoria
- Armarios de seguridad para el almacenamiento de algún material.
- Elementos de actuación y equipos de protección personal adecuados a los riesgos existentes.
- Mobiliario (mesas, sillas, armarios) que cumpla unos mínimos requisitos de funcionalidad y comodidad, prestando especial atención a los aspectos ergonómicos

Mobiliario.

Las dimensiones para el mobiliario se dividen de la siguiente manera:

Mesas: las mesas deben tener unas dimensiones de 1.8x1.2 m, estas dimensiones son consideradas acorde al mobiliario observado en durante visitas realizadas a las diferentes instituciones que desarrollan las áreas que aborda la investigación.

Bancos: los bancos deben de tener una altura de 70 cm, esto le permitirá al estudiante estar al nivel adecuado para la realización de la práctica.

Se sugieren la siguiente cantidad de mobiliario para los laboratorios:



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

- Laboratorio de Hidrología, Hidráulica y Mecánica de Fluidos: *3 mesas y 6 bancos por mesa. Se sugiere que no siempre se haga uso de los bancos, o por lo menos no todos los grupos, ya que muchas practicas demandan estar parados por el equipo a utilizar.*
- Laboratorio de Geología: *3 mesas y 6 bancos por mesa. De esta manera todos los estudiantes podrán formar parte de la práctica de la manera más ordenada posible, el equipo para el desarrollo de esta área de prácticas de laboratorio no demanda o exige estar de pie, a diferencia del área mencionada anteriormente.*

Iluminación.

El nivel de iluminación del laboratorio debe adaptarse a las exigencias visuales de los trabajos que se realicen en él. Siempre que sea posible se recomienda disponer de iluminación natural complementada con iluminación artificial para garantizar las condiciones de visibilidad adecuada. En aquellas tareas en que se precisen niveles de iluminación específicos se colocaran puntos de iluminación localizada.

Techos.

El techo, donde habitualmente están situados los sistemas de iluminación general, debe estar construido con materiales de elevada resistencia mecánica y pintado o recubierto por superficies fácilmente lavables, evitándose la acumulación de polvo y materiales tóxicos. Un factor a considerar es su impenetrabilidad a gases y vapores a fin de evitar que tanto estos contaminantes como el humo, en caso de incendio, puedan transmitirse a las dependencias adyacentes. En este sentido es también recomendable que los tabiques de separación lleguen hasta el forjado. También deben valorarse sus propiedades en cuanto a transmisión de ruido. Se recomienda que tanto el techo esté pintado en blanco, lo que permite evitar diferencias muy acusadas de contraste entre ellos y las luminarias de los sistemas de iluminación.

Materiales y acabados



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

La selección de materiales para el acabado de las paredes, techos y suelos se efectúa, a veces, considerando solamente factores estéticos, la capacidad, el aislamiento térmico, o la resistencia mecánica, ignorándose casi por completo el comportamiento frente al fuego. Cada vez, sin embargo, se estudian mejor estos recubrimientos, habiéndose llegado a la conclusión de que si bien no suele comenzar en ellos el incendio, son factores de primera magnitud en su propagación. Cuando se produce un conato de incendio en un local, la temperatura de sus revestimientos aumenta bruscamente, por lo que llega rápidamente un momento en el que, si son combustibles, tiene lugar su inflamación y se generaliza el incendio.

Instalación eléctrica.

Los conductores deben estar protegidos a lo largo de su recorrido y su sección debe ser suficiente para evitar caídas de tensión y calentamientos. Las tomas de corriente para usos generales deben estar en número suficiente y convenientemente distribuidas con el fin de evitar instalaciones provisionales.

Criterios de seguridad en la instalación eléctrica:

- La conducción eléctrica del laboratorio se centralizará en un cuadro general cuya ubicación será tal que no comprometa la seguridad del personal por emplazamientos clasificados, áreas de paso, etc.
- El cuadro deberá permanecer en todo momento cerrado y en buen estado, garantizándose un grado mínimo de protección.
- Se extremará el control en la correcta identificación de los conductores, fase, neutro.
- Todos los circuitos dispondrán de la correspondiente protección magneto térmica con corte omnipolar y protección diferencial cubriendo la totalidad de los circuitos.
- Las canalizaciones serán entubadas protegidas frente a factores mecánicos, químicos y térmicos.
- En función de las características de cada laboratorio se pueden establecer circuitos para iluminación, para cada mesa o grupo reducido de mesas de trabajo o para cada aparato de gran consumo, o grupos de aparatos especiales.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

- En los locales donde se trabaje con líquidos inflamables la instalación eléctrica ha de ser de seguridad aumentada o antideflagrante.

Instalaciones de gases.

En los laboratorios se suelen utilizar gases a presión suministrados a través de una instalación fija. Hay que tener en cuenta determinadas precauciones y disponer de un protocolo de utilización:

- Gases combustibles: Se consideran los gases licuados del petróleo y el gas natural. El peligro fundamental de estos gases, además de ser combustible, se debe a que son más pesados que el aire, por lo que tienden a permanecer en los niveles inferiores durante mucho tiempo.
- Gases industriales: Estos gases se envasan en botellas y botellones que permiten una utilización racional del gas que contiene. Como medidas de seguridad se tendrán en cuenta las siguientes:
 - a. Las botellas deberán estar en posición vertical sobre suelos planos, con el nombre de los gases indicado en la botella.
 - b. Las botellas no se almacenarán cerca de sustancias inflamables, tales como aceite, gasolina, etc.
 - c. Las botellas no se almacenarán cerca de zonas de tránsito o lugares en los que existan objetos pesados en movimiento, que puedan caer o chocar contra ellas.
 - d. Las botellas almacenadas, incluso las vacías, deben ir provistas de caperuza o protector y deben tener la válvula cerrada.
 - e. Las botellas llenas y vacías deben almacenarse en grupos separados.
 - f. Las botellas con gases incompatibles deben almacenarse en zonas separadas por un obstáculo físico.
 - g. No deben estar expuestas a humedad o a temperaturas o muy altas o muy bajas.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

- Gases criogénicos: La principal característica es que su almacenamiento se realiza a baja temperatura, lo que hace que estos gases se encuentren en estado líquido, debiendo pasar a través de un gasificador en el que se efectúa un intercambio de calor para realizar el cambio de estado que permitirá su uso. Como medidas de seguridad se tendrán en cuenta las siguientes:
 - a. Utilización de guantes de protección contra contactos térmicos ya que las bajas temperaturas pueden producir un efecto similar a una quemadura si se entra en contacto con el gas o con el líquido.
 - b. Se almacenarán al aire libre y sobre el nivel del suelo.
 - c. Se colocará en sitio visible un cartel donde se indique el gas contenido, los peligros especificados y las medidas de seguridad recomendadas.

- Instalaciones de aire comprimido: En los laboratorios se utilizan muchas máquinas, herramientas que están conectadas a una red de aire comprimido. La utilización de aire comprimido puede dar lugar a la aparición y riesgos como:
 - a. Las mangueras de conexión pueden estar sometidas durante su utilización a flexiones, golpes, erosiones, etc. lo que puede producir la rotura de las mismas con el consiguiente movimiento repentino de serpiente o látigo.
 - b. Los escapes de aire comprimido pueden producir heridas en los ojos, atravesar la piel, puede penetrar por la boca, nariz, oídos, produciendo lesiones.
 - c. El uso de presiones inadecuadas puede dar lugar a la ruptura de herramientas o útiles con el consiguiente riesgo de proyecciones de elementos.
 - d. El empleo de aire comprimido para la limpieza de máquinas, bancos de trabajo puede ser causa de riesgos higiénicos, como son la dispersión de polvos, partículas así como la formación de nieblas de aceite si el aire proviene de engrasadores.
 - e. Como medidas preventivas se proponen las siguientes:
 - f. La elección de las mangueras flexibles será la adecuada a la presión y temperatura del aire comprimido así como también será adecuado el grado de resistencia de las mismas al uso que se destina.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

- g. Se evitará la erosión, atrapamiento de las mangueras flexibles. Antes de comenzar el trabajo se examinarán detenidamente desechándose aquellas que no garanticen una absoluta seguridad. Jamás se emplearán cintas aisladoras para taponar escapes.
- h. El acoplamiento de mangueras se efectuará mediante elementos de acción rápida. Cuando se desconecte el acoplamiento, automáticamente se interrumpirá la salida de aire comprimido y se despresurizará lentamente la parte desconectada.
- i. Para prevenir que los coletazos de las mangueras dañen al personal en caso de desengancharse o romperse dispondrán de "fusibles de aire comprimido" los cuales cortan el suministro de aire al detectar una fuga o ruptura de la manguera.
- j. Los racores de unión a las redes de aire comprimido, no serán intercambiables con racores empleados para otros gases.

Otras consideraciones.

El laboratorio deberá contar con:

- Simbología de precaución (No fumar, No comer, No correr, etc.)
- Señalamientos de las rutas de evacuación.
- Botiquín con material de primeros auxilios vigentes (gasas, suficientes lavaojos, suspensión de leche de magnesia, carbón activado, etc.).
- Pizarrón, botes de basura con la división orgánica e inorgánica y, de preferencia, con cortinas oscuras en buenas condiciones.
- Extintores en buenas condiciones y con carga vigente.
- Reglamento de Seguridad e Higiene a la vista.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

4.8 RUBRICAS DE EVALUACIÓN.

TABLA 20. RUBRICA DE EVALUACIÓN PARA VISITAS TÉCNICAS Y PRÁCTICAS DE LABORATORIO.⁵

Rubrica de evaluación para visitas técnicas y prácticas.				
Indicador	Excelente	Muy bueno	Aceptable	No satisface
Asistencia y puntualidad	Asiste puntualmente a las visitas técnicas.	Asiste regularmente y puntual a las visitas técnicas, si llega a faltar justifica sus inasistencias.	Llegar tarde o tiene faltas sin justificar.	Tiene más de 3 faltas injustificados
Trabajo en grupo	El nivel de comunicación y la interacción entre los miembros del grupo ha sido constante.	Han colaborado todos en lo asignado.	Una o dos personas han asumido la responsabilidad.	No han sabido distribuirse como grupo y han funcionado de forma individual.
Participación	Proporciona siempre ideas útiles cuando participa en el grupo y en discusiones. Es un líder definido que contribuye con mucho esfuerzo.	Por lo general, proporciona ideas útiles cuando participa en grupo. Un miembro fuerte del grupo que se esfuerza.	Algunas veces proporciona ideas útiles cuando participa en el grupo. Un miembro insatisfactorio del grupo que hace lo que se le pide.	Rara vez proporciona ideas útiles cuando participa en el grupo. Puede rehusarse a participar.
Atención al tema	El estudiante da una explicación clara al ser cuestionado.	El estudiante da una explicación razonable al ser cuestionado.	El estudiante da una explicación breve e insegura al ser cuestionado	Las explicaciones del estudiante son vagas e ilustran su dificultad en entender.
Manejo de equipo e instrumentos	Han utilizado con mucha destreza los instrumentos necesarios para la consecución de la tarea encomendada.	Han utilizado de forma adecuada los instrumentos necesarios para la tarea.	Han tenido algún problema, pero han llegado a conseguir utilizar las mismas para realizar lo encomendado.	Han perdido mucho tiempo y no han sabido utilizar el equipo de forma adecuada.
Tiempo y esfuerzo	El tiempo de la visita técnica o práctica fue	El tiempo de la visita técnica o práctica fue	El tiempo de la visita técnica o práctica fue	El tiempo no fue usado sabiamente y el

⁵ Elaboración propia a partir de consultas con docentes de las áreas de interés.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

	usado sabiamente producto de la buena planeación del estudiante.	usado de buena manera aunque el estudiante pudo haber puesto más esfuerzo para un mejor desarrollo.	utilizado ocasionalmente sabiamente por el estudiante, quedan algunas ideas poco claras.	estudiante no hizo un esfuerzo adicional.
Aportaciones	El estudiante realiza aportaciones personales o integra elemento valiosos no solicitados.	El estudiante realiza aportaciones descritas pero en menor medida.	El estudiante coloca algunas aportaciones personales pero sin descripción alguna.	No realiza aportaciones personales.
Cumplimiento de normas de seguridad	Trabajo perfecto, realizaron todas sus tareas con responsabilidad e independencia.	Han trabajado el mínimo requerido y cumplen normas de seguridad.	Han trabajado el mínimo requerido, han cumplido normas de seguridad con dificultad.	No han trabajado el mínimo requerido. No cumplen normas de seguridad.

TABLA 21. RUBRICA DE EVALUACIÓN PARA REPORTES DE VISITAS TÉCNICAS Y PRÁCTICAS DE LABORATORIOS.

Rubrica de evaluación para reportes.				
Indicador	Excelente	Muy bueno	Aceptable	No satisface
Tiempo de entrega	Se hace entrega en el día y la hora acordados.	Entrega el día acordado en diferente hora.	Entrega como máximo un día tarde.	Entrega como máximo dos o más días tardes.
Redacción	El trabajo cumple en su totalidad con la estructura del texto, claridad, sencillez y precisión. Además cumple con los principios básicos: introducción, desarrollo y conclusión.	El trabajo se encuentra bien estructurado en un 75%. Cuenta con claridad, pero denota ambigüedad. Cumple con los principios básicos: introducción, desarrollo y conclusión.	El trabajo está bien estructurado en un 50%, pero poca claridad y precisión. Cumple con los principios básicos: introducción, desarrollo y conclusión	El trabajo no cumple con los requisitos de una buena redacción.
Ortografía	El texto no presenta errores ortográficos (puntuación, acentuación y gramática).	El texto tiene menos de 3 errores ortográficos (puntuación, acentuación y gramática)	El texto tiene entre 4 y 6 errores ortográficos (puntuación, acentuación y gramática).	El texto tiene más de 10 errores ortográficos.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Contenido	Se aboca al tema solicitado	En algunos párrafos se nota una discordancia con el tema	En algunos párrafos se hace alusión al tema, pero las ideas no son claras	En todo el escrito no se trata el tema.
Limpieza	La hoja de trabajo se entregó sin tachones , sin arrugas ni enmendaduras	La hoja de trabajo presenta algunos tachones, pero no enmendaduras ni arrugas	La hoja de trabajo se encuentra sin enmendaduras ni arrugas, pero con muchos tachones.	La hoja de trabajo presenta muchos tachones, arrugas y enmendaduras.
Presentación	El trabajo es legible y en hoja blanca tamaño carta.	El trabajo es legible pero en hora diferente a la solicitada.	El trabajo es ilegible en algunas partes, en hoja blanca de tamaño carta.	El trabajo es ilegible.
Portada	Incluye correctamente nombre del departamento, carrera, nombre de la unidad de aprendizaje, nombre de visita técnica, nombre del catedrático, nombre de los integrantes del grupo, lugar y fecha.	Incluye correctamente nombre del departamento, carrera, nombre de la unidad de aprendizaje, nombre de visita técnica, nombre del catedrático, nombre de los integrantes del grupo, lugar y fecha. Todo lo anterior contiene algún error ortográfico o algún dato incompleto e incorrecto.	Existe algún dato como: nombre del departamento, carrera, nombre de la unidad de aprendizaje; a la vez incluye algún error ortográfico o algún dato incompleto o incorrecto.	No presento portada o no cumple con las especificaciones.
Formato	Utiliza márgenes de 2 cm de marco aproximadamente, y cada página incluye de 18 a 20 líneas de escritura en alineación justificado y con espacio de un renglón entre párrafo y párrafo.	Utiliza márgenes de 2 cm de marco aproximadamente, y cada página incluye 18 a 20 líneas de escritura en alineación justificada.	Utiliza márgenes de 2 cm de marco aproximadamente y cada página incluye 18 y 20 líneas de escritura.	Solo respeta uno de los elementos del formato.
Referencias bibliográficas	Presenta referencias bibliográficas de acuerdo al formato propuesto.	Presenta referencias, pero algunas no acordes a la practica	Presenta referencias bibliográficas, pero en diferente formato.	No presenta referencias bibliográficas.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

4.9 PRESUPUESTO DE EQUIPAMIENTO.

4.9.1 PRESUPUESTO DE LABORATORIO DEL ÁREA DE GEODESIA.

TABLA 22. PRESUPUESTO DE EQUIPO PARA LABORATORIO DE GEODESIA.

Presupuesto de equipo				
Nombre del equipo	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio total
Estación Total NIKON NIVO 5.C y accesorios: Trípode de aluminio. 2 Prismas metálicos. 2 bastones de 2.6 metros.	<ul style="list-style-type: none"> - Software: Survey Pro Carretera. - Posición angular de 5" precisión +/- (3+2 ppm x D) mm y enfoque Mínimo 1.5 Mts. - Telescopio: 125mm, Autofocus: SI, Aumento de Lente 30x, Alcance con diana reflectante 300 m, alcance con un prisma 5,000 m, alcance modo sin prisma 800 m, Sensor de compensación: Doble Eje. - Puerto de comunicación: RS-232 y USB mini USB, Comunicación inalámbrica: Bluetooth integrado. - Memoria Interna 128 MB de RAM Aprox. 50k. - 2 LCD TFT color QVGA táctil 640 x 480 pixeles Resistente al agua y polvo IP66. - Rango de temperatura: -20°C a + 50°C. - Alimentación de energía: 2 baterías Li-ion 	1	\$6,995.00	\$6,995.00
Nivel automático NIKON AC-2S	<ul style="list-style-type: none"> - Visual: Directa, Magnificencia: 24x, Lente: 30 mm, Enfoque mínimo: 0.75 m. - Precisión: + / - 2 mm (1 km doble recorrido). - Compensador magnético. - Burbuja circular: 2 mm. - Resistente al agua. 	2	\$295.00	\$590.00
GPS Etrex 20x con instalación de mapas de El Salvador y C.A.	<ul style="list-style-type: none"> - Pantalla:TFT transreflectiva de 65.000 colores de 240 x 320 pixeles. - Mapa base mundial y posibilidad de agregar mapa de creación automática de rutas. - Resistente al agua: IPX7. - Interfaz del equipo USB, Memoria interna: 3.7 MG y Ranura para tarjeta microSD. - Waypoints: 2000 y Rutas: 200, Track log:10.000 puntos,200 tracks. - Calculo de áreas y posibilidad de agregar puntos. 	2	\$328.90	\$657.80



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

	<ul style="list-style-type: none"> - Transferencia inalámbrica con unidades similares. - Configurado con forma de coordenadas que contiene cónicas. - LAMBERT (CNR)M LAT/LON, UTM. 			
Total				\$8,242.80

TABLA 23. PRESUPUESTO DE EQUIPO DE LABORATORIO DE SOFTWARE Y MOBILIARIO DE GEODESIA.

Presupuesto de equipo de prácticas de software y mobiliario				
Nombre del equipo	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio total
Computadora con accesorios	<ul style="list-style-type: none"> - CPU INTEL 3.0 GHZ I57400 LGA1151. - Memoria DATA 8GB DIMM DDR4 2400 MHZ. - MB ASUS PRIME B250-A-S-11514D4 S/R. - Disco duro TOSHIBA 1TB SATA. - Combo case SUINTEK - Monitor HP V202 19.5". - Quemador DVD LG interno 24x SATA. - UPS FORZA de 750VA de 6 salidas. 	20	\$749.63	\$14,992.60
Instalación de red para acceso a internet.			\$900.00	\$900.00
Proyector EPSON S31+	<ul style="list-style-type: none"> - Nivel en resoluciones SVGA, XGA, WXGA y WUXGA Full HD. - Modulo inalámbrico incluido S31+ opcional. - HDMI x2. - Lámpara de 10.000 horas. - Luminosidad en color hasta 3.600 lúmenes, Luminosidad en blanco hasta 3.600 lúmenes. 	1	\$538.00	\$538.00
Proyector EPSON Power Lite S27 SVGA 3LCD.	<ul style="list-style-type: none"> - Brillo en Color - Salida de Luz en Color:2700, Brillo en Blanco - Salida de Luz en Blanco:2700. - Resolución Nativa: SVGA - Vida Útil de la Lámpara:5.000 / 10.000 Hrs. - Relación de Proyección:1.45 Wide, 1.96 Tele. - Corrección de Trapecio: Horizontal y Vertical. - USB Plug 'n Play:Si. 	1	\$475.00	\$475.00



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

	- Relación de Contraste: Hasta 10000:1 - Procesamiento del Color: 10 bits - Reproducción del Color: Hasta 1.07 billones de colores			
Armario Persiana		2	\$445	\$890.00
			Total	\$17,795.60

4.9.2 PRESUPUESTO DE LABORATORIO DEL ÁREA DE GEOLOGÍA.

TABLA 24. PRESUPUESTO DE EQUIPO PARA LABORATORIO DE GEOLOGÍA.

Presupuesto de equipo				
Nombre del equipo	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio total
Estereo- microscopio Leica microsystems EZ4 E	- Sistema de iluminación incidente y oblicua LED. - Cámara de 5 M Pixeles con resolución de 2592x1944, Zoom 4.4:1 con aumentos de 8X - 35X, Oculares 10X/20 con ángulo de observación de 60°. - Distancia de trabajo de 100mm, Campo de visión de 5.7 hasta 25mm para una inspección rápida y fácil. - Cubierta de polvo. - Voltaje requerido: 110V	4	\$5,000.00	\$20,000.00
Microscopio para Geología Leica DVM 6	- Amplio rango de zoom con relación de zoom de 16: 1 para cubrir campos de objetos desde 43.75mm hasta 225µm con solo 2 objetivos dvm6 (12x a 4740x) detalles hasta 425 nm (resolución de hasta 2350 lp / mm) con total óptica corregida apocromática. Cámara de 10 mpixel integrada con imagen en vivo rápida (37 cuadros por segundo a 1600x1200 pixel). Opciones de iluminación integradas y controladas por software. Control de iris automatizado flex apertura para la mejor resolución o máxima profundidad de campo en las imágenes	1	\$70,807.00	\$70,807.00
Microscopio especializado	- Microscopio especializado para aplicaciones y estudios de	1	\$45,990.00	\$45,990.00



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

para aplicaciones de Geología Leica DM 2700P	geología, formado por microscopio de cámara digital y software para análisis de imágenes con módulo de medición.			
Ward's Igneous Rock Coleccion, hand specimen set		1	\$129.99	\$129.99
Ward's Metamorphic Rock Coleccion, hand specimen set		1	\$126.00	\$126.00
Ward's Sedimentary Rock Coleccion, hand specimen set		1	\$126.00	\$126.00
Estwing Lightweight Hammer with Polished Pick Head 14 oz.		4	\$59.55	\$238.20
Estwing Long-Handled, Polished Pick-Head Hammer, 22 oz		4	\$66.95	\$267.80
Ward's AGI/NAGT Laboratory Mineral Set		1	\$65.99	\$65.99
Ward's Pocket Gem Field Magnifier		5	\$13.35	\$66.75
Brujula-Clinómetro SUUNTO Tandem	<p>Clinómetro.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exactitud $\frac{1}{4}^{\circ}$, Intervalo de graduación $0,5^{\circ}$. - Escala: pendiente de +/- 90°, porcentaje de pendiente. - Dioptría ajustable. - Cojinete dual de zafiro. - Capsula rellena de líquido para mayor estabilidad. 	3	\$325.00	\$975.00



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

	<p>Brújula.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exactitud 1/3°, Intervalo de graduación 0,5°. - Escala: acimutal 360°, inversa 360° - Dioptría ajustable. - Cojinete de zafiro. - Capsula rellena de líquido para mayor estabilidad. - Carcasa de aleación ligera anodizada. - Bolsa de nailon con lazo para cinturón. 			
GPS Etrex 20x con instalación de mapas de El Salvador y C.A.	<ul style="list-style-type: none"> - Pantalla:TFT transfectiva de 65.000 colores de 240 x 320 pixeles. - Mapa base mundial y posibilidad de agregar mapa de creación automática de rutas. - Resistente al agua: IPX7. - Interfaz del equipo USB, Memoria interna: 3.7 MG y Ranura para tarjeta microSD. - Waypoints: 2000 y Rutas: 200, Track log:10.000 puntos,200 tracks. - Calculo de áreas y posibilidad de agregar puntos. - Transferencia inalámbrica con unidades similares. - Configurado con forma de coordenadas que contiene conicas. - LAMBERT (CNR) LAT/LON, UTM. 	2	\$328.90	\$657.80
Total				\$139,450.53

Nota: Los precios en color rojo indican costo solo del equipo, no incluye gastos de envío al país.

TABLA 25. PRESUPUESTO DE EQUIPO Y MOBILIARIO DE GEOLOGÍA.

Presupuesto de equipo y mobiliario				
Nombre del equipo	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio total
Proyector EPSON S31+	- Nivel en resoluciones SVGA, XGA, WXGA y WUXGA Full HD.	1	\$538.00	\$538.00



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

	<ul style="list-style-type: none"> - Modulo inalámbrico incluido S31+ opcional. - HDMI x2. - Lámpara de 10.000 horas. - Luminosidad en color hasta 3.600 lúmenes, Luminosidad en blanco hasta 3.600 lúmenes. 			
Proyector EPSON Power Lite S27 SVGA 3LCD.	<ul style="list-style-type: none"> - Brillo en Color - Salida de Luz en Color:2700, Brillo en Blanco - Salida de Luz en Blanco:2700. - Resolución Nativa: SVGA - Vida Útil de la Lámpara:5.000 / 10.000 Hrs. - Relación de Proyección:1.45 Wide, 1.96 Tele. - Corrección de Trapecio: Horizontal y Vertical - USB Plug 'n Play:Si - Relación de Contraste: Hasta 10000:1 - Procesamiento del Color: 10 bits - Reproducción del Color: Hasta 1.07 billones de colores 	1	\$475.00	\$475.00
Armario Persiana		2	\$445	\$890.00
Mesa de pino con formica blanca en cubierta (1.80x1.20x 80)m		4	\$170.00	\$680.00
Bancos de madera de pino (Altura: 70 cm)		20	\$30.00	\$600
Vehículo de transporte de pasajeros marca HYUNDAI modelo COUNTY.	<ul style="list-style-type: none"> -Vehículo con capacidad para 28 personas. -Modelo COUNTY año 2019. -Precio no incluye IVA. 	1	\$55,500	\$55,500
			Total	\$58,683.00



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

4.9.3 PRESUPUESTO DE LABORATORIO DEL ÁREA DE HIDROLOGÍA.

TABLA 26. PRESUPUESTO DE EQUIPO PARA LABORATORIO DE HIDROLOGÍA.

Presupuesto de equipo				
Nombre del equipo	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio total
Gunt Hamburg HM 141 – Hidrogramas después de la precipitación	- Sección de ensayo. - Volumen: 1300x600x200mm, Altura de arena máx.: 185mm, Dispositivo de precipitación, 2 Toberas, Caudal: 1...6,2L/min, pulverización cuadrática, Precipitaciones: máx. 320L/h, Depósito de medición con 17 cámaras, Volumen: 17x0,9L - Programadores. Precipitaciones: máx. 99min 59s, Tiempo de retardo hasta el comienzo de la medición: máx. 99 min 59s, Tiempo de medición por cámara: máx. 99 min 59 s, 4 bandejas colectoras: 305x215x55 mm,	1	\$21,350.11	\$21,350.11
Gunt Hamburg HM 169 – Visualización de corrientes de infiltración	- Área útil: LxAnxAI: 1480x104x630mm - Bomba. - Caudal máx.: 4 m ³ /h, Altura de elevación máx.: 4 m. - Depósito para producto de contraste: 0,5L, Depósito de reserva, acero fino: 96L. - Rangos de medición, Presión: 14x 20...650 mmCA.	1	\$14,158.89	\$14,158.89
Servicio de instalación y capacitación por parte de un ingeniero de Gunt Hamburg		-	\$8,149.48	\$8,149.48
Valor CIF vía marítima hasta San Salvador, El Salvador		-	\$12,860.24	\$12,860.24
			Total	\$56,518.72



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TABLA 27. PRESUPUESTO DE EQUIPO Y MOBILIARIO DE HIDROLOGÍA.

Presupuesto de equipo y mobiliario				
Nombre del equipo	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio total
Proyector EPSON S31+	<ul style="list-style-type: none"> - Nivel en resoluciones SVGA, XGA, WXGA y WUXGA Full HD. - Modulo inalámbrico incluido S31+ opcional. - HDMI x2. - Lámpara de 10.000 horas. - Luminosidad en color hasta 3.600 lúmenes, Luminosidad en blanco hasta 3.600 lúmenes. 	1	\$538.00	\$538.00
Proyector EPSON Power Lite S27 SVGA 3LCD.	<ul style="list-style-type: none"> - Brillo en Color - Salida de Luz en Color:2700, Brillo en Blanco - Salida de Luz en Blanco:2700. - Resolución Nativa: SVGA - Vida Útil de la Lámpara:5.000 / 10.000 Hrs. - Relación de Proyección:1.45 Wide, 1.96 Tele. - Corrección de Trapecio: Horizontal y Vertical - USB Plug 'n Play:Si - Relación de Contraste: Hasta 10000:1 - Procesamiento del Color: 10 bits - Reproducción del Color: Hasta 1.07 billones de colores 	1	\$475.00	\$475.00
Computadora con accesorios	<ul style="list-style-type: none"> - CPU INTEL 3.0 GHZ I57400 LGA1151. - Memoria DATA 8GB DIMM DDR4 2400 MHZ. - MB ASUS PRIME B250-A-S-11514D4 S/R. - Disco duro TOSHIBA 1TB SATA. - Combo case SUINTEK - Monitor HP V202 19.5". - Quemador DVD LG interno 24x SATA. UPS FORZA de 750VA de 6 salidas. 	1	\$749.63	\$749.63
Armario Persiana		3	\$445	\$1,335.00



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Mesa de pino con formica blanca en cubierta (1.80x1.20x80)m		4	\$170.00	\$680.00
Bancos de madera de pino (Altura: 70 cm)		20	\$30.00	\$600.00
			Total	\$4,377.63

4.9.4 PRESUPUESTO DE LABORATORIO DEL ÁREA DE HIDRÁULICA.

TABLA 28. PRESUPUESTO DE EQUIPO PARA LABORATORIO DE HIDRÁULICA.

Presupuesto de equipo				
Nombre del equipo	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio total
Gunt Hamburg HM 150.11 – Perdidas de carga en el sistema de tuberías	- 20x1,5 mm, PVC Secciones de tubo PVC. - Diámetro interior: d Recto: d=20x1,5 mm, longitud: 800 mm. - Estrechamiento discontinuo: d=32x1,8-20x1,5 mm - Ensanche discontinuo: d=20x1,5-32x1,8 mm, con 2x piezas en Y de 45° y 2x piezas en T, con 2x ángulos/codos de 90°: d=20x1,5 mm y 2x ángulos de 45°: d=20x1,5 mm, 2x 2 tubos manométricos: 0...1000 mmCA.	1	\$9,814.58	\$9,814.58
Gunt Hamburg HM 150.13 – Principios fundamentales de la medición de caudal	- Tubo de Venturi: A=84...338 mm ² , Angulo en la entrada: 10,5°, Angulo en la salida: 4°. - Caudalímetro de placa con orificio: Ø 14 mm Tobera de medida del caudal: Ø 18,5 mm, Rotámetro: máx. 1700 L/h.	1	\$3,143.83	\$3,143.83
Gunt Hamburg HM 164 – Flujo en canales abiertos y cerrados	- Longitud: 1,1m - Sección transversal AnxAl: 40x300 mm Depósito de reserva: 70L Bomba, Consumo de potencia: 250W, Caudal máx.: 150L/min, Altura de elevación máx.: 7,6m.	1	\$18,804.77	\$18,804.77
			Total	\$31,763.18



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Nota: Al ser equipo seleccionado del mismo proveedor del área de Hidrología no se agregará lo siguiente:

- Servicio de instalación y capacitación por parte de un ingeniero de Gunt Hamburg.
- Valor CIF vía marítima hasta San Salvador, El Salvador.

Dichos costos fueron cubiertos considerando el laboratorio del área de Hidráulica. El presupuesto de equipo y mobiliario también fue cubierto en el presupuesto de Hidrología, ya que ambos laboratorios se encontrarán en el mismo espacio físico al ser complementario.

4.9.5 PRESUPUESTO DE LABORATORIO DEL ÁREA DE MECÁNICA DE FLUIDOS.

TABLA 29. PRESUPUESTO DE EQUIPO PARA LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS.

Presupuesto de equipo				
Nombre del equipo	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio total
Gunt Hamburg WL 102 – Cambio de estados de gases.	- Compresor / bomba de vacío - Potencia: 60W, Presión de entrada: 213mbar, Presión de salida: 2bar - Regulador de temperatura - PID, 300W, limitado hasta 80°C -Rangos de medición - Temperatura: Depósito 1: 0...80°C, Depósito 2: 0...80°C -Presión: Depósito 1: 0...4bar abs., Depósito 2: 0...2bar abs -Volumen: Depósito 1: 0...3L	1	\$11,667.11	\$11,667.11
Gunt Hamburg WL 203 – Fundamentos de la medida de presión.	-Manómetro de tubo inclinado - Angulo: 30° -Rangos de medición: Presión:0...±60mbar (manómetro de Bourdon), 0...500mmCA (manómetro de tubo en U), 0...500mmCA (manómetro de tubo inclinado).	1	\$5,084.86	\$5,084.86
Gunt Hamburg WL 204 – Presión de vapor del agua.	- Manómetro de Bourdon: 1...24bar. - Limitador de temperatura: 200°C, Válvula de seguridad:	1	\$5,769.51	\$5,769.51



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

	20bar, Calefactor: 2Kw, Caldera, acero inoxidable: 2L -Rangos de medición: Temperatura: 0...200°C, Presión: 0...20bar.			
Gunt Hamburg HM 133 – Visualización de campos de flujo.	- Bomba con número de revoluciones ajustable: Máx. caudal de salida: 20L/min - Generador de burbujas: Corriente: 0...200Ma, Pausa: 8,4...1800ms, Pulso: 8,4...1800ms, 3 cátodos con alambre de platino - Ø 0,2mm - Longitud 30, 50, 75mm - Ánodo, chapa de acero fino, en forma de L Canal de agua: aprox. 6L Sección de ensayo: LxAnxAl: 550x150x50mm Iluminación: leds blancos en la pared del costado del canal de agua.	1	\$11,646.15	\$11,646.15
Gunt Hamburg HM 135 – Determinación de la velocidad de descenso.	- 2 cilindros: Ø interior: 92mm cada uno, Atura: 1330mm cada uno, Altura de descenso: 1000mm cada uno - Esferas: Aluminio (densidad: - 2,7kg/dm ³), 2x Ø 5mm, 2x Ø 10mm, Polioximetileno (POM), Densidad: 1,41kg/dm ³ , 2x Ø 5mm, 2x Ø 10mm, Poliamida (PA), densidad: 1,13kg/dm ³ , 2x Ø 10mm.	1	\$3,249.79	\$3,249.79
Gunt Hamburg HM 150 – Modulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos.	-Bomba: Consumo de - potencia: 250W, Máx caudal: 150L/min, Máx. altura de elevación: 7,6m, Depósito de reserva, Capacidad: 180L - Tanque de medición: Para caudales volumétricos grandes: 40L, Para caudales volumétricos pequeños: 10L -Canal: LxAnxAl: 530x150x180 mm, Matraz aforado con escala para caudales volumétricos muy pequeños, Capacidad: 2L - Cronómetro: Rango de medición: 0...9h 59min 59sec.	1	\$4,524.79	\$4,524.79



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Gunt Hamburg HM 150.04 – Bomba centrifuga.	- Bomba centrífuga auto aspirante: Caudal máx.: 3000L/h, Altura de elevación máx.: 36,9 m. - Motor asíncrono: Potencia nominal: 370W. - Rangos de medición: Presión (salida): -1...5 bar, Presión (entrada): 1...1,5bar, Número de revoluciones: 0...3000min ⁻¹ , Potencia: 0...1000W.	1	\$4,588.83	\$4,588.83
Gunt Hamburg HM 150.05 – Presión hidrostática en líquidos.	- Depósito de agua: Inclinable: 0°...90°, Capacidad: 0...1,8L, Escala: 0...250mmsuperficie efectiva, máx. 75x100mm - Brazo de palanca: Longitud máx.: 250 mm. -Pesos: 1x 2,5N, 1x 2N, 2x 1N, 1x 0,5N.	1	\$1,198.15	\$1,198.15
Gunt Hamburg HM 150.06 – Estabilidad de cuerpos flotantes.	Cuerpo flotante - LxAnxAl: 300x130x190mm - altura del mástil: 400mm Escala horizontal: 180mm Escala vertical: 400mm Escala de altura del cuerpo flotante: 120mm Escala del clinómetro: ±30° Pesos - cuerpo flotante sin - - peso de apriete: aprox. 2,7kg - peso de apriete vertical: 575g peso de apriete horizontal: 196g Depósito para agua: 50L	1	\$989.72	\$989.72
Gunt Hamburg HM 150.07 – Principio de Bernoulli.	Tubo de Venturi - A: 84...338mm ² - ángulo en la entrada: 10,5° - ángulo en la salida: 4° Tubo de Pitot - área desplazable: 0...200mm - Ø 4mm Tubos y conectores de tubos: PVC	1	\$2,044.65	\$2,044.65
Gunt Hamburg HM 150.08 – Medición de la fuerza ejercida por un chorro.	Depósito - Ø interior: 200mm - altura: 340mm Tobera - Ø 10mm Deflectores - superficie plana: 90°	1	\$2,434.72	\$2,434.72



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

	- superficie oblicua: 45°/135° - superficie semicircular: 180° - superficie cónica: 135° Pesos - 4x 0,2N - 3x 0,3N - 2x 1N - 2x 2N - 2x 5N			
			Total	\$53,198.28

Nota: Al ser equipo seleccionado del mismo proveedor del área de Hidrología no se agregará lo siguiente:

- Servicio de instalación y capacitación por parte de un ingeniero de Gunt Hamburg.
- Valor CIF vía marítima hasta San Salvador, El Salvador.

Dichos costos fueron cubiertos considerando el laboratorio del área de Mecánica de Fluidos.

El presupuesto de equipo y mobiliario también fue cubierto en el presupuesto de Hidrología, ya que ambos laboratorios se encontrarán en el mismo espacio físico al ser complementario.

4.9.6 PRESUPUESTO TOTAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LABORATORIOS.

TABLA 30. PRESUPUESTO TOTAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LABORATORIOS EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL.

Presupuesto de equipo	
Área	Precio total
Equipo de laboratorio de Geodesia	\$26,038.40
Equipo de laboratorio de Geología	\$198,133.53
Equipo de laboratorio de Hidrología	\$60,896.35
Equipo de laboratorio de Hidráulica	\$31,763.18
Equipo de laboratorio de Mecánica de Fluidos	\$53,198.28
Total	\$370,029.74



4.10 PLAN DE MANEJO Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE LABORATORIOS.

Estación Total NIVO 5.C.

Mantenimiento rutinario.

- No use el instrumento en zonas expuestas a grandes cantidades de polvo y ceniza.
- Para evitar que la batería se entre en cortocircuito, mientras esta guardada, ponga cinta aislante o algo similar en los bornes.
- Antes de cerrar la maleta compruebe que están secos su interior como el mismo instrumento, de lo contrario podría enmohecerse.
- Nunca ponga el SET directamente sobre el suelo. Arena o polvo podrían dañar los agujeros de los tornillos o el tornillo de centrar de la base.
- No oriente el anteojo hacia el sol, puede dañar el interior del instrumento.
- Cuando no se esté usando el instrumento se debe cubrir con una funda de vinilo.
- Nunca transporte el SET sobre el trípode.
- Apague el instrumento antes de sacar la batería.
- Cuando coloque el SET en su maleta para guardarlo por más de un día, retire antes la batería.
- Regularmente compruebe que no haya ninguna partícula de humedad ni de polvo que entre en contacto con el interior de la cubierta de la batería, con los bornes ni con los conectores.
- Limpie siempre el instrumento antes de guardarlo en la maleta. Primero cepille el lente con su escobilla para eliminar el polvo, a continuación provoque una pequeña condensación echando vaho en la lente, frótela con un paño suave.
- No emplee disolventes orgánicos para limpiar la pantalla, el teclado ni la maleta.
- Si el instrumento pasa mucho tiempo inactivo realice el mantenimiento cada 3 meses como mínimo.
- La maleta debe estar siempre cerrada aunque este vacía para evitar la humedad.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Comprobación y ajuste del nivel tubular.

En el caso de las estaciones con nivel de alidada electrónico se comprobara como sigue:

- Girar la parte superior del instrumento hasta que el nivel tubular este paralelo a una línea entre los tornillos de la plataforma de nivelación A y B.
- Calar la burbuja del nivel tubular usando los tres tornillos de nivelación A, B y C.
- Girar la parte superior en 180° y comprobar la posición de la burbuja.
- Si la burbuja continua centrada no es necesario hacer ningún ajuste, en caso de que no esté centrada se procederá como sigue:
 - a. Corregir la mitad del desplazamiento de la burbuja usando el tornillo de nivelación.
 - b. Corregir la otra mitad del desplazamiento con la clavija de ajuste.

Comprobación y ajuste del nivel esférico

- Comprobar la posición de la burbuja de nivel esférico.
- Si la burbuja continua centra no es necesario hacer ningún ajuste, en caso de que no esté centrada se procederá como sigue:
 - a. Observe la dirección de la desviación de la burbuja.
 - b. Aflojar el tornillo de ajuste más alejado de dicha dirección para centrar la burbuja.
 - c. Ajustar los 3 tornillos de ajuste hasta que la tensión de cada uno sea la misma, y la burbuja este centrada.

Comprobación y ajuste del error del índice del sensor de inclinación.

- Se nivela finamente el aparato.
- Se pone el aparato en modo teodolito y se gira el anteojo hasta que quede paralelo a 2 tornillos nivelantes.
- Visualizando los ángulos de inclinación de X e Y, la X nos indicaría la inclinación en el eje definido por los tornillos nivelantes paralelos, y la Y la inclinación en el plano con el otro tornillo nivelante.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

- A continuación ponemos ambos valores en 0 girando los tornillos nivelantes correspondientes.
- Comprobar que el nivel tubular y esférico estén perfectamente calados, si no es así, calar perfectamente estos niveles y anotar los valores de X e Y. Si la media de dichos valores es $\pm 1'$, el aparato debe enviarse a calibrarse.

Perpendicularidad del retículo con el eje horizontal.

- Se nivela finamente el aparato.
- Seleccionar y observar un punto claro en la parte superior A de la línea del retículo.
- Girar el tornillo del movimiento fino vertical del anteojo hasta que el punto se encuentre en la parte inferior del retículo B.
- Si el punto se encuentra descentrado se debería enviar el aparato a calibrar.

Posiciones de la línea del retículo horizontal y vertical.

- Colocar un objetivo claro a unos 100 m del instrumento. Nivelar bien el aparato e iniciarlo.
- Observar el prisma en círculo directo y leer los ángulos vertical y horizontal.
- Observar de nuevo el prisma en círculo inverso y volver a leer los ángulos vertical y horizontal.
- Restar el ángulo horizontal del círculo directo, del ángulo horizontal del círculo inverso. La diferencia debe ser $180^\circ \pm 40''$.
- Si cualquiera de los valores fuera mayor de $\pm 40''$, se repetirán los procesos citados; si aun así continúan siendo mayores, se debe enviar el aparato a calibrar.



Comprobación de la plomada óptica.

- Nivelar bien el aparato y centrar exactamente el punto de estación en el retículo de la plomada óptica.
- Girar la parte superior en 180° y comprobar la posición del punto de estación en el retículo. Si el punto de estación continúa centrado, no es necesario realizar ningún ajuste.

Comprobación del puntero laser.

Para realizar esta comprobación es necesario utilizar las placas de puntería suministradas por el fabricante.

- Nivelar finalmente el aparato y colocar la placa de puntería a unos 20 m y a nivel con el aparato.
- Activar el puntero laser en el instrumento y visar a la señal de la placa de puntería.
- Si el punto laser esta +1 cm desviado de la señal, el aparato debería enviarse al servicio técnico correspondiente.

Nivel automático NIKON AC-2S.

- Se colocaran 2 miras perfectamente aplomadas separadas aproximadamente unos 80 m entre ellas. Entre ambas y a la mitad de distancia, se colocara el nivel.
- Se hará 2 o 3 lecturas a cada mira separadas del nivel a unos 40 m cada una y se calculara el desnivel entre ambas. Este desnivel estará libre de errores aun estando este descorregido, debido a la perfecta simetría de la observación.
- Posteriormente se desplazará el nivel lo más cerca posible de uno de los extremos y se efectuara de nuevo lecturas a ambas miras, calculando de nuevo su desnivel. Haciendo la misma maniobra desde el otro extremo.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

- Si existieran diferencias entre los desniveles obtenidos, podría de manifiesto la des corrección del aparato, con lo que debería llevarse al servicio técnico correspondiente.

Estereo-microscopio Leica microsystems EZ4 E

Mantenimiento rutinario.

- Es recomendable cubrir el aparato con una funda, hay contaminantes que inevitables que provienen del uso como pestañas, grasas de las manos, humedad de la respiración.
- Evitar algunos daños provenientes de polvo, pelusas, manchas, estrías, rayajos, así como el deterioro por el uso indebido del aceite de inmersión.
- Eliminar el polvo o restos de materia con un pequeño aspirador, cepillo suave, con un spray de aire comprimido o nitrógeno que no suelte aceite ni grasa de ningún tipo, dando toquecitos con un papel húmedo.
- Nunca soplar, esto puede causar contaminación con saliva.
- Para eliminar restos adheridos se debe absorber el líquido con papel, disolver y limpiar los restos con agua destilada y secar bien.
- Para eliminar el aceite de inmersión se debe utilizar papel óptico, sin necesidad de disolvente. Al finalizar la sesión, se añade al procedimiento anterior una gota de etanol y se seca bien.
- Se debe trabajar sobre una superficie estable y con suficiente iluminación, no forzar nunca ningún elemento mecánico ni óptico.

Consideraciones básicas.

- Cuando se retira cualquier elemento óptico o mecánico que deje abierto el camino óptico, es imprescindible cegar inmediatamente el hueco que queda libre con la



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ayuda de una tapa ciego, o bolsa de plástico y cinta adhesiva con el fin de evitar la entrada de polvo y suciedad.

- Al montar un elemento óptico, no retirar la mano hasta que no tengamos la absoluta certeza de que ha quedado bien sujeto.
- Si se tuviera forzosamente que desarmar algún elemento de los conjuntos ópticos, es recomendable apuntar la posición, el orden y la orientación de todos los elementos ópticos y de las respectivas piezas de sujeción. Es muy útil realizar una fotográfica de la situación antes de desmontar.
- Las ópticas y demás piezas que se vayan desmontando hay que dejarlas en lugar seguro, para evitar que rueden y caigan al suelo, depositándolas en posición vertical y con el extremo que queda en el interior del camino óptico protegido del polvo.
- Si hay que reparar cualquier elemento situado en la base del microscopio y para ello hay que tumbarlo o darle la vuelta, primero es necesario retirar todos los elementos que se sostiene por gravedad.
- En ningún caso tocar el interior de los caminos ópticos con los dedos, puesto que estos suelen tener un tratamiento superficial de color negro mate, y cualquier huella de los dedos podría ocasionar brillos no deseados.

Limpieza.

- Áreas que inevitablemente están expuestas a grasa de las manos y humedad de la respiración son denominadas áreas de mayor limpieza.
- La platina que está expuesta a contaminación en cada sesión.
- Otros componentes son: ruedas, palancas y ocular.
- Un líquido de limpieza efectivo se consigue añadiendo un 10 % de etanol a cualquier producto comercial de limpieza de cristales.
- Se moja un paño en el líquido y se pasa por las superficies mecánicas. Se deben secar las partes luego de ser limpiadas.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

- Es importante, sobre todo, limpiar la parte de alrededor de los oculares para prevenir conjuntivitis.
- Se debe retirar el polvo de las ranuras de ventilación
- Para la limpieza de la lámpara se debe dejar enfriar, posteriormente retirar y limpiar con etanol, para la suciedad carbonizada se debe usar amoníaco.
- Para el ordenador se debe realizar un mantenimiento antivirus, actualización de software, eliminación de archivos que no sirve y desfragmentación de disco duro.
- Se debe inspeccionar la superficie de los lentes. Se puede usar una lupa. De ser necesario se debe retirar y colocar sobre un papel de aluminio, con la cobertura óptica hacia abajo. Si todavía queda sucia, se humedece un papel en agua destilada y se dan ligeros toques con el sobre la lente para eliminar la suciedad soluble en agua. Puede ser necesario presionar con el papel húmedo sobre la lente sujetándolo por dos extremos. Nunca presionar con los dedos.

Agentes de limpieza.

No todos los disolventes son adecuados para la limpieza de los estereomicroscopios y microscopios, tradicionalmente se han usado compuesto de elevada toxicidad.

- Cloroformo y acetona: Altamente efectivos pero tóxicos.
- Tetracloruro de carbono: Perjudicial para el medio ambiente.
- Xileno, tolueno y dietileter: Dejas residuos en la superficie.

Cuando se utiliza etanol absoluto y xileno, se forman residuos con mucha facilidad. Lo mismo sucede cuando la suciedad contiene componentes solubles en agua.

La acetona se recomienda cuando la grasa o el aceite se tienen que eliminar de los cubreobjetos. La acetona ataca a la mayoría de tipos de plásticos y al caucho, como consecuencia, su uso en los oculares puede ser problemático. Además, puede atacar el cemento de unión de componentes ópticos. Si se usa con frecuencia puede disolver recubrimientos orgánicos especiales.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Otros equipos.

Para la realización del mantenimiento de los diferentes equipos de laboratorios se debe acudir a los diferentes proveedores, en el caso de las áreas de Hidrología, Hidráulica y Mecánica de Fluidos se recomienda seguir todos los alineamientos que mencionara el técnico especializado acerca del mantenimiento al momento de la capacitación sobre el uso e instalación de equipos brindada por parte del proveedor. En algunos casos el equipo será enviado al servicio técnico correspondiente.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES
Y
RECOMENDACIONES





5.1 CONCLUSIONES.

Mediante la investigación se logró determinar que la necesidad de una propuesta de implementación de laboratorios en la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad Multidisciplinaria Oriental tiene como fin incorporar la parte experimental en los estudiantes, de esta manera se mejora el desarrollo académico e investigativo y a la vez se despierta un mayor interés en las diferentes áreas. Además, se contribuye a que el estudiante tenga una mayor idea a que se puede enfrentar en la vida laboral, utilizando no solo los equipos de laboratorios si no mediante la integración de software especializados en las áreas los cuales facilitan el desenvolvimiento de los futuros profesionales.

De esta manera los estudiantes complementan los tres ejes principales para un buen aprendizaje y desenvolvimiento:

- Parte teórica.
- Parte de resolución de ejercicios prácticos.
- Parte experimental.

El ingreso estudiantil de la carrera de Ingeniería Civil durante los últimos 7 años ha presentado un comportamiento irregular, al no tener un crecimiento constante. Habiendo realizado un promedio mediante cálculos sobre los datos proporcionados por administración académica, la proyección de estudiantes para conformar grupos de laboratorios no deberá tener más de 6 integrantes por grupo, deberá seguir la cantidad de veces propuestas para realizar cada practica en una misma semana, y la cantidad de grupos por sesión.

La propuesta e implementación de laboratorios se realizó considerando el perfil adecuado del personal que estará a cargo de los laboratorios así como el control y uso de equipos. Las normas de seguridad deberán tomarse en cuenta para evitar cualquier tipo de problema dentro del laboratorio así como fuera de los laboratorios mediante las visitas técnicas.

La realización entre: jefe de departamento, coordinador de laboratorios, docentes e instructores será importante para la planificación mediante la comunicación con el fin de



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

tener un buen control y funcionamiento. Será esencial desarrollar organigramas que promuevan la interacción y comunicación frecuente entre las diferentes áreas que conforman el centro de laboratorios de Ingeniería Civil.

Mediante la acreditación de calidad la FMO-UES dará un paso importante como centro de desarrollo experimental, además al tener laboratorios con acreditación de calidad se minimizaran riesgos de que existan fallos en resultados de prácticas, y existirá un aumento de aceptación de resultado. El prestigio de los laboratorios acreditados repercutirá directamente en el reconocimiento de la FMO – UES.



5.2 RECOMENDACIONES

Para realizar el proyecto de implementación de prácticas de laboratorios y a la vez complementar se debe considerar lo siguiente:

- La Facultad Multidisciplinaria Oriental debe considerar que para el financiamiento de la implementación de equipos y ejecución del proyecto de instalaciones se debe buscar apoyo de diferentes organizaciones. Considerar que para el financiamiento del proyecto de diseño de las instalaciones se deben cumplir diferentes gestiones para poder llevarse a cabo, esto se debe a que es un proyecto educativo. Es clave recalcar el fin que se tiene y que ayudas proporcionaría a la población estudiantil y a la sociedad mediante el desarrollo de investigaciones con el uso de estos laboratorios, así como la ejecución de horas sociales mediante el equipo (Equipo de Geodesia). Las instituciones que podrían ser medio de financiamiento son las siguientes:
 - a. Gobierno Central, mediante el fondo PEIS (Presupuesto extraordinario de inversión social).
 - b. JICA: *Agencia de Cooperación Internacional de Japón.*
 - c. AECID: *Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo.*
 - d. GTZ: *Agencia Alemana de Cooperación.*
 - e. USAID: *Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.*
 - f. SISCDES: *Sistema de Información sobre Cooperación para el Desarrollo de El Salvador, mediante otras organizaciones.*

- Realizar la actualización del presupuesto de implementación al momento de ejecutar el proyecto desarrollado en el trabajo de investigación.

- Debe tomar en cuenta los diferentes análisis realizados en la investigación para el buen funcionamiento de los laboratorios en el momento de su ejecución. Al



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

momento de ejecutar la implementación de los laboratorios, se recomienda ejecutar en la misma fase las áreas de Hidrología, Hidráulica y Mecánicas de Fluidos, ya que los equipos son de un mismo distribuidor y los costos se ven reducidos.

- En lo que respecta a la información para trabajos de investigación relacionados al tema desarrollado en esta investigación, debe ser administrada institucionalmente por alguna autoridad del área y que ésta sea revisada continuamente de manera que se pueda garantizar una excelente investigación y una información actual y confiable. Tomar en cuenta que la docencia para que sea de alta calidad, entraña la necesidad y obligación de estar informado y actualizado e indagar críticamente nuevos conocimientos; exige plantear problemas y buscar soluciones, proponiendo para ello un método de trabajo que, indudablemente, sea profesional y constituya para el alumno una propuesta para que en el futuro pueda enfrentar otros problemas; es decir, la práctica docente en todo momento debe mover a la reflexión. De esta forma, la docencia contiene en sí misma los deberes de la investigación y la difusión. De ninguna manera puede resultar del deseo de difundir acríticamente lo que otros investigan, como si los productos de la investigación fueran saberes absolutos y acabados.

- Debido a que no se encuentra publicada una actualización en el plan de estudio de la carrera y unidades de aprendizaje al momento de ejecutarse esta investigación, se recomienda que los estudiantes que realicen investigaciones relacionadas consideren su actualización. Además, realizar visitas a diferentes instituciones para solventar la información requerida.



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

- Es importante que para crear un diseño de plano tipo se deben elaborar en conjunto los diferentes planos arquitectónicos y de detalles que se utilizarán en la construcción de los laboratorios teniendo en cuenta los requerimientos planteados en esta investigación.

BIBLIOGRAFIA





PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron diferentes fuentes bibliográficas las cuales se dividen de la siguiente manera:

BIBLIOGRAFÍA DE LIBROS Y DOCUMENTOS.

- Victor L. Streeter y Benjamín Wile. (1998). Mecánica de Fluidos. México: McGraw-Hill.
- J.M. de Azevedo y Guillermo Acosta A. (1976). Manual de Hidráulica. México: Editorial Harla.
- Francisco Javier Aparicio Mijares. (1994). Fundamento de Hidrología de Superficie. Editorial LIMUSA.
- Linsley, Kohler, Paulhus. (1984). Hidrología en la Ingeniería. Editorial: McGraw – Hill
- German Monsalve Sáenz. (1999). Hidrología en la Ingeniería. Colombia: Editorial Alfa Omega.
- Wendor Chereque Moran. (1987). Hidrología para estudiantes de Ingeniería Civil. Perú: Pontificia Universidad Católica de Perú.
- López Terrazas, Aracely. Manual de prácticas de Geodesia. México: Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Busch, R.M, Cruz, L.E (1990). Laboratory manual in physical geology. American Geological Institute & National Association of Geology Teachers, MacMillan Publishing Company. New York.
- Norma de referencia NTS ISO/IEC 17025, Laboratorios de Ensayo y Calibración. Organismo Salvadoreño de Acreditación (OSA).
- Erick Harold, Roni Alexander Gochez y Rene Alexander Romero (2017). Manual de laboratorio Operaciones Unitarias I. El Salvador: Editorial UCA.

BIBLIOGRAFÍA DE PAGINAS WEB.

- COMET PROGRAM. Análisis de Frecuencia de Crecidas. Actualizado en el año 2010, en [https://www.meted.ucar.edu/hydro/basic_int/flood_frequency es/](https://www.meted.ucar.edu/hydro/basic_int/flood_frequency_es/).



PROPUESTA DE EQUIPAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

- COMET PROGRAM. Tránsito de Avenidas. Actualizado en el año 2010, en https://www.meted.ucar.edu/hydro/basic_int/routing_es/contrib.htm.
- COMET PROGRAM. Nube, precipitación y vapor de agua. Actualizado en el año 2008, en https://www.meted.ucar.edu/npoess/microwave_topics/clouds_precip_water_vapor_es/
- COMET PROGRAM. Estimación de la precipitación: Medición. Actualizado en el año 2015-2016, en https://www.meted.ucar.edu/hydro/precip_est/part1_measurement_es/.
- Víctor Caballero, Luis Cruz y Eduardo Castro. Manual de Geología para Ingenieros. Recuperado el 15 de agosto de 2015, en <https://www.researchgate.net>
- Gonzalo Duque Escobar. Manual de Geología para Ingenieros. Actualizado en el año 2013, en <http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/>.
- Laboratorios vigentes en la FIA-UES. Recuperado de www.fia.ues.edu.sv/civil/laboratorios.html
- Modelos de Acreditación (2017). Recuperado de <http://www.isotools.org>

BIBLIOGRAFÍA DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN.

- Barrera Castro Cindy Yessel, Bonilla Pereira Blanca Yazmín, Guzmán Salvador, Alba Sarai. (2013) Proyecto de Diseño Arquitectónico de las Nuevas Instalaciones de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Facultad Multidisciplinaria Oriental. Universidad de El Salvador.
- López Láinez José Alejandro, Loza Mesa Willian Giovanni. (2015). Propuesta de Diseño Arquitectónico para Talleres y Laboratorio de Nuevas Tecnologías del Departamento de Ingeniería y Arquitectura de la Facultad Multidisciplinaria Oriental. Universidad de El Salvador.

ANEXOS



ANEXO 1

MANUAL DE
GEODESIA



**MANUAL DE
PRACTICAS**



GEODESIA



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Manual de Prácticas

Geodesia

Tabla de Contenido

Práctica 1: Medición con cinta y plomada/ Mediciones de lotes con cinta.....	8
Práctica 2: Obstáculos de cadenamamiento en mediciones con cinta.....	16
Práctica 3: Centrado y nivelado de estación total.....	21
Práctica 4: Interfaz de estación total.....	28
Práctica 5: Interfaz de Civil 3D.....	56
Práctica 6: Levantamiento de poligonales con estación total.....	69
Práctica 7: Levantamiento de detalles con estación total.	72
Práctica 8: Dibujo y análisis de parcelas en Civil 3D.....	74
Práctica 9: Nivelación de una cuadrícula establecida/ Nivelación de un perfil establecido.	88
Práctica 10: Creación de superficies en Civil 3D.....	100
Práctica 11: Amarre Geodésico de terrenos en Civil 3D.....	103
Practica 12: Uso de GPS de navegación y su aplicación.	108
Proyecto Final: Levantamiento topográfico con estación total para urbanización.....	126

Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1 - Los puntos C y D deben pertenecer a la línea A-B	9
Ilustración 2 - Alineamiento de puntos fuera de los conocidos.....	9
Ilustración 3 - Medición de tramos a cada 8 metros.....	10
Ilustración 4 - Medición en terreno irregular.....	11
Ilustración 5 - Definición de líneas AB y AC para medir ángulos.....	11
Ilustración 6 - Colocación de puntos D y E.....	12
Ilustración 7 - Trazo de línea AB	12
Ilustración 8 - Colocación de punto D entre los puntos A y B.....	13
Ilustración 9 - Formación del triángulo equilátero.....	13
Ilustración 10 - Método 3, 4, 5.....	14
Ilustración 11 - Esquema del Método 3, 4, 5.....	14
Ilustración 12 - Ubicación de un punto perpendicular.....	15
Ilustración 13 - Distancias del punto perpendicular a una línea guía.....	15
Ilustración 14 - Método de ordenada sobre base inclinada.....	17
Ilustración 15 - Método de triángulos iguales.....	18
Ilustración 16 - Método de triángulos semejantes.....	19
Ilustración 17 - Método de relación de lados de triángulos rectángulos.....	20
Ilustración 18 - Elementos para levantamiento topográfico: 1. Estadal; 2. Trípode; 3. Jalones; 4. Cintas métricas; 5. Miras; 6. Clavos topográficos.....	21
Ilustración 19 - Estación total serie Nivo - Cara izquierda.....	22
Ilustración 20 - Estación total serie Nivo - Cara derecha.....	23
Ilustración 21 - 1. Punto de estación; 2. Colocación de trípode; 3. Nivelado y sujeción del aparato.....	24
Ilustración 22 - Centrado del aparato.....	25
Ilustración 23 - Tornillos de nivelación.....	27
Ilustración 24 - Componentes del sistema, lado de medición.....	31
Ilustración 25 - Componentes del sistema, lado con el prisma reflector.....	32
Ilustración 26 - Tecla Power.....	34
Ilustración 27 - Venta Power Key.....	34
Ilustración 28 - Encendido y apagado de la retroiluminación.....	35
Ilustración 29 - Función opciones.....	35
Ilustración 30 - Limpieza de pantalla táctil.....	36
Ilustración 31 - Limpieza de la pantalla táctil.....	37
Ilustración 32 - Ajuste de la pantalla táctil.....	37
Ilustración 33 - Funcionamiento de RESET.....	38
Ilustración 34 - Apagado o cierre.....	38
Ilustración 35 - Selección de SETTINGS.....	39
Ilustración 36 - POWER.....	39
Ilustración 37 - POWER Properties.....	40

Ilustración 38 - Verificación en IDLE Time Settings.....	40
Ilustración 39 - Control Panel.....	41
Ilustración 40 - Date/Time.....	41
Ilustración 41 - Date/Time Properties.....	42
Ilustración 42 - Survey Pro.....	42
Ilustración 43 - Nivelación.....	43
Ilustración 44 - Opciones en ventana.....	43
Ilustración 45 - Pantalla de observaciones.....	43
Ilustración 46 - Pantalla de observaciones.....	44
Ilustración 47 - Pantalla de configuraciones.....	45
Ilustración 48 Opciones de Configuraciones.....	45
Ilustración 49 Pantalla ALIMENTACIÓN en Configuraciones.....	46
Ilustración 50- Firmware.....	46
Ilustración 51 - Precisión.....	46
Ilustración 52 - Opciones en pantalla.....	47
Ilustración 53 - Tipo de Objetivo.....	47
Ilustración 54 - Configuración del ángulo.....	47
Ilustración 55 Abrir/Nuevo (Trabajo).....	48
Ilustración 56 Trabajo Nuevo.....	48
Ilustración 57 Menú Inicio.....	49
Ilustración 58 - Menú de inicio.....	50
Ilustración 59 Interfaz de Estación Total - Menú Inicio.....	50
Ilustración 60 - Menú principal.....	51
Ilustración 61 - Menú Archivo.....	51
Ilustración 62 - Menú Trabajo.....	52
Ilustración 63 - Menú Levantamiento.....	52
Ilustración 64 - Menú Levantamiento Opciones.....	53
Ilustración 65 - Menú Levantamiento.....	53
Ilustración 66 - Menú Replantar.....	54
Ilustración 67 - Menú Replantar.....	54
Ilustración 68 - Ribbon Civil 3D.....	57
Ilustración 69 - Grupos de Civil 3D.....	57
Ilustración 70 - Barra de estado.....	58
Ilustración 71 - Interfaz de AutoCAD dentro de Civil 3D.....	58
Ilustración 72 - Ribbon Civil 3D.....	59
Ilustración 73 - Ventana de Customize User.....	60
Ilustración 74 - Barra de menú.....	61
Ilustración 75 - Toolspace.....	62
Ilustración 76 - Reports Manager.....	64
Ilustración 77 - Survey Toolspace.....	65
Ilustración 78 - Survey Toolspace.....	65
Ilustración 79 - Survey en Toolspace.....	66
Ilustración 80 - Survey en Toolspace.....	66

Ilustración 81 - Network Style.....	67
Ilustración 82 - Survey en Toolspace.....	67
Ilustración 83 - Survey Data Base.....	68
Ilustración 84 - Parcelas en Civil 3D.....	74
Ilustración 85 - Ubicación del botón de Parcelas en Civil 3D.....	75
Ilustración 86 - Opciones de Creación de Parcelas.....	75
Ilustración 87 - Herramientas de Creación de Parcelas.....	75
Ilustración 88 - Create Parcel.....	76
Ilustración 89 - Ventana de Creación de Parcelas.....	76
Ilustración 90 - Create Parcel.....	77
Ilustración 91 - Generación de tramos de una Parcela.....	77
Ilustración 92 - Generación de tramos de una Parcela.....	77
Ilustración 93 - Ubicación del comando Parcel en Civil 3D.....	79
Ilustración 94 - Create Parcel from Objects.....	79
Ilustración 95 - Creación de Parcelas a partir de Objetos.....	80
Ilustración 96 - Creación de Parcelas a partir de objetos.....	81
Ilustración 97 - Parcela creada a partir de objetos.....	81
Ilustración 98 - Generación de cuadro de Rumbos y Distancias.....	82
Ilustración 99 - Estilo y Propiedades de la tabla.....	82
Ilustración 100 - Selección de etiquetado.....	84
Ilustración 101 - Selección de etiquetados.....	84
Ilustración 102 - Tabla de Rumbos y Distancias.....	85
Ilustración 103 - Etiquetado en Parcela.....	85
Ilustración 104 - Editar estilo de tabla.....	86
Ilustración 105 - Estilo de Tabla.....	86
Ilustración 106 - Editor de Componentes de tabla.....	87
Ilustración 107 - Editor de encabezados de tabla.....	87
Ilustración 108 - Cuadro de Rumbos y Distancias editado.....	88
Ilustración 109 - Posición de Línea Base.....	90
Ilustración 110 - División del terreno.....	91
Ilustración 111 - División del terreno.....	91
Ilustración 112 - Cuadrículado del terreno.....	92
Ilustración 113 - Cuadrícula en terreno.....	92
Ilustración 114 - Terreno cuadrículado.....	93
Ilustración 115 - Nivelación del terreno por medio de cuadrícula.....	93
Ilustración 116 - Identificar Banco de Marca.....	94
Ilustración 117 - Vista a cota de Banco de Marca.....	95
Ilustración 118 - Vista a cota H1.....	95
Ilustración 119 - Identificación de Banco de Marca.....	96
Ilustración 120 - Lectura de Cotas.....	96
Ilustración 121 - Lectura de cotas.....	97
Ilustración 122 - Cota de Banco de Marca transitorio.....	97
Ilustración 123 - Lectura del Banco de Marca transitorio.....	98

Ilustración 124 - Lectura de puntos de interés.....	98
Ilustración 125 - Creación de Superficies.....	100
Ilustración 126 - Superficie creada.....	101
Ilustración 127 - Creación de vialidades con Breaklines.....	101
Ilustración 128 - Dibujo de Parcela.....	103
Ilustración 129 - Mover Parcela a coordenadas catastrales.....	104
Ilustración 130 - Mover Parcela a coordenadas catastrales.....	105
Ilustración 131 - Verificación de coordenadas.....	105
Ilustración 132 - Creación de Polilínea.....	106
Ilustración 133 - Rotación de la parcela.....	106
Ilustración 134 - Parcela.....	107
Ilustración 135 - Receptor de navegacion.....	110
Ilustración 136 - Receptores de una frecuencia.....	111
Ilustración 137 - Figura de elipsoide.....	113
Ilustración 138 - Parámetros elipsoide WGS-84.....	113
Ilustración 139 - Datum Global WGS-84.....	114
Ilustración 140 - Red Geodésica Nacional, SIRGAS-ES2007.....	116
Ilustración 141 - Proyección Cónica Conforme Lambert, El Salvador.....	117
Ilustración 142 - Parámetros para obtener coordenadas Lambert SIRGAS-ES2007.....	118
Ilustración 143 - Parte frontal GPS.....	119
Ilustración 144 - Parte posterior GPS.....	120

Práctica 1: Medición con cinta y plomada/ Mediciones de lotes con cinta.

OBJETIVOS.

- Conocer el correcto uso de la plomada y cómo realizar mediciones con cinta métrica, además de tener en cuenta las precauciones que se deben tomar, para llevar a cabo un buen trabajo de campo.
- Hacer un uso adecuado de la cinta métrica para mediciones en terrenos planos e inclinados.

EQUIPO.

- Cinta
- Plomada
- Jalones
- Estacas
- Clavos
- Libreta de campo

Para desarrollar mejor esta práctica se harán los ejemplos siguientes:

- Alineamiento de puntos con plomada y jalones
 - o Alineamiento de puntos intermedios:
 - Colocar el en campo dos puntos A y B separados entre sí 30 a 35 metros.
 - Colocar jalones verticales sobre los puntos A y B.
 - Entre los puntos A y B ubicar los puntos B y C de forma que estén lineados.

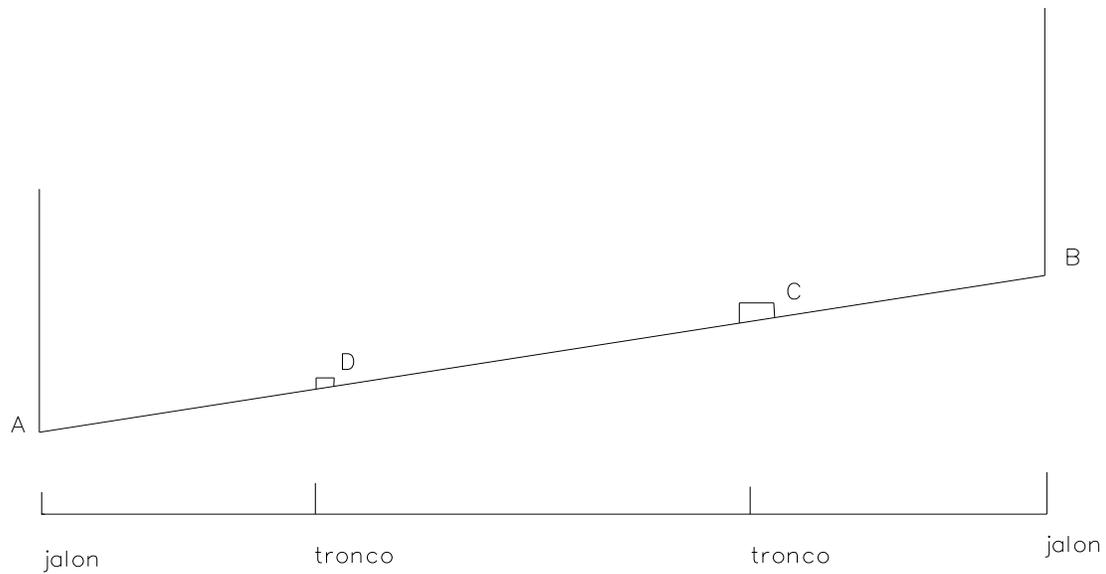


Ilustración 1 - Los puntos C y D deben pertenecer a la línea A-B

- Alineamientos de puntos que están colocados fuera de los puntos conocidos.
 - o De los puntos A y B colocados anteriormente, determinar los puntos E y F haciendo prolongación de la línea AB.
 - o Ya habiendo alineado los jalones anteriores, un estudiante observa y da línea para que los puntos E Y F sean ubicados.

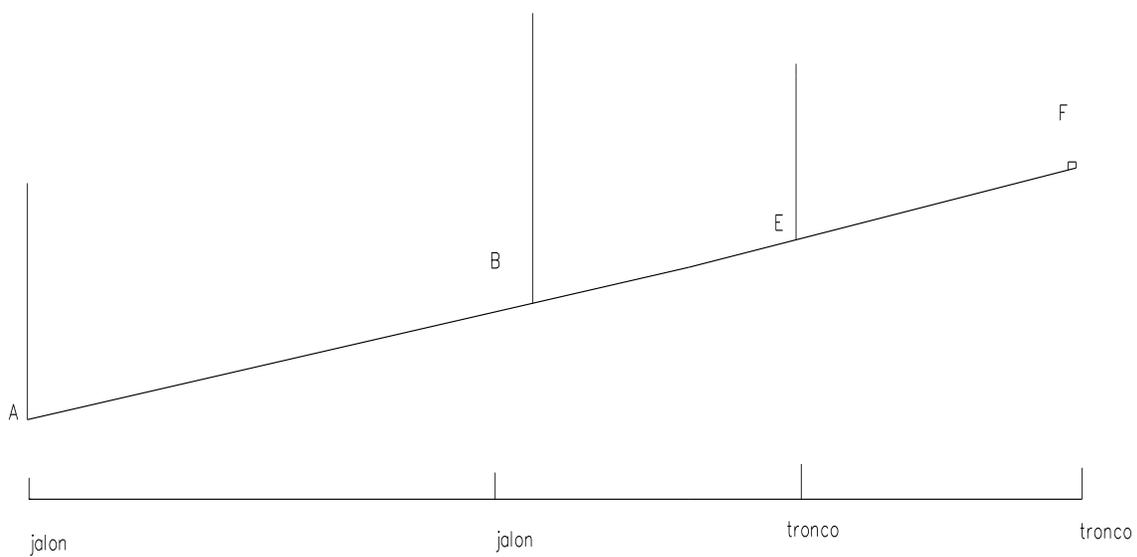


Ilustración 2 - Alineamiento de puntos fuera de los conocidos.

MEDICIONES EN TERRENO PLANO.

- Medir una distancia A-B.

Medir una distancia aproximadamente de 40 metros en varios tramos (ejemplo 8 metros), iniciando del punto A.

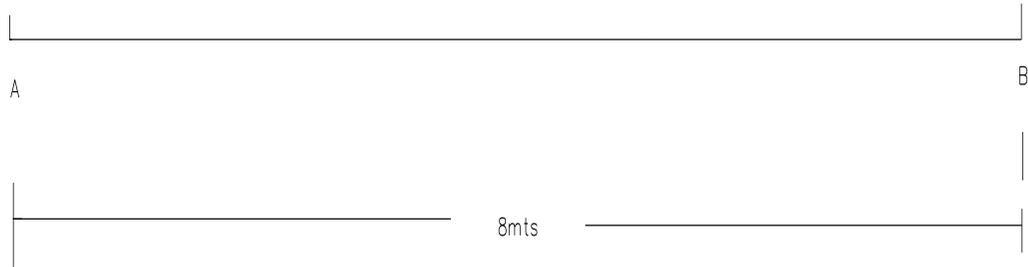


Ilustración 3 - Medición de tramos a cada 8 metros.

Realizar esta medición en sentido contrario, usando tramos de 5 metros.

- Calcular el error que se obtuvo en las dos mediciones realizadas.

$$\text{Error} = \text{distancia de ida} - \text{distancia de venida}$$

- En los 40 metros medidos anteriormente, cada uno de los estudiantes determinara el número de pasos que cabe en esa medida, así también se encontrara la longitud de cada paso.

$$\text{Longitud de paso} = \text{Distancia medida} / \text{número de pasos}$$

$$\text{Distancia} = 40 \text{ metros.}$$

MEDICIONES EN UN TERRENO INCLINADO IRREGULAR.

Pendiente ascendente (en sentido del cadenamamiento)

- Medir una distancia de 30 metros de longitud, dividido en pequeñas distancias, las cuales dependerán de la inclinación del terreno.

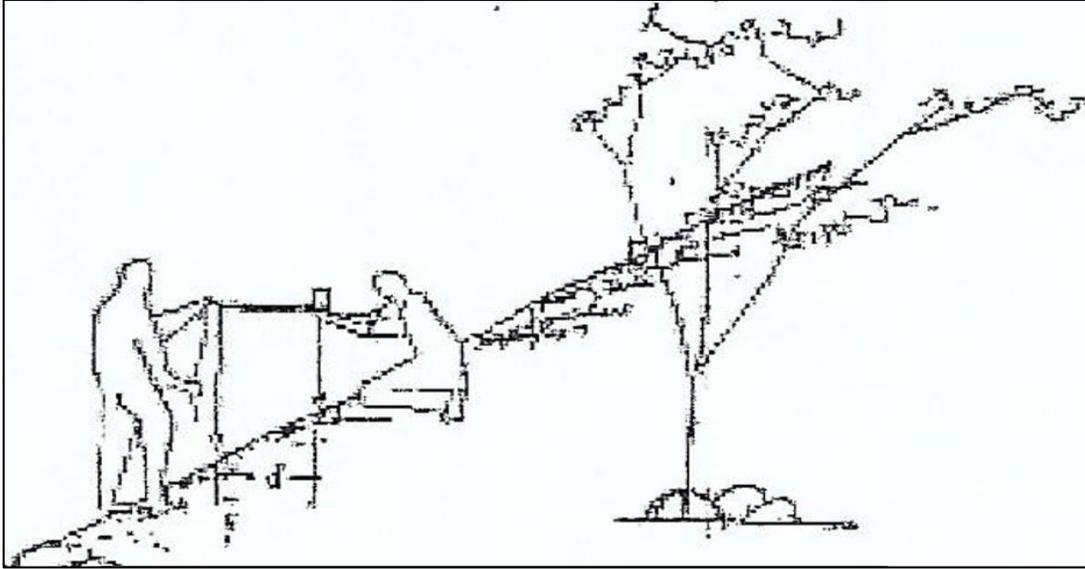


Ilustración 4 - Medición en terreno irregular.

Nota: Las longitudes de cada división deberán ser completamente horizontales, para ello la cinta métrica deberá estar bien tensada para evitar errores, y utilizar la plomada en ambos extremos.

MEDICIÓN DE UN ANGULO HORIZONTAL CON CINTA.

- Colocar en el terreno tres puntos A, B y C en el cual definen las líneas AB y AC, interceptándose en el punto A, formando entre ellos un ángulo \emptyset .

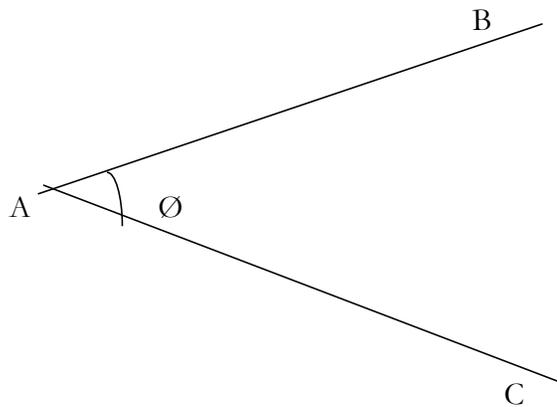


Ilustración 5 - Definición de líneas AB y AC para medir ángulos.

- Colocar los puntos D y E a una distancia "d" partiendo del punto A alineando el punto D con los puntos A y C y el punto E con los puntos A, B.

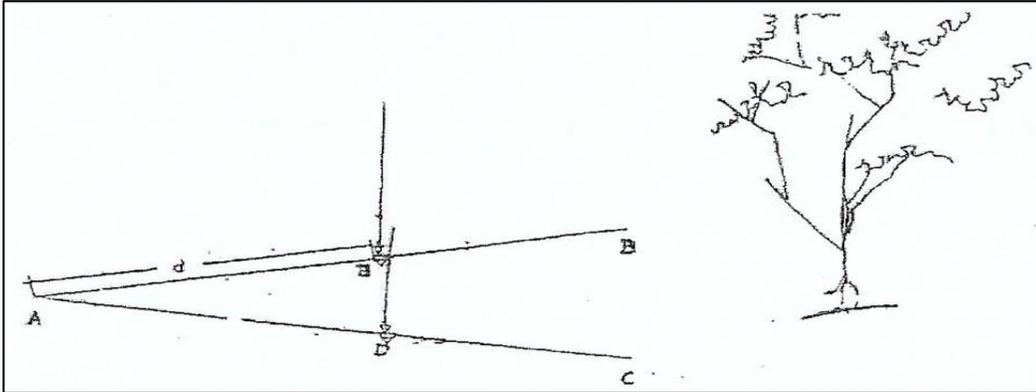


Ilustración 6 - Colocación de puntos D y E.

- Ahora medir la distancia D-E.

Solución: Encontradas las distancias $AD = AE = d$, y DE biséctese el ángulo θ para luego aplicar una función trigonométrica: $(DE/2) / d = \sin \theta$, $\theta = \arcsin DE/2d$.

TRAZO DE UN ANGULO HORIZONTAL SOBRE EL TERRENO (70°).

- Colóquense los puntos A y B.

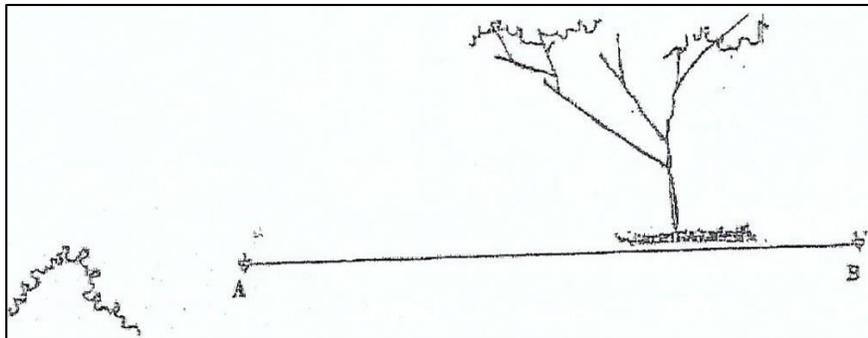


Ilustración 7 - Trazo de línea AB

- Colocar el punto C a una distancia "d" a partir de A.

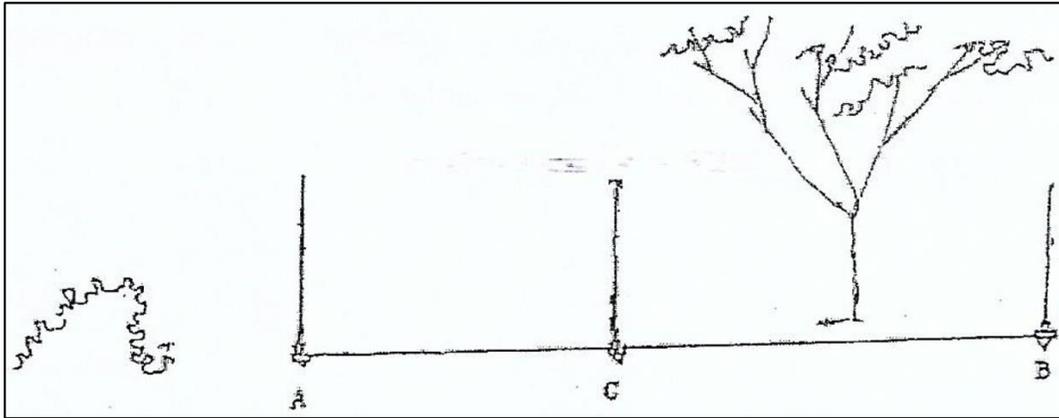


Ilustración 8 - Colocación de punto D entre los puntos A y B.

Colocar un punto D a una distancia "d" a partir de los puntos A y C simultáneamente, para formar un triángulo equilátero.

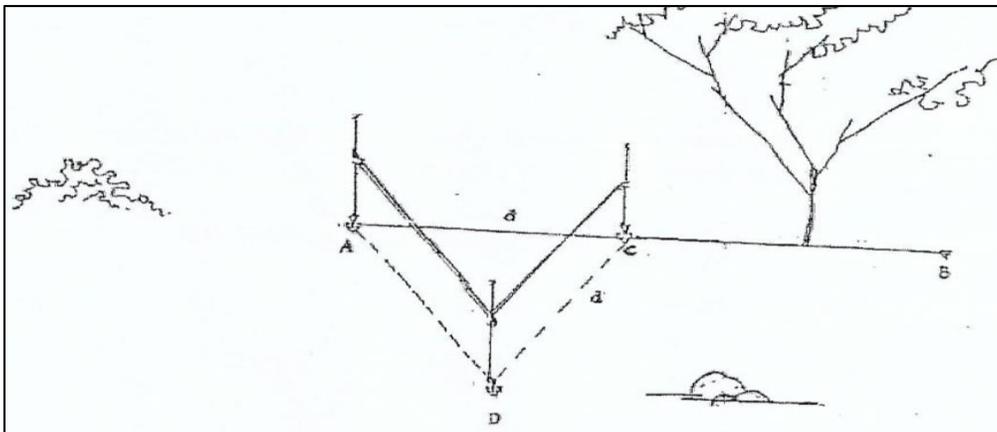


Ilustración 9 - Formación del triángulo equilátero.

Para la solución de este problema tenemos:

$$(AC/2) / d = 2 \theta, \theta = \arcsin DE/2D.$$

TRAZO DE UNA PERPENDICULAR A LA LÍNEA RECTA DADA POR EL MÉTODO 3, 4, Y 5.

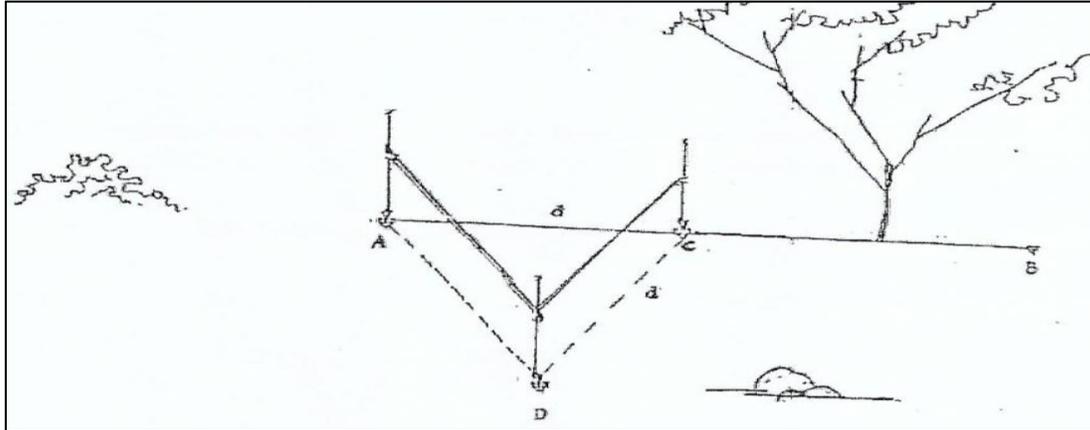


Ilustración 10 - Método 3, 4, 5.

Se levanta una perpendicular desde el punto E.

- Formar un triángulo rectángulo de lados 3-4-5 con una sola cinta, y con origen en el punto D.

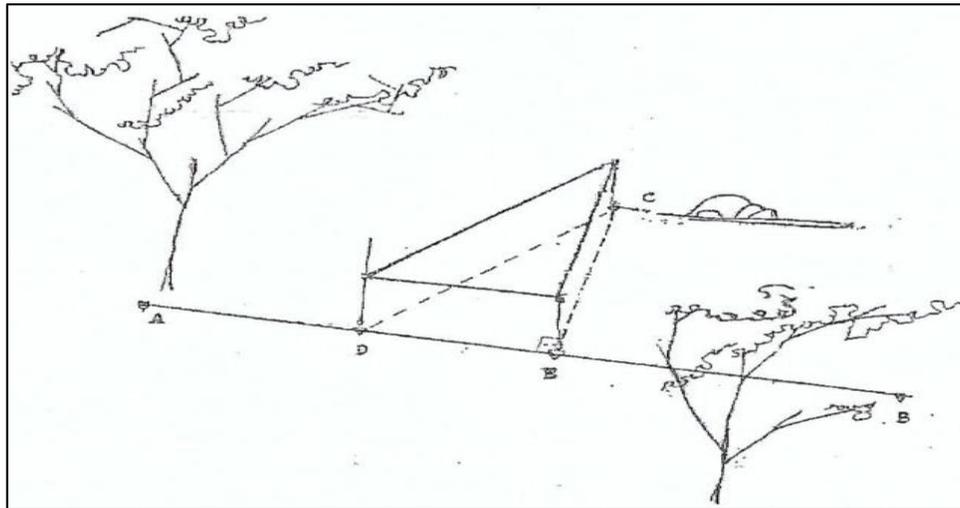


Ilustración 11 - Esquema del Método 3, 4, 5.

- Ubicar el punto C, y unirlo con el punto E forma una perpendicular con la recta A-B.

BAJAR UN PUNTO UNA PERPENDICULAR A UNA LÍNEA, EN CONDICIONES NORMALES.

- Ubicar el punto A, fuera de la línea B, C.

A
○

C *Ilustración 12 - Ubicación de un punto perpendicular.* B

- Con una distancia "d", alineando los puntos C, B colocar el punto E, con esa misma distancia tomada, girar hasta que el punto F este alineado con C y B.

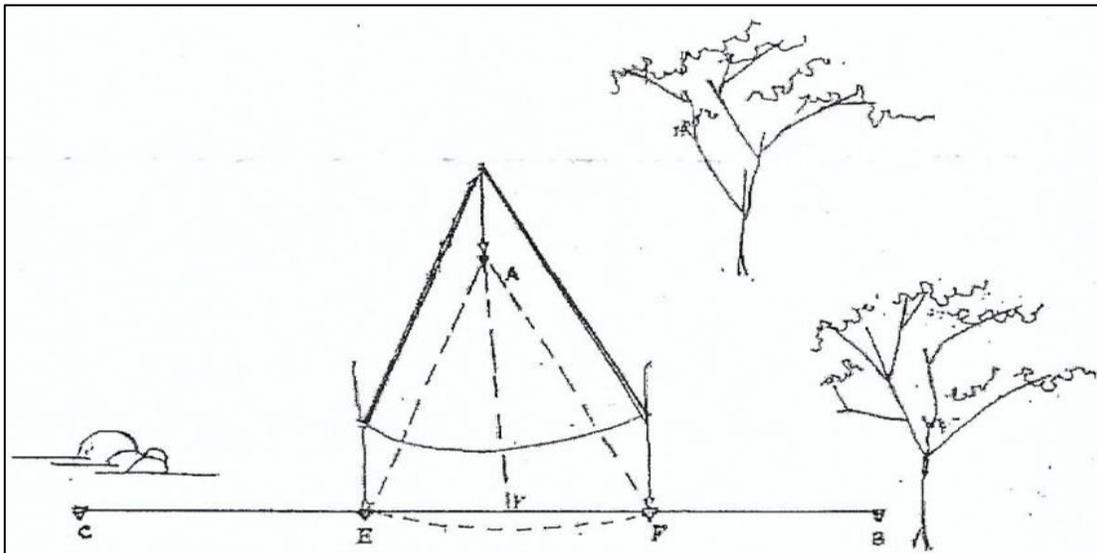


Ilustración 13 - Distancias del punto perpendicular a una línea guía.

- Medir la distancia EF
- Con una distancia $EF/2$, colocar el punto K a partir de E o de F.
- Al unir los puntos A y K, se tendrá que CB es perpendicular a AK.

Práctica 2: Obstáculos de cadenamamiento en mediciones con cinta.

OBJETIVOS.

- Conocer los diferentes métodos para salvar obstáculos de cadenamamiento en mediciones con cinta.
- Adquirir habilidades prácticas para la ejecución de los métodos para salvar obstáculos en mediciones con cinta.

DESARROLLO.

En algunos casos pueden existir obstáculos que no permitan medir una distancia de manera directa, la línea en cuestión puede estar interrumpida por un espejo de agua, un estanque, un rio, un campo cultivado o incluso cualquier construcción. Ante estas situaciones se recurrirá a mediciones indirectas sobre el segmento de recta en consideración. En esta práctica se abordan métodos para dos casos en particular.

EQUIPO.

- Cinta
- Plomada
- Jalones
- Estacas
- Clavos
- Libreta de campo

INSTRUCCIONES

Medida de la distancia entre dos puntos no visibles, pero accesibles

- Método de ordenada sobre base inclinada: Para determinar la distancia requerida se hará uso del teorema de Pitágoras, a continuación, se describen los pasos a seguir en campo y se presentara una figura para su comprensión.

Procedimiento a seguir:

- Colocar un punto auxiliar C que defina el segmento AC.
- Del punto B trazar una perpendicular que conecte con el segmento AC.
- Medir los nuevos segmentos AF Y BF, los cuales serán los catetos del triángulo ABF que se ha formado.

- Determinar la distancia AB por medio del teorema de Pitágoras, así:

$$AB = \sqrt{AF^2 + BF^2}$$

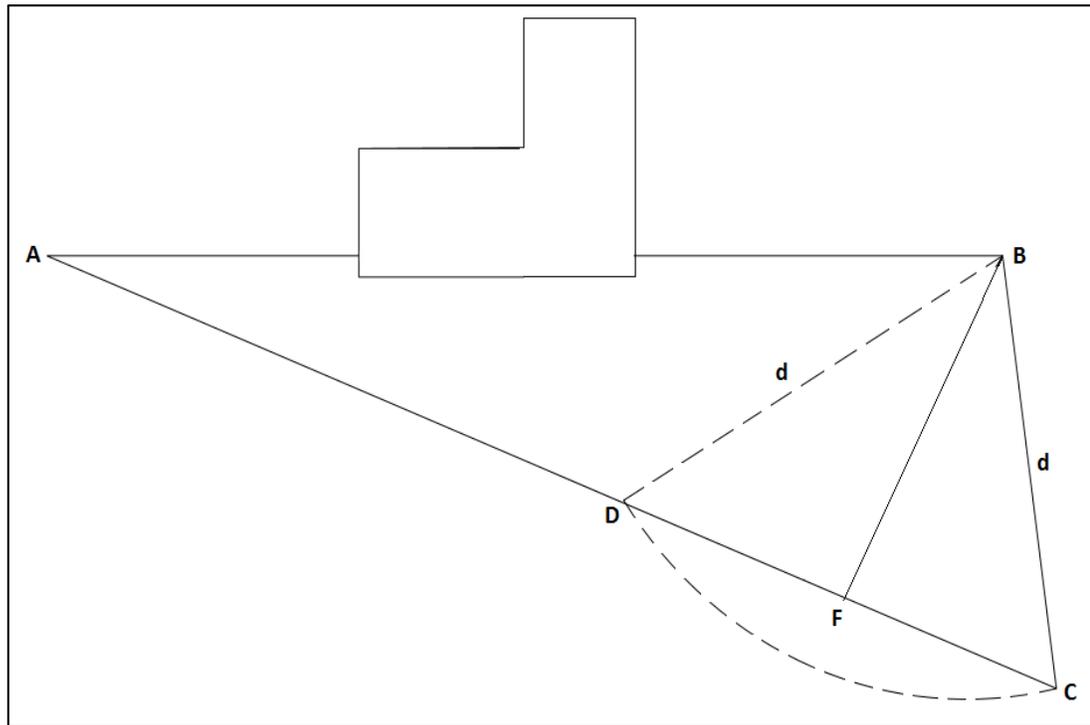


Ilustración 14 - Método de ordenada sobre base inclinada.

- Método de triángulos iguales: Se determinará la distancia requerida mediante la formación de triángulos iguales en campo.

Procedimiento a seguir:

- Colocar un punto C en una posición arbitraria que forme el triángulo ABC
- Medir las distancias $AC = d$ y $BC = d'$
- Prolongar BC hasta nuevo punto D con una distancia igual a d
- Prolongar AC hasta nuevo punto E con una distancia igual a d'

Medir la distancia DE que será igual a la distancia AB por ser lados homólogos de triángulos iguales

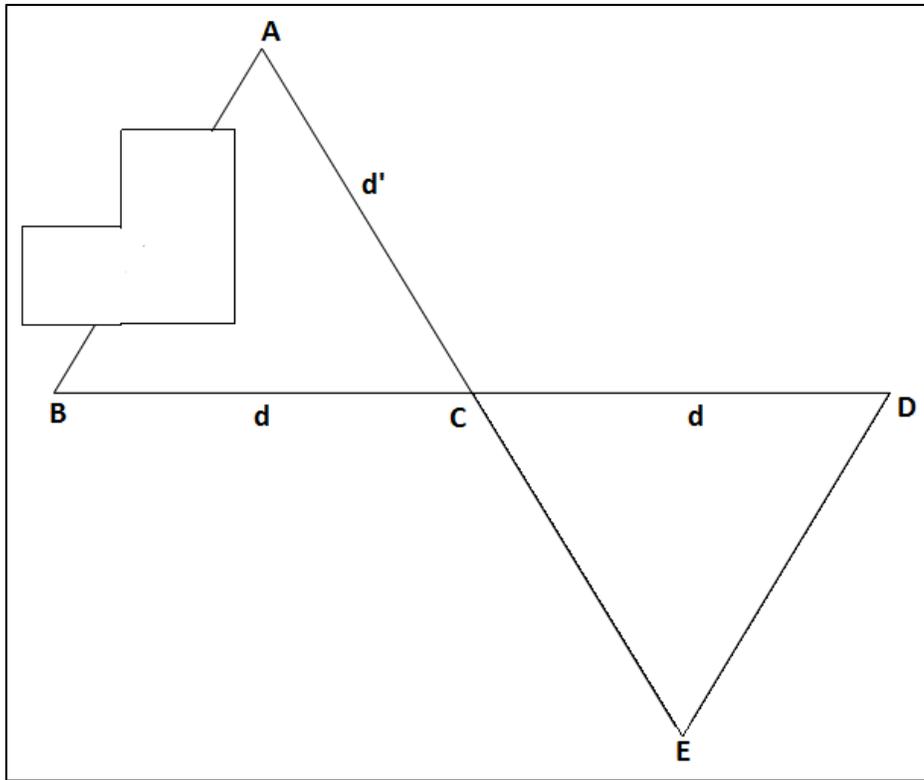


Ilustración 15 - Método de triángulos iguales.

Procedimiento a seguir:

- Ubicar un punto C en una posición arbitraria que forme el triángulo ABC.
- Medir las distancias AC y BC.
- Dividir las distancias AC Y BC en un numero entero n (2,3,4), para simplificar el cálculo.
- Colocar el punto D alineado con A, C y el punto E alineado con B, C.
- Se ha formado un nuevo triangulo CDE.
- Medir DE.
- Por medio de semejanza de triángulos se determinará DE, se tiene: $AB/DE = AC/DC = BC/CE$, entonces $AB = \frac{DE (AC)}{DC}$

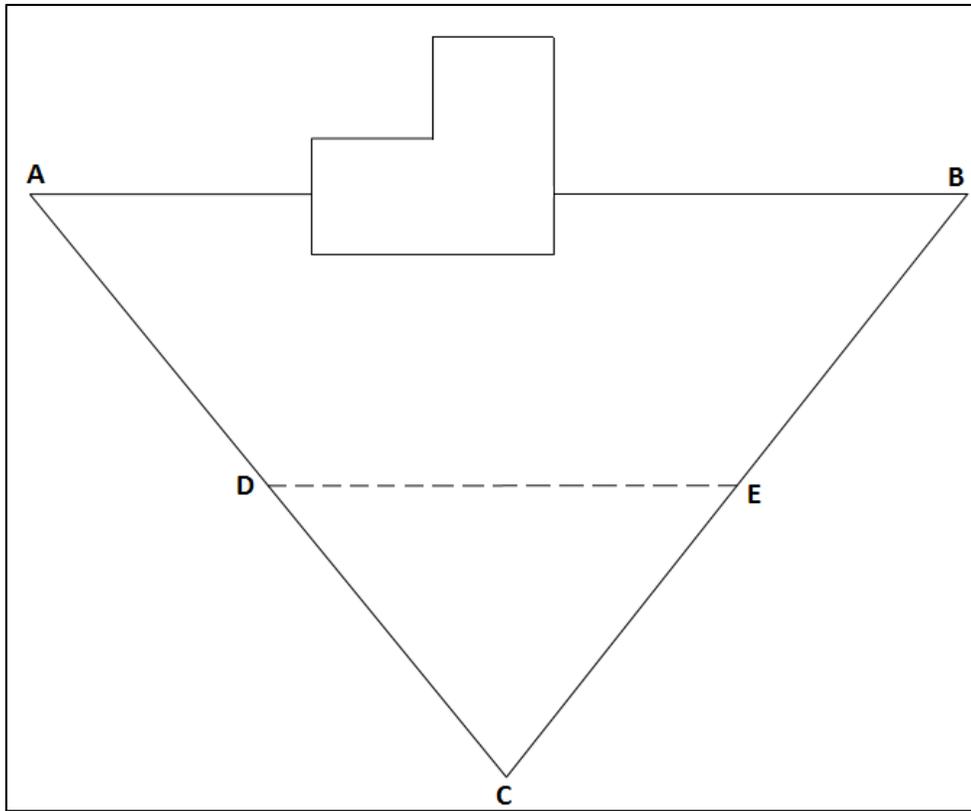


Ilustración 16 - Método de triángulos semejantes.

Medida de la distancia cuando uno de los puntos es inaccesible pero visible.

- Método de relación de lados de triángulos rectángulos.

Procedimiento a seguir:

- Levantar una perpendicular en el extremo A y ubicar el punto C
- Del punto A bajar una perpendicular a la línea BC que la intersece en el punto E
- Medir las distancias AC, CE, AE.
- Como los triángulos ACE y ABC son proporcionales tendremos:

$$AB/AE = AC/CE \text{ despejando } AB = \frac{AE (AC)}{CE}$$

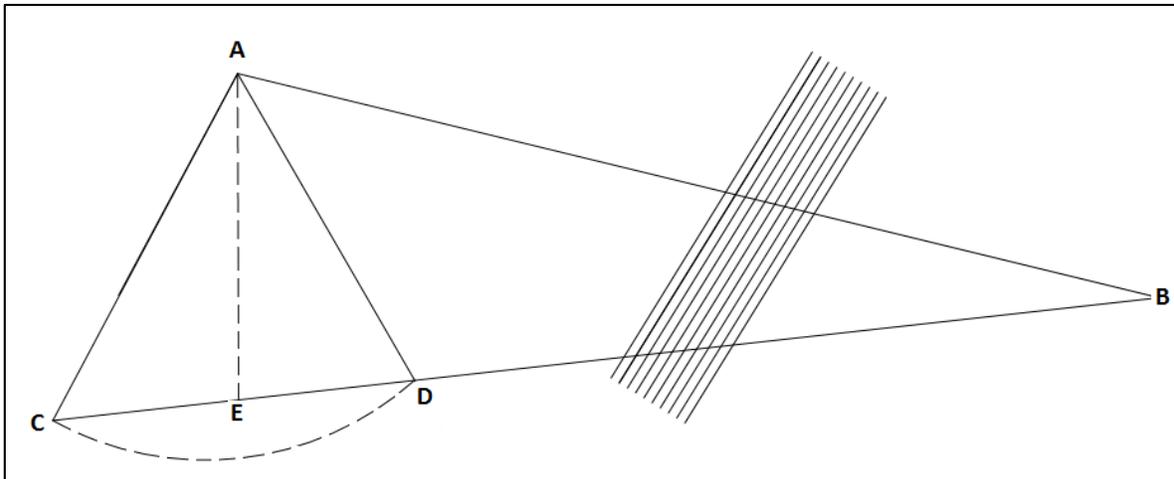


Ilustración 17 - Método de relación de lados de triángulos rectángulos.

Práctica 3: Centrado y nivelado de estación total.

OBJETIVOS.

- Esta práctica pretende que se familiarice con los aparatos topográficos, reconocer los elementos que los constituyen. Asimismo, se aprenderá la manera correcta de realizar una estación (centrado y nivelado). Los alumnos se ejercitarán para ser capaces de definir completamente una visual.

DESARROLLO.

- Conocer los instrumentos topográficos.
- Instalación del trípode.
- Centrado utilizando plomada óptica.
- Centrado utilizando plomada láser.
- Centrado utilizando plomada común.
- Nivelación.
- Visado.
- Configuración del modo de medición y preparación del objetivo.

APARATOS.

- Elementos auxiliares de uso común: Trípode, Miras, Jalones, Prismas, Cintas.



Ilustración 18 - Elementos para levantamiento topográfico: 1. Estadal; 2. Trípode; 3. Jalones; 4. Cintas métricas; 5. Miras; 6. Clavos topográficos.

Estación total.

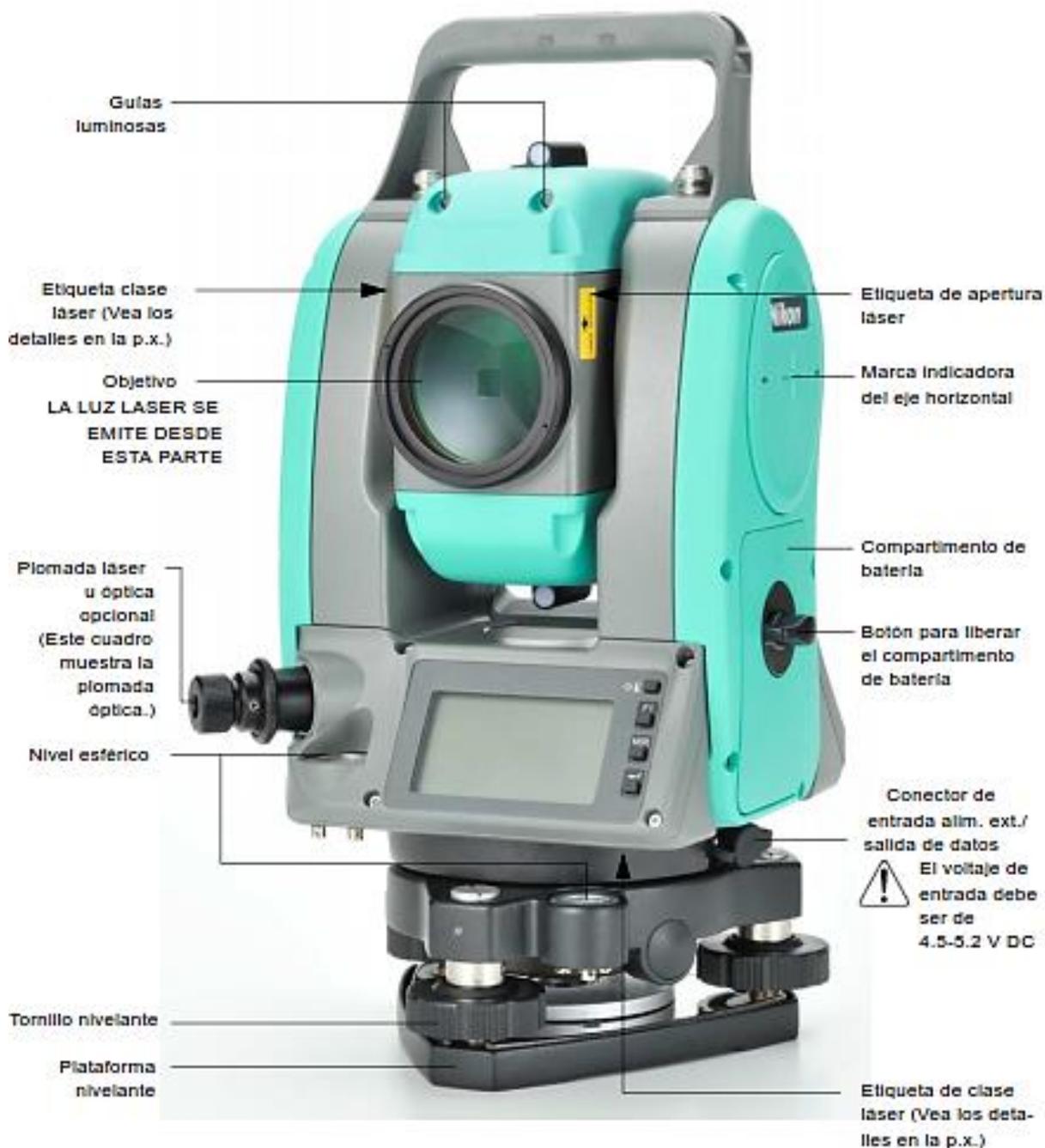


Ilustración 19 - Estación total serie Nivo - Cara izquierda.

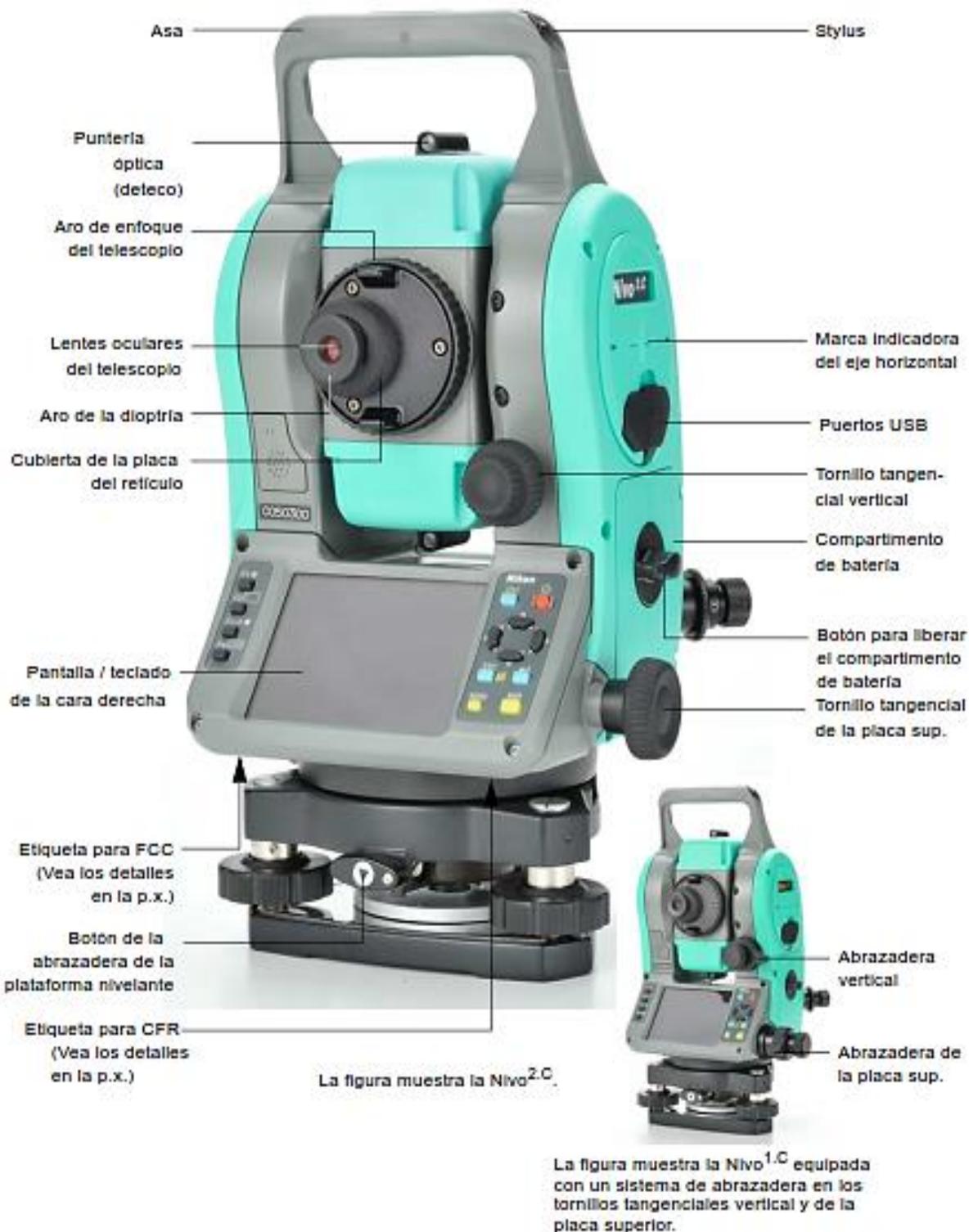


Ilustración 20 - Estación total serie Nivo – Cara derecha.

INSTALACIÓN DEL TRÍPODE.

- Situar el punto a estacionar.
- Abra las patas del trípode lo suficiente para que el instrumento esté estable.
- Ubique el trípode directamente sobre el punto de estación. Para comprobar la posición del trípode, mire por el orificio del centro de la cabeza del trípode.
- Presiones las puntas metálicas del trípode firmemente contra el suelo.
- Nivele la superficie superior de la cabeza del trípode.
- Ajuste los tornillos de mariposa firmemente en las patas del trípode.
- Saque el instrumento de su estuche sosteniéndola del asa y la plataforma.
- Coloque el instrumento en la cabeza del trípode.
- Inserte el tornillo de montaje del trípode en el orificio central de la placa base del instrumento, sosteniéndolo del asa.
- Ajuste el tornillo de montaje del trípode.



Ilustración 21 - 1. Punto de estación; 2. Colocación de trípode; 3. Nivelado y sujeción del aparato.

CENTRADO.

Al centrar el instrumento, alinee el eje central sobre el punto de estación de forma precisa. Para centrar el instrumento, podrá usar una plomada óptica o una plomada común.

Centrado utilizando una plomada óptica.

Para centrar el instrumento utilizando una plomada óptica:

- Instalar el instrumento en el trípode.
- Mientras mira por la plomada óptica, alinee el retículo con el punto de estación. Para ello gire los tornillos nivelantes hasta que la marca central del retículo esté directamente sobre la imagen del punto de estación.
- Mientras sostiene la cabeza del trípode con una mano, afloje las abrazaderas de la pata del trípode hasta que la burbuja esté en el centro del nivel esférico.
- Ajuste las abrazaderas de las patas del trípode.
- Use el nivel electrónico para nivelar el instrumento.



Ilustración 22 - Centrado del aparato.

- Mire por la plomada óptica para comprobar que la imagen del punto de estación este todavía en el centro de la marca del retículo.
- Si el punto de estación está desplazado con respecto al centro, haga lo siguiente:
 - o Si el punto de estación está apenas desplazado del centro, afloje el tornillo de montaje del trípode y luego centre el instrumento en el trípode. Use solamente movimientos directos para centrar el instrumento. No lo rote.
 - o Una vez que el instrumento está centrado, ajuste el tornillo de montaje,
 - o Si el desplazamiento del punto de estación es importante, repita este procedimiento desde el segundo paso.

Centrado utilizando una plomada común.

- Instale el instrumento en el trípode.
- Cuelgue el hilo de la plomada en el gancho del tornillo de montaje del trípode.
- Ajuste la longitud del hilo para que la punta de la plomada esté a la altura del punto de estación.
- Afloje un poco el tornillo de montaje del trípode.
- Utilizando ambas manos para sostener el lado externo de la base nivelante, deslice cuidadosamente el instrumento por la cabeza del trípode hasta que la punta de la plomada esté posicionada sobre el centro exacto del punto de estación.

Nota: *Para confirmar que el instrumento está alineado con precisión, compruebe la posición del mismo desde dos direcciones en ángulo recto entre sí.*

NIVELACIÓN

Cuando nivela el instrumento, el eje vertical del instrumento está exactamente vertical. Para nivelar el instrumento, utilice el nivel electrónico. En los trabajos de nivelación, siempre configure el instrumento en dirección de la cara derecha.

Para nivelar el instrumento:

- Mueva la burbuja al círculo trazado en el nivel esférico y luego encienda el instrumento.
- Rote la aliada hasta que el borde inferior del panel del teclado esté paralelo a los dos tornillos nivelantes (B y C).
- Utilice los tornillos nivelantes B y C para mover la burbuja al centro del nivel electrónico.
- Rote la aliada aproximadamente unos 90° .
- Burbuja al centro del nivel electrónico.
- Repita los cinco pasos anteriores para centrar la burbuja en ambas posiciones.
- Rote la aliada unos 180° .
- Si la burbuja en el nivel electrónico permanece centrada, el instrumento está nivelado.

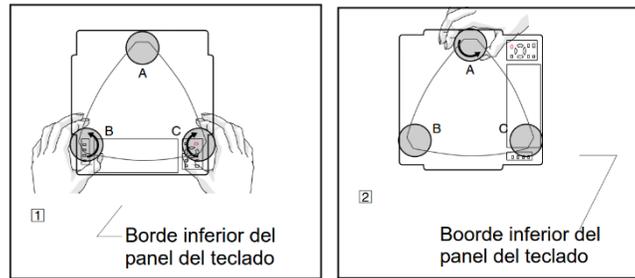


Ilustración 23 - Tornillos de nivelación.

VISADO.

Cuando visa el instrumento, el telescopio se dirige al objetivo (reflector), enfocando la imagen del objetivo y se alinea la imagen con el centro de la cruz filar del retículo.

Para visar el instrumento:

- Ajuste la dioptría:
 - Vise el telescopio a un área en blanco, tal como el cielo o un trozo de papel.
 - Al mirar a través de las lentes oculares, rote el aro de la dioptría hasta que la cruz filar del retículo esté enfocada con nitidez.
- Elimine la paralaje:
 - Vise el telescopio a la imagen del objetivo.
 - Rote el aro de enfoque hasta que la imagen del objetivo esté enfocada con nitidez en la cruz filar del retículo.
 - Mueva los ojos verticalmente y lateralmente para comprobar que la imagen del objetivo se mueve relativa a la cruz filar del retículo. Si la imagen no se mueve, no hay paralaje.
 - Si la imagen del objetivo se mueve, rote el aro de enfoque del telescopio.
- Rote el tornillo tangencial:
 - El giro final del tornillo tangencial debe ser en el sentido de las agujas del reloj, para alinear el objetivo con precisión en la cruz filar central.

Práctica 4: Interfaz de estación total.

OBJETIVOS.

- Comprender el uso básico del sistema de la Estación Total Nikon Nivo 5 C.

DESARROLLO.

Para su seguridad, lea el presenta manual de instrucciones con cuidado y en su totalidad antes de utilizar la estación total de la serie Nivo. La utilización incorrecta del equipo puede ocasionar daño en él. Se recomienda tener el manual junto al instrumento al realizar las diferentes prácticas de campo, para solventar dudas con facilidad.

ADVERTENCIAS.

Antes de utilizar el instrumento, lea las siguientes advertencias y siga las instrucciones que se proporcionan:

- Nunca mire al sol a través del telescopio. Si lo hace, se podrá dañar la vista o perder la visión.
- Los instrumentos de la serie Nivo no han sido diseñados a prueba de explosiones. No utilice el instrumento cerca de sustancias inflamables.
- Nunca desarme, modifique ni repare el instrumento usted mismo. Si lo hace, podrá recibir descargas eléctricas o quemaduras, o podrá prenderse fuego el instrumento. También podrá dañar la precisión del instrumento.
- No dañe la batería de litio-ion recargable. Una batería dañada puede crear una explosión o un incendio, y puede causar daños personales y/o estropear el equipo, para evitarlo:
 - o No exponga la batería al fuego, a altas temperaturas o a la luz directa del sol.
 - o No sumerja la batería en agua.
 - o No use ni guarde la batería en el interior de un vehículo cuando haga calor
 - o No abra la batería.
 - o No use la batería si parece estar dañada o presenta fuga del fluido.
- No mirar directamente al rayo, con o sin instrumento.
- El rayo láser debe estar confinado al final de la trayectoria útil del rayo y en todos los casos debe cancelarse si la trayectoria peligrosa del rayo sobrepasa el límite (distancia peligrosa) del área en la que la presencia y las actividades del personal se controlan por motivos de protección contra radiación laser.

- La trayectoria del rayo láser deberá ubicarse sobre o debajo del nivel de la vista siempre que sea posible.
- No apunte el rayo láser a superficies especulares espejadas, por ejemplo, prismas, superficies metálicas o ventanas, aunque sea de forma accidental.

PRECAUCIONES.

Antes de emplear el instrumento, lea las siguientes precauciones y siga las instrucciones que se proporcionan:

1. El uso de controles, ajustes o la ejecución de procedimientos distintos de los especificados en este manual, puede desconfigurar o dañar el equipo.
2. Las puntas metálicas de las patas del trípode son muy afiladas. Al manipular o transportar el trípode, trate de evitar lastimarse con las mismas.
3. Antes de transportar el trípode o el instrumento en el estuche, compruebe la correa para el hombro y la hebilla. Si la correa está dañada o si la hebilla no está trabada firmemente, el estuche podrá caerse, ocasionando heridas personales o daños al instrumento.
4. Antes de instalar el trípode, asegúrese de que nadie tenga los pies o las manos debajo del mismo. Cuando las patas del trípode se están empujando contra el suelo, pueden atravesar los pies o las manos.
5. Tras instalar el instrumento en el trípode, ajuste los tornillos de mariposa firmemente en las patas del trípode. Si los tornillos no están ajustados con firmeza, el trípode puede caerse, ocasionando heridas personales o daños al instrumento.
6. Tras montar el instrumento en el trípode, ajuste el tornillo para abrazadera firmemente en el trípode. De lo contrario, el instrumento puede caerse del trípode, ocasionando heridas personales o daños al instrumento.
7. Ajuste firmemente el botón de la abrazadera de la plataforma nivelante. De lo contrario, la plataforma nivelante puede aflojarse o caerse cuando levanta el instrumento, ocasionando heridas personales o daño al instrumento.
8. No apile objetos en el estuche plástico ni lo utilice como una banqueta. El estuche es inestable y la superficie del mismo es muy resbaladiza. Al apilar cosas o al sentarse se puede ocasionar heridas personales o daños al instrumento.
9. El sistema en el instrumento podrá dejar de funcionar para evitar errores en las medidas cuando el instrumento detecta ondas electromagnéticas fuertes. Si así fuere, apague el instrumento y quite la fuente de ondas electromagnéticas. Luego encienda el instrumento para reanudar el trabajo.
10. Utilice el stylus que se entrega con la serie Nivo en la pantalla táctil. Cualquier otro stylus puede dañar la pantalla táctil.

11. Presione suavemente en la pantalla táctil con el stylus. De lo contrario, podrá dañar la pantalla táctil.
12. No deje el instrumento en la luz solar directa ni en un vehículo cerrado durante periodos prolongados. Si el instrumento se recalienta, la eficiencia podrá reducirse.
13. Si el instrumento ha sido utilizado bajo la lluvia, quite el agua que haya quedado de inmediato y séquelo completamente antes de guardar el instrumentó en el estuche. El mismo cuenta con piezas electrónicas sensibles que han sido protegidas como corresponde contra el polvo y la humedad. Sin embargo, si penetra el polvo y humedad, pueden producirse daños graves.
14. Los cambios bruscos de temperatura pueden hacer que se empañen las lentes y que se reduzca drásticamente la distancia que se puede medir, o puede ocasionar un fallo en el sistema eléctrico. Si se ha producido un cambio brusco de temperatura, deje el instrumento en un estuche cerrado, en un lugar cálido, hasta que la temperatura del instrumento vuelva a ser la temperatura ambiente.
15. No emplee disolventes orgánicos para limpiar las piezas no metálicas del instrumento o superficies pintadas o impresas. Si lo hace, se podrá producir el descoloramiento de la superficie o se podrán pelas los caracteres impresos.
16. Para limpiar las lentes ópticas, frótelas cuidadosamente con un paño suave o papel fino impregnado en alcohol.
17. La cubierta de la placa del retículo ha sido instalada correctamente. No la libere ni la presione con fuerza excesiva para hacerla impermeable.
18. Presione firmemente la tapa que cubre el terminal del conector de entrada de alimentación externa/salida de datos. El instrumento no será impermeable si la tapa no esta firma, o cuando se utiliza el conector de entrada de alimentación externa/salida de datos.
19. El estuche ha sido diseñado para ser impermeable pero no deberá dejarlo expuesto a la lluvia durante el periodo prolongado. Si no puede evitar exponerlo a la lluvia, asegúrese de que el estuche este posicionado con la placa Nikon hacia arriba.
20. Tenga cuidado de no poner el dedo entre el telescopio y los muñones del instrumento.

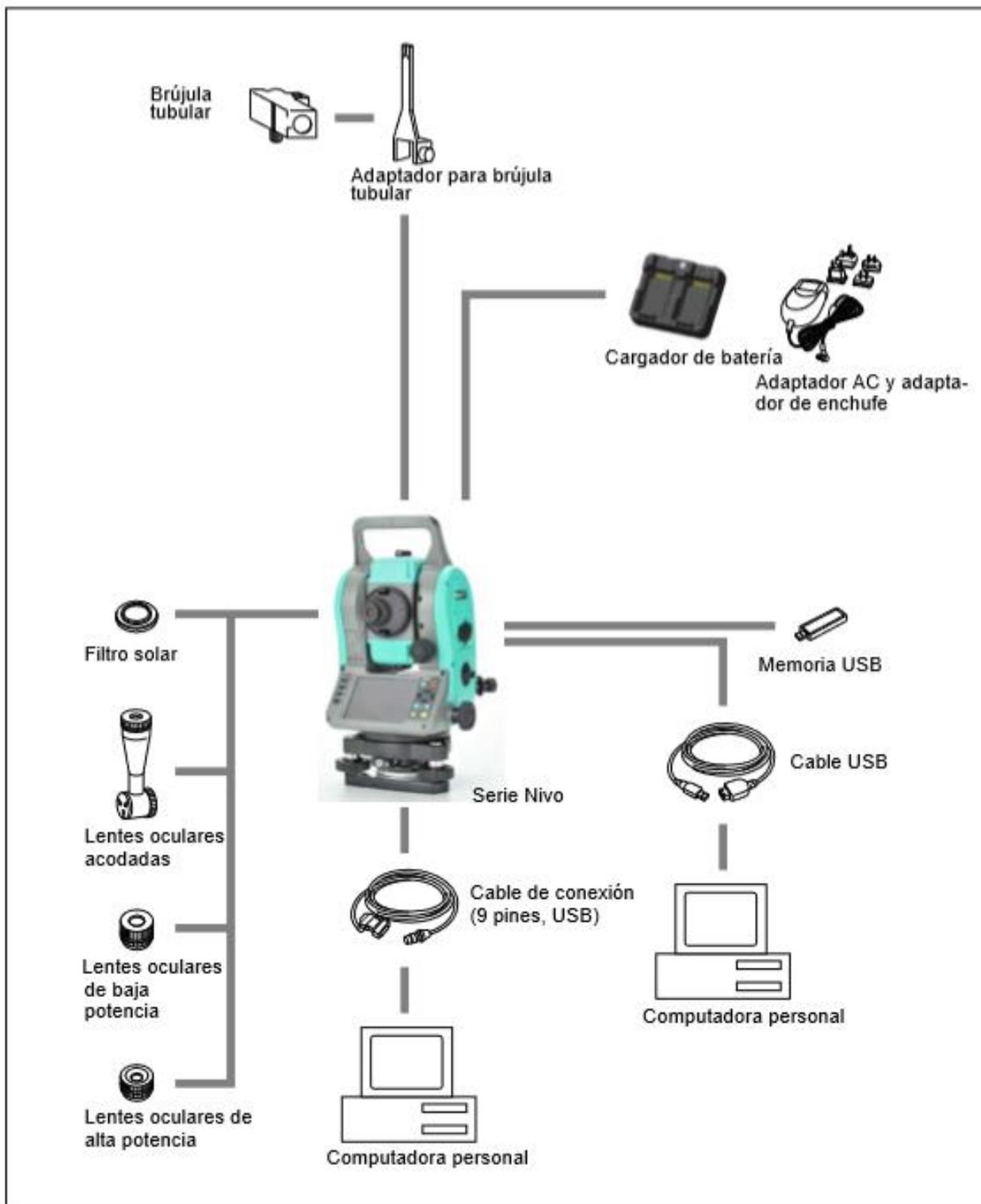


Ilustración 24 - Componentes del sistema, lado de medición.

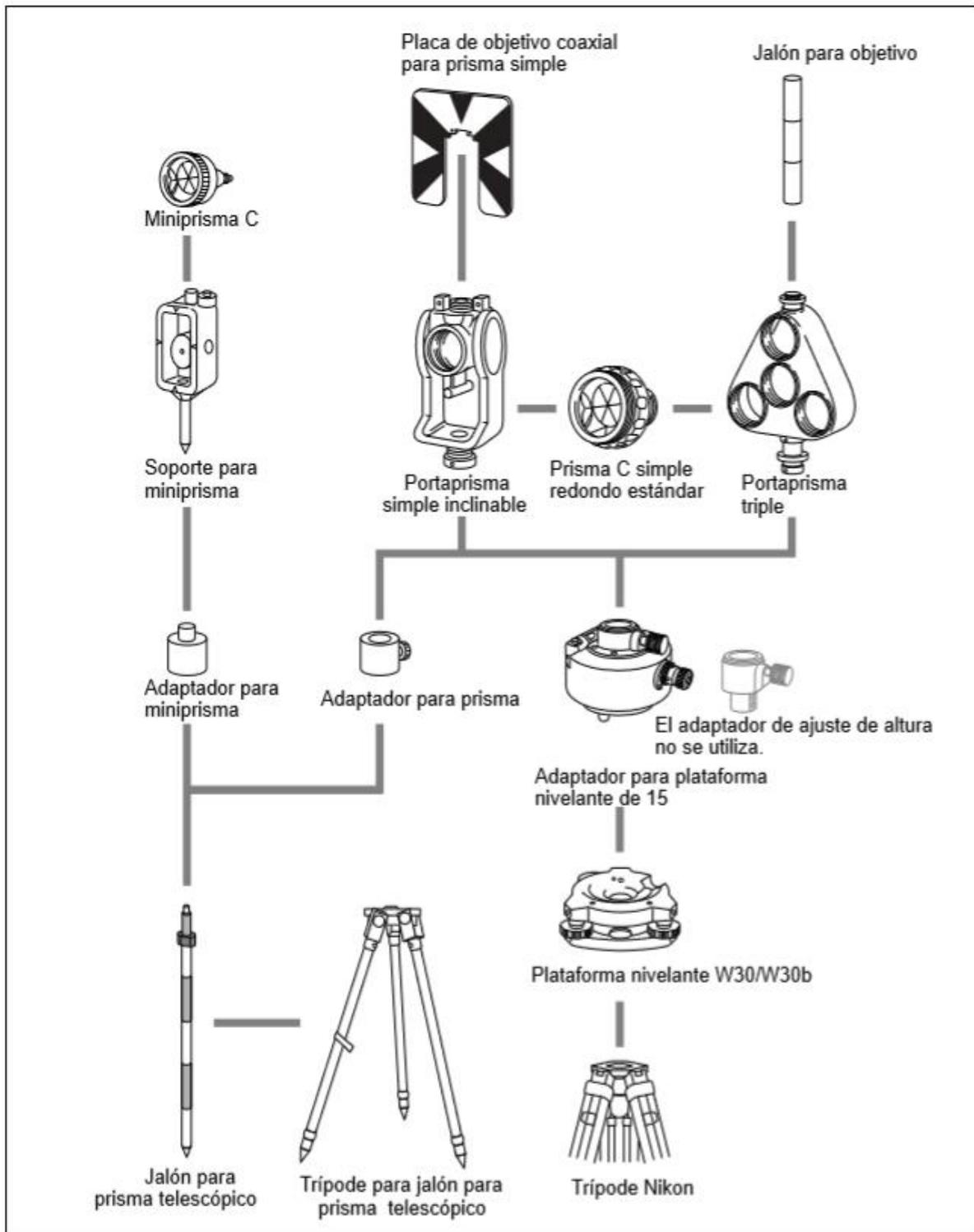


Ilustración 25 - Componentes del sistema, lado con el prisma reflector.

CONFIGURACIÓN DEL MODO DE MEDICIÓN Y PREPARACIÓN DEL OBJETIVO.

La serie Nivo tiene dos modos de medición:

1. Modo Prisma. (Prism)
2. Modo sin reflector. (Ref.Dir.)

Estos modos pueden cambiarse en cualquier momento manteniendo presionado la tecla **[MSR1]** o **[MSR2]** durante un segundo.

El modo de medición se configura según el objetivo:

Objetivo	Configuración del objetivo.
Prisma, diana reflectante	Prisma (modo prisma)
Otro (materiales reflectantes)	Ref. Dir. (modo sin reflector)

Medición en el modo sin reflector.

La intensidad de la reflexión desde el objetivo determina la distancia que la serie Nivo puede medir en este modo. El color y la condición de la superficie del objetivo también afectan la distancia que se puede medir, incluso si los objetivos a medir son los mismos. Algunos objetivos menos reflexivos tal vez no puedan medirse.

Las distancias a las que se puede medir podrán ser más cortas o los intervalos de medición podrán ser más largos en los siguientes casos:

1. El ángulo del láser contra el objetivo es pequeño.
2. La superficie al objetivo es húmeda.

Con la luz solar directa, la distancia a la que se puede medir podrá ser más corta. En este caso, trate de cubrir el objetivo con una sombra.

Los objetivos con superficies totalmente planas, tales como espejos, no podrán medirse a menos que el rayo y el objetivo sean perpendiculares entre sí.

FUNCIONAMIENTO BÁSICO.

Encendido del instrumento.

Presione la tecla [Power] para encender el instrumento y se iniciara el programa de aplicación.



Ilustración 26 - Tecla Power.

Compruebe que las baterías estén insertadas correctamente en la renura si el programa de aplicación no se inicia incluso tras presionar [Power].

Apagado del instrumento.

- Presione la tecla [Power] y aparecerá la ventana "Power Key" (Tecla de encendido/apagado).
- Presione el botón **STANDBY** en la venta para apagar el instrumento.
- Presione el botón **OK** y la ventana desaparecerá. La pantalla vuelve a la pantalla visualizada antes de presionar la tecla [Power].

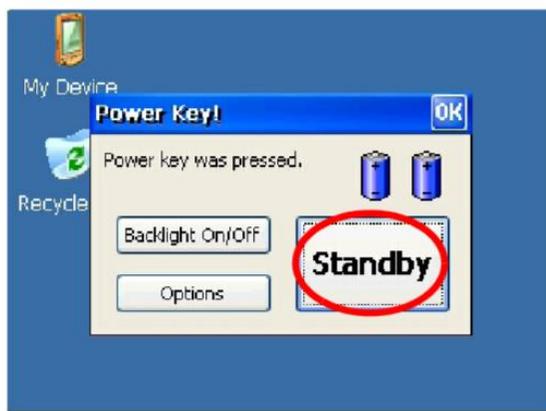


Ilustración 27 - Venta Power Key.

STANDBY, es la función que detiene la ejecución del programa y apaga el instrumento. Al volver a presionar la tecla [Power], volverá a la pantalla visualizada antes de apagar el instrumento.

Encendido y apagado de la retroiluminación.

- ¡Presione la tecla [Power] y aparecerá la ventana "Power Key!"

- Al presionar el botón **BLACKLIGHT ON/OFF** en la ventana, se encenderá/apagará la retroiluminación.
- Presione el botón **OK** y la ventana desaparecerá. La pantalla vuelve a la pantalla visualizada antes de presionar la tecla [Power].



Ilustración 28 - Encendido y apagado de la retroiluminación.

Otras funciones.

- Presione la tecla [Power] y aparecerá la ventana "Power Key!" que figura a la derecha.
- Presione el botón **OPTIONS** en la ventana para mostrar el menú de opciones.
- Presione el botón **OK** y la ventana desaparecerá. La pantalla vuelve a la pantalla visualizada antes de presionar la tecla [Power]]



Ilustración 29 - Función opciones.

Limpieza de la pantalla táctil.

- Al presionar el botón de menú **CLEAN TOUCH SCREEN**, se inhabilitará la pantalla táctil. Use este botón de menú para limpiar el panel táctil.



Ilustración 30 - Limpieza de pantalla táctil.

- Presiones la tecla ENTER y la pantalla vuelve a la pantalla visualizada antes de presionar la tecla [Power.]

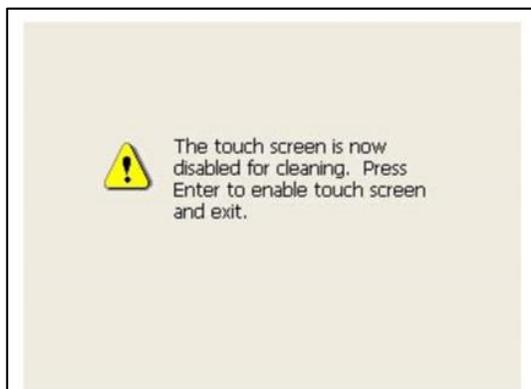


Ilustración 31 - Limpieza de la pantalla táctil.

Ajuste de la pantalla táctil.

- Al presionar el botón de menú **ADJUST TOUCH SCREEN**, se mostrará la ventana de ajuste del panel táctil.
- Al seguir las instrucciones en esta ventana, se corregirá el hueco que hay entre el punto efectivo donde se presiona y el botón en la ventana.
- Presione el signo + en la pantalla con el stylus durante un segundo. El signo + se moverá a una esquina de la pantalla cuando quite el stylus. Si presiona la tecla **ENTER** una vez que ha presionado en el signo + en el centro y en las cuatro esquinas, se complementara el ajuste de la pantalla táctil.
- Presiones la tecla **ESC** para cancelar el ajuste.



Ilustración 32 - Ajuste de la pantalla táctil.

Restablecer.

- Presione el botón de menú **RESET** y se mostrara la ventana que figura.

- **RESET** para el programa en curso e inicializa la estación total. Use este menú cuando el programa de aplicación no se ejecuta normalmente debido a un motivo inesperado.
- Presione el botón **YES** para ejecutar **RESET**.
- Presione el botón **NO** para cancelar **RESET** y volver a la pantalla visualizada antes de presionar la tecla [Power]

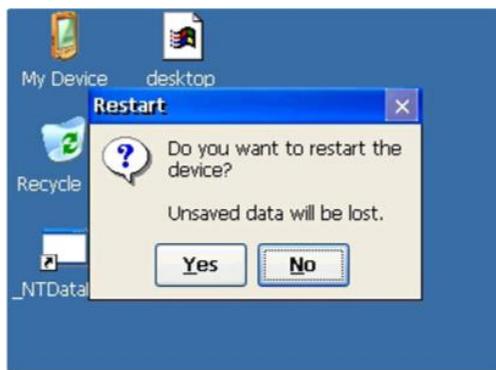


Ilustración 33 - Funcionamiento de RESET.

Una vez que se ha ejecutado la función RESET, se perderán los datos no almacenados en el programa de aplicación.

Apagado o cierre.

- Presione el botón de menú SHUTDOWN y se mostrara la ventana.
- Presione el botón YES para ejecutar SHU DOWN.
- Presiones el botón NO para cancelar la función SHUT DOWN y volver a la pantalla visualizada antes de presionar la tecla [Power]

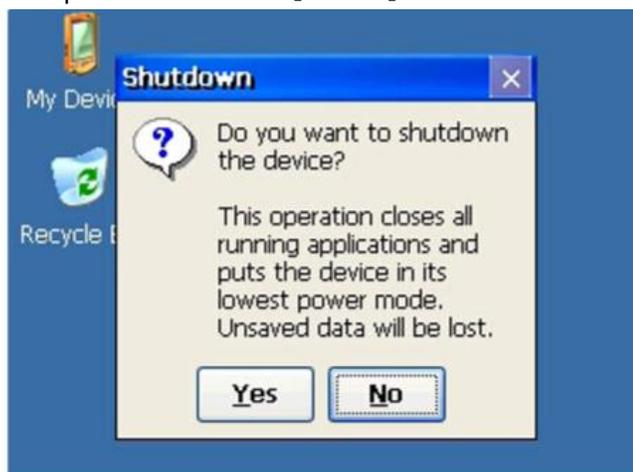


Ilustración 34 - Apagado o cierre.

La ejecución completa de la función SHUT DOWN apagará la estación total.

La ejecución de la función SHUT DOWN terminará el programa de aplicación y se perderán los datos no almacenados en el programa.

Configuración de apagado automático.

- La función AUTO POWER OFF ahorra el consumo de electricidad al hacer pasar la estación total al modo de espera cuando no funciona durante cierto tiempo.
- Presione el botón WINDOWS para mostrar el menú.
 - Seleccione SETTINGS para mostrar el submenú. Elija CONTROL PANEL.



Ilustración 35 - Selección de SETTINGS.

- Haga doble clic en el icono **POWER**.



Ilustración 36 - POWER.

- Se mostrará el último estado de la batería, elija la ficha **POWER OFF**.

- Se mostrará la ventana de configuración de tiempo.

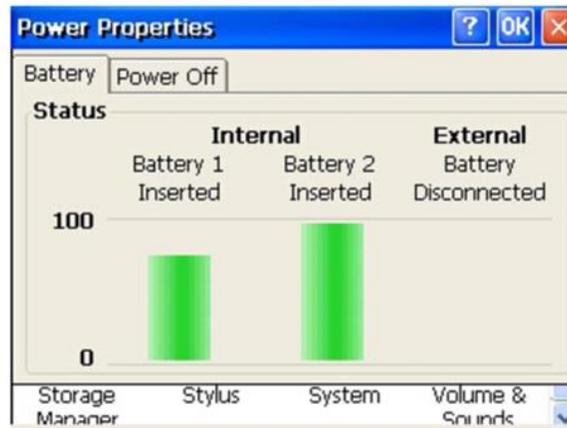


Ilustración 37 - POWER Properties.

- Verifique la casilla **SUSPEND AFTER**, en el campo **IDLE TIME SETTINGS**.
- Seleccione el tiempo en el menú desplegable.
- El tiempo seleccionable es 5/10/30 minutos.
- La casilla de verificación del modo de suspensión se inhabilitará si no se selecciona el tiempo en el menú desplegable.
- Presione el botón **OK** para completar la configuración.



Ilustración 38 - Verificación en IDLE Time Settings.

El modo de suspensión y el modo de espera consisten en el mismo estado.

Configuración de fecha y hora.

Esta función permite especificar la fecha y hora en la estación total.

- Presione el botón **WINDOWS** para mostrar el menú.
- Seleccione **SETTINGS** para mostrar el submenú.

- Elija **CONTROL PANEL**.



Ilustración 39 - Control Panel.

Clickar dos veces en el icono DATE/TIME.



Ilustración 40 - Date/Time.

- Se mostrará la fecha y la hora configuradas actualmente.
- Configure la fecha, la hora y la zona horaria.
- Presiones el botón **APPLY** para fijar los valores configurados.

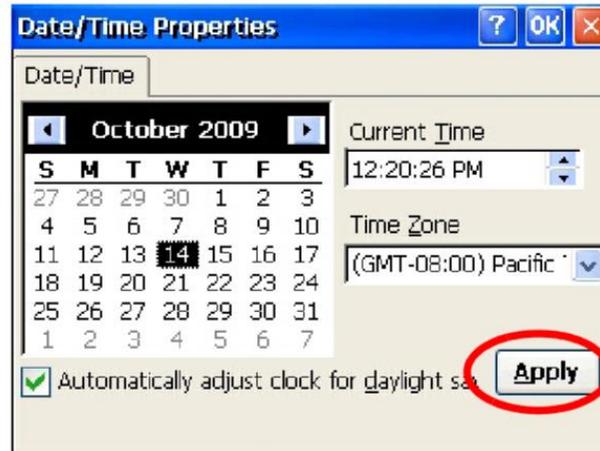


Ilustración 41 - Date/Time Properties.

- Presione el botón OK para completar el proceso de configuración.

SURVEY PRO.

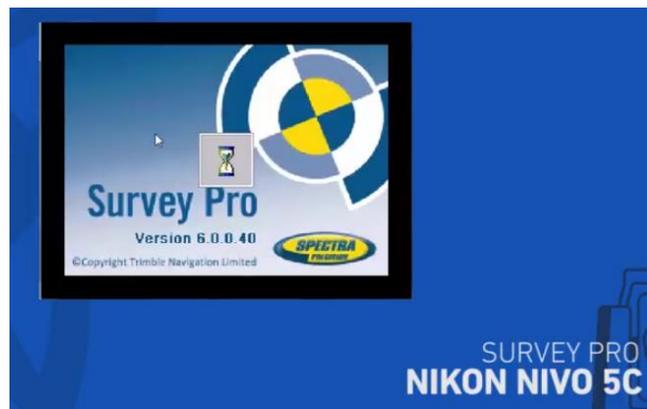


Ilustración 42 - Survey Pro.

- Al iniciar el programa Survey pro, nos aparece en primera instancia la burbuja de nivel. Esto se debe a que este modelo de estación total no tiene nivel tubular físico, por ende, consta de un nivel electrónico.



Ilustración 43 - Nivelación.

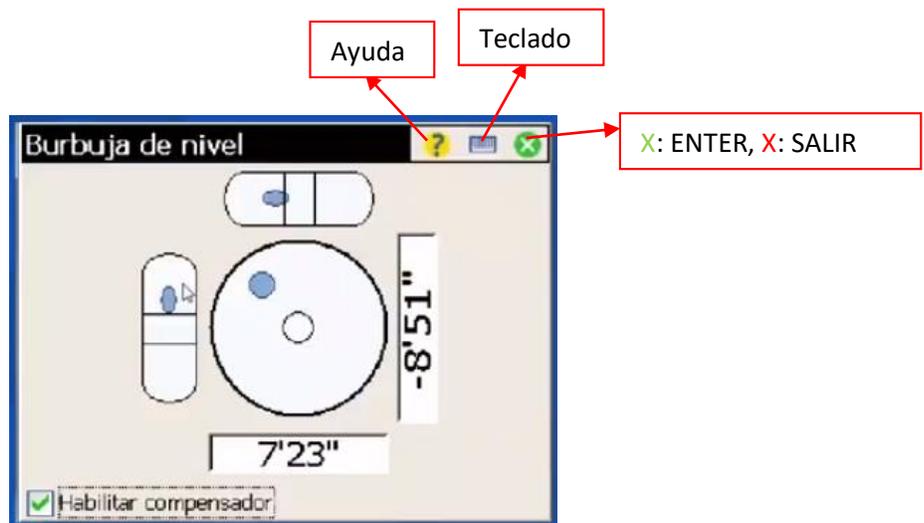


Ilustración 44 - Opciones en ventana.

- Dar X, para abrir siguiente pantalla.

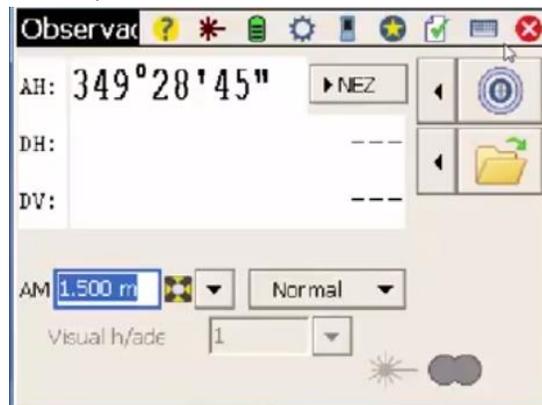


Ilustración 45 - Pantalla de observaciones.

La pantalla de observaciones contiene diferentes iconos en los cuales podemos realizar la configuración básica con la que vamos a partir para tomar puntos, acorde a las necesidades que demande la medición.

Dicha pantalla nos proporciona una idea de todas las funciones que podemos utilizar y que contiene el software Survey Pro, con el cual trabaja la estación total Nikon modelo Nivo 5.C

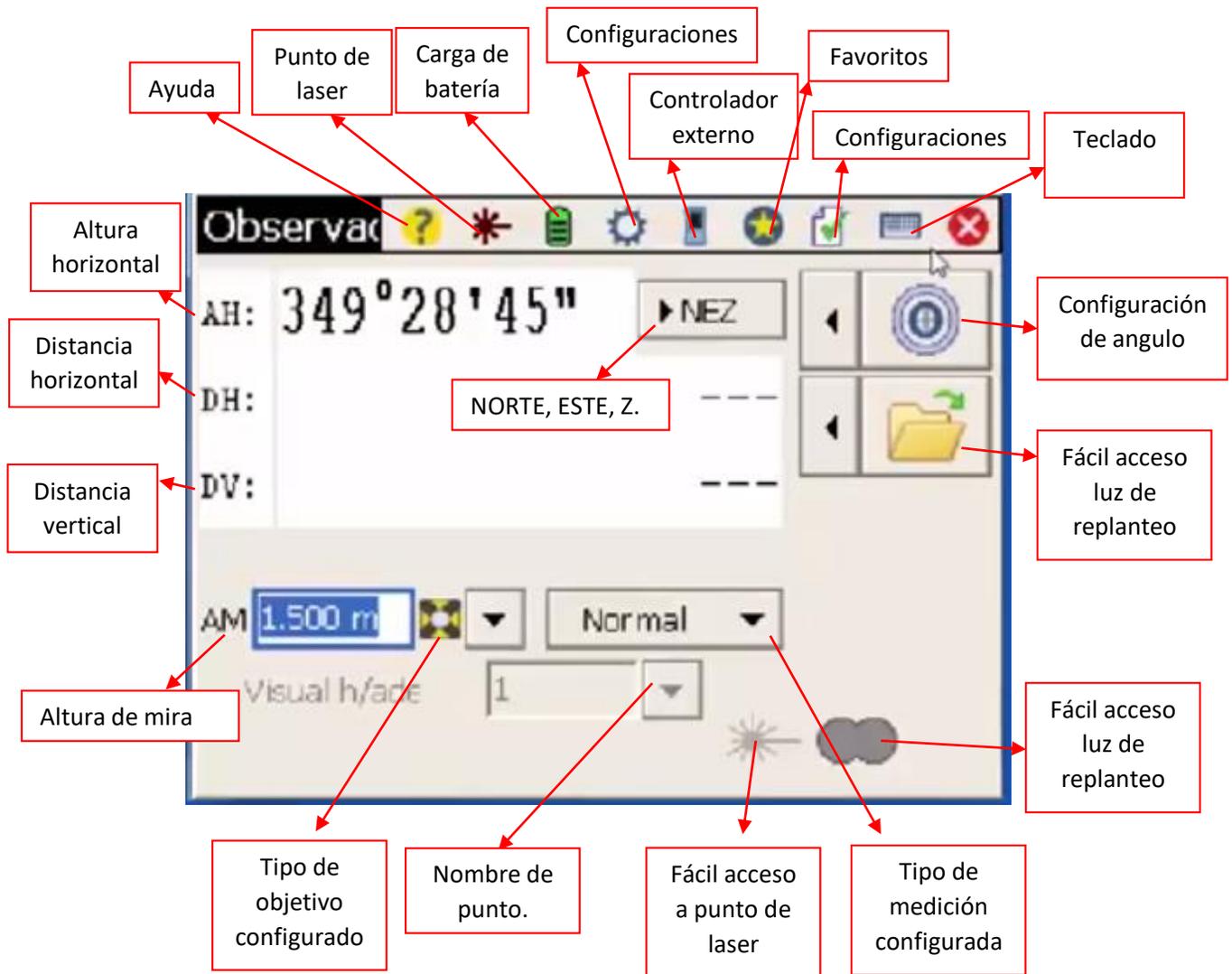


Ilustración 46 - Pantalla de observaciones.

Configuraciones.

- Al dar click en **CONFIGURACIONES**.  Se nos abrirá la siguiente pantalla:



Ilustración 47 - Pantalla de configuraciones.

Dentro de la pantalla de **CONFIGURACIONES** podemos ver cuatro pantallas:

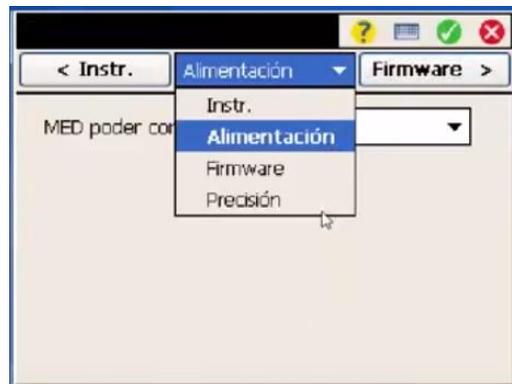


Ilustración 48 Opciones de Configuraciones

La primera pantalla consta de diferentes opciones, tenemos:

Modo MED: Modo de mediciones el cual puede ser **NORMAL** o **PRECISO**.

Modo medición: Da las opciones de **UNA SOLA MEDICIÓN** o **PROMEDIO**.

Umbral de la distancia: Distancia mínima que medirá el dispositivo. (Ligada distancia focal del aparato)

Retículo: Luz interna del retículo, útil para levantamientos a oscuras.

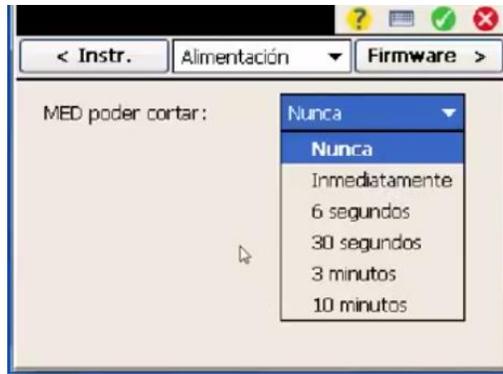


Ilustración 49 Pantalla ALIMENTACIÓN en Configuraciones

La pantalla **ALIMENTACIÓN** da opciones para poder cortar el distanciómetro.

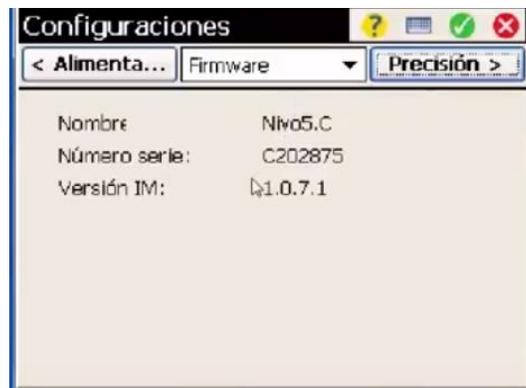


Ilustración 50- Firmware

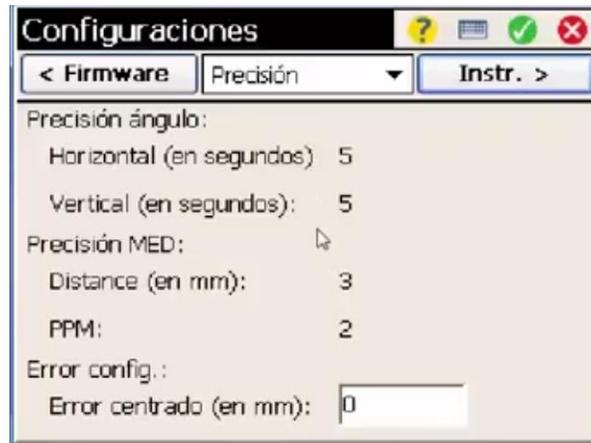


Ilustración 51 – Precisión.

- Al dar click en **CONFIGURACIONES**.  Se nos abrirá la siguiente pantalla:



Ilustración 52 - Opciones en pantalla.

Se encuentra dividida en dos pantallas, en la primera podemos observar las configuraciones para las **UNIDADES** que se utilizaran en el equipo. En la segunda pantalla podemos configurar el **FORMATO** a utilizar.

Tipo de objetivo configurado.

- Al dar click en **TIPO DE OBJETIVO CONFIGURADO**.   Se nos abrirá la siguiente pantalla:

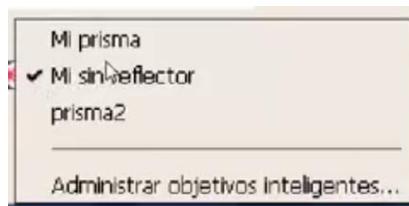


Ilustración 53 - Tipo de Objetivo.

Configuración de ángulo.

- Al dar click en . Nos dará las siguientes opciones:

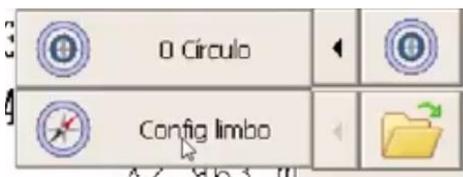


Ilustración 54 - Configuración del ángulo.

Las opciones dadas nos indican que podemos configurar el ángulo como 0, o realizar una configuración limbo.

Trabajo nuevo.

Para crear abrir trabajo o crear un nuevo trabajo, utilizaremos la opción siguiente.

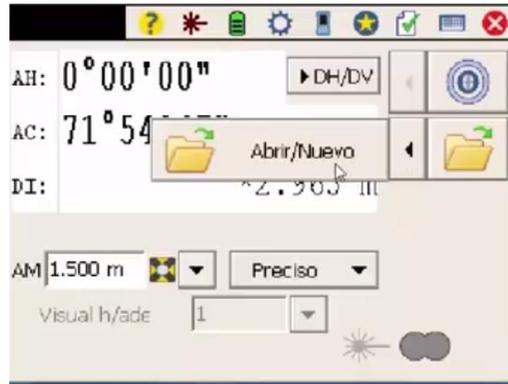


Ilustración 55 Abrir/Nuevo (Trabajo)

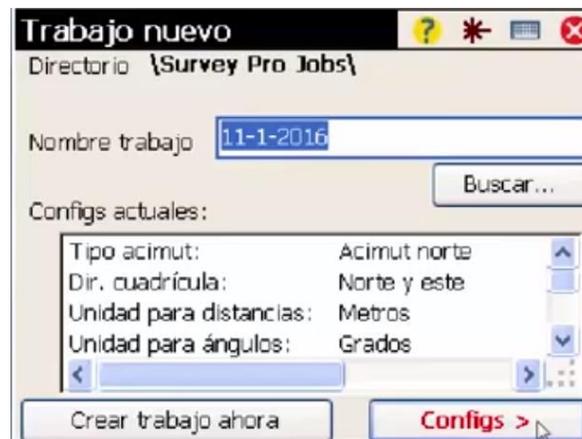
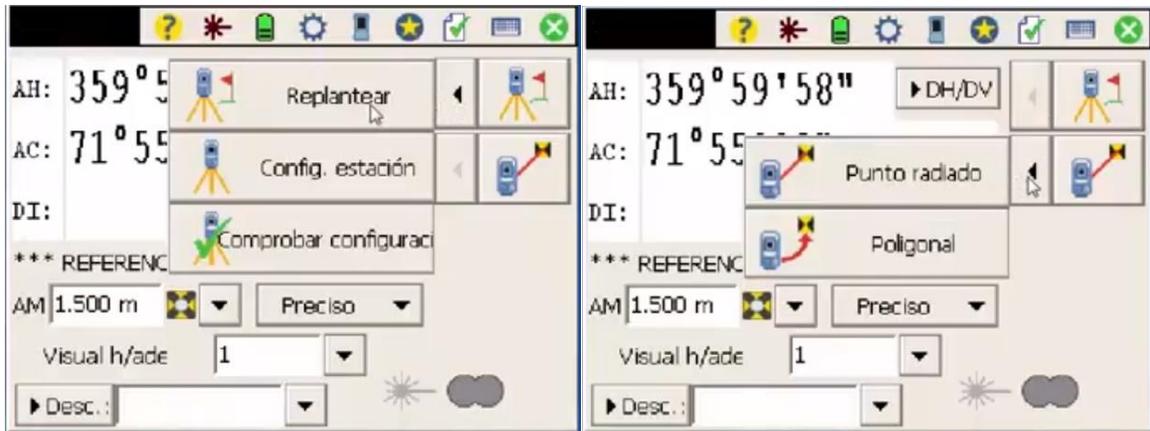


Ilustración 56 Trabajo Nuevo

Al crear un nuevo trabajo podemos modificar las configuraciones actuales que se tienen en el software de la estación total. Al iniciar el nuevo trabajo en la ventana principal tendremos opciones para configurar la estación.



Menú de inicio de la estación total.

- A. Haremos click en el siguiente icono **X** de la pantalla del trabajo nuevo creado. Inmediatamente entrara al menú de inicio de la estación total.

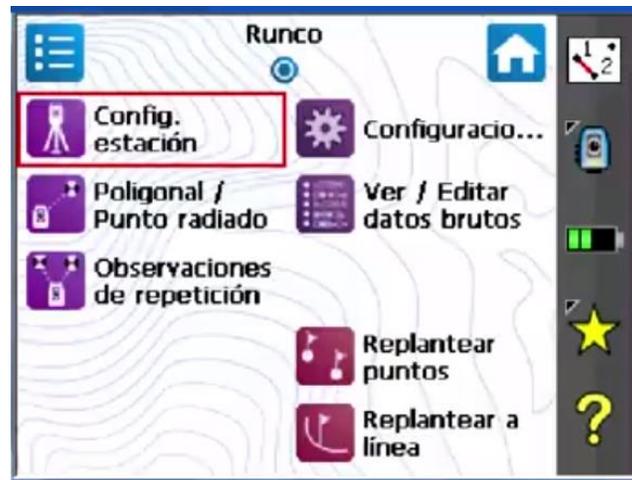


Ilustración 57 Menú Inicio

En el menú inicio podemos realizar diferentes funciones acordes a nuestras necesidades. Las funciones que aparecen en la pantalla pueden ser borradas, además de agregar otras funciones desde el menú principal. (Menú de inicio es totalmente configurable)

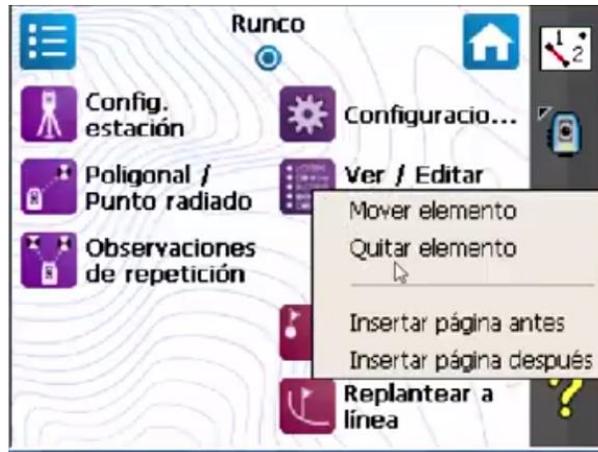


Ilustración 58 - Menú de inicio.

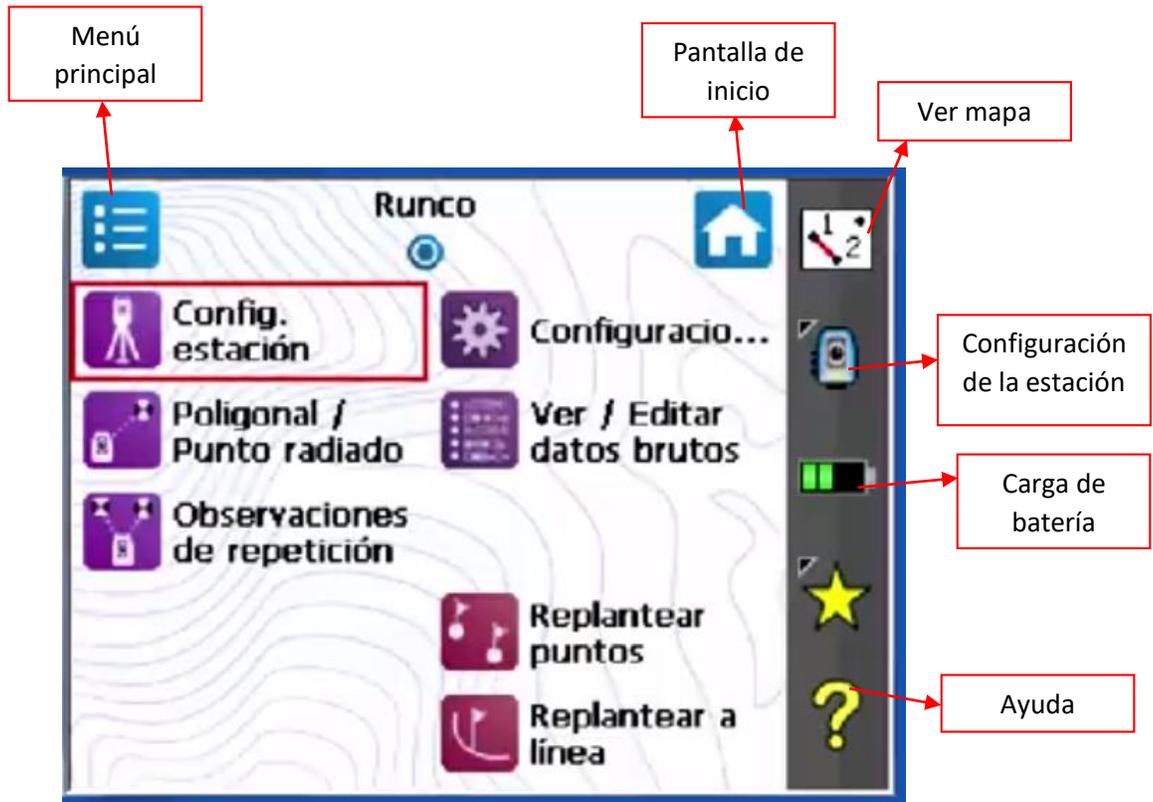


Ilustración 59 Interfaz de Estación Total - Menú Inicio

Menú principal de la estación total.

- A. Al dar click a  nos encontraremos con todas las funciones posibles que se pueden utilizar en la estación total.



Ilustración 60 - Menú principal.

Podemos observar las diferentes opciones dentro del menú principal:

La pantalla **ARCHIVO**  da opciones para poder crear archivos nuevos, así como para poder importar o exportar puntos.

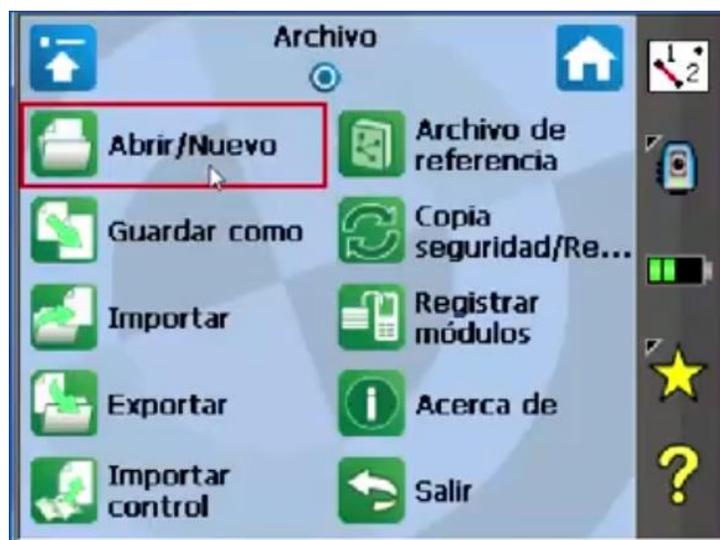


Ilustración 61 - Menú Archivo

La pantalla **TRABAJO** , nos presenta desde funciones desde configuración hasta funciones para editar poli líneas, alineaciones. Podemos ver y editar datos e informes, o realizar cálculos sencillos.

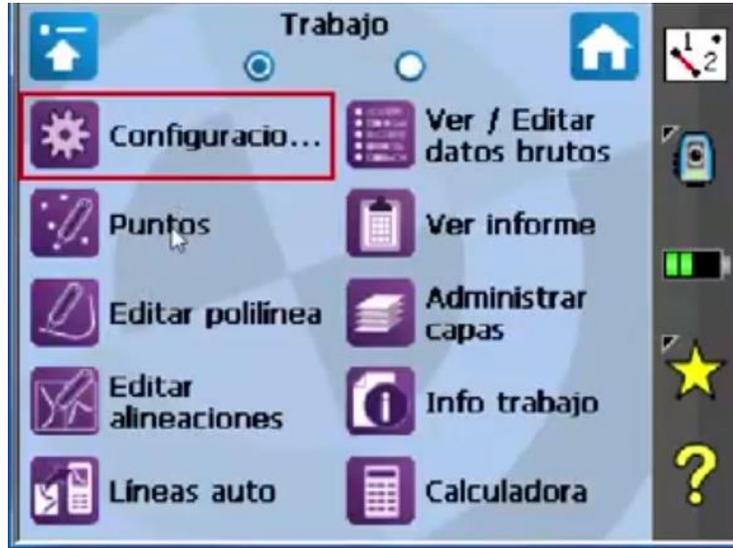


Ilustración 62 - Menú Trabajo.

La pantalla **LEVANTAMIENTO**  se encuentra dividida en tres partes o pantallas.

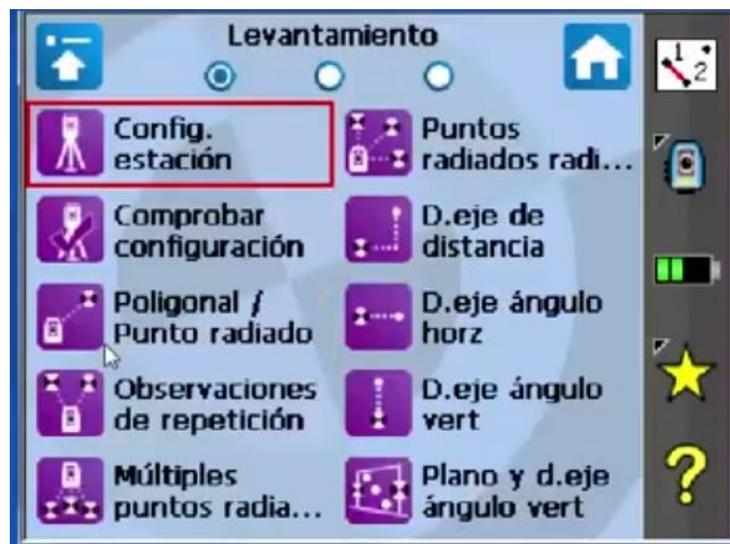


Ilustración 63 - Menú Levantamiento.

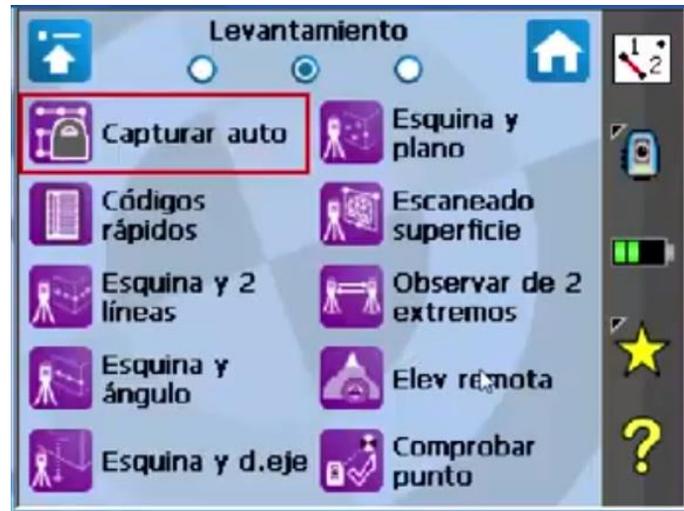


Ilustración 64 - Menú Levantamiento Opciones.

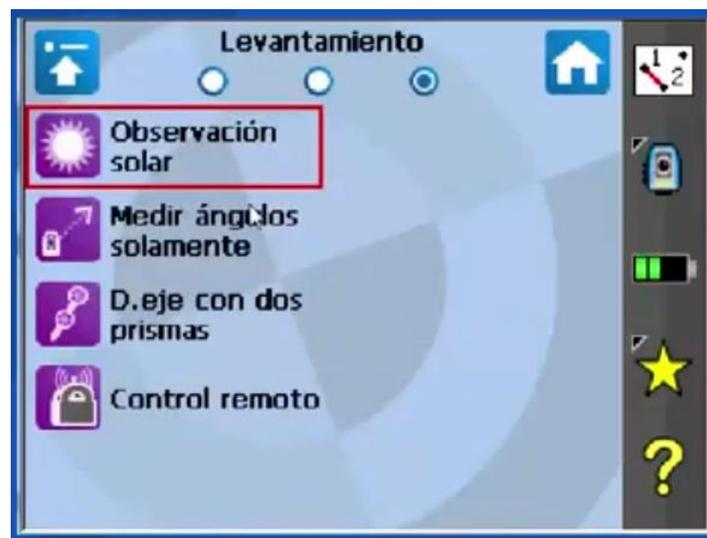


Ilustración 65 - Menú Levantamiento.

La pantalla **REPLANTEAR**  se encuentra dividida en dos partes o pantallas.

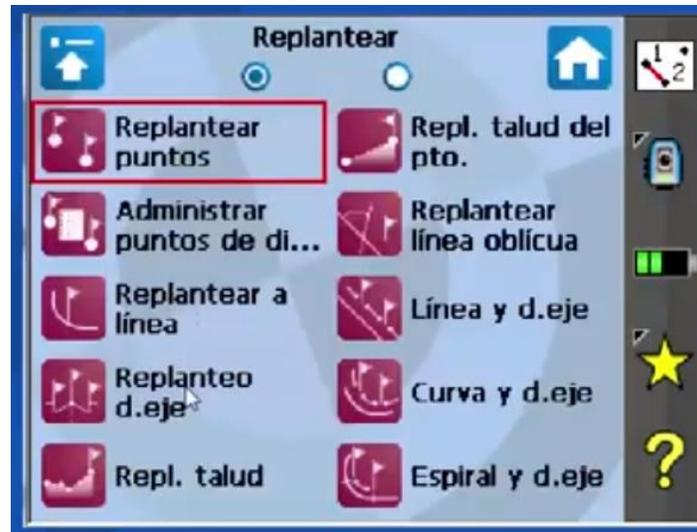


Ilustración 66 - Menú Replantear.

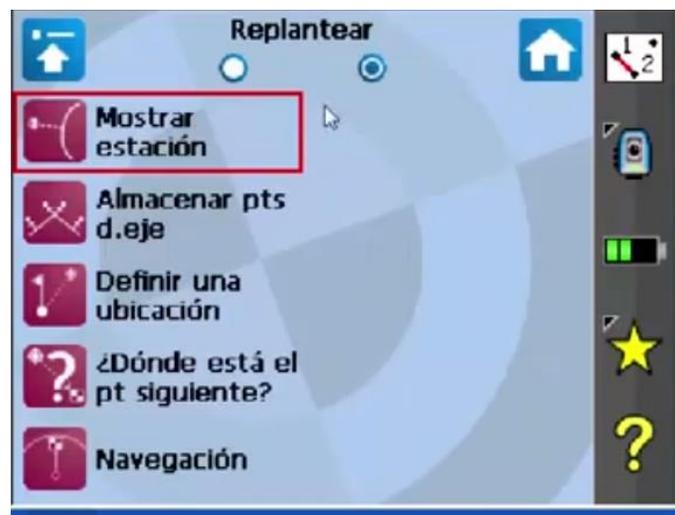


Ilustración 67 - Menú Replantear.

Las diferentes funciones del **MENÚ PRINCIPAL** son de mucha utilidad, entre las cuales tenemos:

A. **INVERSO** , útil para realizar cálculos de inverso.

- B. **COGO**  , útil para diferentes funciones como crear áreas, subdividir las, ver punto en dirección, intersección, líneas y puntos de eje. Además, se puede realizar la comprobación de mapa.
- C. **CURVA**  , función para ver y crear curvas
- D. **CARRETERA**  , función poli funcional en el área de carreteras.
- E. **AJUSTAR**  , útil para realizar roto traslación.
- F. **MDT**  , útil para realizar modelos digitales de terreno.

Práctica 5: Interfaz de Civil 3D.

OBJETIVOS.

- Conocer y familiarizarse con las herramientas que brinda el Software de AutoCAD Civil 3D, las distintas configuraciones del programa, y a partir de esto, obtener las aptitudes para desarrollar trabajos de Ingeniería Civil, específicamente de Topografía.

DESARROLLO.

En esta práctica se presentan las generalidades de la interfaz del software de AutoCAD Civil 3D para que el estudiante conozca las funciones de esta herramienta que es usada para el procesamiento de datos obtenidos en un levantamiento topográfico.

USO DE LOS ELEMENTOS MAS COMUNES EN CIVIL 3D.

Civil 3D organiza sus iconos en base a dos cosas:

- Ribbons.
 - o Home
 - o Insert
 - o Annotate
 - o Modify
 - o Analyze, etc.

- Grupos de los Ribbons.

En el Ribbons Home se encuentra el grupo Create Ground Data, y el grupo Create Design.

En el grupo Create Ground Data, consta de los elementos siguientes:

- o Import Survey Data
- o Points
- o Surfaces

En el grupo Create Design se encuentran 6 elementos.

- o Parcel: es el perímetro de un terreno.
- o Feature Line
- o Grading:
- o Alignment
- o Profile

- Corridor.

El corredor es el elemento más completo, porque requiere de todos estos elementos anteriores para componerlo.

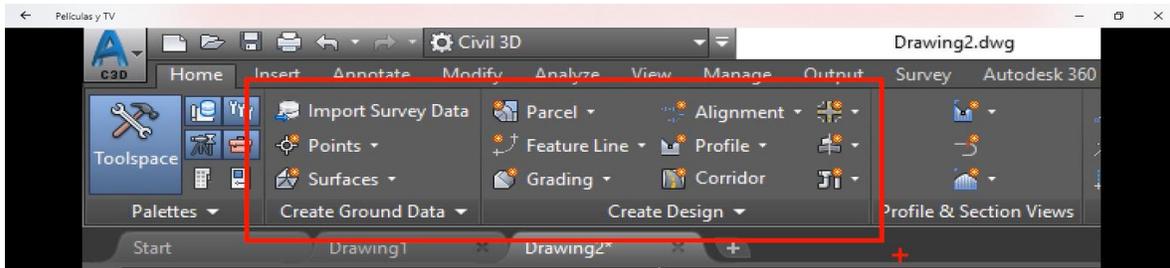


Ilustración 68 - Ribbon Civil 3D.

Grupos de civil 3d que aparecen en AutoCAD

- Draw
- Modify
- Layers
- Clipboard

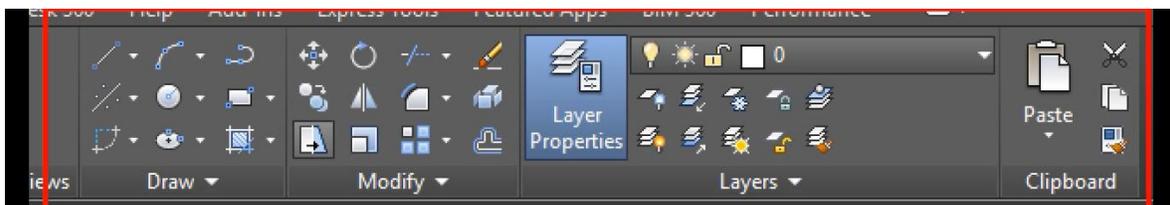


Ilustración 69 - Grupos de Civil 3D.

Transformar la interfaz de civil 3d a la interfaz de AutoCAD.

Esta transformación se genera cuando se escribe en la parte inferior de la pantalla la palabra **MENÚ**.



Ilustración 70 - Barra de estado.

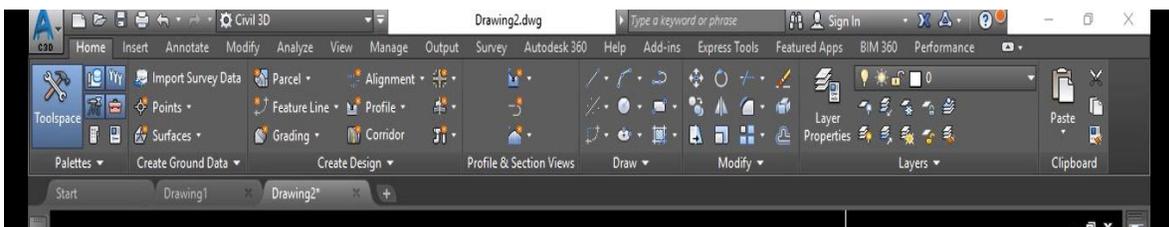
Y se muestra la ventana que muestra algunas opciones, que vienen precargadas en el programa Civil 3D. Luego seleccionar la interfaz de **acad.CUIX** y se hace doble clic, luego Civil 3D pasa por una transformación y su interfaz se ve como AutoCAD.



Ilustración 71 - Interfaz de AutoCAD dentro de Civil 3D.

Para volver a la interfaz de Civil 3D.

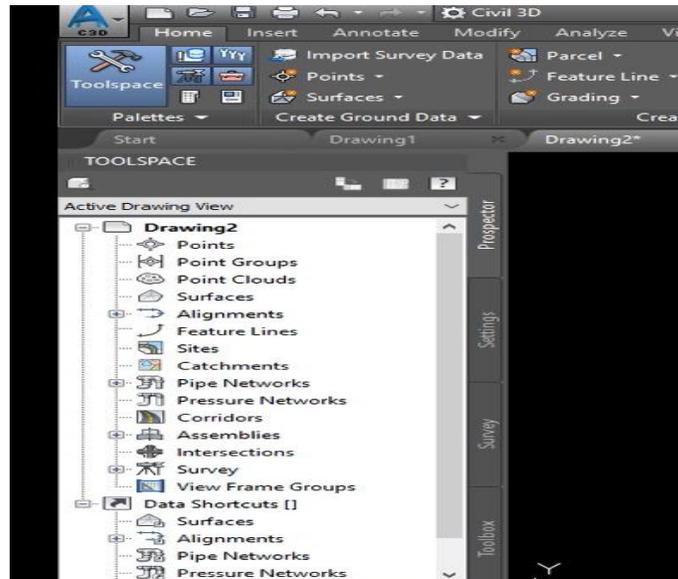
Se hace igual que el procedimiento anterior, se digita **menu** en la parte inferior de la pantalla, y en la ventana que aparezca, seleccionamos la opción **c3d.cuix**, hacemos doble clic y se transforma nuevamente en la interfaz Civil 3D.



Nota: Los archivos de Civil 3D, no los puede abrir con normalidad o no los lee bien el AutoCAD; pero Civil 3D si puede aceptar y leer con normalidad todos los archivos de AutoCAD.

En Civil 3D el elemento más importante es el **Toolspace** que se encuentra en el grupo **Palettes**.

Para ver las funciones de **Toolspace** hacer clic sobre su icono, y aparecerá una ventana la cual contiene todas las herramientas de forma ordenada.



Definiciones:

- Ribbon

Es uno de los elementos más comunes de Civil 3D.

Es la principal interface del usuario para el acceso a comandos y características. Este Ribbon está dividido en pestañas, comandos y paneles.

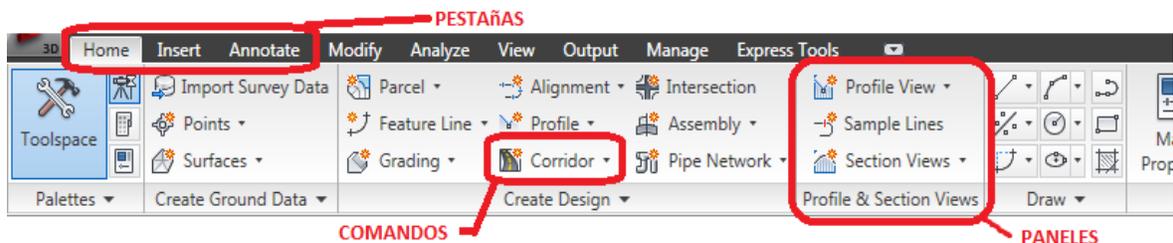


Ilustración 72 - Ribbon Civil 3D.

Existen 2 tipos de Ribbon, los Estáticos y el Contextual.

El Ribbon Estático: contiene las características definidas en la imagen anterior.

El Ribbon Contextual: Se muestra cuando se selecciona un de objeto. Este sirve, para únicamente para modificar o atender el objeto seleccionado.

- Workspace

Es la configuración de la interfaz del usuario. Son grupos de menús, Herramientas, Ribbon entre otros, que están agrupados y organizados para que se pueda trabajar en un ambiente organizado para realizar con mayor eficiencia un dibujo.

El programa ya cuenta con algunos Workspaces predefinidos, pero se pueden copiar, crear y modificar estos ya existentes. Estos elementos, se pueden cambiar a cualquier hora, de acuerdo a las necesidades del usuario. Los Workspaces que vienen son los siguientes:

- Civil 3D – este muestra todos los menús relacionados para diseñar sitios e ingeniería de transporte.
- 2D Drafting and Annotation – Este hace dibujos de ingeniería y planos constructivos.
- 3D Modeling – En este se puede crear modelos 3D y también animaciones del diseño.

Para crear nuevos Workspaces o modificar los ya existentes, se realiza desde la ventana de Customize User Interface. Aquí, se tiene que hacer click en el cambiador de Workspaces, el cual se encuentra en la parte inferior derecha de nuestra aplicación, después hacer click en Customize.

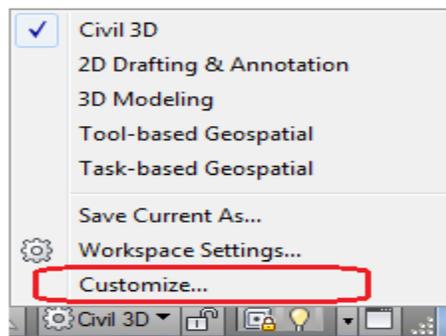
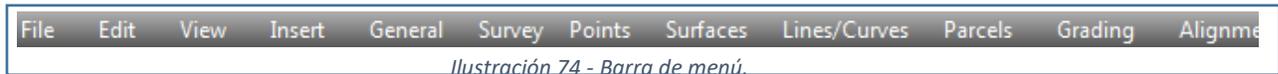


Ilustración 73 - Ventana de Customize User.

- Menú Bar



Esta es una barra de herramientas que contiene comandos y características. En el Civil 3D 2010, normalmente se encuentra apagada, para encenderla, se escribe "menubar" y después el número 1, para apagarlo, se escribe igual "menubar" y luego el número 0.

- Toolspace

El Toolspace es una sección que sirve para administrar toda la información de los dibujos. En esta se puede manejar todos los objetos de diseño de Civil 3D. También se pueden ver todas las características especiales de cada objeto al igual que las etiquetas.

Los componentes principales del Toolspace son:

- Prospector – Muestra la información de los objetos del dibujo. Esta sirve para la administración de los dibujos y su información.
- Settings – Aquí se manejan los estilos de los objetos, de las etiquetas y de las características del dibujo. Se especifican parámetros del dibujo como unidades, escala, coordenadas, formatos, estilos, etc.
- Survey – Este sirve para manejar el banco de información sobre la topografía de campo.
- Toolbox – Este sirve para la creación de reportes externos sobre objetos de Civil 3D.

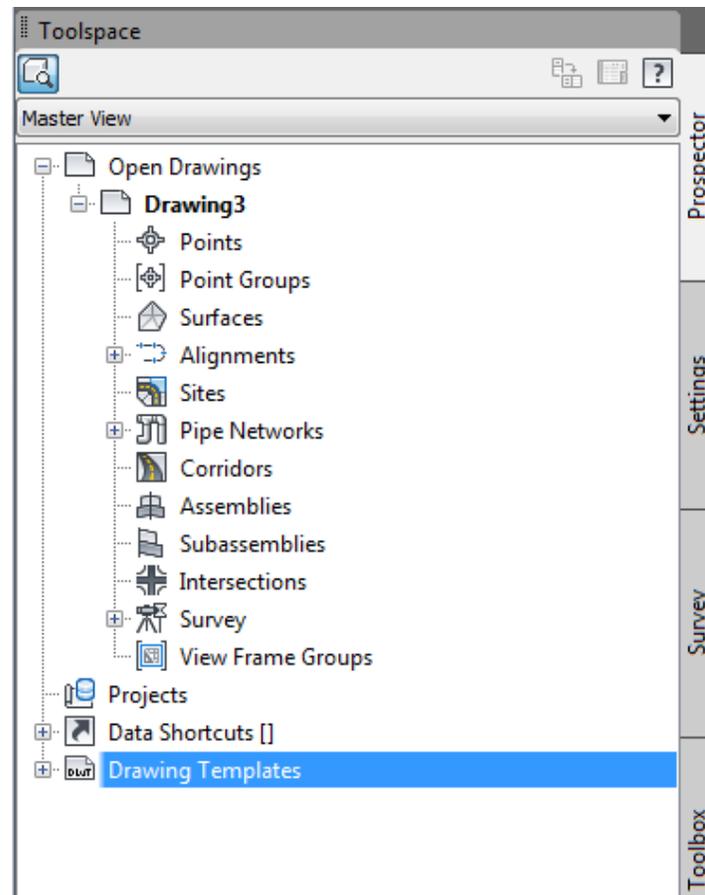


Ilustración 75 - Toolspace.

- Objetos, estilos y etiquetas

En Civil 3D se maneja un ambiente de diseño enfocado a objetos, y usa estos objetos para mostrar componentes de diseño, así como puntos, superficies, alineamientos, perfiles, drenajes, corredores, entre otros.

Existe relación entre objetos por lo tanto pasa ser en un sistema dinámico, esto significa, que, si existe un cambio en algún objeto, se puede ver que el objeto que se está relacionado a este, también sufrirá cambios.

Los estilos de objetos (Object Style) controlan la forma en que se muestran estos objetos en el dibujo. Los estilos de etiqueta (Label Style) controlan el comportamiento, contenido y forma en que se muestran las etiquetas de un objeto.

Existen diferentes tipos de etiquetas, estas dependen del objeto al cual estén aplicados. Así se muestran algunos objetos con diferentes estilos de etiqueta:

- Puntos (Número, Elevación, Descripción).
- Superficie (Pendientes, Elevación en diferentes puntos, Contornos).
- Parcelas (Áreas, Líneas, Curvas)
- Alineamiento (Estaciones, Líneas, Curvas, Espirales, Tangentes, etc).

Aquí se encuentran otras características que se pueden cambiar, estas son las de comando (Command Settings). Estos, cambian completamente los comandos que se utilizan para crear un objeto. Advierte solo usarlos para cambiar las características específicas cuando se crea un objeto. Para esto, dentro de Toolspace, en la pestaña de Settings, abrir cualquier objeto, buscar el árbol de Command, hacer click derecho y se busca lo que se quiere editar. Después solo se cambia lo que se requiera cambiar.

Cada objeto creado en Civil 3D, tiene su propio estilo y etiquetas. Estas se pueden modificar de dos formas:

- Cambiándolas desde las propiedades del objeto.
- Cambiándolas desde la pestaña de Settings del Toolspace Templates.

Estas son las plantillas de trabajo predefinidas, machote o formatos estandarizados. Estos dibujos nuevos son creados a base de Templates. Estos Templates ya contienen elementos estandarizados de AutoCAD y Civil 3D.

Estas sirven para crear dibujos basados en especificaciones del usuario. Los elementos que se pueden configurar en un Template son los siguientes:

Elementos de AutoCAD:

- Layers
- Texto
- Hoja
- Otras variables del sistema

Elementos de Civil 3D:

- Estilos de objetos
- Estilos de etiquetas
- Drawing Settings
- Comandos

Para crear un dibujo ya definido en (Template), los pasos son los siguientes:

- 1) Guardar el dibujo con otro nombre, para proteger el anterior.
- 2) Borrar todos los objetos del dibujo y limpiar.
- 3) Cambiar los estilos del dibujo.

4) Guardar el dibujo como Template.

- Reportes

Los reportes se pueden hacer para puntos, superficies, perfiles, alineamientos, drenajes, corredores y parcelas. Para esto, desde Toolspace, dentro de la pestaña de Toolbox, se abre el árbol de Reports Manager y se ejecuta cualquier reporte que se desee. Para cambiar la información del usuario o la persona a quien pertenece, se hace click en el siguiente icono, el cual se encuentra en la parte superior izquierda, en el Toolspace, dentro de la pestaña de Toolbox:



Ilustración 76 - Reports Manager.

Survey

- Survey Database

Esta es la base de datos que guarda toda la información obtenida de campo. Contiene puntos de control, direcciones, etc.

En esta base de datos pueden tener acceso diferentes usuarios, ya que no se guarda dentro del dibujo, sino que se hace una carpeta dentro de C:\Civil 3D Projects, automáticamente al ser creada. De esta forma, cualquiera puede hacer un dibujo o diseño en base a lo observado en campo.

- Survey Network:

Es una colección de puntos de control con definiciones y se guardan en una Base de datos (Survey Database). Esta red es la representación gráfica de la base de datos vista en campo.

- Figuras (Figures):

Son usadas para representar la base de lo observado en campo. Estos pueden ser ejes de camino, terminación de caminos, banquetas, entre otros. En el campo, los topógrafos asignan códigos a las figuras (inicio, termino, continuación, etc).

- Figure Prefix (Prefijo de las figuras):

Estos prefijos asignan estilos a las figuras automáticamente.

- Field Book File (Hoja de campo):

Son archivos de observación que tienen formato reconocido por Civil 3D. Estos son llenados por los topógrafos al estar haciendo un levantamiento. La hoja de campo contiene información de la estación total o de un equipo de GPS configurado para Civil 3D. El programa configura automáticamente las coordenadas de los puntos.

Como abrir el Archivo Survey.dwg

Abrir el archivo Survey.dwg

- Primero, ir a configurar el Toolspace para que aparezca la pestaña de Survey. En el Ribbon, en la pestaña de Home, dentro del panel Palettes dar click al ícono de Survey Toolspace.

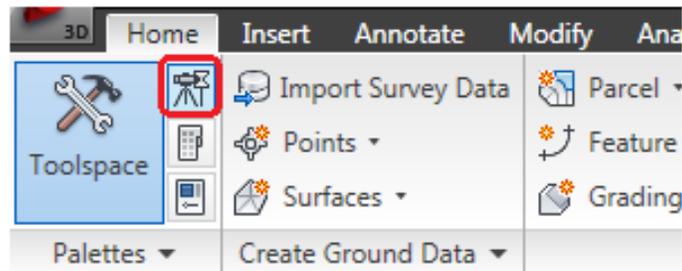


Ilustración 77 - Survey Toolspace.

- A continuación, la pestaña de Survey aparece en el Toolspace
 - o Ahora, indagar para saber mejor con Survey dentro del Toolspace.
 - En Toolspace, hacer click en la pestaña de Survey.

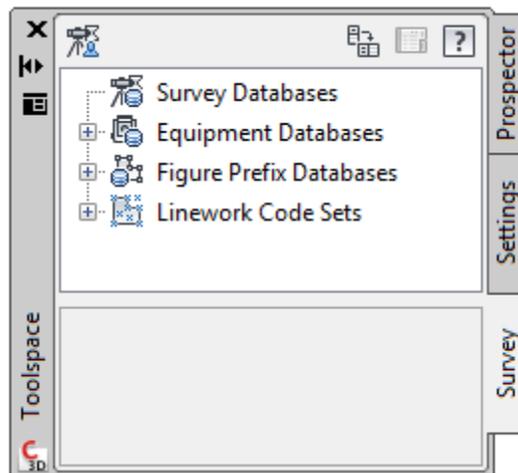


Ilustración 78 - Survey Toolspace.

- Ir a la pestaña de Prospector dentro del Toolspace.
- Seleccionar Active Drawing View
- Se le asigna el signo más (+) para expandir el árbol de Survey.

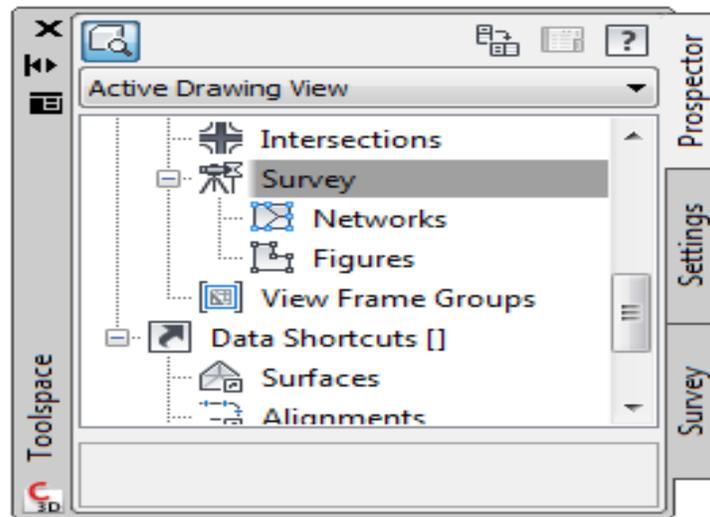


Ilustración 79 - Survey en Toolspace.

Las secciones de Networks y Figures están vacías, ya que no hay información Presente.

- Ahora ver los estilos de los objetos antes mencionados dentro de la pestaña de Settings del Toolspace.
- Se busca el componente de Survey y se abre el árbol para ver que estilos son los que se pueden seleccionar.
- Se observa que existen 2 árboles más, el de Estilos de Red (Network Styles) y el de estilos de figuras (Figure Style). Abrir estos árboles.

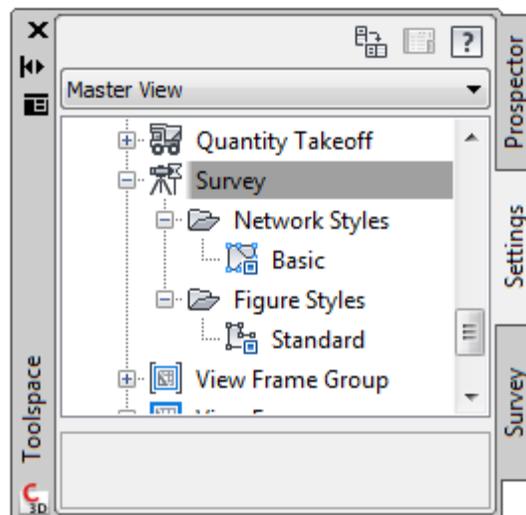


Ilustración 80 - Survey en Toolspace.

Los estilos de red controlan la manera en que se ve la red. Estilos de figura controlan la manera en que se ven las figuras.

- Hacer click derecho al estilo que aparece en Networks Styles (Basic) y hacer clic en Edit.
- Dentro de la pestaña de Components, se observa qué características tiene este estilo. Aquí se asigna los estilos de puntos a los puntos de la red. De esta forma es más fácil identificar con qué información se está trabajando.
- Ir a la pestaña de Display. Aquí se controla que es lo que se va a ver en la red de topografía y como se verá. Esta se muestra en el siguiente bosquejo. Cerrar la ventana.

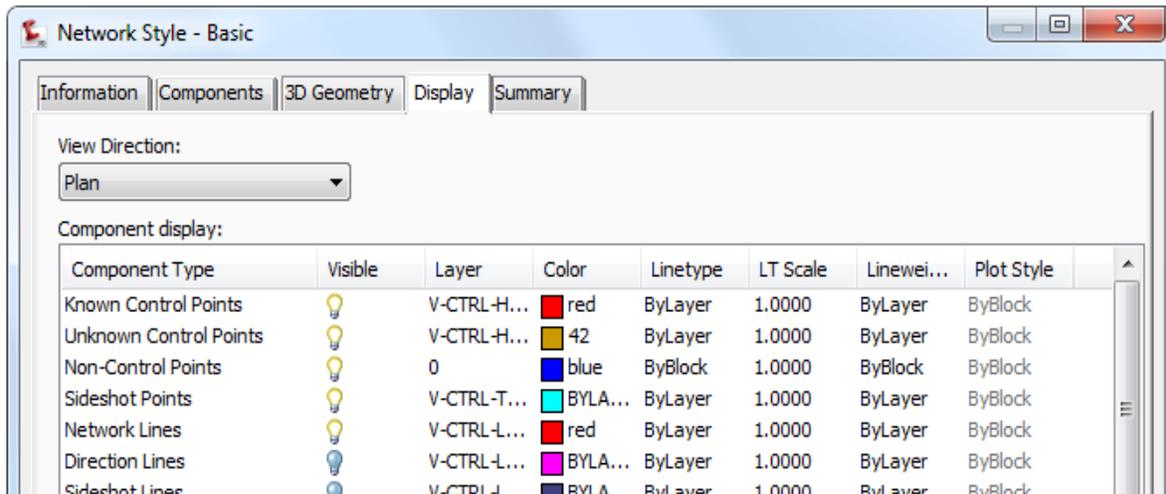


Ilustración 81 - Network Style.

- Luego, hacer doble click al estilo de la figura existente (Standard). Al igual que en el anterior, se puede modificar los Componentes y lo que se puede ver en este estilo. Cerramos la ventana.
- A continuación, ir a la pestaña de Survey dentro de Toolspace.

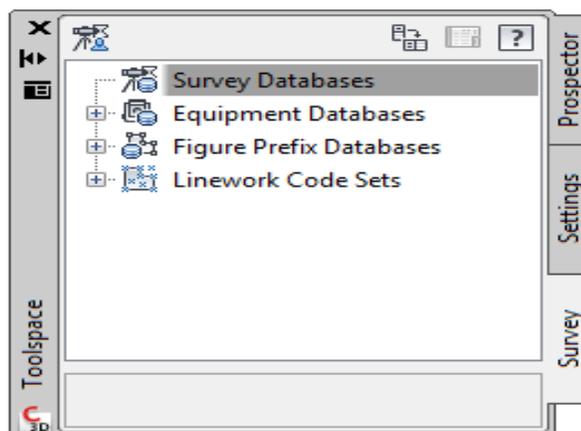


Ilustración 82 - Survey en Toolspace.

- Survey Databases – muestra la lista de bases de datos de topografía.
- Equipment Databases – muestra las propiedades y valores del equipo de topografía que se usó para obtener la información.
- Figure Prefix Databases – asigna figuras de topografía con estilos y Layers
- Linework Code Sets – Guardar los cambios.

Se crea la base de datos de la topografía (Survey Database)

- Dentro de la pestaña de Survey en Toolspace, hacer click derecho en Survey Databases y se selecciona New Local Survey Database.
- Adquiere un nombre a esta base de datos.

Como se observa, una base de datos fue creada dentro del Survey Databases. En ese mismo momento, se creó una carpeta nueva dentro de C:\Civil 3D Projects.

- Ahora, darle click derecho en la base de datos de San Miguel y hacer click en Edit Survey Database Settings.
- Se cambian las unidades de distancia a Métricos (Meter).
- Se revisan los demás árboles para ver que contienen.
- Hacer clic en OK para cerrar.

Trabajando en el sistema inglés, el programa en automático transformará las unidades.

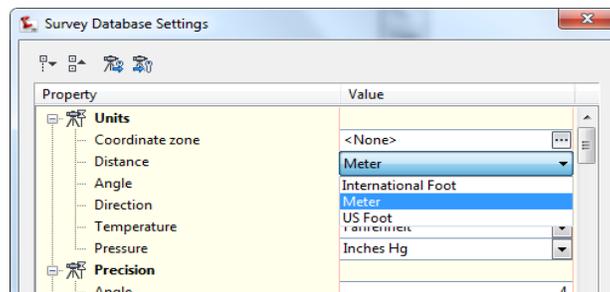


Ilustración 83 - Survey Data Base

- Se guardan los cambios que se lleva hasta el momento.

Práctica 6: Levantamiento de poligonales con estación total.

OBJETIVOS.

- Aprender el procedimiento de levantamiento de poligonales con estación total.
- Utilizar de manera correcta la estación total en el levantamiento de poligonales.
- Realizar el levantamiento de un terreno a partir de la poligonal.
- Tomar lectura de distancia de los lados de la poligonal y los ángulos horizontales entre los vértices.

DESARROLLO.

El uso de poligonales es uno de los procedimientos topográficos más comunes. Se usan generalmente para establecer puntos de control y puntos de apoyo para el levantamiento de detalles y elaboración de planos, para el replanteo de proyectos y para el control de ejecución de obras.

Una poligonal es una sucesión de líneas quebradas, conectadas entre sí en los vértices. Para determinar la posición de los vértices de una poligonal en un sistema de coordenadas rectangulares planas, es necesario medir el ángulo horizontal en cada uno de los vértices y la distancia horizontal entre vértices consecutivos.

En forma general, las poligonales pueden ser clasificadas en:

- A. Poligonales Cerradas
- B. Poligonales Abiertas
- C. Poligonales Abiertas Sin Control

Poligonales Cerradas: En las cuales el punto de inicio es el mismo punto de cierre, proporcionando por lo tanto control de cierre angular y lineal. En este tipo de poligonal se enfocará la presente práctica.

EQUIPO.

- Trípode.
- Estación total.
- Prisma.
- Trompos.
- Martillo.

- Libreta de campo.

INSTRUCCIONES.

- ❖ Realizar una inspección previa del terreno a fin de conocer la forma del mismo, identificar posibles puntos de estacionamientos y/o mojones como obstáculos u otra información relevante.
- ❖ Ubicar el lugar de la primera estación, en el cual se centrará y nivelará el aparato. Poner en funcionamiento y configurar el aparato recordando lo visto en prácticas anteriores.
- ❖ Orientar la estación hacia un punto de referencia, pudiendo ser el norte magnético con la ayuda de una brújula o un punto de control con coordenadas conocidas.
- ❖ Visar el primer punto a ser medido, disparar el láser hacia al prisma y esperar que se almacenen los datos.
- ❖ Tomar las mediciones de todos los puntos que pueden ser vistos desde la estación 1 (se realiza mediante radiación).
- ❖ Visar y disparar laser hacia la posición de la estación 2, donde debe estar ubicado el prisma.
- ❖ Moverse con el equipo hacia estación 2, centrar y nivelar nuevamente.
- ❖ Realizar vista atrás hacia estación 1, guardar ese dato.
- ❖ Medir todos los puntos que pueden ser vistos desde la nueva estación.
- ❖ Pasar a la siguiente estación y repetir la misma sistemática hasta finalizar el levantamiento en la estación 1 donde se inició el proceso.

Nota: Es importante verificar que los datos se almacenen correctamente, puede ser de ayuda una bitácora de campo para ello.

TRABAJO DE GABINETE.

- Compensación de las poligonales.

Calculo de error de cierre angular

En la poligonal cerrada se debe cumplir en cuanto a ángulos internos lo siguiente:

$$\sum \text{ángulos internos} = (n-2) 180^\circ$$

donde n = número de lados

Error de cierre angular es igual a la diferencia entre sumatoria de ángulos internos medidos y la sumatoria de ángulos internos.

$$E_a = \sum \text{ángulos internos medidos} - \sum \text{ángulos internos}$$

Compensación de ángulos

La corrección de ángulos se procede repartiendo por igual el error entre todos los ángulos.

$$C_a = -\frac{E_a}{n}$$

- Cálculo de error de cierre y compensación de proyecciones

La suma algebraica de las proyecciones en el eje de norte a sur debe ser igual a cero, así mismo la suma algebraica de las proyecciones en el eje de este a oeste debe ser igual a cero. La magnitud de los errores de cierre se obtiene sumando algebraicamente las proyecciones.

$$\text{Error en proyección n-s} = \sum \Delta n-s^2$$

$$\text{Error en proyección e-w} = \sum \Delta e-w^2$$

La corrección de proyecciones se realiza mediante el procedimiento siguiente. Se multiplica el error de cierre (norte a sur o en este a oeste) por la longitud del lado (D) y se divide entre la suma de los lados (o perímetro de la poligonal).

$$\text{Compensación en proyección n-s} = \frac{\sum \Delta n-s^2 \times D}{\text{perímetro}}$$

$$\text{Compensación en proyección e-w} = \frac{\sum \Delta e-w^2 \times D}{\text{perímetro}}$$

- Graficar los datos.

Práctica 7: Levantamiento de detalles con estación total.

OBJETIVOS.

Aprender el procedimiento de levantamiento de detalles con estación total y realizar el levantamiento de detalles por el método de radiación.

DESARROLLO.

Levantamiento de detalles se fundamenta en la medida de los puntos de interés del terreno que son relevantes o necesarios según la naturaleza del proyecto, sea edificación, carretera, abastecimiento de agua y alcantarillado o simplemente con la finalidad de obtener las características generales terreno. Los puntos de detalles pueden estar ubicados dentro o próximos al área en consideración. Por lo general este procedimiento se realiza de manera simultánea cuando se ejecuta el levantamiento topográfico.

El método comúnmente utilizado es el método de radiación. Este método se apoya en una poligonal base previamente levantada a partir de cuyos vértices se hacen radiaciones a fin de determinar la ubicación de los puntos de relleno y de detalles.

EQUIPO.

- a. Trípode.
- b. Estación total.
- c. Prisma.
- d. Trompos.
- e. Martillo
- f. Libreta de campo.

INSTRUCCIONES.

1. Realizar un reconocimiento del terreno para identificar los puntos que son de nuestro interés.
2. Ubicar el lugar de la primera estación, centrar y nivelar el aparato.
3. Poner en funcionamiento y configurar la estación para iniciar el trabajo.
4. Desde la estación 1 observar todos aquellos puntos de detalle que podamos localizar.
5. De no ser tomados todos los puntos de detalles en estación 1, cambiar de estación y observar los puntos visibles.
6. Repetir este procedimiento hasta finalizar el levantamiento.

TRABAJO DE GABINETE.

- Graficar los puntos de detalle obtenidos.

Práctica 8: Dibujo y análisis de parcelas en Civil 3D

OBJETIVOS.

- A. Conocer cómo crear una parcela en civil 3D.
- B. Conocer cómo generar un cuadro de rumbos y distancias de una parcela en Civil 3D.
- C. Conocer como editar un cuadro de longitudes y rumbos.
- D. Conocer cómo crear una parcela de la forma más fácil.

En esta práctica se muestra cómo hacer para generar parcelas en civil 3D, mostrando cada paso a seguir para poder llevarla a cabo.

Crear una parcela en Civil 3D.

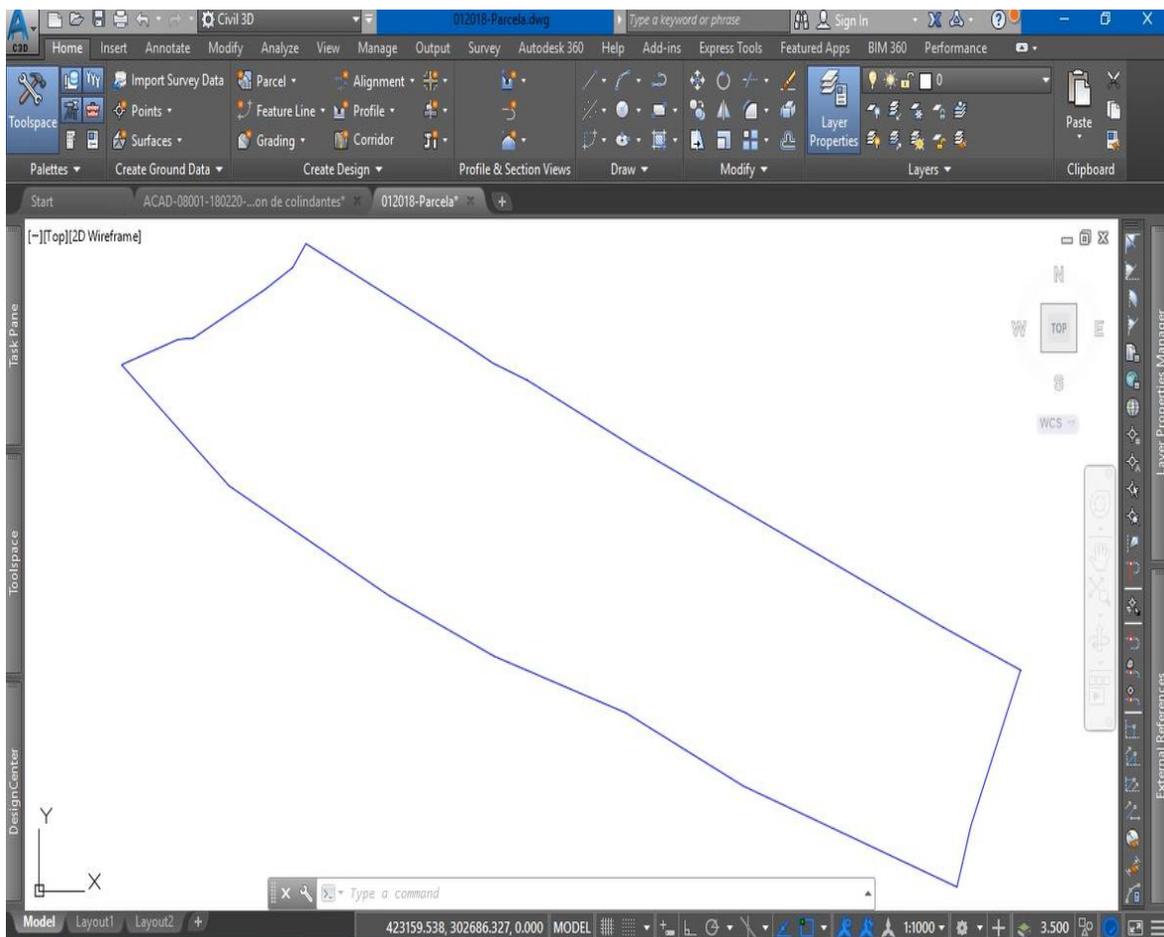


Ilustración 84 - Parcelas en Civil 3D.

- Crear parcela con uso de grupo Create Desing.

Buscar en la parte superior de la pantalla el grupo Create Desing.

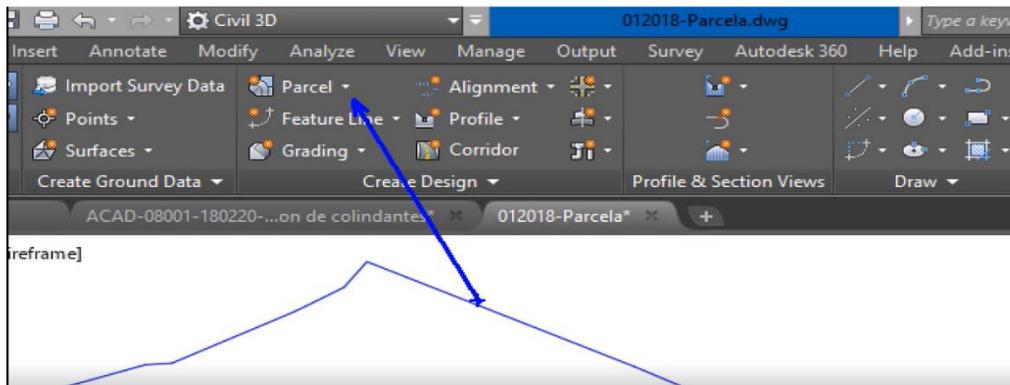


Ilustración 85 – Ubicación del botón de Parcelas en Civil 3D.

Hacer clic en el icono **Parcel**, el cual aparecerán tres opciones:

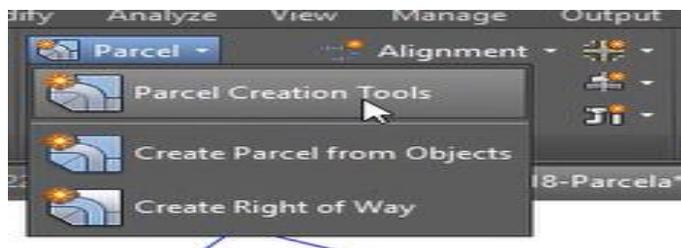


Ilustración 86 - Opciones de Creación de Parcelas.

De las tres opciones mostradas se trabaja con las herramientas de creación de parcelas (**Parcel Creation Tools**) y crear parcelas desde objetos (**Create Parcel From Objects**).

Hacer clic en la herramienta Creación de Parcelas (**Parcel Creation Tools**), y aparecerá una ventana flotante, en la cual se van a encontrar varias herramientas para crear parcelas.



Ilustración 87 - Herramientas de Creación de Parcelas.

De las opciones de la ventana flotante hacer clic en la primera herramienta **Create Parcel**.

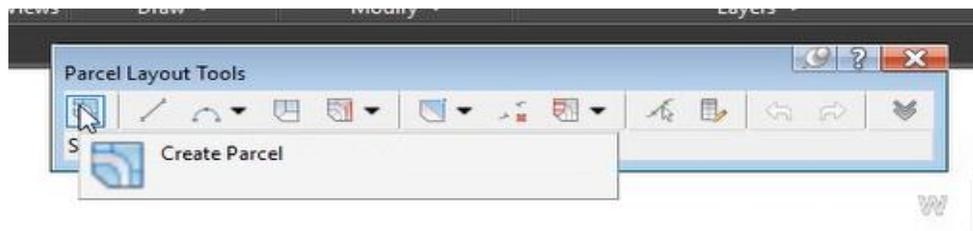


Ilustración 88 - Create Parcel.

Aparecerá otra ventana para la creación de la parcela.

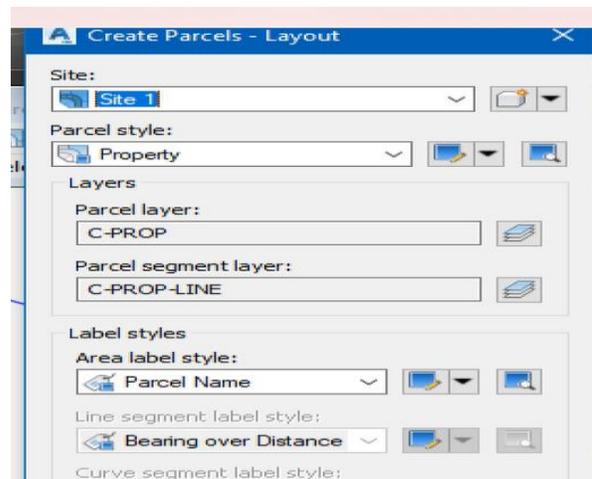


Ilustración 89 - Ventana de Creación de Parcelas.

De la ventana anterior seleccionar las casillas y llenar, para activar las opciones de etiquetado.

Al activar las opciones de etiquetado de la ventana anterior le damos clic en ok y aparecerá que el cursor cambia de forma.

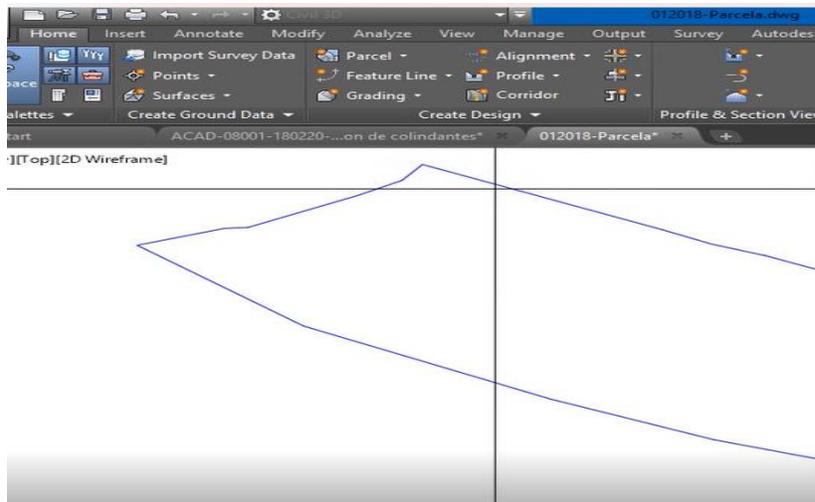


Ilustración 90 - Create Parcel.

De la ventana flotante anterior seleccionar la segunda herramienta de añadir línea (**Add Fixed Line- Two Points**) para seguir creando la parcela.

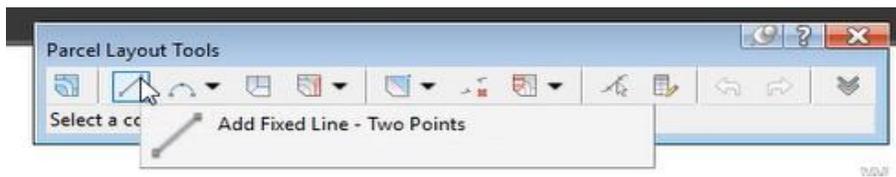


Ilustración 91 - Generación de tramos de una Parcela.

Al hacer clic en **Add Fixed Line** aparecerá una línea en la cual va generando tramos.

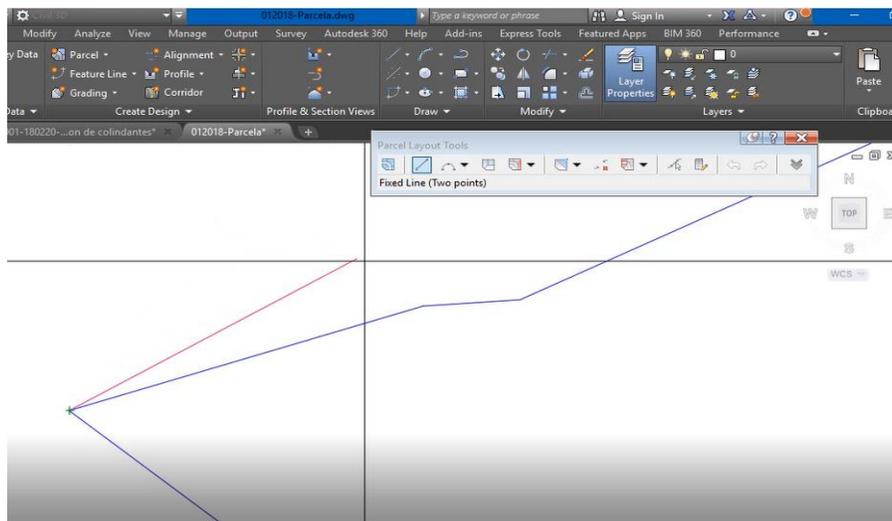
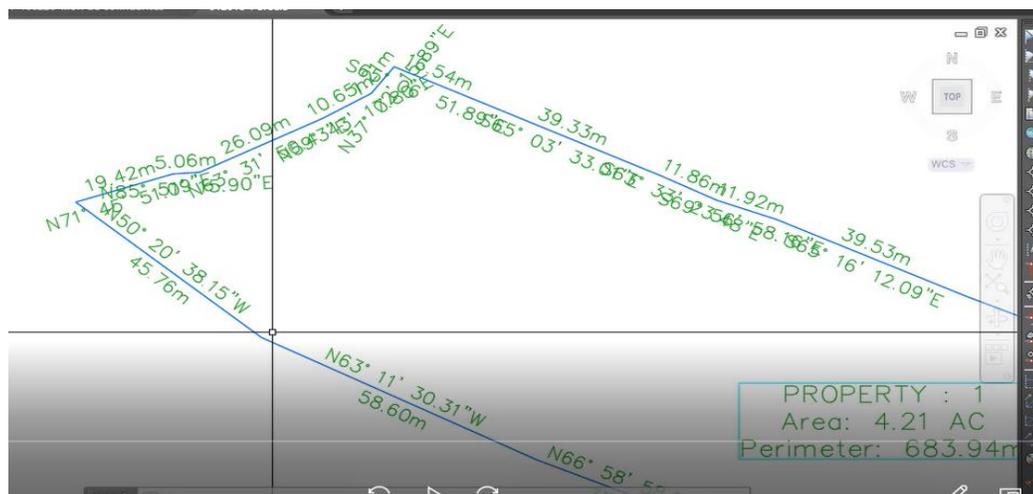


Ilustración 92 - Generación de tramos de una Parcela.

Nota: al cometer el error de no dar dos veces clic en un tramo, no se formará la parcela.

Al finalizar de generar todos los tramos, aparecerá la parcela con sus respectivas distancias y rumbos.



Nota: cuando se termina de generar la parcela, aparece el cuadro de etiquetado de área, pero no aparece el etiquetado de segmentos, eso se debe a que, por la parte de abajo, el comando todavía espera información; para que aparezca el etiquetado de segmento cancelar el comando con 2 veces **esc**.

Crear una parcela de forma más fácil.

Utilizar nuevamente en el extremo superior de la pantalla el grupo **Create Desing**. Dar clic en el icono de **Parcel**.

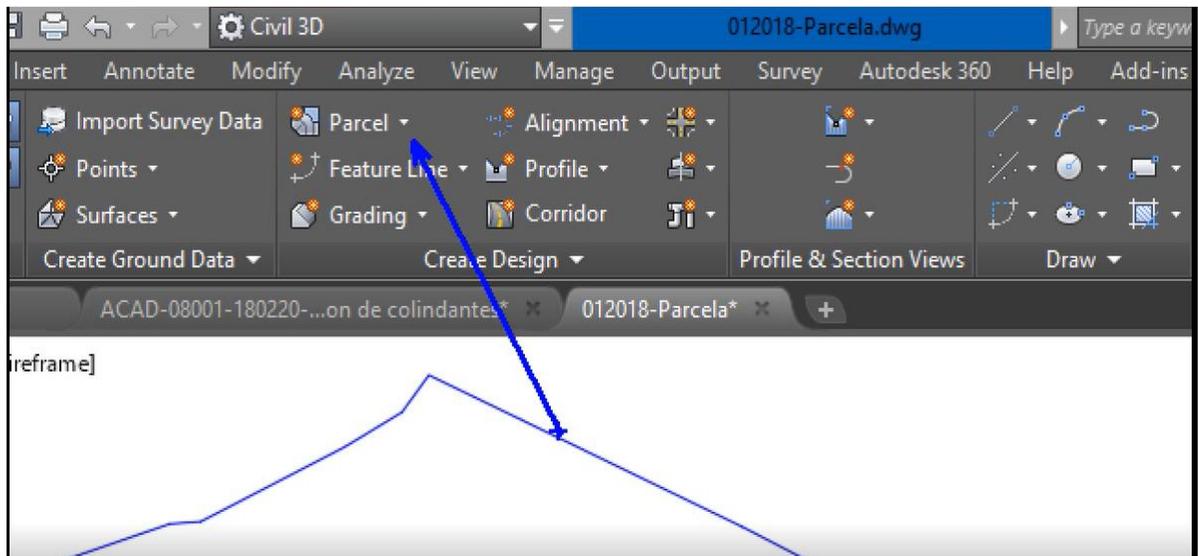


Ilustración 93 - Ubicación del comando Parcel en Civil 3D.

De las tres opciones mostradas hacer clic en creación de parcela sobre objeto (**Create Parcel From Objects**).

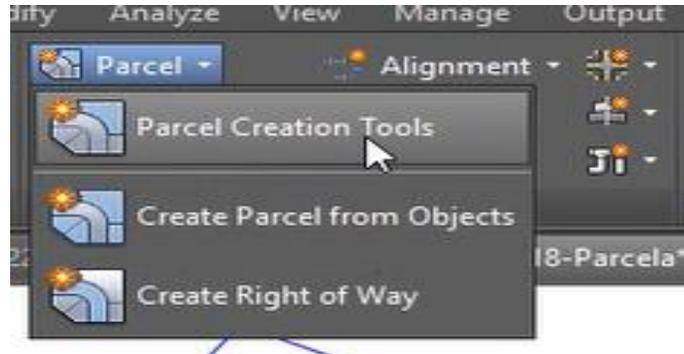


Ilustración 94 - Create Parcel from Objects.

Al hacer clic en **Create Parcel From Objects** en la parte inferior aparecerá una nota donde dice que seleccione líneas, arco o poli líneas para convertir en parcelas; y hacer clic sobre la parcela para que este en una sola poli línea cerrada y hacer clic en **Enter**.

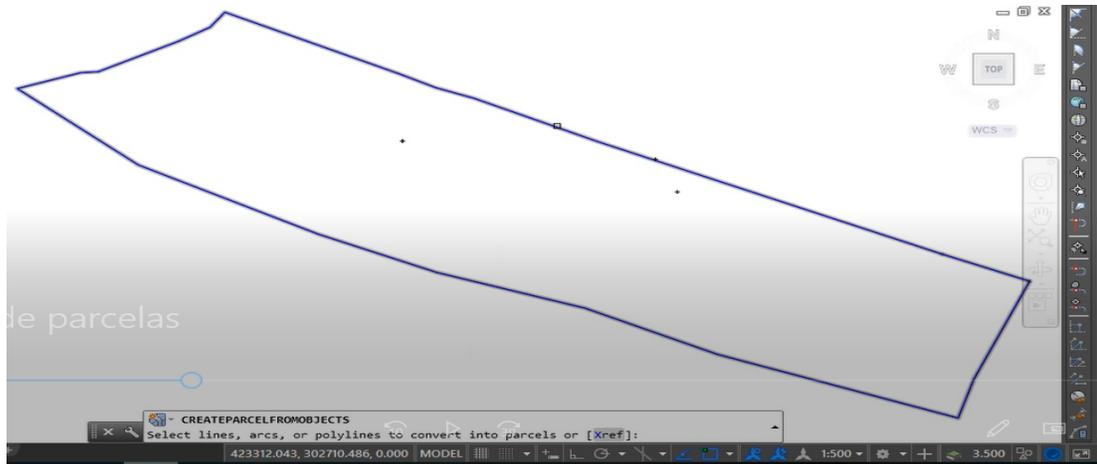


Ilustración 95 - Creación de Parcelas a partir de Objetos.

Aparecera un cuadro donde estan las siguientes opciones y se activan las etiquetas convenientes, damos clic en **ok**. y obtenemos la parcela con los tramos generados.

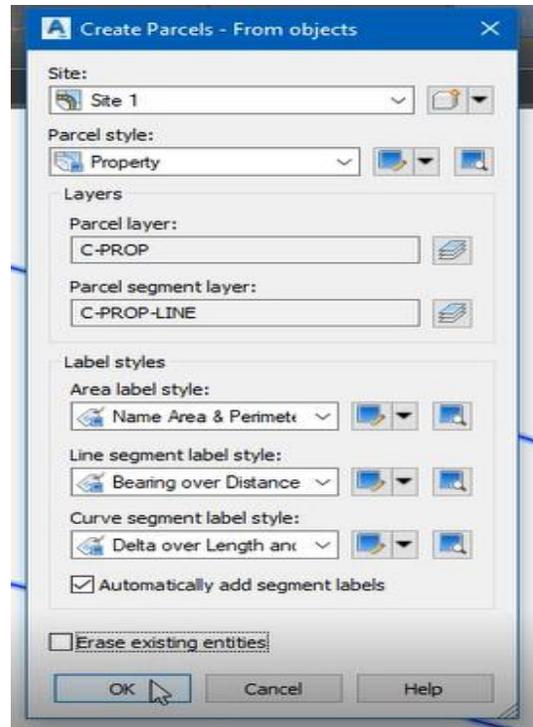


Ilustración 96 - Creación de Parcelas a partir de objetos.

Se obtiene la parcela con los tramos generados y de una forma más fácil.

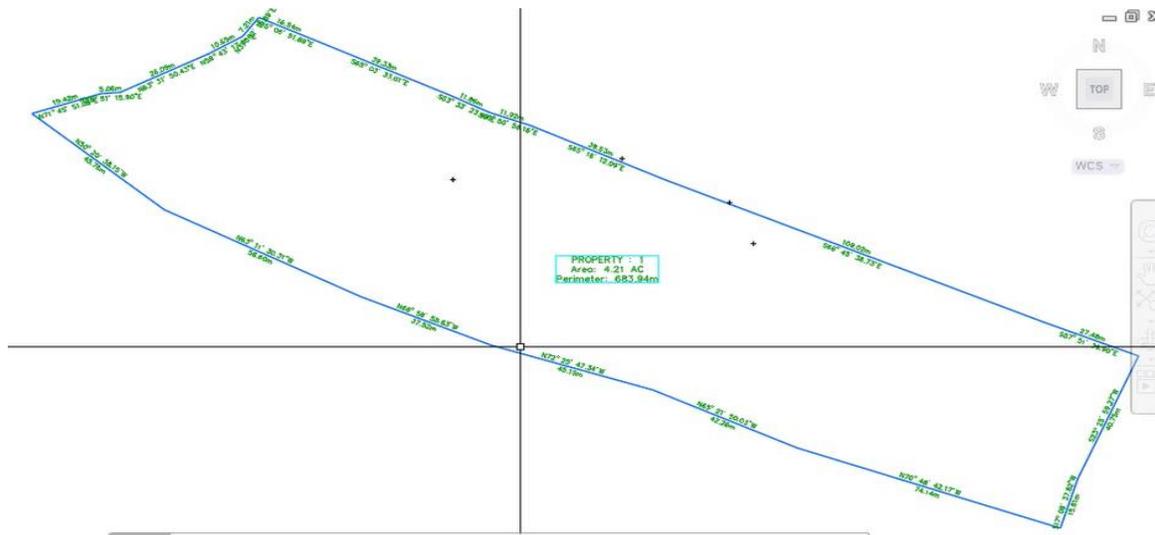


Ilustración 97 - Parcela creada a partir de objetos.

Cómo generar un cuadro de rumbos y distancias de una parcela.

Para generar el cuadro de rumbos y distancias se busca en la parte superior de la pantalla la pestaña **Annotate**, al hacer clic en esta pestaña aparece la opción **Add Tables**, la cual esta opción presenta la posibilidad de añadir diferentes tablas con los diferentes elementos que tiene Civil 3D, luego hacer clic en la opción **Parcel**, y seleccionar el estilo de tabla para segmentos **Add Segment**.

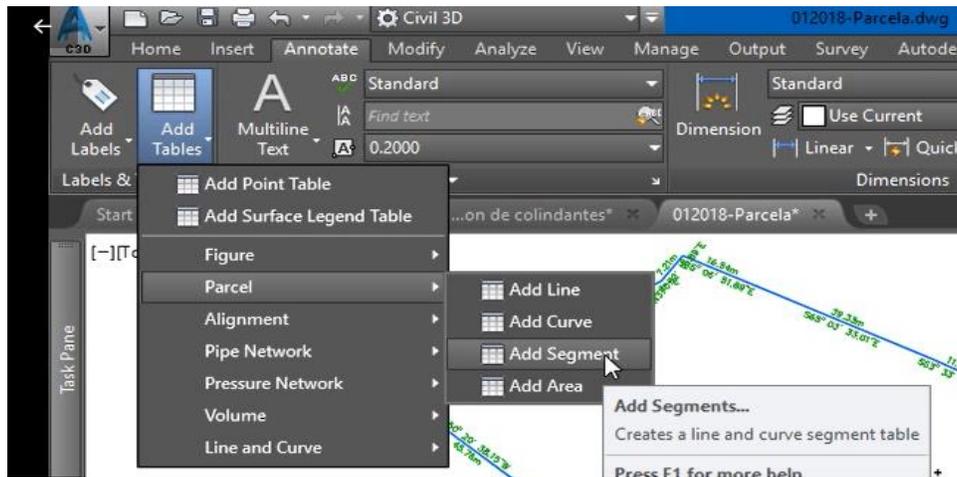


Ilustración 98 - Generación de cuadro de Rumbos y Distancias.

Haciendo clic en **Add Segment**, aparecerá una ventana donde tiene varias opciones como el estilo de la tabla (table style) o como se verá la tabla, aquí aparecerá solo la opción de **Length δ Bearing or Delta δ Radius**, donde la tabla se establecerá en la opción **C- PROP**

En la misma ventana aparecerá la opción **Split Table**, donde están dos opciones siguientes:

1. El número máximo de columnas por tabla (Máximum **rows per table**).
2. El número máximo de tablas por segmento (Máximum **tables per stack**).

Estas dos opciones dependen de la cantidad de información que se demande en las tablas.

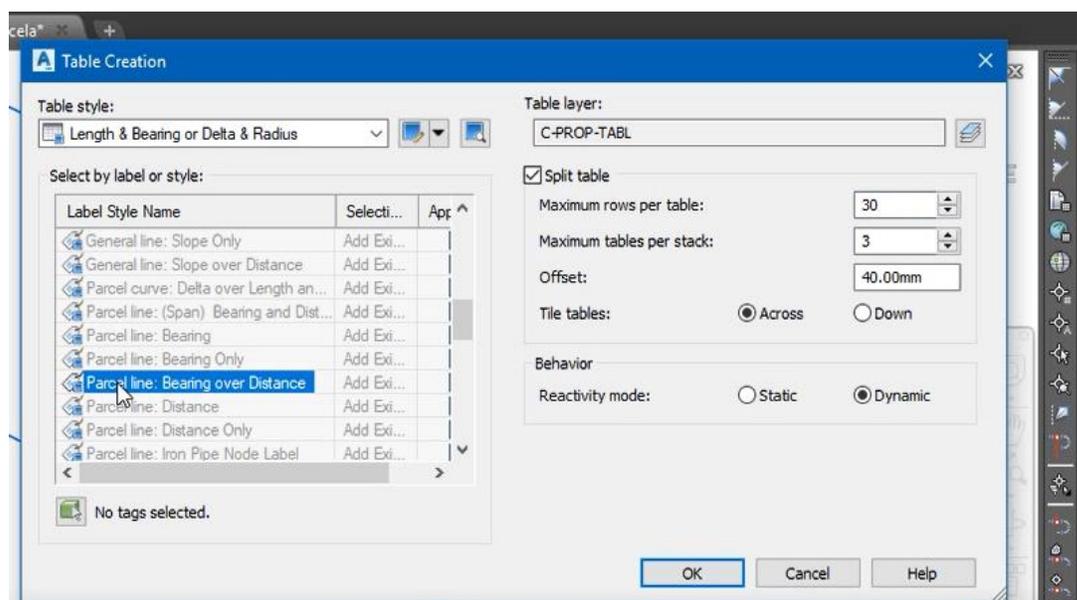
Ilustración 99 - Estilo y Propiedades de la tabla.

También aparecen las funciones de estático (Static) y dinámico (Dinamic), eligiendo la opción **Dinamic** porque esta puede actualizar la información en la tabla, por cualquier línea que por error se le cambie de rumbo en la parcela.

De donde extraer la información para generar la tabla

Para extraer la información hay dos opciones:

- Generar la tabla desde el **Label Style**.



- Se encuentra la opción **Parcel Line: Bearing over distance**, porque se creará una tabla con línea de parcelas.

Seleccionar los etiquetados.

Utilizar esta opción:

Para ello se hace clic en la viñeta **No tags selected** que se encuentra en la parte inferior de la ventana anterior.

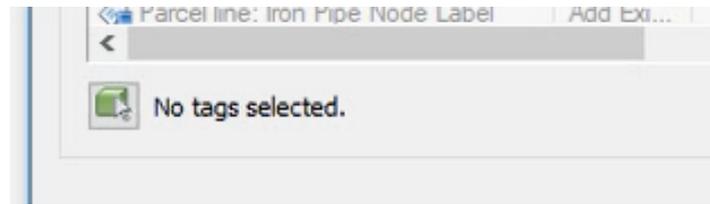


Ilustración 100 - Selección de etiquetado.



Luego se seleccionan los etiquetados en la pantalla.

Una vez seleccionados todos los etiquetados hacer ENTER, y aparecerá un mensaje diciendo que los **label style** que han sido seleccionados, no están en modo de etiqueta (**tag mode**). Se hace clic en **convert all selected label styles to tag mode** para convertir los elementos en forma más simple.

Aparecerá a la par de la viñeta inferior **No tags selected** el número de etiquetas seleccionadas y hacer clic en ok.

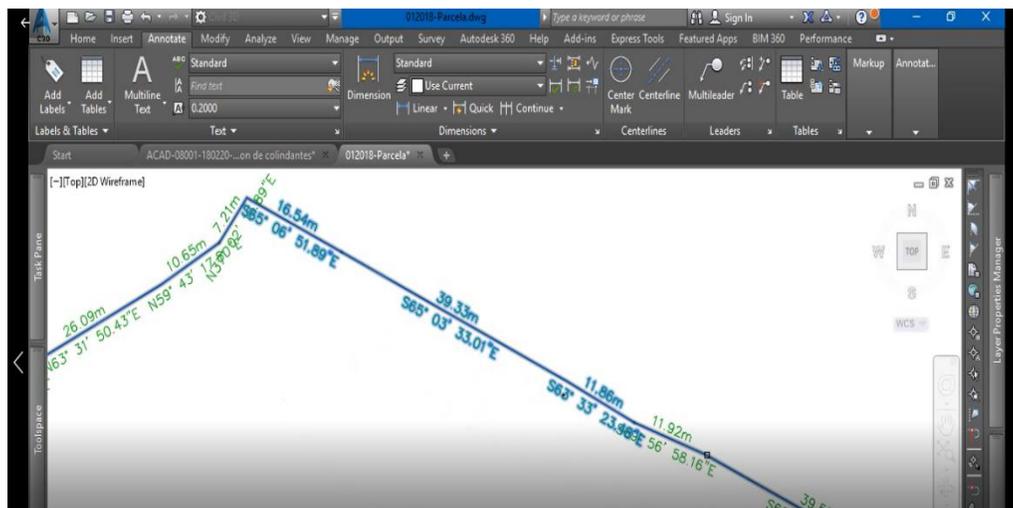
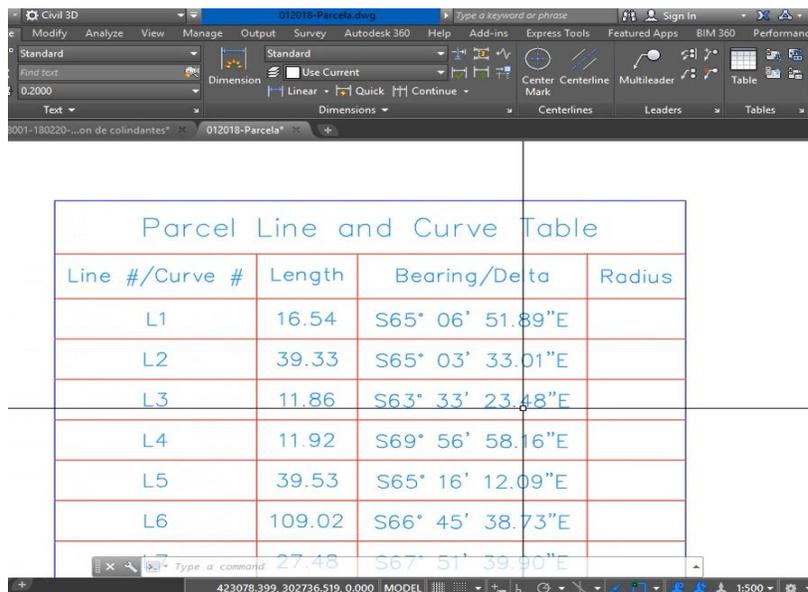


Ilustración 101 - Selección de etiquetados.

Por último, aparecerá la tabla con la información de las longitudes y los rumbos de cada tramo de la parcela.

El **tag mode** permite que en la parcela ya no aparezcan las longitudes y los rumbos como tal, sino que los identifica por L1, L2, L3 etc.



Line #/Curve #	Length	Bearing/Delta	Radius
L1	16.54	S65° 06' 51.89"E	
L2	39.33	S65° 03' 33.01"E	
L3	11.86	S63° 33' 23.48"E	
L4	11.92	S69° 56' 58.16"E	
L5	39.53	S65° 16' 12.09"E	
L6	109.02	S66° 45' 38.73"E	

Ilustración 102 - Tabla de Rumbos y Distancias.

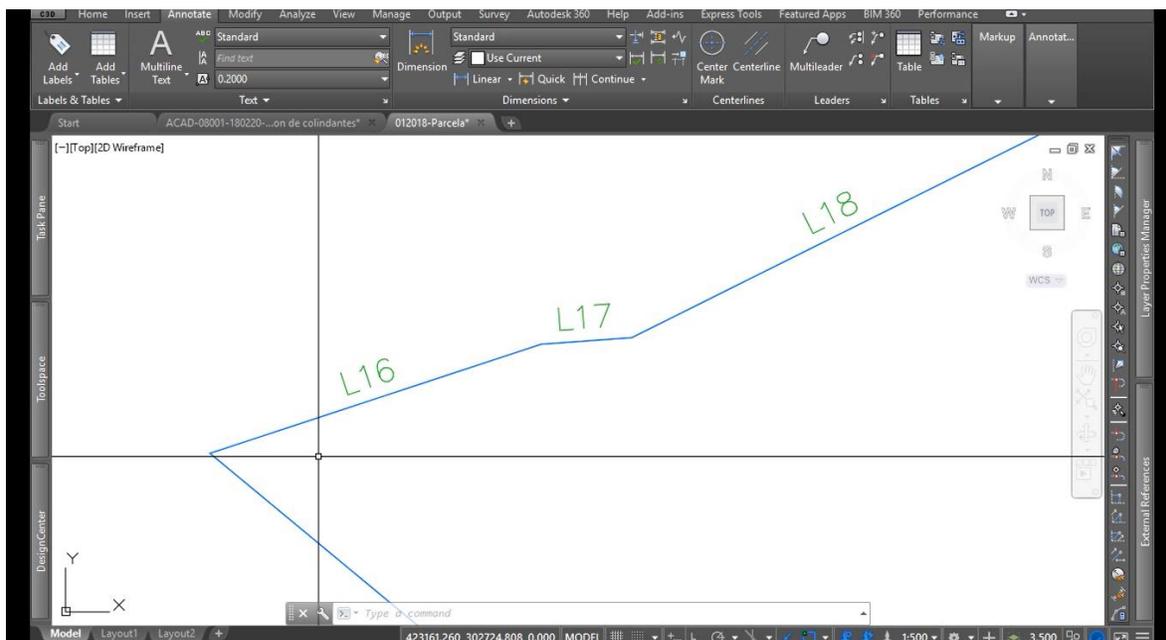


Ilustración 103 - Etiquetado en Parcela.

Nota: cuando se está creando la parcela desde objetos, el punto desde el cual se empezó a dibujar la poli línea; ese será el punto de inicio.

Cómo editar el cuadro de longitudes y rumbos.

Modificar el cuadro porque aparece en inglés, así como también por la columna vacía que sobra, porque esta columna es solo para tramos curvos; y en esta parcela no existen tramos curvos.

Para modificar el cuadro, hacer clic derecho en la tabla, se selecciona y hacer clic en la opción **Edit Table style**.

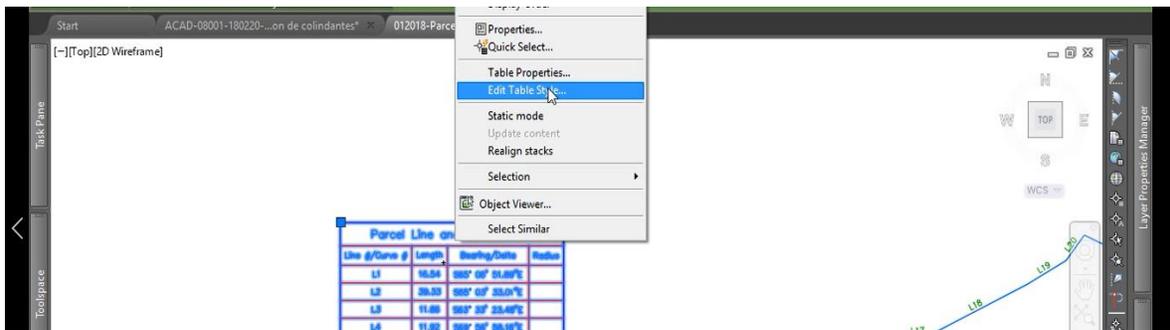


Ilustración 104 - Editar estilo de tabla.

Se habrá una nueva ventana y para poder colocar la tabla en orden se debe activar la casilla de **Sort data**.

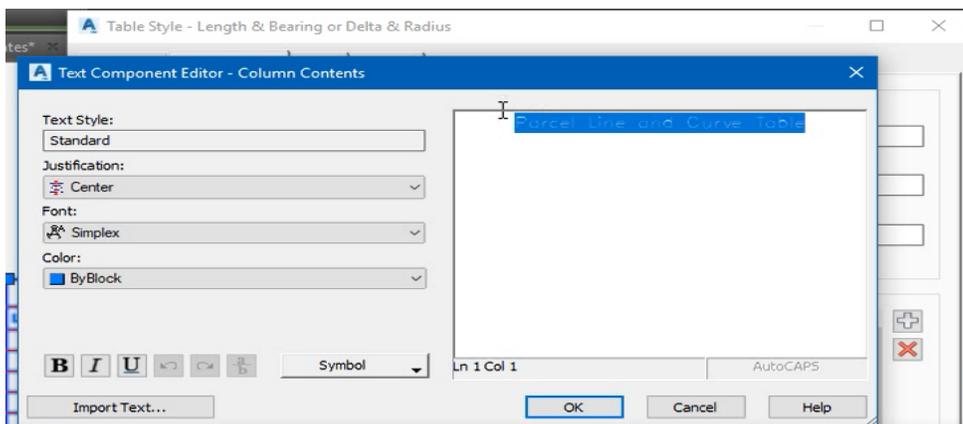


Ilustración 105 - Estilo de Tabla.

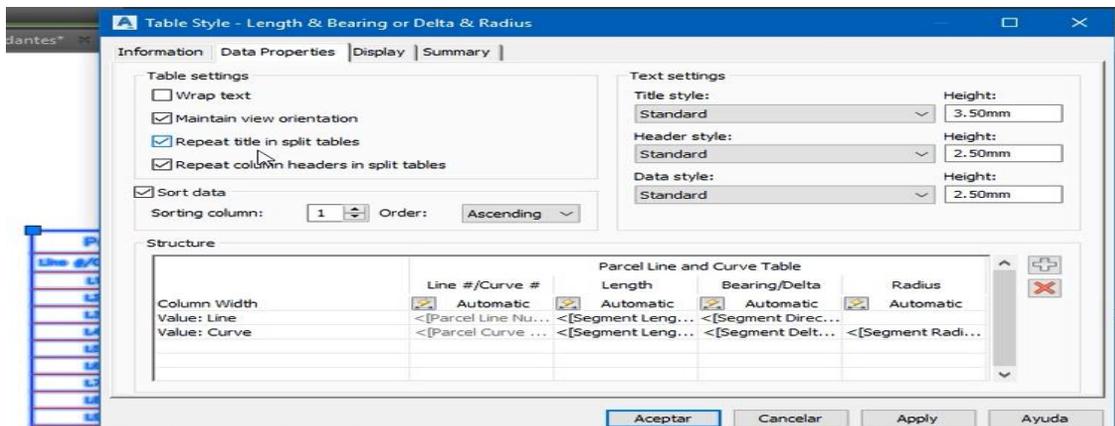


Ilustración 106 - Editor de Componentes de tabla.

En la ventana anterior aparece en la parte inferior un cuadro donde se pueden modificar los nombres en ingles que tiene la tabla.

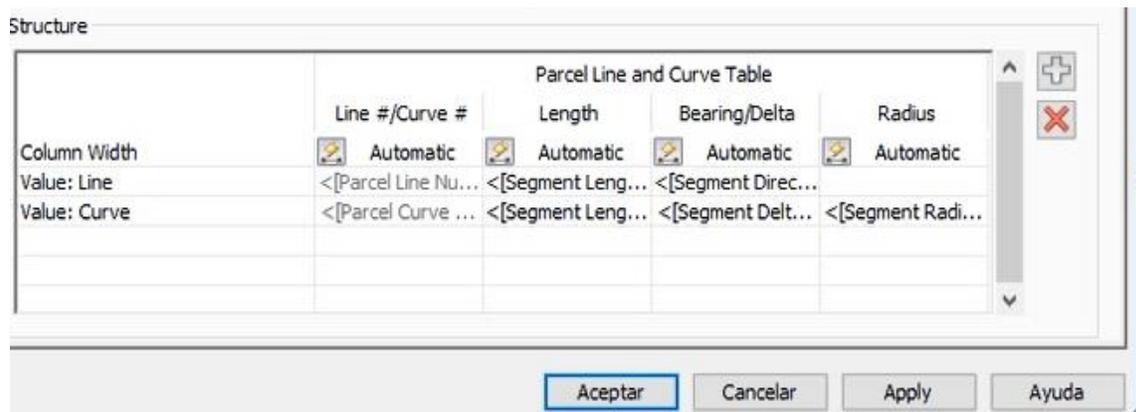


Ilustración 107 - Editor de encabezados de tabla.

Hacer doble clic en **Parcel Line and Curve Table**, aparecerá una nueva ventana, la cual en la parte superior derecha se le modifica el nombre de **Parcel Line and Curve Table** por **cuadro de rumbos y distancias** y hacer clic en aceptar.

De la misma manera se modifican:

Line #/Curve # con nombre de Tramo

Lenght con nombre de Longitud

Bearing/Delta con nombre de Rumbo.

La columna donde aparece **Radius** se elimina seleccionando la columna y dando clic en la equis que aparece en color rojo, porque no se necesita en el cuadro.

Ya habiendo modificado los nombres en el cuadro anterior, se hace clic en **aceptar** y obtenemos el cuadro ordenado y en español.

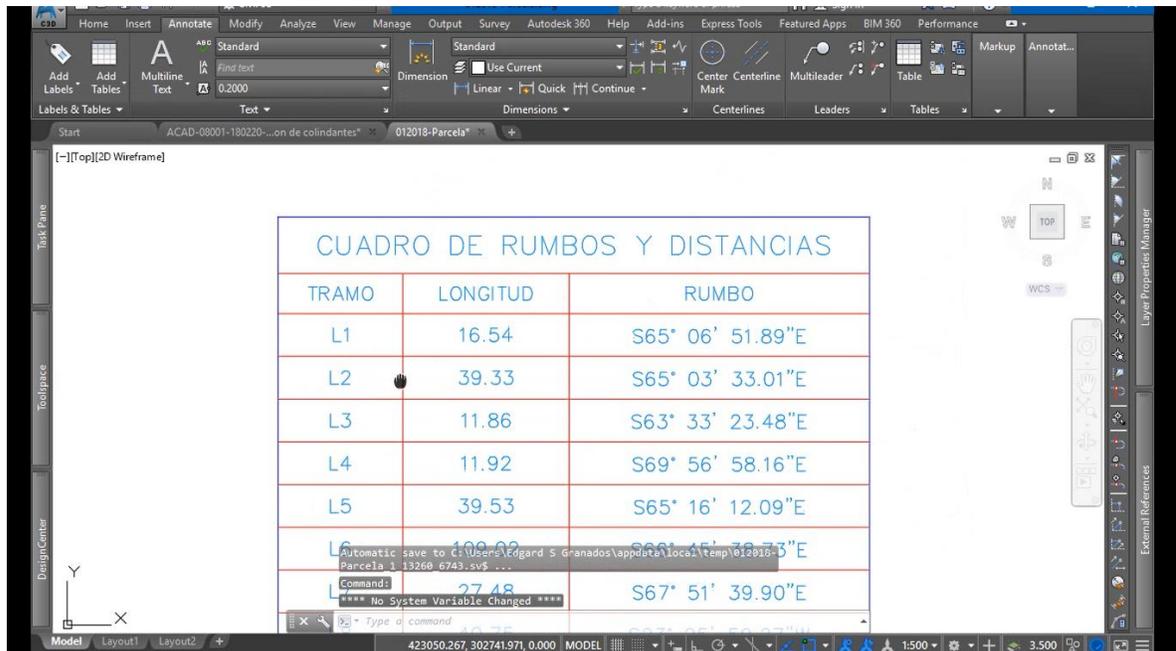


Ilustración 108 - Cuadro de Rumbos y Distancias editado.

Práctica 9: Nivelación de una cuadrícula establecida/ Nivelación de un perfil establecido.

OBJETIVOS.

- Definir las curvas de nivel de un terreno en base a la nivelación del mismo por el método de la cuadrícula. Además, representar el relieve de terreno haciendo uso de las curvas de nivel. Practicar el procedimiento a seguir para levantar el perfil de una línea trazada en el campo, y calcular las cotas de los diferentes puntos que definen la línea.

DESARROLLO.

La práctica se dividirá en dos partes:

- Nivelación de una cuadrícula establecida.

La nivelación de área tiene como fin la representación del relieve del terreno. Para realizar dicha representación se tienen diferentes métodos, entre ellos el método de curvas de nivel el cual ofrece la ventaja de ser claro y preciso para la obtención de relieve del terreno y elevación de cualquier punto.

Para trazar curvas de nivel sobre un terreno debemos determinar las elevaciones de los puntos y la posición relativa en el área, para realizar la práctica utilizaremos el método de la cuadrícula. Dicho método es muy utilizado por su menor laboriosidad y mayor rapidez.

Se sugiere emplear la nivelación de una cuadrícula en áreas pequeñas de terreno, además en caso que las características topográficas del terreno sean distintas pueden emplearse cuadros de dimensiones diferentes empleando lados pequeños en las partes pendientes y lados mayor en las partes llanas.

- Nivelación de un perfil.

La nivelación geométrica de un perfil puede ser:

- Simple, se da cuando la posición del nivel no cambia durante todo el procedimiento. Este tipo de nivelación es adecuada si la distancia entre los puntos a nivelar se encuentra dentro del alcance de la visual del equipo, comúnmente hasta máximo 200 mt. Se debe considerar si el terreno está libre de obstrucciones y la diferencia de nivel entre puntos del terreno no es suficientemente elevada como para tener que cambiar el equipo de posición.

- Compuesta, se da cuando la posición del nivel cambia durante el procedimiento.

Nivelación de una cuadrícula establecida.

EQUIPO.

- Trípode.
- Estación total.
- Prisma.
- Trompos.
- Martillo
- Cinta métrica.
- Libreta de campo.

INSTRUCCIONES.

- A. Elegir la posición de la línea base. Usando la estación total, divídase el terreno en una serie de cuadros, colocando trompos en cada intersección de las líneas, la longitud de lado de los cuadros puede ser 5, 10, 15, 20 metros dependiendo del desnivel del terreno y del propósito del levantamiento

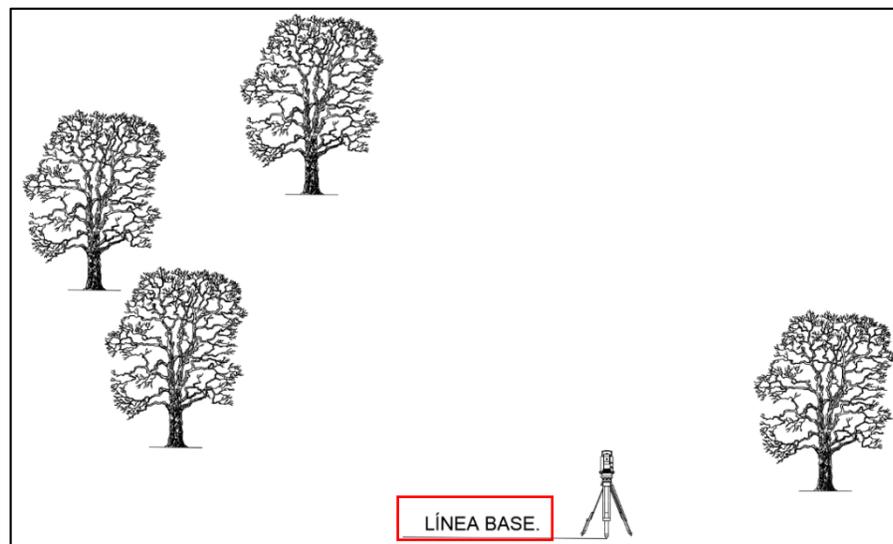


Ilustración 109 - Posición de Línea Base.

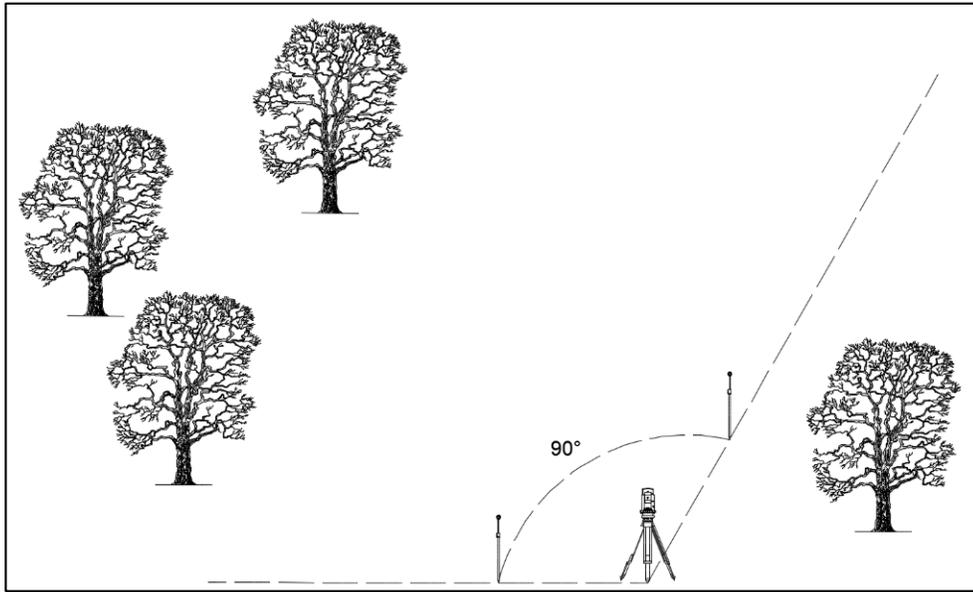


Ilustración 110 - División del terreno.

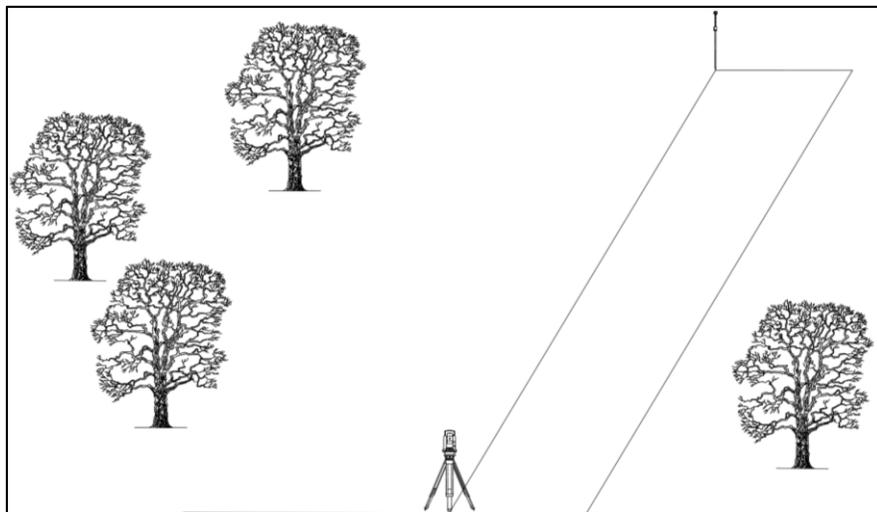


Ilustración 111 - División del terreno.

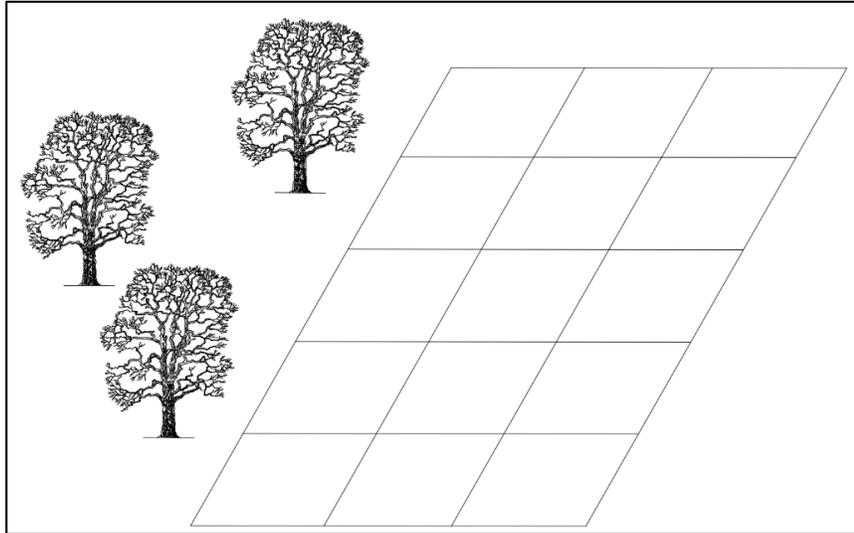


Ilustración 112 - Cuadrulado del terreno.

- B. Identificar cada línea de la cuadrícula usando letras en un sentido y números en otros para poder así identificar cada punto de la cuadrícula con un número y una letra y facilitar su anotación en la libreta. De esta manera queda definida planimétricamente la cuadrícula a nivelar.

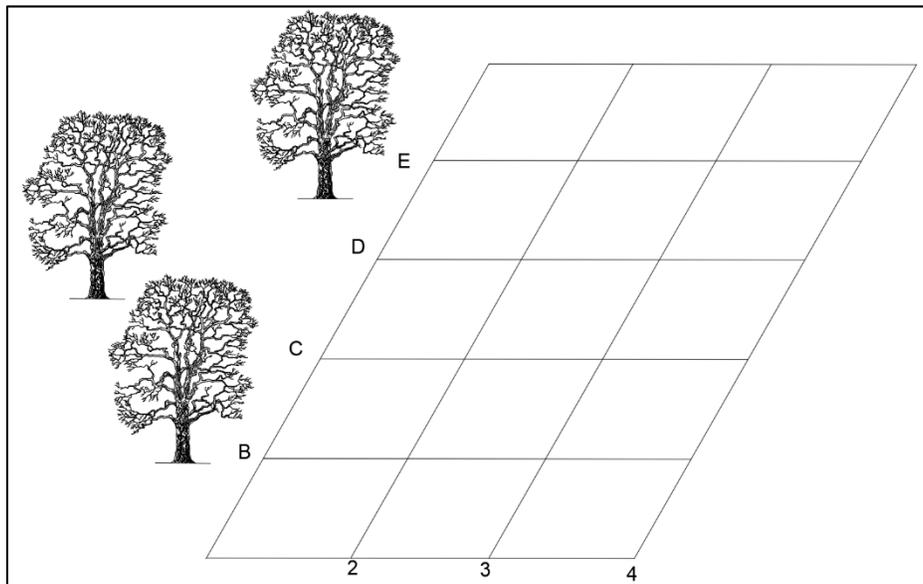


Ilustración 113 - Cuadrícula en terreno.

- C. Instalar la estación total en un punto desde el cual sea posible visar la mayoría de los vértices.

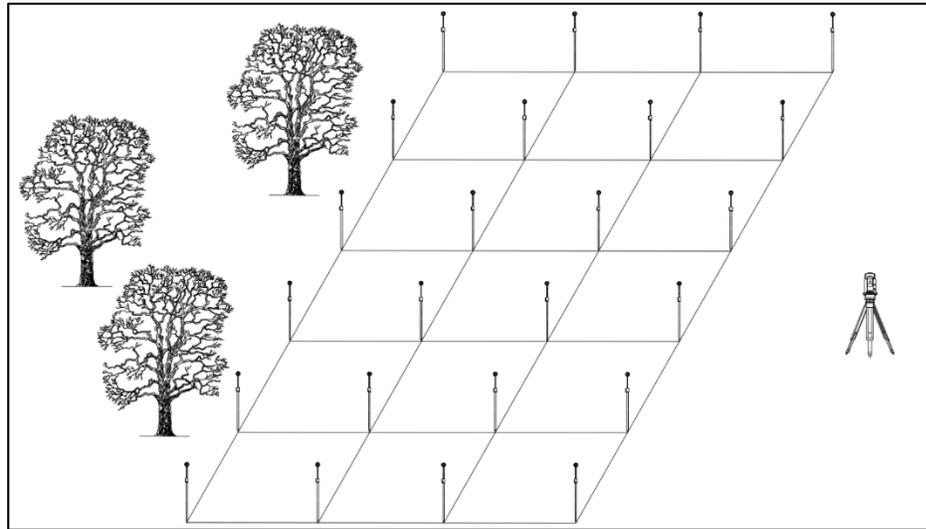


Ilustración 114 - Terreno cuadrado.

Nivelar cada punto de la cuadrícula.

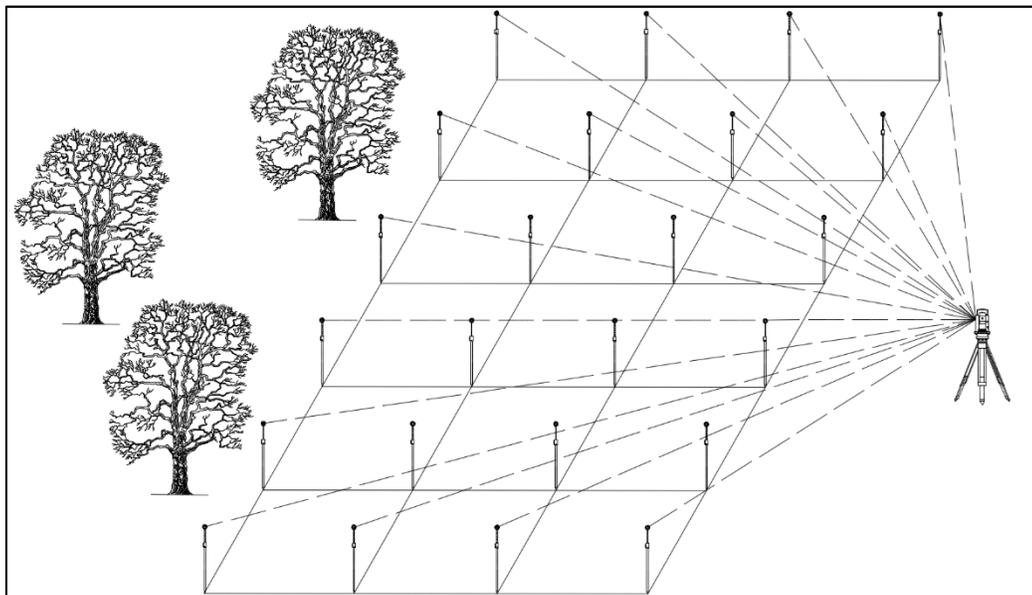


Ilustración 115 - Nivelación del terreno por medio de cuadrícula.

TRABAJO DE GABINETE.

- Calcular las cotas de todos los puntos de la cuadrícula.
- Dibujar la cuadrícula a una escala conveniente según el tamaño del terreno y colocar la cota correspondiente en las esquinas de los cuadros.
- Encontrar y colocar curvas de nivel, a mano y comparar con los resultados obtenidos mediante el software Civil 3D.

Nivelación de un perfil establecido.

EQUIPO.

1. Trípode.
2. Nivel topográfico.
3. Estadal.
4. Trompos.
5. Martillo
6. Cinta métrica.
7. Libreta de campo.

NIVELACIÓN SIMPLE.

1. Identificar el banco de marca (BM, altura conocida o asumida de referencia).
2. Definir ubicación, puntos a nivelar y equipo. Se deben e identificar los puntos a nivelar en el terreno y se selecciona la ubicación más conveniente para el nivel. (Puntos deben estar separados a 5 m, 10 m,15...)
3. Configurar el equipo.



Ilustración 116 - Identificar Banco de Marca.

4. Lectura sobre el BM (Vista atrás). Servirá para obtener la altura instrumental o altura de la visual para las posiciones del equipo mediante el cálculo:
 $hi = h_{BM} + BM$ (Altura instrumental = Vista atrás + Cota BM).

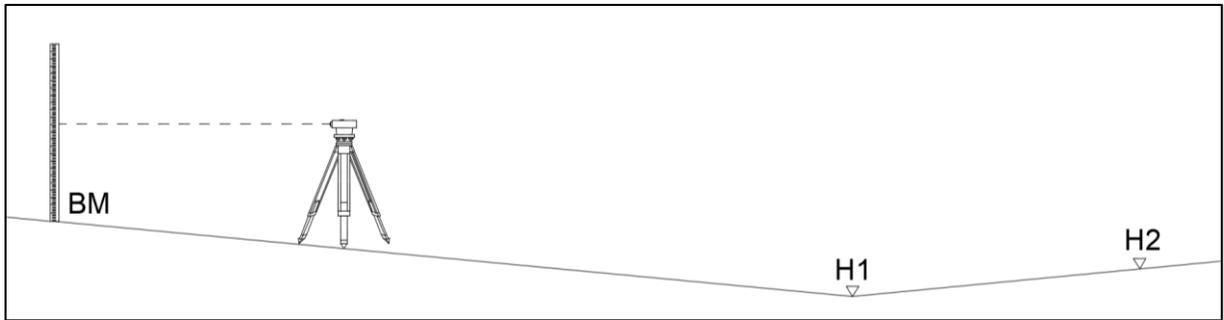


Ilustración 117 - Vista a cota de Banco de Marca.

5. Lectura sobre primer punto de interés. El cálculo a realizar es el siguiente:

$h_1 = h_i - V_i$ (Altura primer punto = Altura instrumental – Vista Intermedia). Realizar mismo proceso para cada uno de los puntos.

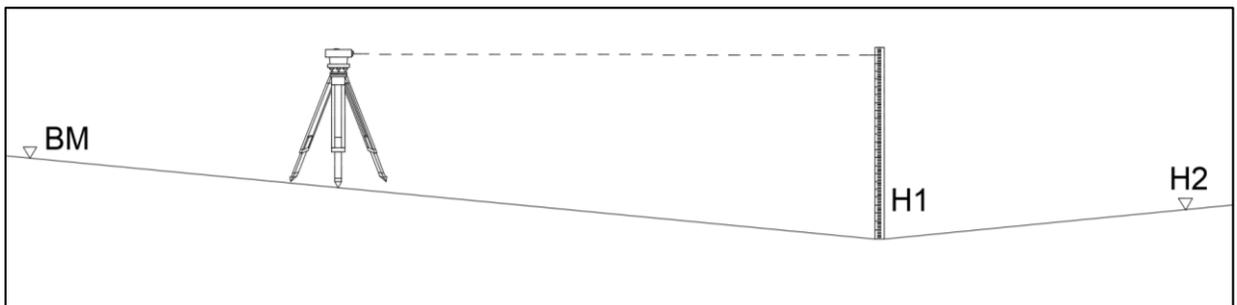


Ilustración 118 - Vista a cota H1.

Estación	V. Atrás(m)	V. Intermedia(m)	V. Adelante(m)	Altura Inst.(m)	Cota(m)
BM					
1					
2					

NIVELACIÓN COMPUESTA.

- Identificar el banco de marca (BM, altura conocida o asumida de referencia).
- Definir ubicación, puntos a nivelar y equipo. Se deben e identificar los puntos a nivelar en el terreno y se selecciona la ubicación más conveniente para el nivel. (Puntos deben estar separados a 5 m, 10 m, 15...)
- Configurar el equipo.

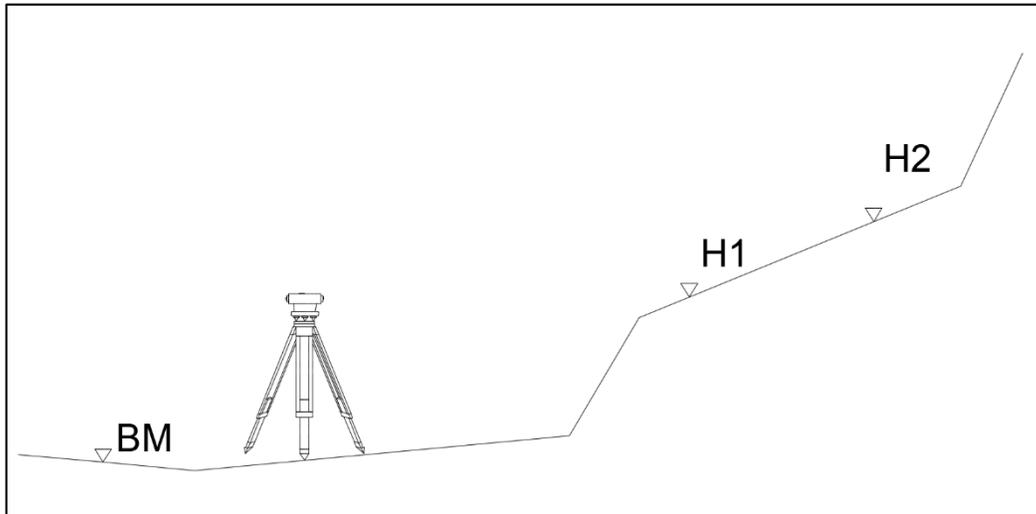


Ilustración 119 - Identificación de Banco de Marca.

- D. Lectura sobre el BM (Vista atrás). Servirá para obtener la altura instrumental o altura de la visual para las posiciones del equipo mediante el cálculo:
 $h_i = h_{BM} + BM$ (Altura instrumental = Vista atrás + Cota BM)

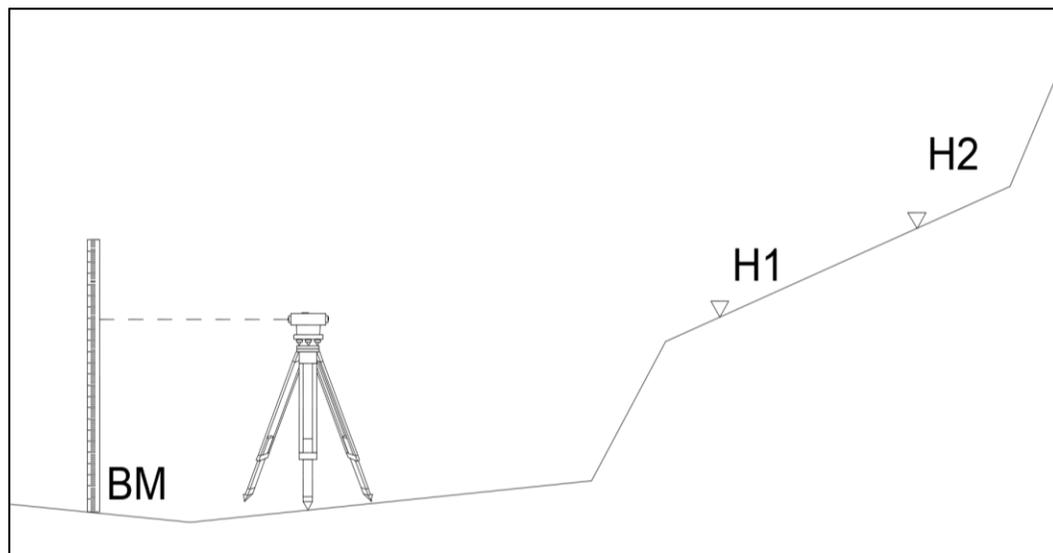


Ilustración 120 - Lectura de Cotas.

- E. Lectura sobre primer punto de interés. El cálculo a realizar es el siguiente:
 $h_1 = h_i - VI$ (Altura primer punto = Altura instrumental - Vista Intermedia).

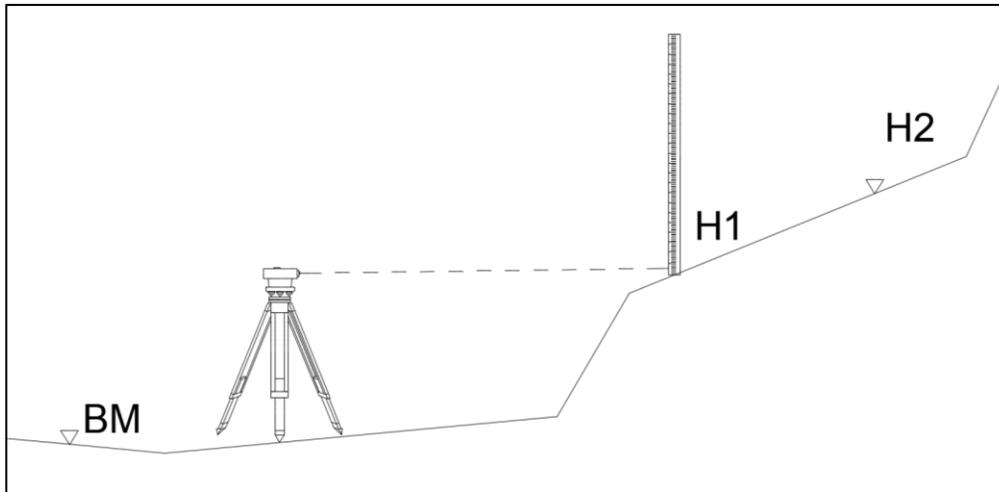


Ilustración 121 - Lectura de cotas.

- F. Al no poder ser cálculos los otros puntos por niveles excesivos o por obstáculos, es necesario desplazar el equipo. Antes de desplazar el equipo debemos visualizar un punto de cambio (BM Transitorio), el cual sirve de enlace entre lo que se lleva nivelado y lo que se va a nivelar. Se toma una lectura hacia el punto de cambio (Esta lectura se denomina Vista adelante). La vista adelante sirve para determinar la altura del punto de cambio haciendo el siguiente calculo:

$$h_{PC} = h_i - V_{ad} \text{ (Altura del punto de cambio = Altura instrumental - Vista adelante)}$$

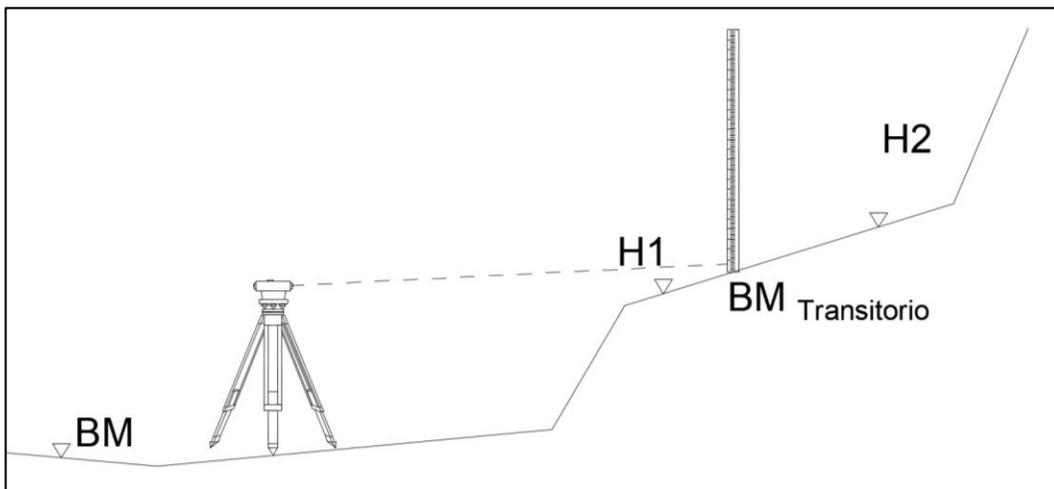


Ilustración 122 - Cota de Banco de Marca transitorio.

- G. Colocamos, centramos y nivelamos el equipo en el nuevo punto. Tomamos vista atrás hacia el BM Transitorio, la cual nos servirá para determinar la nueva altura instrumental.

Para obtener la nueva altura instrumental realizamos el siguiente cálculo:
 $hi = PC + hVA$ (Altura instrumental = Cota del punto de cambio + Vista atrás sobre el punto).

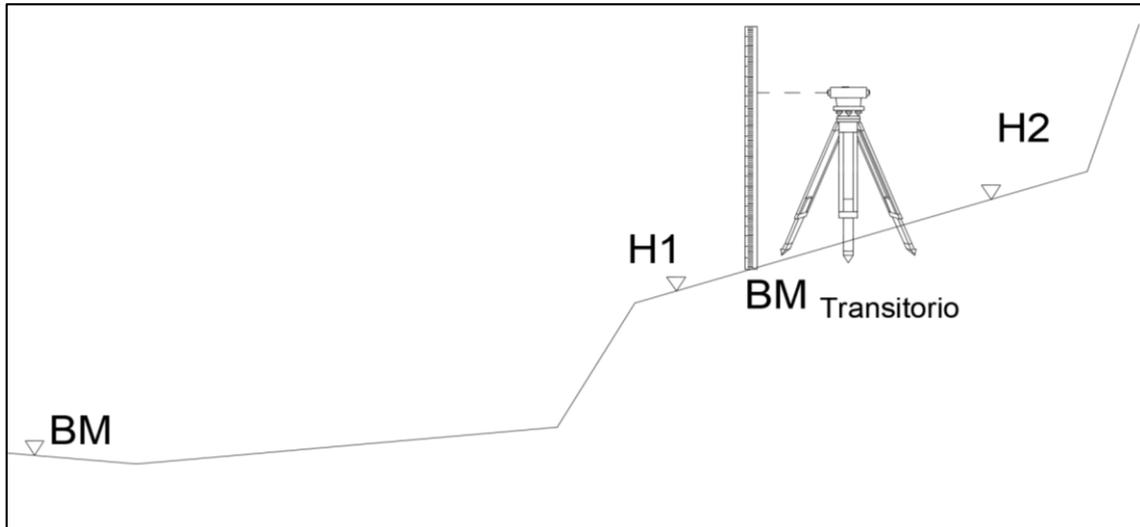


Ilustración 123 - Lectura del Banco de Marca transitorio.

H. Realizamos lecturas de puntos de interés.

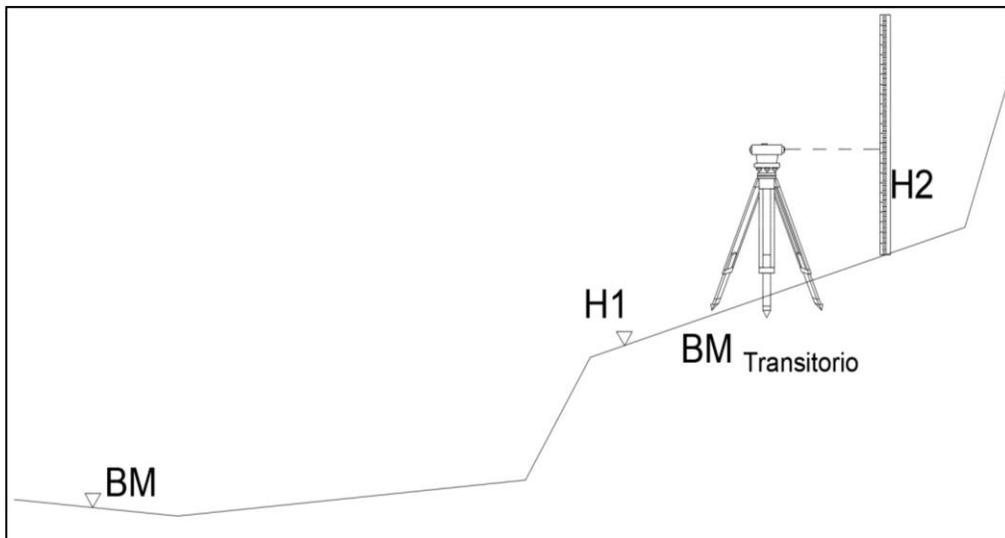


Ilustración 124 - Lectura de puntos de interés.

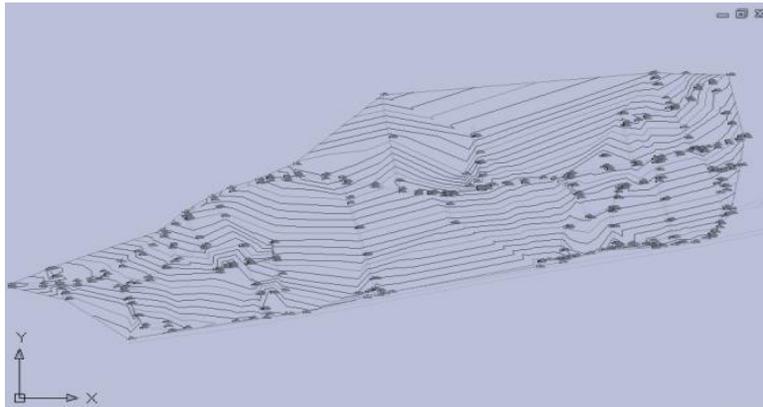
I. Para anotar los datos debemos tomar en cuenta que la última lectura se registra como una vista adelante.

Estación	V. Atrás(m)	V. Intermedia(m)	V. Adelante(m)	Altura Inst.(m)	Cota(m)
BM					
1					
2					

TRABAJO DE GABINETE.

- Calcular las cotas de todos los puntos nivelados.
- Graficar los datos.

Práctica 10: Creación de superficies en Civil 3D.



DESARROLLO:

- Se deberá importar el archivo de grupo de puntos de levantamiento.
- En la ventana **Prospector** y en la opción **Surface** hacer click derecho y a continuación, seleccionar **Create Surface**.
- En el cuadro de dialogo la pestaña *Type* debe seleccionar **TIN Surface**.

Información:

Name – *Identificar el nombre de la superficie (Ej: TERRENO)*

Description – *Identificar la descripción de superficie (Ej: CARRETERA, CAMINO)*

Style – *Definir el estilo de curvas de nivel.*

Render Material – *Seleccionar por defecto.*

ACEPTAR.

- En la rama **Definitions** de la superficie creada, seleccionar: **Point Groups**, click derecho, **Add** para presentar el dialogo de Point Groups, en el cual se escoge **All Points** y luego, Aceptar.

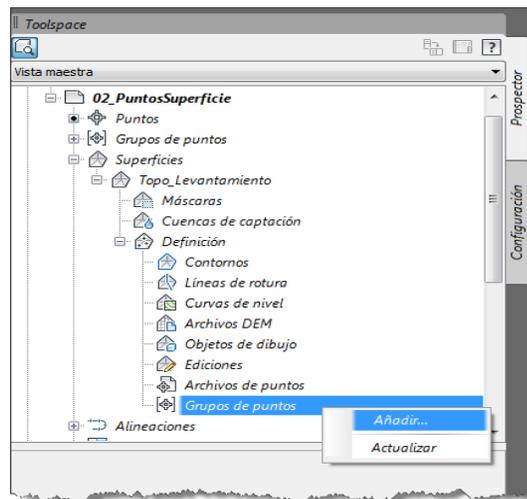


Ilustración 125 - Creación de Superficies.

- Al cerrarse el cuadro de dialogo, se observa que se ha generado la superficie con la aparición de las respectivas curvas de nivel generadas a partir de la información de los puntos topográficos.

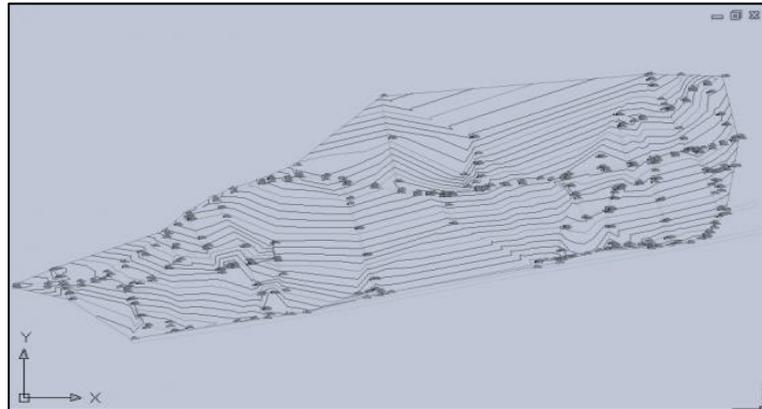


Ilustración 126 - Superficie creada.

- Para mejorar la información de la superficie creada es conveniente incluir en el modelo las líneas que definen las vialidades del sector a través del uso del objeto **Break lines**. Para esto, seleccionar cualquiera de las líneas en el área de dibujo y clicar el botón derecho del ratón para presentar el menú desde el cual se escogerá **Select Similar**.



Ilustración 127 - Creación de vialidades con Breaklines.

Al ejecutar la opción, todas las líneas de vialidad se seleccionarán.

- Con los objetos seleccionados, iremos a la ficha **Prospector**, luego se selecciona la superficie (Ej: TERRENO), a continuación, **Definition, Break Lines**, clic derecho **Add...**, aparecerá el cuadro de diálogo **Add Breaking Lines**.
- Se seleccionará el tipo de líneas de rotura: **Proximity** y luego Aceptar.

Práctica 11: Amarre Geodésico de terrenos en Civil 3D.

Esta práctica proporciona instrucciones paso a paso para realizar un amarre geodésico de terrenos en el Software Civil 3D. Cada paso del proceso es identificado.

Paso 1: Dibujo de parcela.

En este paso, realizamos lo visto en la Practica 10: Dibujo y análisis de parcelas en Civil 3D, la cual fue impartida en la materia de Topografía 1.

- Digitar en barra de comando **PLINE>ENTER**, luego seleccionar cualquier punto de inicio.
- Introducir cada uno de los puntos en barra de comando, hasta generar la figura.

Nota: En caso de quedar un tramo final en barra de comando, dar **ENTER** para poder generar la figura.

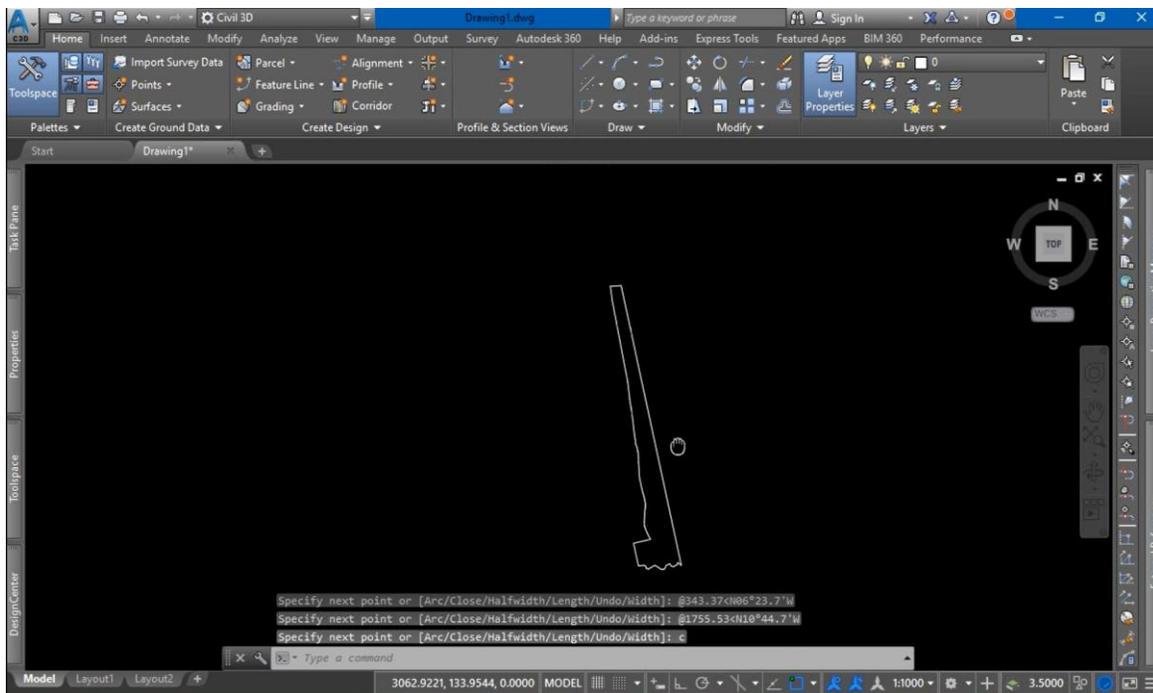


Ilustración 128 - Dibujo de Parcela.

Paso 2: Verificar la parcela.

Verificar mediante el siguiente proceso que la figura este completamente cerrada, en caso de no estar completamente cerrada Civil 3D no generara la parcela.

- Buscar el vértice en el cual se comenzó a dibujar la figura, dar **ZOOM** para verificar si la figura está completamente cerrada.

Si la figura no está completamente cerrada debemos tomar en cuenta que los decimales de las distancias y la precisión de los rumbos son limitados, por lo general las distancias vienen dadas en centímetros y los rumbos en segundos. Por lo tanto, los decimales faltantes acumulan un porcentaje de error.

Paso 3: Verificar configuración de ubicación catastral en el plano

Tomar en cuenta que la ubicación catastral contiene dos coordenadas, por lo tanto, se puede dar el caso que la ubicación catastral no se parezca al terreno que se está trabajando en el programa.

- Seleccionar la parcela, ejecutar el comando **MOVE>ENTER**, luego seleccionar el punto más parecido a la parcela de la ubicación catastral, este será el **BASE POINT**.

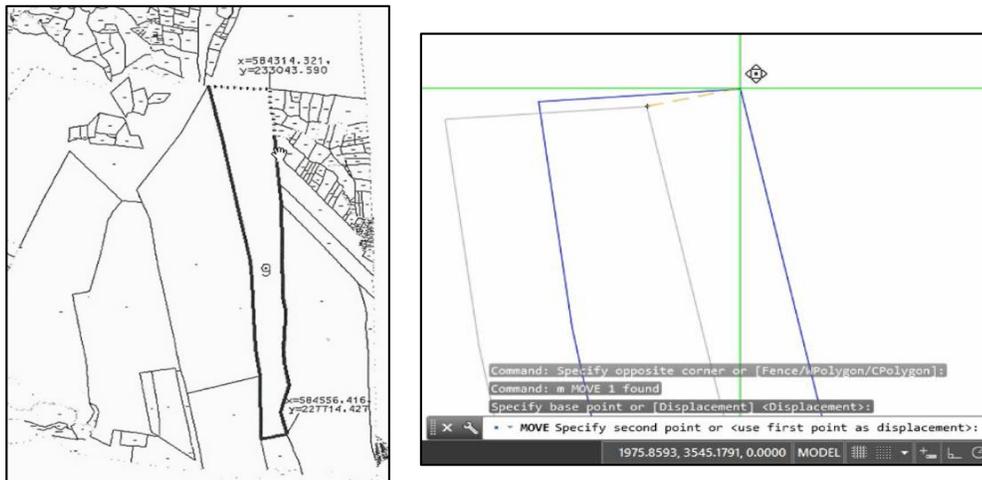


Ilustración 129 - Mover Parcela a coordenadas catastrales.

- Digitar en barra de comando el segundo punto (Coordenada del punto real según Ubicación Catastral).

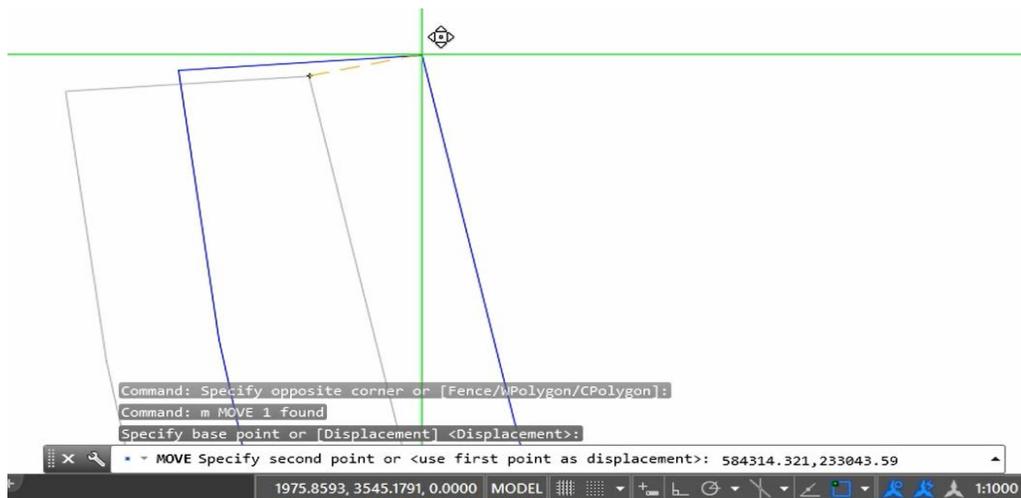


Ilustración 130 - Mover Parcela a coordenadas catastrales.

Hacer uso de **ZOOM EXTENTS** para ubicar la parcela.

- Ejecutar el comando **ID>ENTER** para comprobar si cumplen las coordenadas de la parcela con las coordenadas de la ubicación catastral.

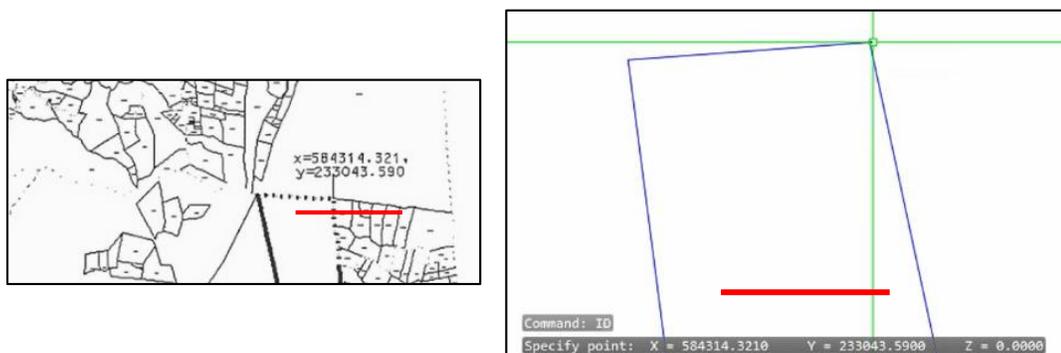


Ilustración 131 - Verificación de coordenadas.

- Crear una poli línea de la siguiente manera: **PLINE> ENTER**. Digitar en barra de comandos las segundas coordenadas de la ubicación catastral.

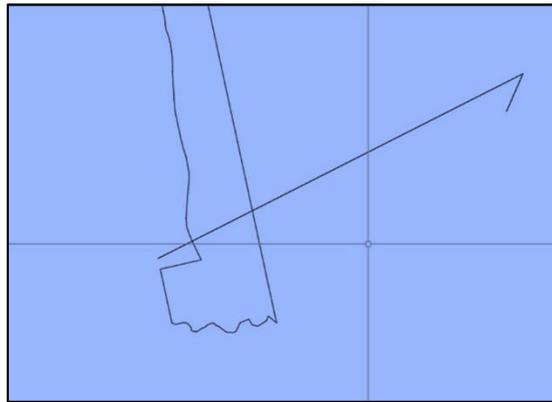


Ilustración 132 - Creación de Polilínea.

- Seleccionar la parcela, ejecutar el comando **ROTATE>ENTER**. Seleccionar el punto tomado en el literal A (**BASE POINT**) del paso 3, ya que es el punto con las coordenadas correctas. Dar click a opción **REFERENCE**, dada el ejecutar el comando **ROTATE**.

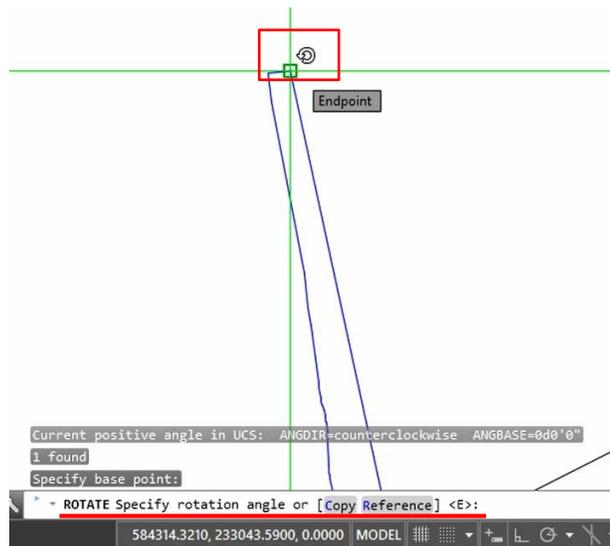


Ilustración 133 - Rotación de la parcela.

- Seleccionar el **BASE POINT** hasta el punto siguiente, rotar hasta la poli línea y luego dar click.

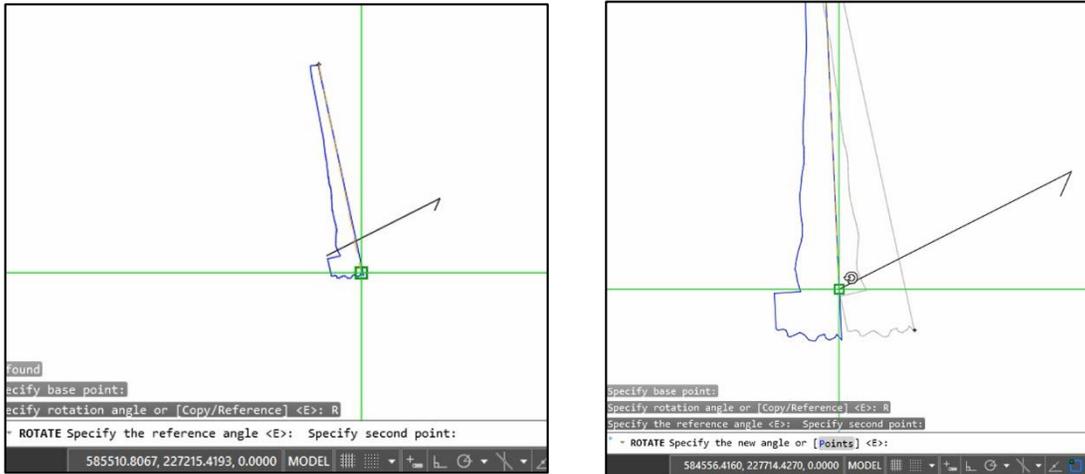


Ilustración 134 - Parcela.

Practica 12: Uso de GPS de navegación y su aplicación.

OBJETIVOS.

- Aprender el uso básico de GPS de navegación.
- Realizar toma de puntos topográficos con el GPS de navegación.

FUNDAMENTO TEÓRICO.

- GPS

Breve reseña histórica

El GPS es un sistema espacial de navegación, desarrollado por el departamento de Defensa de los Estados Unidos de Norteamérica para satisfacer las necesidades de las fuerzas armadas en lo que respecta a la determinación precisa de la posición, velocidad y tiempo en un sistema de referencia global, de forma permanente en cualquier lugar sobre la superficie de la Tierra y bajo cualquier condición meteorológica.

El sistema fue concebido inicialmente para garantizar precisiones de ± 10 a ± 15 m en navegación para aplicaciones militares, precisiones en la determinación de tiempos de 100 nanosegundos y velocidades con precisiones mejores de 0,1 m/s.

El sistema, en un principio era de uso militar, con limitado uso civil. En 1984 el presidente Ronald Reagan autorizó el uso civil del sistema GPS, concretamente para la resolución de problemas geodésicos.

Definición

El Sistema de Posicionamiento Global o GPS (aunque su nombre correcto es NAVSTAR-GPS₁), es un sistema global de navegación por satélite que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona, un vehículo o una nave. Tiene como objetivo la determinación de las coordenadas espaciales de puntos respecto de un sistema de referencia mundial. Para la obtención de coordenadas el sistema se basa en la determinación simultánea de las distancias a cuatro satélites (como mínimo) de coordenadas conocidas. Estas distancias se obtienen a partir de las señales emitidas por los satélites, las que son recibidas por receptores especialmente diseñados. Las coordenadas de los satélites son provistas al receptor por el sistema. Está constituido por tres segmentos fundamentales:

- Espacial
- De control

- Del usuario

Segmento espacial

Está constituido por los satélites de la constelación NAVSTAR. En la actualidad esta constelación está formada por 24 satélites que están distribuidos en 6 planos orbitales (cada uno de ellos con 4 satélites en una órbita prácticamente circular, a 20,180 Km de altitud). Estos 6 planos están igualmente espaciados entre sí en 60° y forman un ángulo de unos 55° con el plano definido respecto al ecuador.

La constelación NAVSTAR, así configurada, permite que sobre el horizonte de cualquier lugar de la Tierra puedan observarse simultáneamente entre 6 y 11 satélites (normalmente denominados SVs, o Space Vehicles), lo cual posibilita la continuidad de las observaciones durante las 24 horas del día.

Segmento de control

El sistema global de navegación por satélite compuesto por el segmento de control se refiere a una serie de estaciones terrestres. Éstas envían información de control a los satélites para controlar las órbitas y realizar el mantenimiento de toda la constelación. Se podría decir que son estaciones de rastreo automáticas distribuidas globalmente y que monitorean las órbitas junto con las señales de cada satélite enviando correcciones. Activan y desactivan los satélites según las necesidades de mantenimiento. Hay una estación principal, 4 antenas de tierra y 5 estaciones monitoras de seguimiento.

Segmento Usuario.

Está constituido por los instrumentos utilizados para recibir y procesar la señal emitida por los satélites. GPS consta de los siguientes elementos:

1. Antena con preamplificador
2. Sección de radio frecuencia o canal
3. Micro procesador para reducción, almacenamiento y procesamiento de datos
4. Oscilador de precisión para la generación de los códigos pseudo aleatorios utilizados en la medición del tiempo de viaje de la señal
5. Fuente de energía eléctrica
6. Interfaz del usuario (pantalla, teclado de comandos)
7. Memoria de almacenamiento

Funcionamiento

El GPS funciona mediante una red de 27 satélites (24 operativos y 3 de respaldo) en órbita a 20.200 km sobre el globo terráqueo, con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la

superficie de la Tierra. Cuando se desea determinar una posición, el receptor que se utiliza para ello localiza automáticamente como mínimo tres satélites de la red, de los que recibe unas señales indicando la posición y el reloj de cada uno de ellos. Con base en estas señales, el aparato sincroniza el reloj del Sistema de Posicionamiento y calcula el retraso de las señales; es decir, la distancia al satélite. Por "triangulación" los tres satélites calculan la posición en que el GPS se encuentra. La triangulación en el caso del Sistema de Posicionamiento Global se basa en determinar la distancia de cada satélite respecto al punto de medición. Conocidas las distancias, se determina fácilmente la propia posición relativa respecto a los tres satélites. Conociendo además las coordenadas o posición de cada uno de ellos por la señal que emiten, se obtienen las posiciones absolutas o coordenadas reales del punto de medición.

Receptores GPS

Los receptores GPS son los aparatos encargados de recibir e interpretar las señales y frecuencias de los satélites en órbita. Los receptores se pueden clasificar en:

- a. Receptores de navegación.
- b. Receptores de una frecuencia.
- c. Receptores de doble frecuencia

Receptores de navegación

Consisten en receptores capaces de leer el código C/A, correlacionan el código y determinan la pseudodistancia entre el receptor y satélite, dando como resultado final coordenadas tridimensionales de la situación geográfica del receptor (X, Y, Z), en el Sistema Geodésico WGS-84. Son simples receptores GPS muy sencillos en su uso y de bajo precio. Funcionan autónomamente y consiguen precisiones por debajo de los 10 metros.



Ilustración 135. Receptor de navegación.

Receptores de una frecuencia

Este tipo de receptor funciona en modo diferencial, donde son utilizados dos receptores al mismo tiempo. Un receptor es ubicado en un punto con coordenadas conocidas, al cual se le denomina receptor BASE, mientras que el otro receptor se desplaza sobre los puntos que serán medidos, a este se le llama receptor ROVER o MÓVIL.

La característica de mono frecuencia significa que el receptor recibe solamente la onda portadora L1. Con receptores de este tipo, se puede llegar a precisiones submétricas en una distancia de 5 a 10 km entre los dos receptores.

Receptores de doble frecuencia

Trabajan con la portadora L1 y también con la L2, lo cual permite disminuir los errores derivados de la propagación desigual de la señal a través de las distintas capas atmosféricas (sobre todo la ionosfera) y resolver un gran número de ambigüedades.

Trabajan en tiempo real o en post proceso alcanzando precisiones del orden de $5\text{mm}+1\text{ppm}$ y disminuyendo los tiempos de observación. Se utilizan en redes topográficas y geodésicas, redes de control de deformaciones y control fotogramétrico, con tiempos de observación más cortos que en el caso anterior y distancias mayores de 20 km.



Ilustración 136. Receptores de una frecuencia.

- SISTEMA GEODÉSICO DE REFERENCIA

Sistema de referencia es una definición conceptual de teorías, hipótesis y constantes que permiten situar una tripleta de ejes coordenados en el espacio, definiendo su origen y su orientación, es decir es un recurso matemático que permite asignar coordenadas a puntos

sobre la superficie terrestre. Son utilizados en geodesia, navegación, cartografía y sistemas globales de navegación por satélite para la correcta georreferenciación de elementos en la superficie terrestre. Estos sistemas son necesarios dado que la tierra no es una esfera perfecta.

Dentro de estos cabe distinguir los llamados sistemas locales, que utilizan para su definición un elipsoide determinado y un punto datum, y los sistemas globales cuyos parámetros están dados por una terna rectangular (X, Y, Z) cuyo origen se encuentra en el geocentro terrestre. Para definir las coordenadas geodésicas (latitud, longitud y altura) cuentan con un elipsoide de revolución asociado. En la realidad tanto el centro como los ejes son inaccesibles en la práctica.

Sistemas Globales de Referencia:

- Elipsoide (Superficie de Referencia)
- Datum (Punto Fundamental)

Sistemas Locales de Referencia:

- Elipsoide (Superficie de Referencia)
- Datum (Punto Fundamental)

Elipsoide de Referencia

En general, es más práctico trabajar la forma de la Tierra como si fuera un elipsoide, sin considerar las ondulaciones propias de la topografía. Esto se debe a que el elipsoide es una figura matemática fácil de usar que es lo suficientemente parecida a la forma de la Tierra cuando se están trabajando las coordenadas en el plano: Latitud y Longitud.

Un elipsoide de referencia es un elipsoide que se utiliza como un marco de referencia en cálculos geodésicos. Se trata de una forma de aproximada de la Tierra, con la que es más fácil trabajar. Es relativamente fácil de describir elipsoide de referencia utilizando empleando fórmulas matemáticas. Es una figura geométrica simple, puede calcular las coordenadas de cualquier punto sobre el elipsoide.

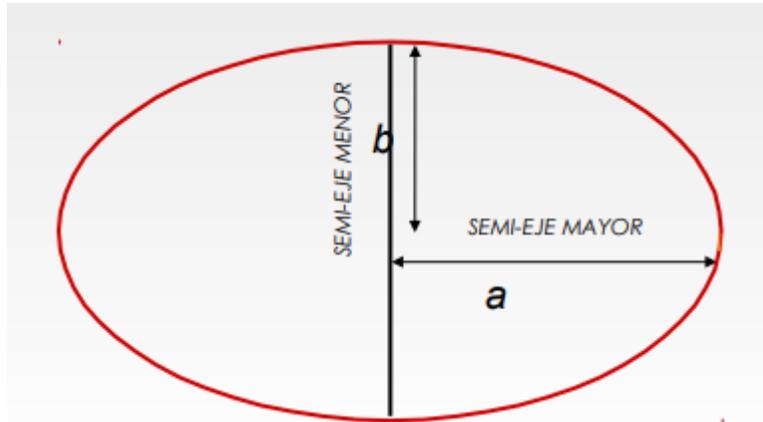


Ilustración 137. Figura de elipsoide.

Elipsoide WGS-1984

Uno de los elipsoides de referencia más utilizados actualmente es el descrito en el sistema denominado World Geodetic System 84 (WGS-84), desarrollado por el Departamento de Defensa de los EEUU, y que tiene como origen el centro de masas de la Tierra. Su popularidad se debe a que es el utilizado por el **SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL POR SATELITE GPS**.

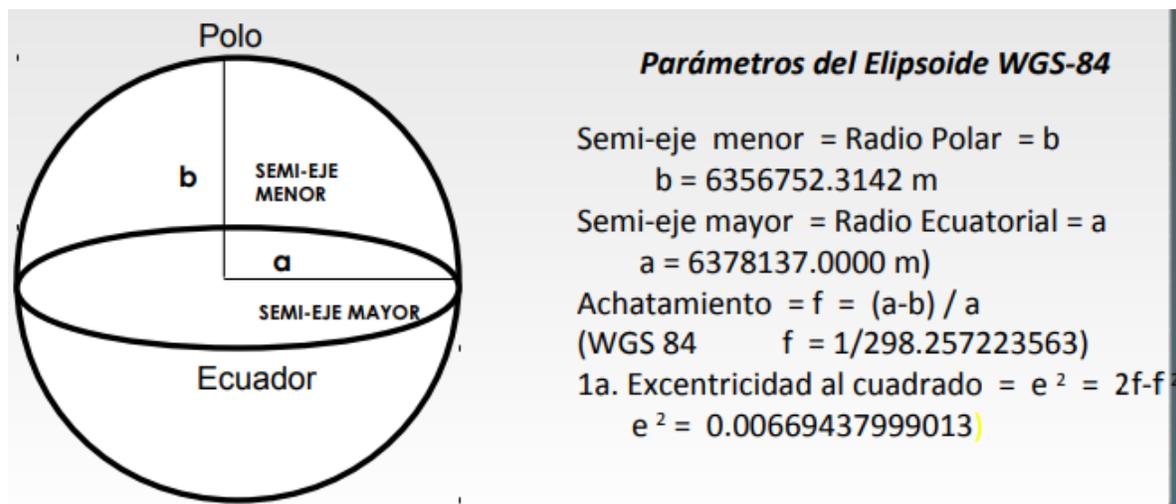


Ilustración 138. Parámetros elipsoide WGS-84

Geoide

El GEOIDE, Superficie (de nivel) equipotencial del campo gravitatorio de la Tierra. Coincide con el nivel medio del mar (NMM) en un océano abierto sin perturbaciones o su extensión hipotética por debajo de las masas continentales. El Geoide es la superficie de referencia fundamental para la ALTITUD. Europa N. América S. América África Topografía Se define como aquella superficie de referencia a partir del cual se miden las alturas ortométricas,

llamadas comúnmente alturas sobre el nivel medio del mar (NMM) y su forma depende de la distribución de masas en el interior de la tierra

Datum

El DATUM, es el conjunto de cantidades matemáticas y geométricas o puntos de referencia en la superficie terrestre que sirven como base para definir un origen y situación de un sistema de coordenadas, asociado a un modelo de la forma de la tierra (elipsoide de referencia).

- Datum global: Un datum geodésico mundial está definido por el tamaño, forma y orientación de un elipsoide y la ubicación del centro de éste con respecto al centro de la Tierra. El Datum Global es el WGS-1984 y es Geocéntrico, es decir su origen es el Centro de Masa de la tierra.

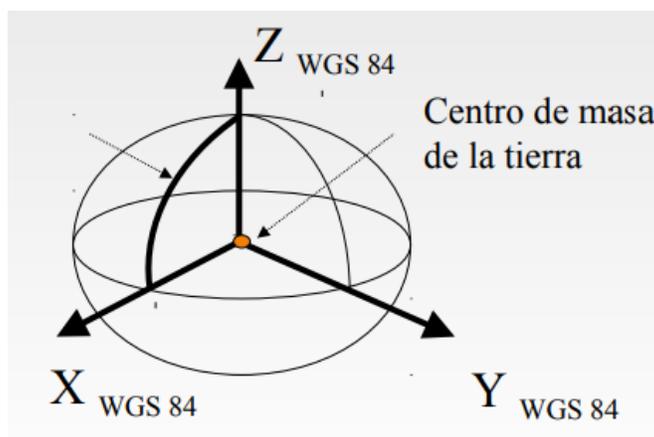


Ilustración 139. Datum Global WGS-84.

- Datum Local: DATUM local, es un punto en donde se hace coincidir el elipsoide y el geode, o bien en donde es conocida la desviación de la vertical y la ondulación del geode.

North American Datum 1927 (NAD27)

Establecido por coordenadas y desviación de la vertical en la estación de triangulación Meades Ranch (Kansas EU) referidas al elipsoide Clarke de 1866, utilizado en la mayoría de los países de Centroamérica hasta la fecha. DATUM NAD27 El Salvador adoptó en 1962 definitivamente este Datum NAD 27, asociado al Elipsoide de Clarke 1866 y toda la información Geodésica y Cartográfica antigua esta referida a dicho Datum El Datum norteamericano fue designado como base para las redes de Triangulación de Estados Unidos, México y Canadá desde 1913.

Sistemas Globales de Referencia:

- Datum (Punto Fundamental) : WGS-1984
- Elipsoide (Superficie de Referencia) : GRS-80/WGS-1984

Sistemas Locales de Referencia:

- Datum (Punto Fundamental) : North American Datum 1927 (NAD27 Centro América)
- Elipsoide (Superficie de Referencia) : Clarke 1866
- Proyección Cartográfica Cónica Conformal de Lambert

Sistemas de referencia geodésicos modernos

Internacional Terrestrial Reference System (ITRS): Sistema de referencia del servicio internacional de rotación terrestre y sistema de referencia IERS, establecido para la determinación de los sistemas de referencia celeste (ICRS) y terrestre (ITRS) y la relación entre los dos sistemas, o sea la orientación y rotación de la tierra en el espacio. International Terrestrial Reference Frame (ITRF): materialización del ITRS por estaciones en la superficie terrestre (aproximadamente 400 puntos) con sus valores de coordenadas muy precisas dadas para una época fija y sus variaciones en el tiempo (velocidades). Sirve para la determinación de las orbitas de los satélites GPS del servicio GNSS Internacional (IGS)

Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS): Sistema de referencia regional, densificación del ITRF, inicialmente establecido para América del Sur y luego extendido al Caribe, Norte y Centro América, en el año 2000. Actualmente tiene un promedio de 200 estaciones de operación continua.

Marco de referencia geodésico

Marco de referencia es la materialización de un sistema de referencia convencional a través de observaciones, es decir, se trata de un conjunto de puntos (lugares localizados en la superficie terrestre) con coordenadas y velocidades conocidas en ese sistema de referencia convencional y que sirven para materializar en el espacio el sistema de referencia.

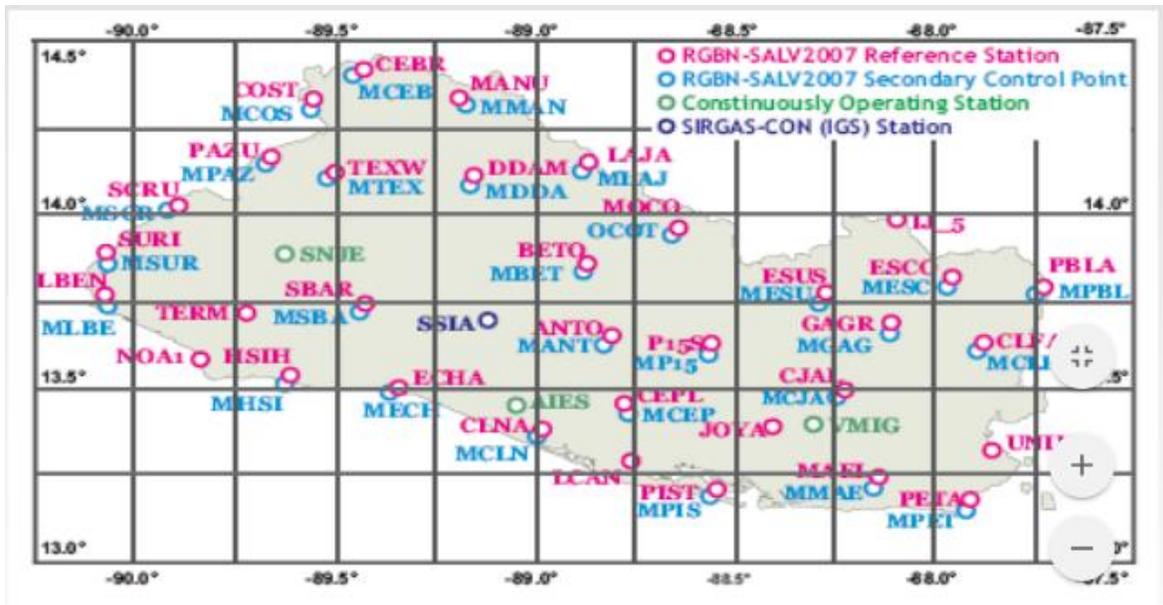


Ilustración 140. Red Geodésica Nacional, SIRGAS-ES2007.

SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas) como sistema de referencia se define idéntico al Sistema Internacional de Referencia Terrestre ITRS (International Terrestrial Reference System) y su realización es la densificación regional del marco global de referencia terrestre ITRF (International Terrestrial Reference Frame). Las coordenadas SIRGAS están asociadas a una época específica de referencia y su variación con el tiempo es tomada en cuenta ya sea por las velocidades individuales de las estaciones SIRGAS o mediante un modelo continuo de velocidades que cubre todo el continente. Las realizaciones o densificaciones de SIRGAS asociadas a diferentes épocas y referidas a diferentes soluciones del ITRF materializan el mismo sistema de referencia y sus coordenadas, reducidas a la misma época y al mismo marco de referencia (ITRF), son compatibles en el nivel milimétrico.

El datum geodésico SIRGAS está definido por el origen, la orientación y la escala del sistema SIRGAS (ITRS). La conversión de coordenadas geocéntricas a coordenadas geográficas se adelanta utilizando los parámetros del elipsoide GRS80.

La extensión del marco de referencia SIRGAS está dada a través de densificaciones nacionales, las cuales a su vez sirven de marcos de referencia local.

En El Salvador, se utiliza la Proyección Cónica Conforme Lambert asociada al elipsoide Clarke 1866.

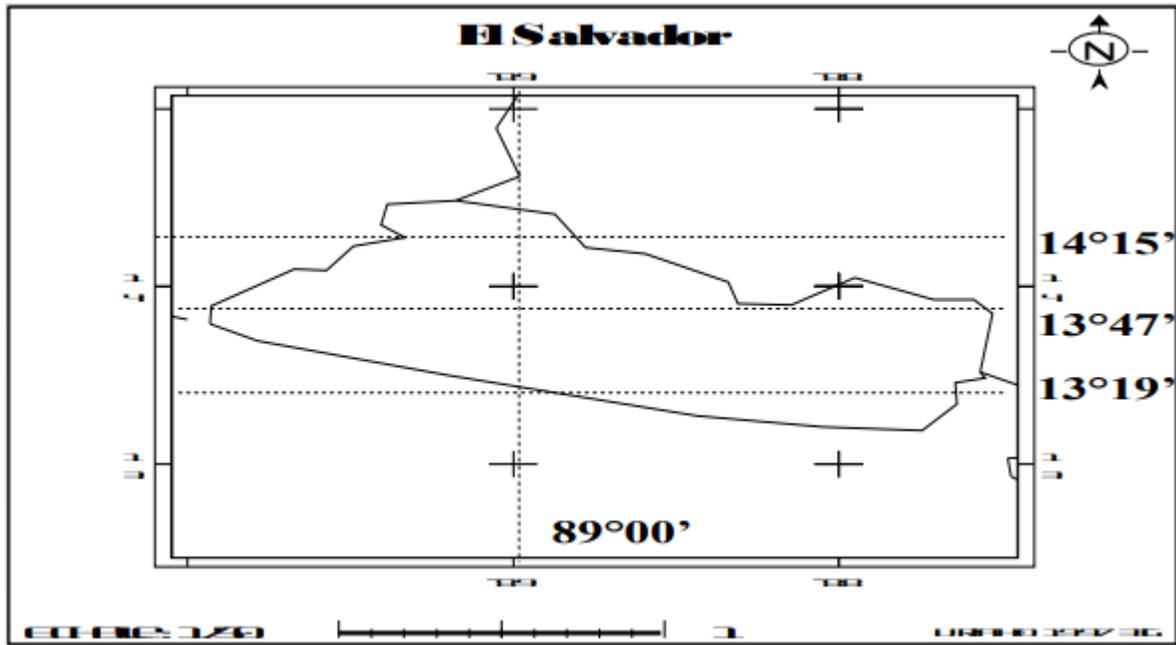


Ilustración 141. Proyección Cónica Conforme Lambert, El Salvador

Proyección	Lambert NAD-27 Centro América	Lambert NAD-27 3 parámetros ES	Lambert SIRGAS- ES2007
Coordenadas de entrada	Latitud (ϕ) y longitud (λ) referidas a NAD27	Latitud (ϕ) y longitud (λ) referidas a NAD27	Latitud (ϕ) y longitud (λ) referidas a SIRGAS-ES2007/ ITRF/WGS84
Elipsoide Semieje mayor Semieje menor Achatamiento Excentricidad	Clark 1866 a = 6 378 206.4 m b = 6 356 583.8 m 1/f = 294.978 698 21390 e ² = 0.006 768 657 997 291	Clark 1866 a = 6 378 206.4 m b = 6 356 583.8 m 1/f = 294.978 698 21390 e ² = 0.006 768 657 997 291	GRS80/WGS-84 a = 6 378 137 m b = 6 356 752.314 14 m 1/f = 298.257 222 101 e ² = 0.006 694 380 0229
Parámetros de la proyección Falso Este Falso Norte Paralelo origen Meridiano Origen 1-Paralelo Estándar	500000.000 m 295809.184 m 13° 47' N (valor en NAD27) 89° 00' W (valor en NAD27). 13° 19' N (valor en NAD27).	500000.000 m 295809.184 m 13° 47' N (valor en NAD27) 89° 00' W (valor en NAD27). 13° 19' N (valor en NAD27).	500000.000 m 295809.184 m 13° 47' 03.477624" N (valor en SIRGAS) 88° 59' 59.938892" W (valor en SIRGAS). 13° 19' 03.477624" N (valor en SIRGAS).
2-Paralelo estándar	14° 15' N (valor en NAD27).	14° 15' N (valor en NAD27).	14° 15' 03.477624" N (valor en SIRGAS).
Factor de escala en meridiano origen.	0.99996704	0.99996704	0.99996704
Datum	NAD 27 Centro América Tipo Molodensky: (bidimensional) Tx= 0 Ty= 125 Tz= 194	NAD 27 Tipo Molodensky: (bidimensional) Tx= 0 Ty= 105.5 Tz= 197.2	WGS-84 Tipo Molodensky: (Tridimensional Geocéntrico) Tx= 0 Ty= 0 Tz= 0
Resultados	Coordenadas planas N y E referidas a NAD27 Centro América	Coordenadas planas N y E referidas a NAD27 3 Parámetros ES	Coordenadas planas N y E referidas a SIRGAS-ES2007.8

Ilustración 142. Parámetros para obtener coordenadas Lambert SIRGAS-ES2007.

EQUIPO.

- GPS Etrex 20x
- Libreta de Campo

INSTRUCCIONES.

Ejercicio 1: Introducción al uso del GPS.

En este ejercicio se conocerá la descripción general y el uso Básico del GPS Garmin.

Descripción General



Ilustración 143. Parte frontal GPS.

- 1) Botones de zoom
- 2) Botón back
- 3) Thumb Stick
- 4) Botón menú
- 5) Botón Encendido-Apagado/Botón light
- 6) Puerto mini-USB (debajo de la tapa de goma)
- 7) Tapa de pilas
- 8) Anillo de fijación de la tapa de pilas
- 9) Carcasa de montaje

Uso de los Botones



Ilustración 144. Parte posterior GPS.

- ❖ Mueve el Thumb Stick arriba, abajo, a izquierda o a derecha para resaltar las opciones de los menús o moverte por el mapa
- ❖ Pulsa el centro del Thumb Stick para seleccionar el elemento resaltado
- ❖ Pulsa back para volver un paso atrás en la estructura de menús.
- ❖ Pulsa menú para mostrar una lista de las funciones más utilizadas de la página actual. Pulsa menú dos veces para abrir el menú principal desde cualquier página.
- ❖ Pulsa el botón de zoom para acercar y alejar el mapa.

Instalación de Pilas

El dispositivo funciona con dos pilas AA. Se pueden utilizar pilas alcalinas, litio o NiMH.

1. Gira la anilla en el sentido contrario a las agujas del reloj y tira de ella para extraer la tapa
2. Introduce las pilas teniendo en cuenta la polaridad adecuada
3. Vuelve a colocar la tapa de las pilas y gira la anilla en el sentido de las agujas del reloj
4. Mantener pulsado encendido-apagado
5. Selecciona configuración/sistema/tipo de pilas
6. Selecciona alcalina, litio o NiMH

Encendido y apagado del dispositivo

Mantener pulsado botón encendido-apagado

Nota: *El dispositivo comienza a recibir señales de satélite una vez lo hemos encendido. Es posible que el dispositivo deba disponer de una vista clara del cielo para adquirir señales del satélite.*

Waypoints

Los waypoints son ubicaciones que se graban y se guardan en el dispositivo.

Creación de un waypoint

Se puede guardar la ubicación actual como waypoint.

1. Seleccionar marcar waypoint
2. Seleccionar una opción:
 - Para guardar el waypoint sin los cambios, selección hecho
 - Para realizar cambios en un waypoint selecciona un elemento, editalo y selecciona hecho.

Búsqueda de waypoint

1. Seleccionar **destino/waypoint**
2. Selecciona un waypoint deseado

Edición de waypoint

1. Seleccionar waypoint manager
2. Seleccionar el waypoint a editar
3. Seleccionar el elemento del waypoint que editar
4. Introducir la nueva información
5. Seleccionar hecho.

Eliminación de un waypoint

1. Seleccionar waypoint manager
2. Seleccionar waypoint
3. Seleccionar **menú/borrar/sí**.

Calibración de brújula

Se debe calibrar la brújula después de haberse desplazado largas distancias, si se han experimentado cambios de temperatura o se han cambiado las pilas.

- 1- Seleccionar **brújula/menú/calibrar brújula/iniciar**.
- 2- Seguir las instrucciones que se muestran en la pantalla.

Calculo del tamaño de un área

- 3- Seleccionar **cálculo del área/iniciar**
- 4- Caminar por el perímetro del área que se desea calcular
- 5- Seleccionar calcular cuando se haya terminado

Configuración de mapa

Seleccione **configuración/mapa**

- Orientación: ajusta el modo en que se muestra el mapa en la página.

- Norte arriba: muestra el norte en la parte superior de la página.
- Track arriba: muestra la dirección de desplazamiento actual hacia la parte superior de la página.
- Indicaciones por texto: permite seleccionar si desea que se muestren las indicaciones por texto en el mapa.
- Campo de datos: permite seleccionar el número y tamaño de campo de datos que se deben mostrar en el mapa.
- Configuración avanzada de mapa: permite ajustar los niveles de zoom, el tamaño de texto, y el nivel de detalle.
- Información de mapa: permite activar o desactivar los mapas cargados en el dispositivo.

Configuración del formato de posición

Selecciona configuración/formato de posición

- Formato de posición: establece el formato de posición en el que se muestra una lectura de ubicación determinada.
- Datum del mapa: establece el sistema de coordenadas con el que está estructurado el mapa
- Esferoide del mapa: muestra el sistema de coordenadas que está utilizando el dispositivo. El sistema de coordenadas predeterminado es WGS 84.

Nota: *no cambiar el formato de posición ni el sistema de coordenadas del datum del mapa a menos que estés utilizando un mapa o carta que especifique un formato de posición diferente.*

Cuidados del dispositivo

Si no se utilizara el dispositivo durante varios meses, extraer las pilas. Los datos almacenados no se pierden al extraerlas.

Limpieza del dispositivo

- 1- Humedecer un paño limpio en una solución suave de detergente
- 2- Frotar el dispositivo con el paño humedecido
- 3- Secar totalmente el dispositivo

Limpieza de la pantalla

- 1- Humedecer un paño limpio, suave y que no resulte pelusa con agua, o limpiador de gafas.
- 2- Frotar la pantalla con el paño
- 3- Secar totalmente la pantalla

Inmersión en agua

Resiste la inmersión a una profundidad de 1 metro bajo el agua durante 30 minutos.

Temperaturas extremas

No guardar el dispositivo en lugares que pueda quedar expuesto durante periodos largos a temperaturas extremas, ya que podría sufrir daños irreversibles

Gestión de datos

Nota: el dispositivo no es compatible con Windows 95, 98. Tampoco es compatible con Mac Os 10.3 ni ninguna versión anterior.

Tipos de archivo

El dispositivo admite los siguientes tipos de archivo

- Archivos de basecamp o homeport
- Archivos de puntos de interés personalizados GPI de POI loader de Garmin
- Archivos de gecaches GPX

Instalación de una tarjeta SD

Este modelo admite tarjeta micro SD para disfrutar de almacenamiento adicional.

- 1- Girar la anilla en el sentido contrario a las agujas del reloj y tirar de ella para extraer la tapa.
- 2- Extraer las pilas
- 3- Deslizar la ranura de la tarjeta hacia el borde inferior del dispositivo y levantarlas tal como se indica en la figura.

Ilustración Instalación de pilas

- 4- Colocar la tarjeta micro SD en el dispositivo con los contactos dorados hacia abajo.
- 5- Cerrar la ranura de la tarjeta. Deslice la ranura de la tarjeta hacia la parte superior del dispositivo para bloquearla.
- 6- Volver a colocar las pilas. Colocar la tapa de las pilas y girar la anilla en el sentido de las agujas del reloj.

Conexión del dispositivo a un ordenador.

- 1- Conectar el cable USB a un puerto USB del ordenador
- 2- Levantar la tapa de goma del puerto mini-USB.

- 3- Enchufar el extremo pequeño del cable USB al puerto mini-USB

Transferencia de archivos al ordenador

Para poder transferir archivos al ordenador, se debe conectar el dispositivo al ordenador.

- 1- Buscar en el ordenador el archivo
- 2- Seleccionar el archivo
- 3- Seleccionar **edición/copiar**
- 4- Abrir la **unidad/volumen "Garmin"** o de la tarjeta de memoria.
- 5- Seleccionar edición/pegar

Eliminación de archivos

Para poder archivar, se debe conectar el dispositivo al ordenador

- 1- Abrir la unidad o volumen Garmin.
- 2- Si es necesario abrir una carpeta o volumen
- 3- Seleccionar los archivos.
- 4- Pulsar la tecla suprimir en el teclado.

Desconexión del cable USB

- 1- Realizar una de estas acciones:
 - Para ordenadores Windows, haz click en icono quitar hardware con seguridad
 - Para ordenadores Mac, arrastrar el icono del volumen a la papelera.
- 2- Desconectar el dispositivo del ordenador.

Ejercicio 2: Toma de datos con el GPS.

Nota: *El catedrático o instructor será quien indique el trabajo a realizar y el lugar donde se efectuará la toma de puntos.*

Procedimiento:

1. Identificar y reconocer previamente el lugar de la toma de puntos.
2. Encender y configurar el dispositivo.
3. Desplazarse a la posición de los puntos de interés (mojones, detalles, árboles, etc.) hasta finalizar la toma de datos. Anotar en la libreta de campo para respaldar la información en caso de falla o inconveniente con el dispositivo.

TRABAJO DE GABINETE.

- Descarga de datos

Luego de finalizar con la toma de puntos proceder a la descarga de la información obtenida, para ello se necesita que el GPS esté conectado a una computadora y mediante un software se ejecuta la descarga de los datos.

➤ Procesamiento de datos en software

Para el procesamiento de los datos generalmente es necesario utilizar un programa informático específico, a su vez dentro del software es posible realizar la edición de puntos para su posterior impresión en el plano.

Proyecto Final: Levantamiento topográfico con estación total para urbanización.

Para la realización de dicho proyecto se debe considerar las siguientes prácticas:

1. Puntos:
 1. Creación y manejo de puntos.
 2. Carga de puntos de levantamientos topográficos.
 3. Cuadro de puntos.
2. Líneas:
 - Creación y dibujo de líneas
 - Rotulación de líneas.
3. Parcelas:
 - Creación y configuración de parcelas.
 - Cuadro de áreas.
 - Cuadro de rumbos y distancias.
4. Superficies:
 - Creación de superficies.
 - Estilo de superficie.
 - Modificación de superficie.
 - Superficies de análisis.

Nota: *Utilizar el reglamento a la ley de urbanismo y construcción para realizar el diseño adecuado bajo normas, utilizar unidades estándar del país, utilizar escalas adecuadas en el plano a presentar.*

ANEXO 2

MANUAL DE
GEOLOGÍA



MANUAL DE PRACTICAS

GEOLOGIA



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR



TABLA DE CONTENIDO

PRACTICA 1: MATERIA Y ENERGIA (VISITA TECNICA).....	6
PRACTICA 2: EL SISTEMA SOLAR (VISITA TECNICA).....	10
PRACTICA 3: LA TIERRA SOLIDA Y FLUIDA (VISITA TECNICA).....	13
PRACTICA 4: INTERFAZ DE ESTEREOMICROSCOPIO.....	16
PRACTICA 5: INTERFAZ DE MICROSCOPIO Y SOFTWARE.....	31
PRACTICA 6: IDENTIFICACIÓN DE MINERALES.....	37
PRACTICA 7: LÍNEA DE BECKE Y EL ÍNDICE DE REFRACCIÓN.....	41
PRACTICA 8: INTRODUCCIÓN A LAS ROCAS.....	43
PRACTICA 9: IDENTIFICACIÓN DE ROCAS ÍGNEAS.....	47
PRACTICA 10: IDENTIFICACIÓN DE ROCAS SEDIMENTARIAS.....	51
PRACTICA 11: IDENTIFICACIÓN DE ROCAS METAMÓRFICAS.....	55
PRACTICA 12: MARTILLO SCHMIDT.....	59
PRACTICA 13: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD DE ESPECÍMENES DE TESTIGOS DE ROCA INTACTOS EN COMPRESIÓN UNIAXIAL.....	64
PRACTICA 14: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TRIAXIAL NO DRENADA DEL NÚCLEO ROCOSO.....	69
PRACTICA 15: MAPAS GEOLÓGICOS (VISITA TÉCNICA).....	72
PRACTICA 16: VULCANISMO (VISITA TÉCNICA).....	76
PRACTICA 17: MONTAÑAS Y TEORÍAS OROGÉNICAS (VISITA TÉCNICA).....	79



ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.

ILUSTRACIÓN 1. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO: ESTEREOMICROSCOPIO LEICA EZ4 E O LEICA EZ4 W.....	16
ILUSTRACIÓN 2. MODELO: EZ4 E Y EZ4 W.....	17
ILUSTRACIÓN 3. ENTRADA DE CONEXIÓN DE EQUIPO.....	17
ILUSTRACIÓN 4. EQUIPO GUARDADO CORRECTAMENTE.....	18
ILUSTRACIÓN 5. COMPARACIÓN DE IMAGEN.....	18
ILUSTRACIÓN 6. UTILIZACIÓN DE OCULARES.....	18
ILUSTRACIÓN 7. CENTRO DE PLACA BASE.....	19
ILUSTRACIÓN 8. OPCIONES DE ILUMINACIÓN LED.....	19
ILUSTRACIÓN 9. IMÁGENES EN ORDEN: PULSAR 1 VEZ, PULSAR 2 VECES, PULSAR 3 VECES, PULSAR 4 VECES, PULSAR 1 VEZ.....	20
ILUSTRACIÓN 10. MANDO DE ENFOQUE.....	21
ILUSTRACIÓN 11. RANGO DE ZOOM.....	21
ILUSTRACIÓN 12. DISTANCIA IDEAL DE TRABAJO.....	21
ILUSTRACIÓN 13. MENÚ BÁSICO DEL EQUIPO.....	22
ILUSTRACIÓN 14. MENÚ BÁSICO DEL EQUIPO- FUNCIÓN.....	22
ILUSTRACIÓN 15. DIFERENTES ENTRADAS DE EQUIPO.....	23
ILUSTRACIÓN 16. FRONTAL.....	23
ILUSTRACIÓN 17. PUERTO USB DE LA CÁMARA.....	24
ILUSTRACIÓN 18. LUZ DE ESTADO EN COLOR ROJO.....	24
ILUSTRACIÓN 19. LUZ DE ESTADO EN COLOR VERDE.....	25
ILUSTRACIÓN 20. LUZ DE ESTADO EN COLOR VERDE.....	26
ILUSTRACIÓN 21. RANURA DE MEMORIA SD.....	26
ILUSTRACIÓN 22. LUZ VERDE DE BOTÓN DE CAPTURA.....	26
ILUSTRACIÓN 23. INDICADOR DE CAPTURA DE IMAGEN.....	27
ILUSTRACIÓN 24. ENTRADA DE CABLE HDMI.....	27
ILUSTRACIÓN 25. EQUILIBRADO DE BLANCOS.....	28
ILUSTRACIÓN 26. AJUSTES DE FÁBRICA.....	28
ILUSTRACIÓN 27. INDICADOR DE WIFI.....	29
ILUSTRACIÓN 28. ENTRADA ETHERNET.....	29
ILUSTRACIÓN 29. ENCENDIDO DE MODO ETHERNET.....	30
ILUSTRACIÓN 30. MICROSCOPIO DIGITAL LEICA DVM 6.....	31
ILUSTRACIÓN 31. DIMENSIONES DE EQUIPO EN MM.....	32
ILUSTRACIÓN 32. REPRESENTACIÓN DE CAMBIO DE OBJETIVO.....	33
ILUSTRACIÓN 33. MOVIMIENTO DEL EQUIPO.....	33
ILUSTRACIÓN 34. RANGO DE ZOOM DEL EQUIPO.....	34
ILUSTRACIÓN 35. ANÁLISIS EN 2D Y 3D MEDIANTE SOFTWARE.....	36
ILUSTRACIÓN 36. ESTEREOMICROSCOPIO.....	38
ILUSTRACIÓN 37. MICROSCOPIO DIGITAL LEICA DVM 6.....	42
ILUSTRACIÓN 38. ESTEREOMICROSCOPIO.....	44
ILUSTRACIÓN 39. ESTEREOMICROSCOPIO.....	48
ILUSTRACIÓN 40. ESTEREOMICROSCOPIO.....	52



MANUAL DE PRACTICAS GEOLOGIA



ILUSTRACIÓN 41. ESTEREOMICROSCOPIO.....	56
ILUSTRACIÓN 42.MARTILLO DE SCHMIDT.....	59
ILUSTRACIÓN 43.SOORTE PARA TESTIGOS DE ROCA.....	60
ILUSTRACIÓN 44.GRÁFICO DE CORRELACIÓN PARA EL MARTILLO SCHMIDT ENTRE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, DENSIDAD DE LA ROCA Y REBOTE.	61
ILUSTRACIÓN 45.CLASIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA SEGÚN LA ISRM.	62
ILUSTRACIÓN 46.VALORES TÍPICOS DE NUMERO DE REBOTES MEDIDOS CON MARTILLO TIPO L PARA DIFERENTES ROCAS.....	63
ILUSTRACIÓN 47.SISTEMA AUTOMÁTICO UNIAXIAL Y TRIAXIAL.....	64
ILUSTRACIÓN 48.SISTEMA AUTOMÁTICO UNIAXIAL Y TRIAXIAL.....	69



ÍNDICE DE TABLAS.

TABLA 1. TABLA DE DATOS: MINERALES.....	39
TABLA 2. TABLA DE DATOS: ROCAS.....	45
TABLA 3. TABLA DE DATOS: ROCAS ÍGNEAS.....	49
TABLA 4. TABLA DE DATOS: ROCA SEDIMENTARIA.....	53
TABLA 5. TABLA DE DATOS: ROCA METAMÓRFICA.....	57



PRACTICA 1: MATERIA Y ENERGÍA (VISITA TÉCNICA).

Entendemos como materia a todo lo que tenga masa y ocupe espacio, y por energía a los cambios que la materia sufre y que involucren ganancia o pérdida de energía. Enfocándonos a la generación de energía eléctrica en El Salvador se produce energía de varias maneras, una de ellas es la generación de energía mediante las centrales geotérmicas. La generación de energía mediante las centrales geotérmicas es una manera ecológica y agradable al ambiente. Dichas centrales son auxiliadas por reservorios geotermales, estos no solo sirven para la generación de energía eléctrica ya que se les puede dar diferentes utilidades como temperar invernaderos, beneficiar en los criaderos de peces, secar madera, entre otros.

OBJETIVOS.

- Estudiar la historia de la obtención de energía a través del calor interno de la tierra.
- Conocer cómo funciona la central geotérmica para la obtención de energía eléctrica.

PROCEDIMIENTO.

Para realizar la visita técnica se debe cumplir lo siguiente:

- Ir adecuadamente vestido/a:
 - a. Casco.
 - b. Chaleco.
 - c. Gafas protectoras.
- No interferir en las actividades de los técnicos que se encuentren en las áreas exclusivas para ellos.
- No manipular equipo o instrumento mientras no sea autorizado para ello.
- Tener un buen comportamiento para evitar accidentes dentro de las instalaciones.
- No llevar bebidas embriagantes.
- Depositar la basura en su lugar o llevar una bolsa para recoger basura y desperdicios que genere. Así ayudara a mantener limpia las instalaciones.

Se realizara una visita técnica a la central geotérmica, tomando en cuenta los siguientes criterios para la elaboración de la bitácora de campo (Ver formato de reporte en anexos).

- a. Nombre de central geotérmica: _____.



- b. Ubicación de central geotérmica: _____.
- c. Hora de salida a visita técnica: _____.
- d. Hora de llegada a la central geotérmica: _____.
- e. Describa las diferentes fases del proceso de generación de energía eléctrica en la central geotérmica, tomando en cuenta lo siguiente:
 - i. Proceso de generación de energía en la central geotérmica y objetivos en cada una de sus fases.
 - ii. Parámetros y normas para desempeñar el proceso de generación en la central geotérmica.
 - iii. Equipos con los que cuenta central geotérmica.
 - iv. Administración y manejo de la sala de control de la central geotérmica.
 - v. Sistemas con los que cuenta la sala de control para realizar el monitoreo en todas las instalaciones.
 - vi. Distribución de la energía producida en la central geotérmica.
 - vii. Datos o cálculos necesarios para la obtención de energía, tales como:
 - 1. Presión a la que se maneja el vapor de agua utilizado diariamente.
 - 2. Cantidad de energía generada diariamente.
 - 3. Áreas o zonas a cubrir a partir de la energía generada, etc.
- f. Hora de salida de la central geotérmica: _____.
- g. Hora de llegada a la Facultad Multidisciplinaria Oriental: _____.



CUESTIONARIO

Luego de realizar el reporte de campo, contestar y analizar las siguientes interrogantes en base a los datos e información obtenida en la central geotérmica según su criterio:

- a. ¿Cuál es la historia de la energía geotérmica y como comenzó su desarrollo?

- b. ¿Cuáles son las ventajas de la energía geotérmica?

- c. ¿Cómo se relacionan las placas tectónicas en la producción de energía geotérmica?

- d. ¿Qué relación tienen los volcanes y las dorsales oceánicas en la producción de energía geotérmica?

- e. ¿Cómo se relaciona la profundidad bajo tierra y la temperatura en la producción de energía geotérmica?

- f. ¿Cuál es el papel de los fluidos subterráneos en una central geotérmica?



MANUAL DE PRACTICAS GEOLOGIA



g. ¿Qué condiciones se deben tener para encontrar un reservorio geotermal?

h. ¿Por qué al ascender los fluidos subterráneos a la superficie, estos se transforman en vapor?

i. ¿Por qué es necesario que el fluido extraído se devuelva bajo tierra en una planta geotérmica?

j. ¿Qué otras utilidades puede tener un reservorio geotermal?

Nota: Entregar respuestas de cuestionario anexo al reporte.



PRACTICA 2: EL SISTEMA SOLAR (VISITA TÉCNICA).

El sistema solar es un tema muy amplio ya que dentro de él se toman en cuenta diferentes temas e historia, por ejemplo: planetas terrestres y mayores, satélites, asteroides, cometas, velocidades de escape, etc. El Observatorio en San Juan Talpa ha sido el proyecto que más trabajo demandó de los socios de ASTRO. Todo inició con la donación hecha por la familia del Dr. Prudencio Llach, de un telescopio Cassegrain de 30 cm de la marca Tinsley Lab, junto con su montura y su cúpula. Esto dio paso a la búsqueda de un terreno apropiado para construir un parque que albergara no sólo a los socios sino al público general interesado por las maravillas de los cielos, con el tiempo se fue estructurando y creando la Asociación Salvadoreña de Astronomía.

OBJETIVOS.

- Conocer el funcionamiento de los diversos equipos que se manejan dentro de las instalaciones del Observatorio Astronómico de El Salvador (ASTRO).
- Comprender los diferentes conceptos que se manejan sobre el tema del Sistema Solar en el Observatorio Astronómico de El Salvador (ASTRO).

PROCEDIMIENTO.

Para realizar la visita técnica se debe cumplir lo siguiente:

- Ir adecuadamente vestido/a.
- Respetar las áreas exclusivas para los asociados (Terrazas de observación y parqueo adyacente).
- No interferir en las actividades de los asociados que se encuentren en las áreas exclusivas para ellos.
- No manipular equipo o instrumento mientras no sea autorizado para ello.
- No llevar bebidas embriagantes.
- Únicamente utilice lámparas que den luz roja para no interferir en las actividades de observación y/o astrofotografías.
- No jugar con punteros laser; podría dañar los ojos de las demás personas o interferir con el desarrollo de la práctica.
- Tener un buen comportamiento para evitar accidentes dentro de las instalaciones.



- Depositar la basura en su lugar o llevar una bolsa para recoger basura y desperdicios que genere. Así ayudara a mantener limpia las instalaciones.

Se realizara una visita técnica a la instalaciones del Observatorio Astronómico de El Salvador (ASTRO), tomando en cuenta los siguientes criterios para la elaboración de la bitácora de campo (Ver formato de reporte en anexos).

- a. Nombre de Observatorio Astronómico de El Salvador: _____.
- b. Ubicación de Observatorio Astronómico de El Salvador: _____.
- c. Hora de salida a visita técnica: _____.
- d. Hora de llegada a las instalaciones del Observatorio Astronómico de El Salvador: _____.
- e. Describa los diferentes fases del proceso técnico-administrativo que se realiza dentro de las instalaciones del Observatorio Astronómico de El Salvador, tomando en cuenta lo siguiente:
 - i. Equipos con los que cuenta ASTRO y su funcionamiento.
 - ii. Proyectos e investigaciones que realiza ASTRO.
 - iii. Monitoreo de diferentes eventos del sistema solar.
- f. Hora de salida de las instalaciones del Observatorio Astronómico de El Salvador: _____.
- g. Hora de llegada a la Facultad Multidisciplinaria Oriental: _____.



CUESTIONARIO

Luego de realizar el reporte de campo, contestar y analizar las siguientes interrogantes en base a los datos e información obtenida en las instalaciones del Observatorio Astronómico de El Salvador según su criterio:

- a. ¿Cuál es la historia del Observatorio Astronómico de El Salvador?

- b. ¿Qué tan importante es el estudio del sistema solar en El Salvador y que tanto se ha estudiado sobre el tema?

- c. ¿Cómo relaciona el estudio del sistema solar con el Observatorio Astronómico de El Salvador?

Nota: Entregar respuestas de cuestionario anexo al reporte.



PRACTICA 3: LA TIERRA SOLIDA Y FLUIDA (VISITA TÉCNICA).

Cuando hablamos de la tierra sólida mencionamos la estructura de ella, la formación de la tierra cuenta con una distribución de elementos en función de su densidad. Las capas fluidas de la tierra hacen referencia a la hidrosfera y a la atmósfera de la tierra. El Ministerio de medio ambiente y recursos naturales de El Salvador cuenta con Observatorio Ambiental, área encargada de apoyar la gestión ambiental y la gestión de riesgos mediante la observación sistemática de las amenazas relacionadas con fenómenos meteorológicos, hidrológicos, geológicos, oceanográficos, y de calidad de agua y aire. Mediante el monitoreo diario, se da a conocer el resumen diario de las principales condiciones hidrometeorológicas, geológicas y oceanográficas a las cuales realiza monitoreo constante el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). La información que se explica diariamente es la relacionada al pronóstico meteorológico, inundaciones, deslizamientos; así como información sobre la perspectiva climática, monitoreo volcánico y la sismicidad sentida.

OBJETIVOS.

- Comprender el funcionamiento de diferentes instrumentos y equipos para la observación de la tierra y tiempo meteorológico dentro de las instalaciones del Observatorio Ambiental.

PROCEDIMIENTO.

Para realizar la visita técnica se debe cumplir lo siguiente:

- Ir adecuadamente vestido/a:
 - a. Casco.
 - b. Chaleco.
- No interferir en las actividades de los técnicos que se encuentren en las áreas exclusivas para ellos.
- No manipular equipo o instrumento mientras no sea autorizado para ello.
- Tener un buen comportamiento para evitar accidentes dentro de las instalaciones.
- No llevar bebidas embriagantes.



- Depositar la basura en su lugar o llevar una bolsa para recoger basura y desperdicios que genere. Así ayudara a mantener limpia las instalaciones.

Se realizara una visita técnica a las instalaciones del Observatorio Ambiental, tomando en cuenta los siguientes criterios para la elaboración de la bitácora de campo (Ver formato de reporte en anexos).

- a. Nombre del Observatorio Ambiental: _____.
- b. Ubicación de las instalaciones del Observatorio Ambiental: _____.
- c. Hora de salida a visita técnica: _____.
- d. Hora de llegada a las instalaciones del Observatorio Ambiental: _____.
- e. Describa las diferentes fases del proceso monitoreo que se realiza en las instalaciones del Observatorio Ambiental, tomando en cuenta lo siguiente:
 - i. Parámetros y normas para desempeñar el proceso de monitoreo en las instalaciones.
 - ii. Equipos e instrumentos con los que cuenta el Observatorio Ambiental.
 - iii. Administración y manejo de la sala de control del Observatorio Ambiental.
 - iv. Sistemas con los que cuenta la sala de control para realizar el monitoreo en todas las instalaciones.
 - v. Datos o cálculos necesarios para las diferentes investigaciones y proyectos que se realiza diariamente mediante el rastreo de diversos fenómenos.
 - vi. Fenómenos comunes rastreados por el Observatorio Ambiental.
 - vii. Cambios en los datos obtenidos a través de los años y su impacto.
- f. Hora de salida de las instalaciones del Observatorio Ambiental: _____.
- g. Hora de llegada a la Facultad Multidisciplinaria Oriental: _____.



CUESTIONARIO

Luego de realizar el reporte de campo, contestar y analizar las siguientes interrogantes en base a los datos e información obtenida en la Observatorio Ambiental según su criterio:

- a. ¿Por qué es de gran importancia el monitoreo de diversos fenómenos que afectan a la tierra?

- b. ¿Cómo relaciona el tema de Tierra sólida y fluida con la visita al Observatorio Ambiental?

Nota: Entregar respuestas de cuestionario anexo al reporte.



PRACTICA 4: INTERFAZ DE ESTEREOMICROSCOPIO.

Los estereomicroscopios proporcionan una solución de equipo móvil en el aula de ciencias. Las cámaras de 5 megapíxeles integradas pueden transmitir imágenes HD a las tabletas o smartphones de los alumnos.

Los estudiantes pueden conectarse a EZ4 W a través de su propia señal Wi-Fi o a la red local. El modelo EZ4 E utiliza exclusivamente la red local (WLAN o LAN) para permitir a los estudiantes conectarse al microscopio.

OBJETIVOS.

- Comprender la instalación, manejo y conservación del equipo de laboratorio.

EQUIPO.

- Estereomicroscopio Leica EZ4 E o Leica EZ4 W.



Ilustración 1. Descripción del equipo: Estereomicroscopio Leica EZ4 E o Leica EZ4 W.



1. Oculares para observar con gafas hasta 10x.
2. Cámara digital integrada con ranura para tarjeta SD.
3. Panel de selección del modo

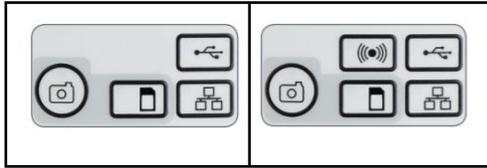


Ilustración 2. Modelo: EZ4 E y EZ4 W

4. Asa de transporte.
5. Rango de zoom.
6. Receptor de IR para control remoto opcional.
7. Mando de enfoque.
8. LED de iluminación periscópica integrado.
9. Control de la iluminación.
10. LED de iluminación diascópica integrado.

TRANSPORTE, INSTALACIÓN Y CONSERVACIÓN.

El equipo de laboratorio este equipo con un asa que permite un transporte cómodo y seguro.

1. Coloque el microscopio sobre una placa de platina plana.
2. Introduzca la conexión a la red en un enchufe a tierra.



Ilustración 3. Entrada de conexión de equipo.

3. Tras la utilización enrolle el cable.
4. Guarde el equipo protegido del polvo.



Ilustración 4. Equipo guardado correctamente.

DISTANCIA INTERPUPILAR CORRECTA.

La distancia interpupilar está ajustada correctamente, si al observar una muestra ve una imagen circular.

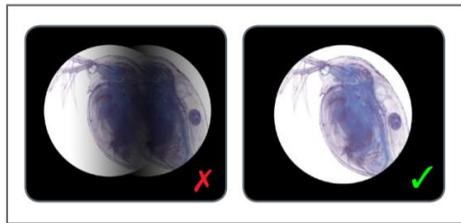


Ilustración 5. Comparación de imagen.

Nota: Si utiliza gafas, eche las conchas de ocular hacia atrás, en caso contrario, échelas hacia adelante.

1. Mire a través de los oculares.
2. Sujete los oculares con ambas manos. Acerque los oculares entre sí o sepárelos, hasta que vea una imagen circular.



Ilustración 6. Utilización de oculares.

ILUMINACIÓN LED.

Si no se acciona la iluminación durante 60 minutos, se desconecta automáticamente. Para volverla a activar basta con pulsar el botón del teclado de lámina.

1. Coloque una muestra en el centro de la placa de base.



Ilustración 7. Centro de placa base.

2. Conecte o desconecte a su gusto los dos dispositivos de iluminación LED.

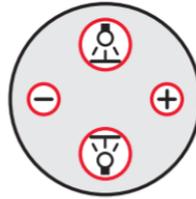


Ilustración 8. Opciones de iluminación LED.

Nota: Se presenta los siguientes consejos para la utilización:

- a. Utilice episcopía para objetos plásticos opacos.
- b. Utilice diascopía para preparaciones con diascopía u objetos transparentes.
- c. Utilice ambas iluminaciones LED combinadas para objetos semi-transparentes.

Desactivar la desconexión automática.

Si desea desactivar la desconexión automática, siga los pasos que se indican a continuación:

1. Desconecte el microscopio.
2. Mantenga presionados simultáneamente los botones “+” y “-“, y del control de la luz mientras conecta el microscopio. Los LED parpadean lentamente dos veces y, a continuación, permanecen encendidos. La desconexión automática está ahora desactivada.

Activar la desconexión automática.

Si desea volver a activar la desconexión automática, siga los pasos que se indican a continuación:

1. Desconecte el microscopio.
2. Mantenga presionados simultáneamente los botones “+” y “-“, y del control de la luz mientras conecta el microscopio. Los LED parpadean rápidamente tres veces y, a continuación, permanecen encendidos. La desconexión automática se ha vuelto a activar.



TIPOS DE ILUMINACIÓN.

Iluminación episcópica de tres posiciones.

La iluminación episcópica consta de 5 LED. Según el modo elegido se encenderán 5, 3 o 2 de los diodos. El haz de luz incidirá así sobre la preparación desde inclinado hasta rasante.

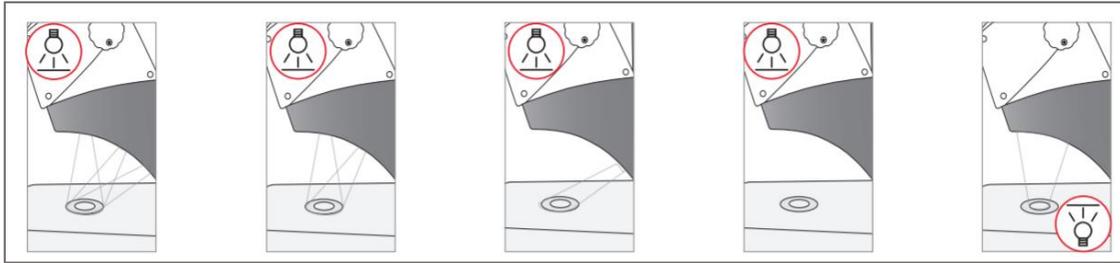


Ilustración 9. Imágenes en orden: Pulsar 1 vez, Pulsar 2 veces, Pulsar 3 veces, Pulsar 4 veces, Pulsar 1 vez.

Pulsar 1 vez: Cinco diodos, máximo brillo para objetos de luz episcópica.

Pulsar 2 veces: Tres diodos superiores, iluminación sin sombras proyectadas de objetos de superficie muy rugosa.

Pulsar 3 veces: Dos diodos, luz rasante que resalta las estructuras y aumenta el contraste.

Pulsar 4 veces: Episcopía desconectada.

Pulsar 1 vez: Diascopía conectada para objetos transparentes y muestras con diascopía.

ENFOQUE.

Al enfocar, el microscopio estereoscópico se eleva o se baja gracias al mando de enfoque. Cuando la muestra se encuentra en el foco del objetivo, se mostrará de forma nítida. El mando de enfoque se puede manejar tanto con la mano izquierda como con la derecha. Se debe coger con ambas manos los botones de accionamiento y girarlos de forma que queden uno enfrente del otro, hasta que se alcance la resistencia deseada al enfocar.



Ilustración 10. Mando de enfoque.

1. Coloque el rango de zoom en la posición más baja.



Ilustración 11. Rango de zoom.

2. Ajuste una distancia de trabajo de aprox. 100 mm para realizar un enfoque aproximado.

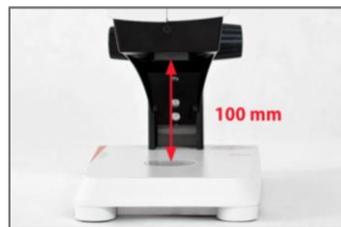


Ilustración 12. Distancia ideal de trabajo.

3. Ajuste en rango de zoom en la segunda posición.
4. Utilice de nuevo el mando de enfoque para el enfoque micrométrico.

Después de haber ajustado la nitidez para un gran aumento, esta permanece constante incluso al cambiar el factor de aumento (parfocal).



INDICADORES DEL EQUIPO.

La cámara de alta definición (HD) de Leica ofrece numerosas posibilidades de aplicación y condiciones de uso. A continuación se recogen varios conceptos básicos que le ayudarán a obtener el mejor rendimiento posible en su aplicación.

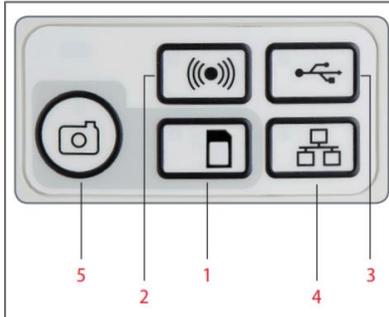


Ilustración 13. Menú básico del equipo.

1. Modo SD O Captura en la tarjeta SD O Utilización de control remoto.
2. Modo WiFi (solo disponible para EZ4 W) O Conexión inalámbrica con el dispositivo inalámbrico (tablet, teléfono, PC).
3. Modo USB O Conexión por cable con el PC.
4. Modo Ethernet O Conexión por cable con la red externa.
5. Botón Capturar O Captura la imagen en la tarjeta SD Información básica.

Nota: Tener en cuenta que la conexión directa con una pantalla HD es posible en todos los modos. La relación de aspecto es de 16:9, con excepción del modo USB, en el que la relación de aspecto es de 4:3.

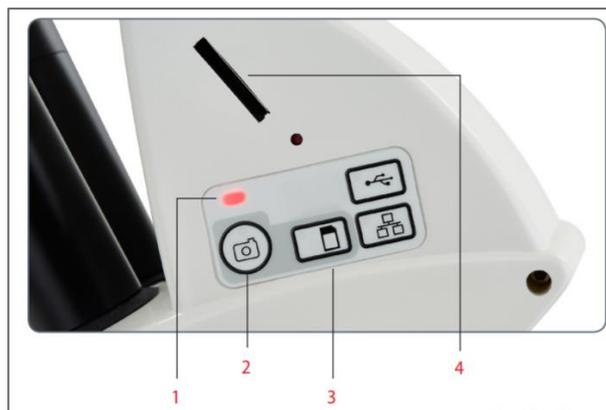


Ilustración 14. Menú básico del equipo- función.

1. Indicador de estado del LED O El parpadeo del color rojo indica que se está iniciando O El color verde indica que está preparado.



2. Botón Capturar para la captura de la tarjeta SD.
3. Panel de selección del modo.
4. Ranura de la tarjeta SD.



Ilustración 15. Diferentes entradas de equipo.

1. HDMI para conectar el cable HDMI suministrado.
2. Enchufe de Ethernet para conectar un cable de Ethernet (cable no suministrado).
3. USB para conectar el cable USB suministrado

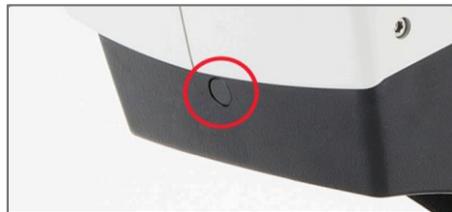


Ilustración 16. Frontal.

Puerto de infrarrojos: recibe señal del control opcional.

PROYECCIÓN DE IMAGEN.

Modo USB: Captura y ajuste de imágenes con ordenador.

Los oculares de 10× tienen un campo visual circular fijo de 18 mm o más de diámetro. Sin embargo, el campo visual del Leica EZ4 E o Leica EZ4 W es rectangular, con una diagonal de 16,4 mm, a fin de garantizar un campo uniforme en la imagen digital. Por consiguiente, el campo



de imagen de la cámara es más reducido que el campo del objeto que se observa a través de los oculares. Instalación y conexión.

1. Introduzca el CD suministrado en el ordenador y siga las instrucciones para cargar el software.
3. Introduzca el cable USB suministrado en el puerto USB de la cámara y conecte el otro extremo del cable al puerto USB 2.0 del ordenador.



Ilustración 17. Puerto USB de la cámara.

4. Encienda el microscopio EZ4 E o EZ4 W. La luz de estado parpadeará de color rojo. Espere hasta que la luz de estado pase a ser de color verde y hasta que uno de los botones de modo también adopte el color verde. Este procedimiento puede durar unos 30 segundos.



Ilustración 18. Luz de estado en color rojo.

5. Si un botón del modo distinto del modo USB se ilumina de color verde, a continuación, pulse el botón del modo USB y espere hasta que el LED de estado y el botón del modo USB pasen a ser de color verde.

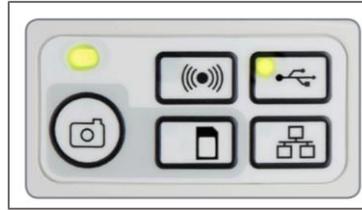


Ilustración 19. Luz de estado en color verde.

6. Estará preparado para iniciar el software Leica. Siga las instrucciones del software para ajustar y capturar imágenes.
7. Mientras se encuentra en el modo USB, puede conectar el cable HDMI suministrado de la cámara a un monitor HD o un proyector HD para compartir la imagen.

Nota: la tarjeta SD no se puede grabar ni leer en el PC. Consulte el "Modo SD" para grabar y leer la tarjeta SD. Tener en cuenta que el coeficiente del aspecto de la imagen mientras se encuentra en el modo USB es de 4:3. Para evitar la distorsión, si el proyector o el monitor se ajustan con un coeficiente del aspecto de 16:9, necesitará ajustar el coeficiente del aspecto del proyector o del monitor como 4:3 mediante los controles del proyector o del monitor. Modo USB: captura y ajuste de imágenes con un ordenador. Tener en cuenta que la resolución de la imagen en el proyector o en el monitor HD está limitada al ajuste de la resolución de la imagen en vivo en el software.

Modo SD: Captura de imágenes sin ordenador o sin un dispositivo inalámbrico.

Para utilizar este modo es necesario tener una tarjeta SD (no suministrada) con memoria libre. Si la tarjeta de memoria SD está llena, el LED del botón de captura no se iluminará de color verde y no será posible capturar más imágenes.

Para realizar la conexión del cable de alimentación siga los siguientes pasos:

1. Encienda el microscopio EZ4 E o EZ4 W.
2. La luz de estado parpadeará de color rojo. Espere hasta que la luz de estado pase a ser de color verde y hasta que uno de los botones de modo también adopte el color verde. Este procedimiento puede durar unos 30 segundos.
3. Si un botón de modo distinto del modo SD se ilumina de color verde, a continuación, pulse el botón del modo SD y espere hasta que el LED de estado y el botón del modo SD pasen a ser de color verde.



Ilustración 20. Luz de estado en color verde.

4. Introduzca la tarjeta de memoria SD en la ranura del lateral del modelo Leica EZ4 E o EZ4 W hasta encajarla en su sitio.



Ilustración 21. Ranura de memoria SD.

El LED del botón de captura cambiará a color verde. El Leica EZ4 E o Leica EZ4 W ya está listo para capturar imágenes en la tarjeta de memoria SD.



Ilustración 22. Luz verde de botón de captura.

Enfoque el microscopio con un aumento elevado y, a continuación, cambie al aumento con el que desea capturar la imagen. No reenfoque el microscopio. También puede usar la salida HDMI y una pantalla HD (no suministrada) como ayuda para el enfoque.

5. Para capturar una imagen en la tarjeta de memoria SD pulse suavemente el botón de captura situado en el lateral de la cámara Leica EZ4 E o EZ4 W.
 - a. Se emitirá un sonido que le avisa de que ha pulsado el botón.
 - b. El LED de estado parpadeará en color rojo mientras se captura la imagen.



Ilustración 23. Indicador de captura de imagen.

- c. Se emitirá otro sonido una vez que el Leica EZ4 E o Leica EZ4 W haya capturado la imagen y el LED de estado volverá a iluminarse de color verde.

La imagen queda así guardada en la tarjeta SD. Las imágenes que se encuentran en la tarjeta SD se pueden visualizar mediante el control remoto opcional.

6. Mientras se encuentra en el modo SD, puede conectar el cable HDMI suministrado de la cámara a un monitor HD o un proyector HD para compartir la imagen.

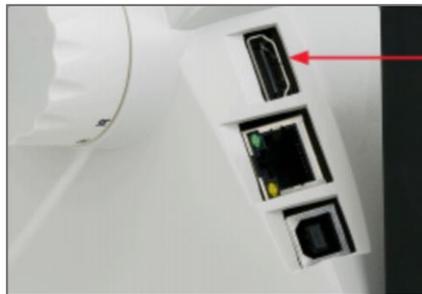


Ilustración 24. Entrada de cable HDMI.

Para realizar un ajuste de nuevo equilibrado de blancos:

Compruebe que no haya ninguna muestra en la trayectoria de haces y que haya una iluminación estándar al reiniciar la cámara. Mantenga pulsado el botón de captura durante 5 segundos. Espere a que suene el pitido. Se ha ajustado un nuevo equilibrado de blancos.



Ilustración 25. Equilibrado de blancos.

Para realizar un restablecimiento de los ajustes de fábrica:

Mantenga pulsado el botón de servicio durante 5 segundos. Espere a que suene el pitido. Los ajustes de la cámara se repondrán a la configuración de fábrica.



Ilustración 26. Ajustes de fábrica.

Modo WiFi: captura y ajuste de imágenes con un dispositivo inalámbrico.

1. Encienda el microscopio.
2. La luz de estado parpadeará de color rojo. Espere hasta que la luz de estado pase a ser de color verde y hasta que uno de los botones de modo también adopte el color verde. Este procedimiento puede durar unos 30 segundos.
3. Si un botón de modo distinto del modo WiFi se ilumina de color verde, a continuación, pulse el botón del modo WiFi y espere hasta que el LED de estado y el botón del modo WiFi pasen a ser de color verde.

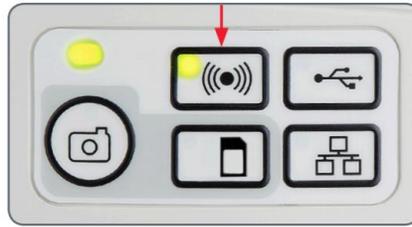


Ilustración 27. Indicador de Wifi.

4. Siga las instrucciones del dispositivo de visualización WiFi para conectar con la red WiFi interna de la cámara.

Nota: La contraseña de WiFi: leicamicro.

5. Abra la aplicación correspondiente en el dispositivo móvil o el software en cuestión en el PC habilitado para la conexión inalámbrica para visualizar, capturar y ajustar la imagen de la cámara.

Modo Ethernet: Captura y ajuste de imágenes con una red.

1. Conecte un extremo de un cable Ethernet (no suministrado) con la cámara y el otro extremo del cable con la conexión Ethernet del equipo.



Ilustración 28. Entrada Ethernet.

2. Encienda el microscopio Leica EZ4 E o EZ4 W.
3. La luz de estado parpadeará de color rojo. Espere hasta que la luz de estado pase a ser de color verde y hasta que uno de los botones de modo también adopte el color verde. Este procedimiento puede durar unos 30 segundos.
4. Si un botón de modo distinto del modo Ethernet se ilumina de color verde, a continuación, pulse el botón del modo Ethernet y espere hasta que el LED de estado y el botón del modo Ethernet pasen a ser de color verde.

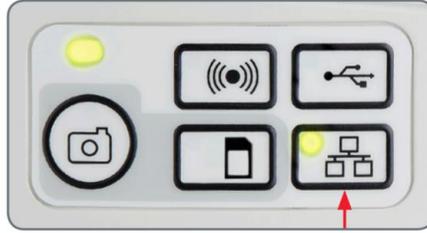


Ilustración 29. Encendido de modo Ethernet.

5. Siga las instrucciones del equipo compatible con la red para conectar con la red correspondiente y seleccionar la cámara.
6. Abra la aplicación correspondiente en el dispositivo móvil o el software en cuestión en el PC habilitado para la conexión inalámbrica para visualizar, capturar y ajustar la imagen de la cámara.



PRACTICA 5: INTERFAZ DE MICROSCOPIO Y SOFTWARE.

El microscopio digital puede crear fácilmente mediciones en 2D, análisis en 3D a las estructuras de superficies y anotaciones en la imagen mediante el uso de software. Esto es importante para el análisis de muestras de mano recolectadas mediante diferentes visitas de técnicas.

OBJETIVOS

- Comprender la instalación, manejo y conservación del equipo de laboratorio.

EQUIPO.

- Microscopio digital Leica DVM 6.

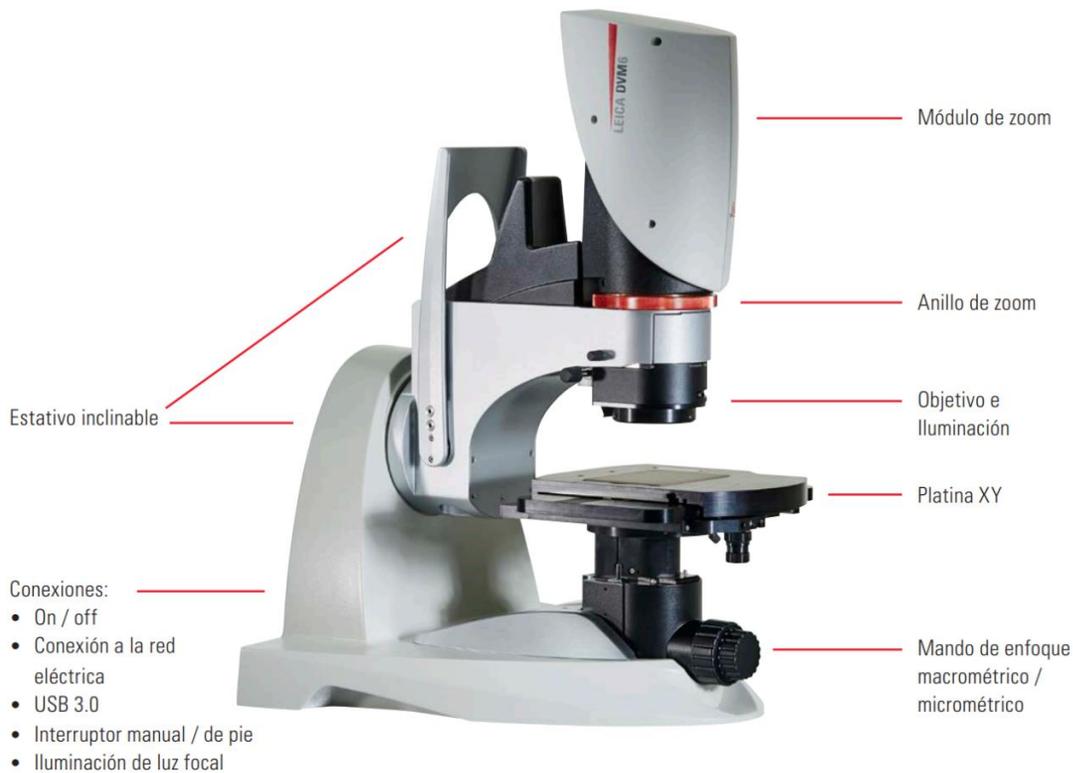


Ilustración 30. Microscopio digital Leica DVM 6



PROCEDIMIENTO.

Dimensiones de equipo.

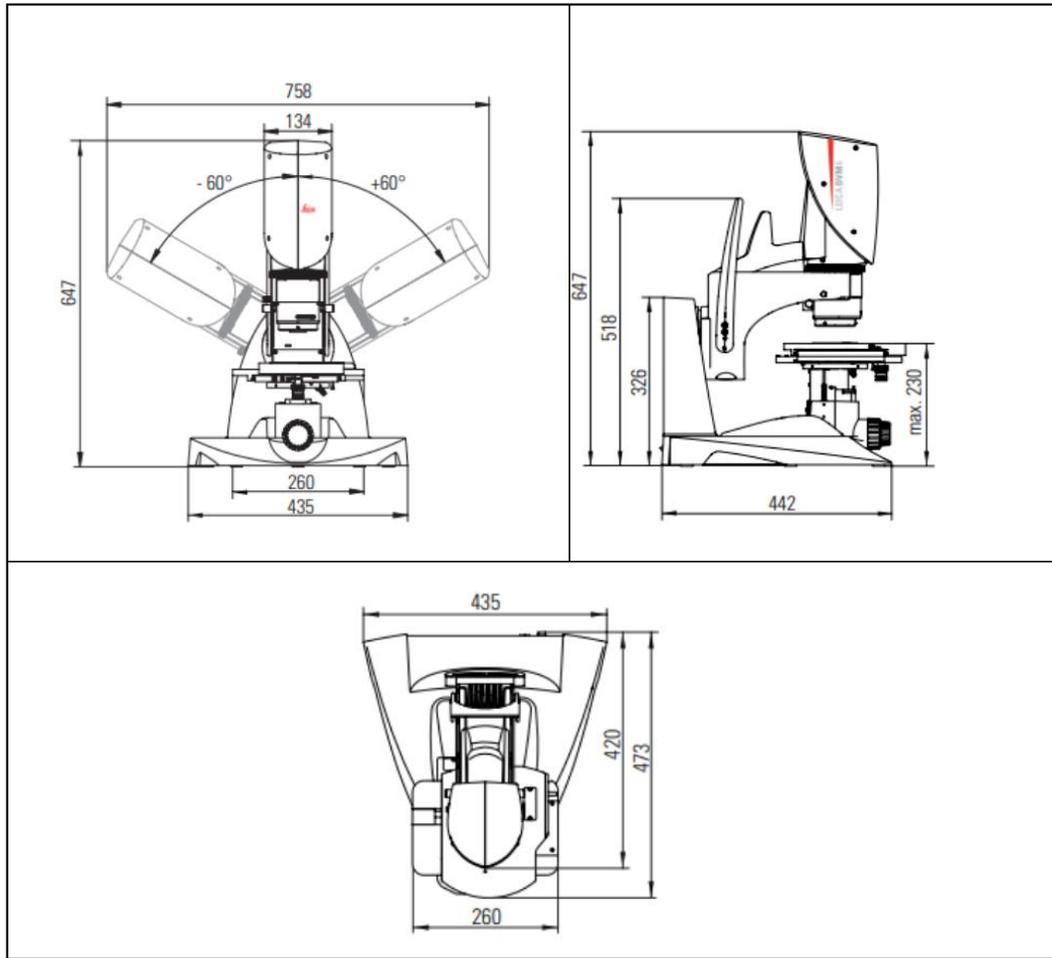


Ilustración 31. Dimensiones de equipo en mm.

Uso del equipo.

1. Cambio de objetivo.



Ilustración 32. Representación de cambio de objetivo.

2. Deslice el objetivo para cambiar a otro diferente. El movimiento se debe realizar con una sola mano, sin necesidad de reiniciar el sistema. No se necesita de ajustes adicionales.



Ilustración 33. Movimiento del equipo.

3. El ángulo de observación se puede inclinar fácilmente. Solo tiene que concentrarse en la pantalla para estudiar la muestra. Por defecto, el eje de inclinación se encuentra alineado con el punto focal para que pueda observar la muestra, siempre enfocada, desde cualquier ángulo entre -60° y $+60^\circ$. Gire la platina y explore la muestra desde perspectiva completamente nuevas. Esto ayudara a encontrar los detalles que está buscando.

Objetivos apocromáticos planos.

- ✓ Plan APO FOV 43.75: El objetivo para una máxima visión general (con campo visual de 45 mm de diagonal).



- ✓ Plan APO FOV 12.55: El caballo de batalla con un gran rango de aumento (40x-675x) a gran distancia de trabajo (33 mm).
- ✓ Plan APO FOV 3.60: Ideal para una resolución máxima (hasta 2,350x a resolución de 425 mm).

Rango de Zoom 16:1: Versatilidad extrema en el aumento.

Con un solo movimiento de rotación, puede observar 16 veces más gracias a un aumento de hasta 2.350x. El aumento real de la óptica de zoom con corrección Plan APO se visualiza en la pantalla. Esto le da una referencia perfecta de las condiciones de captura y procesamiento de imágenes.



Ilustración 34. Rango de zoom del equipo.

Posicionamiento de la platina: Navegación intuitiva.

El desplazamiento manual de la platina puede ser combinado con un preciso posicionamiento motorizado. El rango de desplazamiento se encuentra entre 70 mm x 50 mm.

Iluminación.

La iluminación que elija determinará lo que vea. Dependiendo de la muestra, de la aplicación y de la tarea, puede elegir entre distintas opciones de iluminación LED. Utilice el anillo de luz total o parcialmente en superficies con relieve, o seleccione la iluminación coaxial para muestras planas o reflectantes. Puede también combinar tipos de iluminación para revelar detalles que nunca había visto antes.



Nota: Luz coaxial proporciona: lámina de cuarto de onda para el control de clarooscuro al visualizar muestras planas o reflectantes, contraste de relieve para acentuar ligeras irregularidades, como marcas de arañazos.

Sistemas codificados.

Para ayudar a prevenir errores, todas las funciones críticas del sistema DVM6 se controlan mediante sensores. Los elementos codificados son:

- ✓ Platina XY, manual o motorizada.
- ✓ Unidad de enfoque (macrométrico/micrométrico), manual o motorizada.
- ✓ Rotación de la platina XY, ajuste continuo entre -180° y $+180^\circ$.
- ✓ Ángulo de inclinación, ajuste continuo entre -60° y $+60^\circ$
- ✓ Aumento continuo.
- ✓ Tipo de objetivo.
- ✓ Tipo de iluminación e intensidad.
- ✓ Accesorios opcionales.

Además, puede crear fácilmente mediciones en 2D, análisis en 3D y anotaciones en la imagen con el software LAS X. Exporte los resultados a una plantilla de informe Excel con un solo clic. Puede confiar en obtener mediciones correctas para cada imagen, ya que se detectan continuamente las posiciones del zoom y del objetivo y se aplica la calibración correcta. Asimismo, el aumento total se guarda y visualiza con cada imagen.

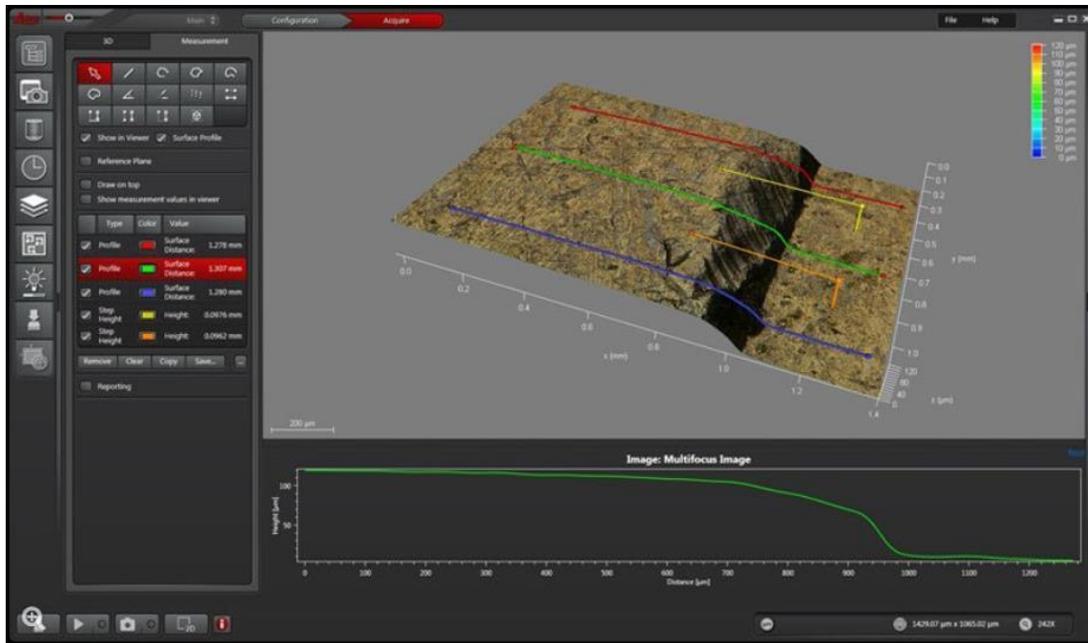


Ilustración 35. Análisis en 2D y 3D mediante software.

Profundidad de campo en imagen.

- ✓ Pila Z: El sistema detecta una serie de imágenes en distintos planos focales y, a partir del conjunto de imágenes, calcula automáticamente una imagen enfocada global, en la que se visualizan todos los elementos con un enfoque nítido. Esta imagen enfocada global contiene información de altura para cada píxel. De este modo, puede ser visualizada como un modelo en 3D para analizar la estructura de la superficie y llevar a cabo mediciones.
- ✓ LiveImageBuilder: Si no es necesaria una imagen en 3D, se puede utilizar LiveImageBuilder para generar imágenes con gran profundidad de campo en tiempo real. En este caso, el usuario inicia la captura de imágenes y puede visualizar en la pantalla la composición de la imagen mientras se desplaza en el rango de enfoque.
- ✓ Fusión digital exclusiva: Proporciona al sistema DVM6 otra opción única para la generación de las mejores imágenes. La tecnología de fusión digital combina la alta resolución con una profundidad de campo máxima (típico compromiso en otros sistemas) para la obtención de la imagen perfecta. Esto proporciona una ventaja en la observación desde distintos ángulos.



PRACTICA 6: IDENTIFICACIÓN DE MINERALES.

Un mineral es una sustancia inorgánica de origen natural que presenta para cada especie en particular una composición química o rango de composición definido, estructura atómica interna ordenada o cristalina, propiedades físicas únicas que se pueden estudiar y reconocer en muestra de mano.

Para el estudio e identificación de los minerales se requiere del conocimiento de una serie de propiedades que estos presentan empezando por su forma en cristales individuales o en grupos, hasta propiedades ópticas y composición química.

OBJETIVOS.

- Comprender como se forman los minerales, los ambientes donde cristalizan y a adquirir habilidades en la identificación de las propiedades físicas de ciertos minerales formadores de rocas.
- Reconocer los minerales por observación simple o mediante pruebas sencillas.
- Determinar las propiedades físicas de un mineral: Color, dureza, forma, hábito cristalino, brillo y peso específico.

EQUIPO.

- Estereomicroscopio Leica EZ4 E o Leica EZ4 W
- Muestras de minerales:
 - a. Calcita.
 - b. Cuarzo lechoso y cuarzo cristalino.
 - c. Galena
 - d. Fluorita.
 - e. Pirita.
 - f. Feldespato.
 - g. Plagioclasa.
 - h. Piroxeno.



Ilustración 36. Estereomicroscopio.

PROCEDIMIENTO.

1. Tome una muestra de cada mineral, identifique primero si éste es metálico o no metálico. Debe recordar que los minerales metálicos tienen brillo o lustre metálico, si no hay certeza del lustre de un mineral, probablemente es no metálico.
2. Con ayuda del estereomicroscopio, mediante el estudio y observación de cada mineral. Determine lo siguiente:
 - a. Para los minerales metálicos determine:
 - i. Dureza.
 - ii. Color.
 - iii. Propiedades de exfoliación como direcciones de exfoliación.
 - iv. Ángulos entre estas direcciones (si son a 90 grados o a diferente ángulo).
 - v. Huella con la porcelana porosa.
 - vi. Otras propiedades que usted identifique.
 - b. Para los minerales no metálicos:
 - i. Separe minerales claros de minerales oscuros.
 - ii. Dureza.
 - iii. Propiedades de exfoliación huella.
 - iv. Sistema de cristalización.
 - v. Otras propiedades que usted identifique.
3. Utilizar las siguientes tablas para anotar datos obtenidos.



MANUAL DE PRACTICAS GEOLOGIA



4. Compare y analice las siguientes diferencias entre los tipos de mineral estudiados:
 - a. Cantidad de caras cristalinas.
 - b. Forma cristalina.
 - c. Otras características que presentan las caras del mineral.
 - d. Propiedades físicas que los diferencian.
 - e. Propiedad más confiable en la identificación de cada mineral.

Nota: Utilizar formato de reporte anexo al manual para la entrega de trabajo de práctica.



PRACTICA 7: LÍNEA DE BECKE Y EL ÍNDICE DE REFRACCIÓN.

La línea de Becke es un método común usado en petrografía para determinar el índice de refracción de un mineral. Consiste en la inmersión del mineral en un líquido de índice de refracción conocido. Si el índice del grano mineral y el líquido es diferente, se puede observar una línea clara rodeando el contorno externo del mineral, cuando el microscopio se desenfoca ligeramente con el analizador fuera de la trayectoria de la luz. Esta línea es la línea de Becke, que puede observarse mejor cuando el diagrama está ligeramente cerrado. Cuando el objetivo se eleva sobre el foco, la línea de Becke se mueve hacia el medio de mayor índice de refracción.

OBJETIVOS.

- Aplicará el concepto de refracción de la luz para determinar la línea de Becke

EQUIPO.

- Microscopio digital Leica DVM 6.
- Bálsamo de Canadá.
- Agitadores de vidrio.
- Guantes de látex.
- Acetona.
- Mortero.
- Muestras de diferentes minerales.

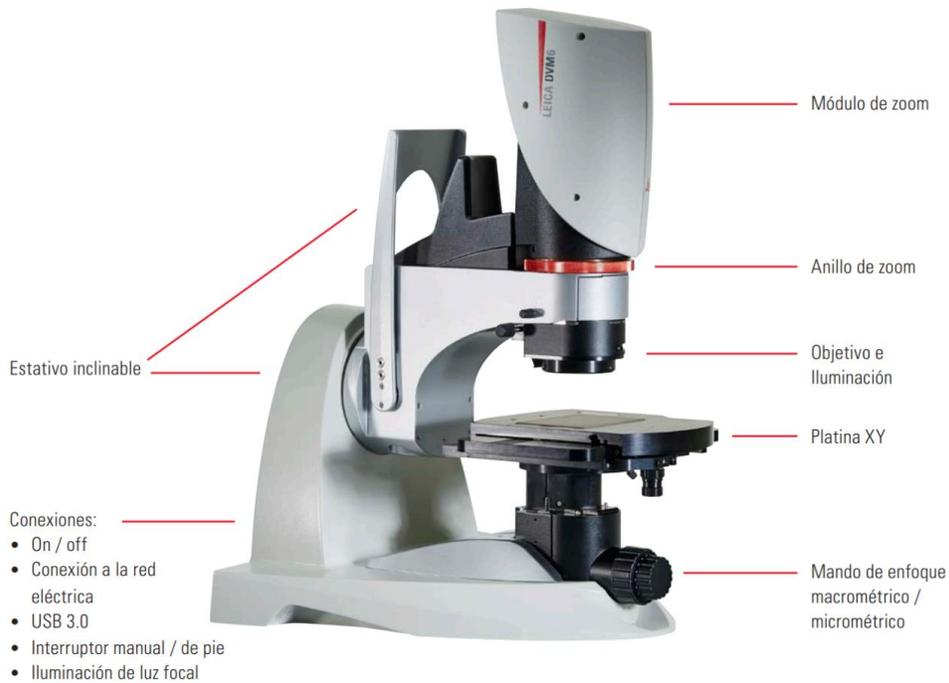


Ilustración 37. Microscopio digital Leica DVM 6.

PROCEDIMIENTO.

1. Realizar montajes de diferentes minerales en portaobjetos. Para esto se trituran los cristales en el mortero y se colocan en el portaobjetos. Se agrega bálsamo de Canadá y se coloca un cubreobjetos.
2. Colocar el montaje en el microscopio e identificar la línea de Becke en los diferentes minerales. Para esto se acerca el condensador a la platina y se desenfoca ligeramente la imagen, se observará una línea brillante alrededor del cristal (fantasma). La línea se moverá hacia el medio de mayor índice de refracción. El índice de refracción del bálsamo de Canadá es de 1.53.
3. Con los datos obtenidos construye una tabla indicando el nombre y el índice de refracción de los diferentes cristales analizados.
4. Dibuja el espectro electromagnético y representa los colores del espectro visible con su valor en nanómetros.

Nota: Utilizar formato de reporte anexo al manual para la entrega de trabajo de práctica.



PRACTICA 8: INTRODUCCIÓN A LAS ROCAS.

La práctica de laboratorio tiene como enfoque principal el estudio de los procesos generales por los cuales se originan las rocas y como estos procesos se relacionan entre sí a través del ciclo de las rocas. Una roca es un agregado de cristales o partículas minerales unidas entre sí por entrecruzamiento de cristales o cemento. Las rocas se clasifican de acuerdo con su origen y propiedades en ígneas, sedimentarias y metamórficas.

Partiendo de lo aprendido en clases se realizará la presente práctica.

OBJETIVOS.

- Identificar las propiedades físicas generales de las rocas.
- Distinguir los tres tipos de rocas:
 - a. Ígneas
 - b. Sedimentarias.
 - c. Metamórficas.
- Entender cómo se relacionan las rocas entre sí, a través del ciclo de las rocas. Tomando en cuenta lo estudiado en la teoría.

EQUIPO.

- Estereomicroscopio Leica EZ4 E o Leica EZ4 W
- Muestras de roca:

Granito	Andesita	Pegmatita	Marmol	Peridotita	Traquita
Granodiorita	Basalto	Brecha	Gneis	Riolita	Lutita
Diorita	Obsidiana	Anortosita	Cuarcita	Dacita	Marga
Sienita	Komatita	Monzonita	Anfibolita	Escoria	Caliza
Gabro	Pómez	Arenisca	Granulitas	Pórfidos	



Ilustración 38. Estereomicroscopio.

PROCEDIMIENTO.

1. Utilizando el estereomicroscopio. Identifique y describa las propiedades que pueda observar en 10 rocas diferentes.
2. Determine el tipo de roca.
3. Describa el proceso de formación de la roca.
4. Para cada roca proyecte que cambios podría sufrir si se dejara en el ambiente geológico.
5. Utilizar las siguientes tablas para la recopilación de datos.



Tabla 2. Tabla de datos: Rocas.

Nombre de roca:
Tipo de roca:
Propiedades que se observan en la roca:
Proceso de formación de roca:



MANUAL DE PRACTICAS GEOLOGIA



6. Compare y analice las siguientes interrogantes entre los tipos de rocas estudiados:
- ¿Se puede determinar el ambiente donde fue formada la roca?
 - ¿Pueden tener combustibles fósiles algunas de los tipos de rocas? ¿Por qué?

Nota: Utilizar formato de reporte anexo al manual para la entrega de trabajo de práctica.



PRACTICA 9: IDENTIFICACIÓN DE ROCAS ÍGNEAS.

Las rocas ígneas se forman cuando el magma fundido que proviene del manto superior o la corteza inferior se solidifica dentro o sobre la corteza terrestre o fondo oceánico. Las rocas ígneas y sus propiedades físicas tales como la textura, estructura, composición mineral, el color. En la presente práctica complementaremos lo aprendido teóricamente en clases, partiendo de las ideas analizadas y vistas en la práctica anterior.

OBJETIVOS.

- Adquirir habilidades para determinar las propiedades físicas de las rocas ígneas en muestras.
- Aprender a identificar las principales familias de rocas ígneas basándose en sus propiedades físicas.
- Clasificar muestras de rocas ígneas y darles sus nombres respectivos.
- Aprender a diferenciar el origen de las rocas ígneas teniendo en cuenta sus propiedades.

EQUIPO.

- Estereomicroscopio Leica EZ4 E o Leica EZ4 W
- Muestras de roca:

Granito	Peridotita	Obsidiana	Traquita
Granodiorita	Riolita	Komatita	Pegmatita
Diorita	Dacita	Pomez	Brecha
Sienita	Andesita	Escoria	Anortosita
Gabro	Basalto	Pórfidos	Monzonita



Ilustración 39. Estereomicroscopio.

PROCEDIMIENTO.

1. Utilizando el estereomicroscopio. Identifique y describa las propiedades que pueda observar en 10 rocas diferentes.
2. Para identificar una roca ígnea primero se debe reconocer sus propiedades físicas tales como el color, textura, composición mineralógica y lo descrito en práctica de introducción de minerales. Para identificar cada uno de las muestras de rocas ígneas debemos tomar en cuenta:
 - a. Si la roca es de grano grueso (fanerítica o Pegmatítica), determinar los tipos de minerales presentes y el porcentaje, recuerde que el cuarzo es blanco brillante y traslucido; el feldespato potásico es rosado carne; la plagioclasa es de color blanco amarillento o blanco no brillante o sucio; la muscovita se distribuye en hojuelas, es de brillo metálico blanco; la biotita es de brillo metálico oscuro; los minerales ferromagnesianos como el piroxeno son de color oscuro y adoptan formas hexagonales a redondeadas mientras que los anfíboles exhiben formas prismáticas alargadas; el olivino es verde oliva.
 - b. Si la roca es de grano fino (afanítica o porfirítica), determine primero si presenta porosidad o vesículas vacías con lo cual podría ser una pumita o una escoria, entre las dos por el peso y color la pumita es más liviana y de color claro. Si no presenta textura vesicular y no puede identificar sus minerales componentes debe guiarse por el color: las rocas félsicas de grano fino tienden a ser rosadas, blancas o marrón claro; las rocas intermedias afaníticas tienden a ser grises verdosas y las máficas tienden a ser grises oscuras o negras.



3. Luego de definir las propiedades y características de las muestras de rocas ígneas, definir si la roca es ultramáfica, máfica, intermedia o félsica.
4. Utilizar la siguiente tabla para tabular los datos obtenidos.

Tabla 3. Tabla de datos: Rocas ígneas.

Nombre de roca:
Características obtenidas mediante estudio y observación:



MANUAL DE PRACTICAS GEOLOGIA



5. Compare y analice las siguientes interrogantes entre los tipos de rocas estudiados:
- ¿Qué características similares se pueden encontrar en cada muestra de roca analizada?
 - ¿Qué diferencias se pueden encontrar en cada muestra de roca analizada? ¿Por qué siendo todas rocas ígneas existen algunas diferencias entre ellas?

Nota: Utilizar formato de reporte anexo al manual para la entrega de trabajo de práctica.



PRACTICA 10: IDENTIFICACIÓN DE ROCAS SEDIMENTARIAS.

Las rocas sedimentarias, se originan mediante la acumulación mecánica de minerales y fragmentos de roca o por la actividad de compuestos químicos que precipitan a partir de las soluciones en las cuales se encuentran disueltos

En este laboratorio se estudiarán las rocas sedimentarias y algunas de sus propiedades como la textura, la composición y estructuras de sedimentación. Estas propiedades son el producto, tanto de los procesos sedimentarios que dan origen al sedimento como de las condiciones ambientales en donde se deposita y se compacta el sedimento.

OBJETIVOS.

- Aprender a identificar las principales familias de rocas sedimentarias basándose en sus propiedades físicas.
- Clasificar muestras de rocas sedimentarias y darles sus nombres respectivos.
- Aprender a diferenciar el origen de las rocas sedimentarias teniendo en cuenta sus propiedades.

EQUIPO.

- Estereomicroscopio Leica EZ4 E o Leica EZ4 W.
- Ácido clorhídrico.
- Muestras de roca:

Brecha	Cuarzo
Arenisca	Yeso
Lutita	Halita
Marga	Carbón
Caliza	



Ilustración 40. Estereomicroscopio.

PROCEDIMIENTO.

1. Utilizando el estereomicroscopio. Identifique y describa las propiedades que pueda observar en 5 muestras de rocas.
2. Para identificar una roca sedimentaria lo primero que se debe hacer es estudiar sus propiedades como tamaño de grano, redondez, porcentaje matriz, porcentaje cemento, tipos de partículas y su composición mineralógica, recuerde los aspectos teóricos acerca del origen de las partículas y de cómo identificar minerales.
3. Divida las rocas en clásticas y cristalinas, considerar de la siguiente manera:

Para rocas clásticas:

- a. Determine el tamaño de las partículas más abundantes que contiene la muestra y clasifique la roca.
- b. Si es un conglomerado: a) determine la redondez de las partículas, b) Darle nombre a la roca, c) Determine el porcentaje aproximado de matriz, cemento y granos, D) determine la composición mineral de los granos e) Determine el color.
- c. Si la roca es una arenisca determine con ayuda del equipo de laboratorio: a) Composición de los granos (Porcentaje de cuarzo, feldespato, fragmentos de roca, fragmentos esqueléticos, etc. y clasifique la roca según predominen los minerales, b) Determine el color, el porcentaje aproximado de matriz y granos, y si la muestra es cementada.



- d. Si la roca es una lodolita: a) Utilice el ácido clorhídrico para saber si es calcárea, b) Si no lo es, determine si es físil o no, c) Determine el tipo de roca teniendo en cuenta las otras características.

Para rocas cristalinas:

- a. Si la roca es cristalina, determine el tamaño de los cristales. Recuerde que los carbonatos reaccionan con el ácido; el cuarzo (chert) tiene dureza 7, el yeso dureza 2, la halita sabe salado y el carbón es muy liviano, frágil y de color oscuro.
4. Utilizar la siguiente tabla para tabular los datos obtenidos.

Tabla 4. Tabla de datos: Roca sedimentaria.

Nombre de roca:
Características obtenidas mediante estudio y observación:



MANUAL DE PRACTICAS GEOLOGIA



Compare y analice las siguientes interrogantes entre los tipos de rocas estudiados:

- a. ¿Qué características similares se pueden encontrar en cada muestra de roca analizada?
- b. ¿Qué diferencias se pueden encontrar en cada muestra de roca analizada? ¿Por qué siendo todas rocas ígneas existen algunas diferencias entre ellas?

Nota: Utilizar formato de reporte anexo al manual para la entrega de trabajo de práctica.



PRACTICA 11: IDENTIFICACIÓN DE ROCAS METAMÓRFICAS.

Las rocas metamórficas son rocas ígneas, sedimentarias o metamórficas transformadas mineralógica o texturalmente por un cambio de presión y temperatura. Los cambios texturales producen alineación de los minerales en forma de pequeñas láminas llamadas foliación. Los cambios mineralógicos se producen por recristalización parcial o reemplazamiento de iones dentro de la estructura atómica de los minerales. Cuarzo, feldespato o minerales de arcilla, son transformados en granates, estaurolita, clorita, etc. Cuando una caliza, compuesta por restos de fósiles embebidos en un cemento de calcita, es sometida al proceso de metamorfismo, los fósiles se destruyen y la calcita se recristaliza desarrollando cristales más grandes que ocupan todos los espacios, originando una nueva roca llamada mármol.

OBJETIVOS.

- Aprender a identificar las principales familias de rocas metamórficas basándose en sus propiedades físicas.
- Clasificar muestras de rocas metamórficas y darles sus nombres respectivos.
- Aprender a diferenciar el origen de las rocas metamórficas teniendo en cuenta sus propiedades.

EQUIPO.

- Estereomicroscopio Leica EZ4 E o Leica EZ4 W.
- Ácido clorhídrico.
- Muestras de roca:

Mármol	Anfibolita
Gnesis	Granulitas
Cuarcita	Halita



Ilustración 41. Estereomicroscopio.

PROCEDIMIENTO.

1. Utilizando el estereomicroscopio. Identifique y describa las propiedades que pueda observar en 5 muestras de rocas.
2. Para identificar las rocas metamórficas lo primero se debe determinar si la roca es foliada o no foliada, observándola a simple vista y utilizando también el equipo de laboratorio.
3. Para identificar las rocas foliadas tome la muestra y examínela por todas las caras buscando corroborar si hay minerales hojosos o alargados y si existe alineación u orientación en alguna dirección de estos minerales que le dan a la roca el aspecto de foliación o bandeo.
4. Para identificar las rocas NO foliadas, corrobore la ausencia de orientación o alineamiento de minerales en todas las caras de la roca; compruebe si la textura es masiva, cristalina y si los minerales se orientan al azar. En las rocas cristalinas se ven cristales entrecruzados brillantes.
5. Describa su textura (pizarrosa, filítica, esquistosa, néisica) y tamaño de grano (fino, medio grueso).
6. Identifique los minerales componentes de la roca con el estereomicroscopio y determine el porcentaje aproximado.
7. Determine el nombre de la roca.
8. Para las muestras analizadas dé algunas indicaciones sobre el probable tipo de metamorfismo e indique el tipo de roca original.
9. Determine el grado de metamorfismo en términos de bajo, intermedio o alto grado
10. Utilizar la siguiente tabla para tabular los datos obtenidos.



Tabla 5. Tabla de datos: Roca metamórfica.

Nombre de roca:
Características obtenidas mediante estudio y observación:



11. Compare y analice las siguientes interrogantes entre los tipos de rocas estudiados:
- ¿En qué tipo de roca metamórfica esperaría encontrar restos fósiles? ¿Por qué?
 - ¿Qué similitudes y diferencias existen entre los procesos de metamorfismo, meteorización y diagénesis?

Nota: Utilizar formato de reporte anexo al manual para la entrega de trabajo de práctica.



PRACTICA 12: MARTILLO SCHMIDT.

El martillo de Schmidt se ha modificado convenientemente dando lugar a varios modelos, alguno de los cuales resulta apropiado para estimar la resistencia a compresión simple de la roca.

OBJETIVO.

- Comprender el funcionamiento y procedimiento de utilización del Martillo Schmidt.

EQUIPO.

- Martillo de Schmidt.



Ilustración 42. Martillo de Schmidt.

PROCEDIMIENTO.

El martillo solo se debe usar en las superficies de los materiales a ensayar y en el yunque de prueba. Al desarrollar ensayos in situ, se deberá preparar la zona elegida eliminando la pátina de roca meteorizada. Se puede utilizar una piedra de amolar para alisar la superficie de ensayos.

1. Posicionar el martillo perpendicularmente a la superficie de la roca ensayada.



2. Disparar el vástago o punzón de impacto empujando el martillo hacia la superficie de ensayo hasta que el botón salte hacia fuera.
3. Pulsar el botón para bloquear el vástago de impacto después de cada impacto.
4. A continuación, leer y anotar el valor de rebote indicado por el puntero.

Nota: Para realizar el ensayo sobre testigos de rocas obtenidas en la perforación de sondeos se utiliza una base especial de acero de 20 kg de peso para los ensayos con martillo tipo L, sobre la que se apoya la probeta de roca cilíndrica de diámetro mínimo 54 mm y longitud superior a 100 mm. Para los ensayos con martillo tipo N, se sugiere un diámetro igual o superior a 84 mm y que la base tenga un peso de 40 kg. Para calibrar el martillo se utiliza un yunque de prueba. Se recomienda realizar esta prueba de funcionamiento cada vez que se utilice el dispositivo. Si no se dispone del yunque de prueba se recomienda enviarlo al fabricante para su chequeo después de realizar 1000 impactos o cada 3 meses.



Ilustración 43. Soporte para testigos de roca.

Para la ejecución de la prueba de funcionamiento se deben realizar los siguientes pasos:

1. Colocar el yunque de prueba en una superficie dura y lisa.
2. Limpiar las superficies de contacto del yunque y del vástago de impacto.
3. Ejecutar 10 impactos con el martillo y comprobar los resultados comparándolos con el valor de calibración especificado en el yunque de prueba.

El valor de corrección se debe aplicar a todas las lecturas obtenidas en los ensayos y se calcula como:

$$FC = \frac{\text{Valor de calibración del yunque de prueba}}{\text{Promedia de los diez impactos sobre el yunque}}$$



MANUAL DE PRACTICAS GEOLOGIA



De esta manera se tiene en cuenta la pérdida de rigidez del muelle del martillo con el paso del tiempo. Posteriormente se debe estimar la resistencia a compresión simple de la roca a partir de la resistencia al rebote de la superficie de roca ensayada. Esta superficie debe estar fresca y limpia, sin ningún signo de alteración ni fracturas. Esta medida del rebote se correlaciona con la resistencia mediante el gráfico de Miller que tiene en cuenta la densidad de la roca y la orientación del martillo respecto al plano de roca ensayado.

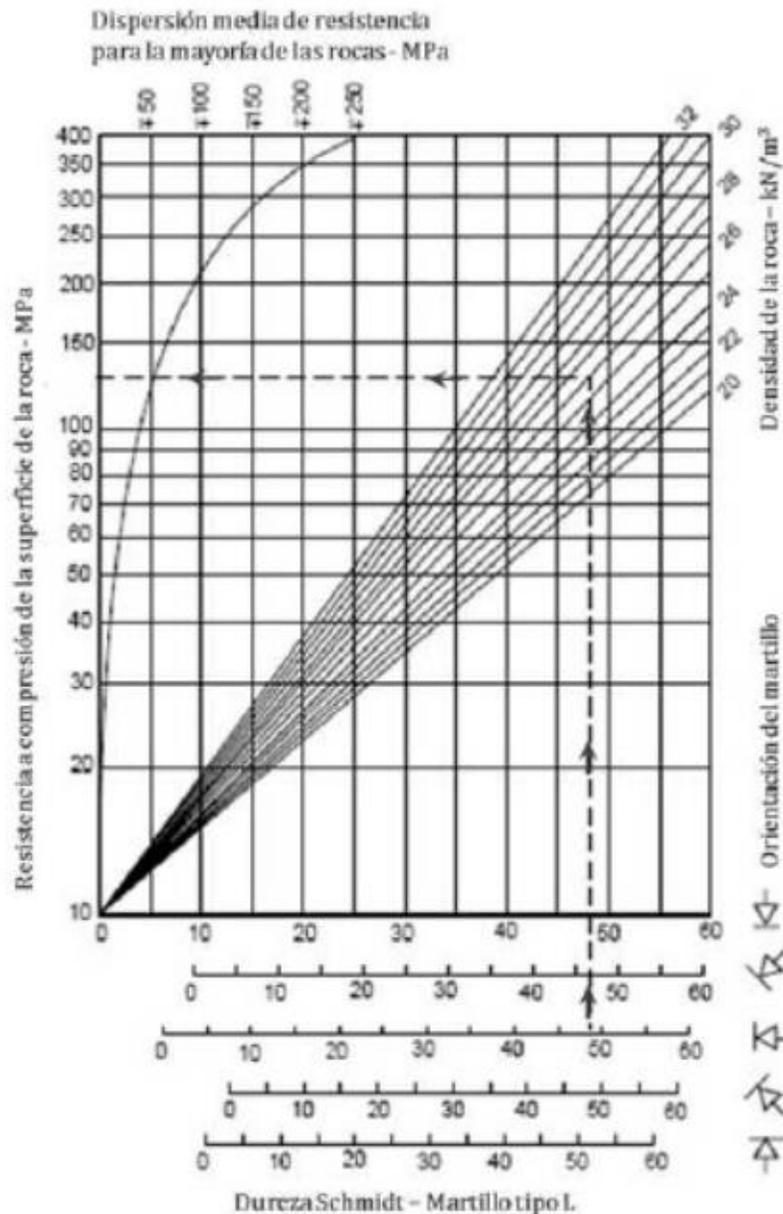


Ilustración 44. Gráfico de correlación para el martillo Schmidt entre resistencia a compresión, densidad de la roca y rebote.



El valor estimado a partir del martillo de Schmidt debe ser obtenido estadísticamente, de tal manera que sea un valor representativo. Se recomienda tomar 20 lecturas en diferentes zonas con la opción de para cuando alguna de las lecturas siguientes a las diez primeras difiera de la inmediatamente anterior un máximo de 4 golpes. La norma ASTM recomienda tomar 10 lecturas. La ASTM recomienda descartar las lecturas que difieran más de 7 golpes del promedio y después promediar las restantes. Con el valor medio obtenido y conociendo la densidad de la roca se entra en el gráfico de Miller, obteniéndose el valor de resistencia a compresión para el material ensayado. Con los valores obtenidos se puede clasificar la roca por su resistencia.

Descripción	Resistencia a compresión
Extremadamente blanda	< 1 MPa
Muy blanda	1-5 MPa
Blanda	5-25 MPa
Moderadamente blanda	25-50 MPa
Dura	50-100 MPa
Muy dura	100-250 MPa
Extremadamente dura	> 250 MPa

Ilustración 45. Clasificación de la resistencia según la ISRM.



Tipo de roca	R _L
Andesita	28-52
Arenisca	30-47
Basalto	35-58
Caliza	16-59
Creta	10-29
Cuarcita	39
Diabasa	36-59
Dolomía	40-60
Esquisto	29-41
Gabro	49
Gneiss	48
Granito	45-56
Limolita	47
Lutita	15
Marga	18-39
Mármol	31-47
Peridotita	45
Prasinita	41
Sal	23
Serpentinita	45
Toba	13-40
Yeso	30-44

Ilustración 46. Valores típicos de número de rebotes medidos con martillo tipo L para diferentes rocas.

Mediante la aplicación del martillo de Schmidt tipo L sobre una discontinuidad se puede obtener la resistencia a compresión simple de los labios de la discontinuidad. En este caso, se indicara expresamente que son valores de resistencia medidos sobre la superficie de la discontinuidad. El valor de JCS que se obtendra para una determinada discontinuidad deberá ser inferior a la resistencia a compresión simple de la roca sana, de forma que en general se podrá estimar JCS como la resistencia a compresión simple del material sano dividida entre una constante que se aproximara a 2.5 para rocas densas, a 5 para rocas intermedias y que llegara a 10 para el caso de las rocas porosas.

Nota: Utilizar formato de reporte anexo al manual para la entrega de trabajo de práctica.



PRACTICA 13: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE MÓDULOS DE ELASTICIDAD DE ESPECÍMENES DE TESTIGOS DE ROCA INTACTOS EN COMPRESIÓN UNIAXIAL.

Una muestra de núcleo de roca se corta a la longitud, y los extremos son de plano mecanizado. La muestra se coloca en un marco de carga y, si es necesario, calentar a la temperatura de prueba deseada. La carga axial es aumentada continuamente en la muestra, y la deformación es monitoreada como una función de carga

OBJETIVO.

- Calcular el estrés mediante las constantes elásticas y deformación en estructuras rocosas.

EQUIPO.

- Sistema automático uniaxial y triaxial.



Ilustración 47. Sistema automático uniaxial y triaxial.



PROCEDIMIENTO.

La muestra del núcleo de roca se corta a la longitud y los extremos se mecanizan en plano. La muestra se coloca en una cámara de carga sometida a presión, si es necesario, se calienta a la prueba de temperatura deseada según los parámetros, el ensayo se basa en las normas ASTM D 3148.

1. El dispositivo de carga debe tener la suficiente capacidad para aplicar carga a una velocidad conforme. Se verificara en el momento adecuado los intervalos de tiempo. El dispositivo de carga puede estar equipado con un traductor de desplazamiento que se puede utilizar para avanzar el carnero de carga a una velocidad específica.
2. La temperatura elevada en el gabinete puede ser un gabinete que se ajuste al aparato de carga o un sistema externo que abarca el aparato de prueba. El recinto puede estar equipado con control de humedad para probar muestras en las que el contenido de humedad deba ser controlado. Para altas temperaturas, un sistema de calentadores, aislantes y dispositivos de medición de temperaturas son normalmente requeridos para mantener la temperatura específica. La temperatura se medirá en tres ubicaciones, con un sensor cerca de la cima, uno a media altura, y uno cerca de la parte inferior de la muestra. La temperatura promedio de la muestra basada en el sensor de altura media se mantendrá dentro de los $61\text{ }^{\circ}\text{C}$ de temperatura de prueba requerida. La diferencia de temperatura máxima entre el sensor de altura media y cualquiera de los sensores extremos no exceda los $3\text{ }^{\circ}\text{C}$.
3. Para las platinas se usan dos placas de acero para transmitir la carga axial a los extremos de la muestra. Tendrán una dureza de no menos de 58 HRC. Uno de los platos debe ser esférico sentado y el otro es un plato rígido simple. Las caras del cojinete no se apartarán de un plano en más de $0,015\text{ mm}$ cuando los platos son nuevos y se mantendrán dentro de una variación de 0.025 mm . El diámetro del asiento esférico deberá ser al menos tan grande como la de la muestra de prueba, pero no debe exceder el doble del diámetro de la muestra de prueba. El centro de la esfera en el asiento esférico coincidirá con la cara de la muestra. El asiento esférico será debidamente lubricado para garantizar la libertad de movimiento. La parte móvil de la placa se mantendrá apretada en el asiento esférico, pero el diseño debe ser tal que la cara del rodamiento se pueda girar e inclinar a través de pequeños ángulos en cualquier dirección. Si es esférico el asiento no se utiliza, las caras de los rodamientos de los platos serán paralelos a 0.0005 mm de diámetro del rodillo. El diámetro del plato será al menos tan grande como el espécimen, pero no excede el diámetro de la muestra en más de 1.50 mm . Este diámetro de la placa se mantendrá durante un período de al menos la mitad del diámetro de la muestra.
4. El sistema de medición de la deformación medirá la tensión con una resolución de al menos 25×10^{-6} y una precisión dentro del 2% del valor de las lecturas por encima de 250×10^{-6} y precisión y



resolución dentro de 5×10^{-6} para lecturas inferiores a 250×10^{-6} , incluidos los errores introducidos por la excitación y equipo de lectura. El sistema debe estar libre de inestabilidad a largo plazo no caracterizable (deriva) que resulta en una tensión aparente de $10^{-8}/s$.

5. Determinación de la deformación axial: las deformaciones axiales o tensiones se pueden determinar a partir de los datos obtenidos por electricidad de tensión de resistencia, compresómetros, diferencial de variable lineal, transformadores (LVDT) u otros medios adecuados. El diseño del dispositivo de medición debe ser tal que se pueda determinar el promedio de al menos dos mediciones de deformación axial. Las posiciones de medición se deben espaciar equitativamente alrededor de la circunferencia de la muestra cerca de la mitad de la altura. La longitud de banda sobre la que se determinan las deformaciones axiales debe ser de al menos 10 diámetros de grano de magnitud.
6. Determinación de deformación lateral: las deformaciones o deformaciones laterales se pueden medir mediante cualquiera de los métodos mencionados. Se pueden medir deformaciones circunferenciales o diametrales (o cepas). Se puede usar un solo transductor que se enrolla alrededor de la muestra para medir el cambio en la circunferencia. Al menos dos sensores de deformación diametral se usarán si se miden las deformaciones diametrales. Estos sensores estarán equiespaciados alrededor de la circunferencia de la muestra, cerca de la mitad de la altura. Se registrará la deformación promedio (o tensión) de los sensores diametrales.

Nota: El espécimen se seleccionara de los núcleos para representar un promedio valido del tipo de roca en consideración. Esto se puede lograr mediante observaciones visuales de componentes minerales, tamaños y forma de grano, separaciones y defectos tales como poros y fisuras, o por otros métodos, como el ultrasonido de mediciones de velocidad.

7. Verifique la capacidad del asiento esférico para girar libremente en su zócalo antes de cada prueba.
8. Coloque la placa inferior sobre la base o la varilla del actuador del dispositivo de carga. Limpie las caras del cojinete de la parte superior y las platinas inferiores y de la muestra de prueba, y coloque la prueba muestra en el plato inferior. Coloque la placa superior en el espécimen y alinear correctamente. Una pequeña carga axial, aproximadamente 100 N, se puede aplicar a la muestra mediante la carga del dispositivo para asentar correctamente las piezas de soporte del aparato.
9. Cuando sea apropiado, instale el recinto de temperatura elevada y transductores de deformación para el aparato y los sensores usados.
10. Si se prueba a temperatura elevada, aumente la temperatura a una velocidad no superior a $2^\circ C / \text{min}$ hasta que la temperatura requerida se alcance. El espécimen de prueba se considerará en equilibrio de temperatura cuando todas las deformaciones de las salidas del transductor son



estables durante al menos tres lecturas tomadas a intervalos iguales durante un período de no menos de 30 minutos (3 minutos para pruebas realizadas a temperatura ambiente). La estabilidad se define como una lectura constante que muestra solo los efectos del instrumento normal y fluctuaciones de la unidad del calentador. Registre la deformación inicial. Considere que este es el cero para la prueba.

11. Aplicar la carga axial de forma continua y sin golpes hasta que la carga se vuelva constante, se reduzca, o un valor predeterminado la cantidad de tensión se logra. Aplica la carga de tal manera para producir una tasa de esfuerzo o una tasa de deformación tan constante como factible durante toda la prueba. No permita la tasa de estrés o tasa de deformación en un momento dado para desviarse en más del 10% del valor que seleccionó. La tasa de esfuerzo o tasa de deformación seleccionada debe ser lo que producirá el fracaso de una muestra de prueba similar en compresión no definida en un tiempo de prueba entre 2 y 15 min. La tasa de esfuerzo o tasa de deformación seleccionada para un tipo de roca dado deberá adherirse a todas las pruebas en una serie dada de investigación. Observe y registre las lecturas de deformación en un mínimo de 10 niveles de carga que están espaciados uniformemente sobre la distancia de carga. Se permite el registro continuo de datos, siempre que el sistema de grabación cumple con los requisitos de precisión.
12. Con datos obtenidos se deberán realizar los siguientes cálculos y representaciones gráficas:
 - a. La tensión axial, C_a , y la tensión lateral, C_l , tal vez obtenido directamente del equipo indicado de deformación, o puede ser calculado a partir de las lecturas de deformación, dependiendo del tipo de aparatos o instrumentación empleados.
 - b. Calcular el esfuerzo de compresión en la muestra de prueba de la carga de compresión y el área inicial de sección transversal.
 - c. Trace la curva de tensión contra deformación para el eje y dirección lateral. La curva completa da la mejor descripción del comportamiento de deformación de las rocas que tienen relaciones no lineales de tensión y tensión a bajos y altos niveles de estrés.
 - d. El módulo Young, puede calcularse usando cualquier de varios métodos empleados en la práctica de ingeniería, mediante:
 1. Módulo tangente a un nivel de estrés que es algo fijo porcentaje de la fuerza máxima.
 2. Pendiente promedio de la porción más o menos recta de la curva de tensión-deformación, la tensión promedio puede ser calculada ya sea dividiendo el cambio en el estrés por el cambio en tensión o al hacer un ajuste lineal de mínimos cuadrados a datos de tensión-deformación en la porción de línea recta de la curva.
 3. Módulo de secante, por lo general de cero estrés a algún porcentaje fijo de la fuerza máxima.



- e. El valor de relación de Poisson, ese se ve muy afectado por linealidades a bajos niveles de estrés en el axial y lateral, curvas de tensión-deformación.
- f. Se debe considerar las fuentes de la muestra, tales como:
 - 1. Ubicación.
 - 2. Descripción litológica de la roca, nombre de la formación, y dirección de la carga con respecto a la litología.
 - 3. Condición de humedad de la muestra antes de la prueba.
 - 4. Diámetro y la longitud del espécimen, de conformidad con requisitos dimensionales.
 - 5. Tasa de carga o deformación o la velocidad de deformación.
 - 6. Temperatura a la que se realizó la prueba
 - 7. Tipo y localización de fallas. Se recomienda un bosquejo de la fractura del espécimen.
 - 8. Representación grafica de las curvas de tensión frente a deformación.
 - 9. Descripción de la apariencia física del espécimen después de la prueba, incluidos los efectos finales visibles como el agrietamiento, descascarado o cizallamiento en las interfaces del espécimen platinado.

Nota: Utilizar formato de reporte anexo al manual para la entrega de trabajo de práctica.



PRACTICA 14: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TRIAXIAL NO DRENADA DEL NÚCLEO ROCOSO.

Este método de ensayo cubre la determinación de la fuerza del núcleo de roca cilíndrica especímenes en un sin escurrir estado bajo carga de compresión triaxial.

OBJETIVO.

- Determinar las propiedades de resistencia y elásticas de roca, a saber: cizallamiento fuerte a varias presiones laterales, ángulo de fricción interna, ángulo de resistencia al cizallamiento, cohesión interceptar, y el módulo de Young.

EQUIPO.

- Sistema automático uniaxial y triaxial.



Ilustración 48. Sistema automático uniaxial y triaxial.



PROCEDIMIENTO.

La prueba se preparara de acuerdo a la norma ASTM D4543, los parámetros técnicos a seguir para el desarrollo son indicados en la norma ASTM D2664. La condición de humedad de la muestra en el momento de la prueba puede tener un efecto significativo sobre la fuerza indicada de la roca. La buena práctica dicta en general, que las pruebas de laboratorio se han hecho sobre muestras representativas de las condiciones de campo. Así se deduce que la condición de campo de humedad de la muestra debe ser conservada hasta el momento de la prueba. Por otra parte, puede haber razones para probar las muestras a otro tipo de humedad contenidos, incluyendo cero. En cualquier caso, el contenido de humedad de la muestra de ensayo debe ser diseñado para el problema en cuestión.

1. Coloque la placa inferior de la base.
2. Limpie teniendo las caras de las placas superior e inferior y de la prueba espécimen, coloque la muestra de ensayo en la placa inferior. Colocar el plato superior sobre la muestra y alinear correctamente. Ajuste la membrana flexible sobre la muestra y la platina e instalar goma o neopreno juntas toricas para sellar el espécimen del confinar fluido.
3. Coloque el cilindro sobre la muestra, asegurando el sello adecuado con la base, y conecte la presión hidráulica. Coloque el dispositivo de medición de la deformación y llene la cámara con fluido hidráulico. Aplique una ligera carga axial, aproximadamente de 25 lbf (110 N), a la compresión triaxial cámara por medio del dispositivo de carga con el fin de correctamente asentar las partes de apoyo de los aparatos.
4. Tome una lectura inicial en el dispositivo de deformación. Levante lentamente el fluido lateral de presión al nivel de prueba predeterminado, y al mismo tiempo aplique la carga axial suficiente para evitar la medición de la deformación mediante el dispositivo de desviación de la lectura inicial. Cuando él alcanza el nivel de prueba predeterminado de la presión del fluido se debe anotar o grabar la carga axial registrada por el dispositivo de carga. Considerar esta carga a la carga cero o de partida para la prueba.
5. Aplicar la carga axial de forma continua y sin shock hasta que la carga se haga constante, o se reduzca logrando una cantidad de tensión. Se aplica la carga de tal manera como para producir una velocidad de deformación tan constante como sea posible durante toda la prueba.
6. No permita que la velocidad de deformación en un momento dado pase a desviarse en más de un 10 % a partir de la seleccionada. La velocidad de deformación seleccionada debe ser la que producirá fallo de una prueba similar de espécimen en compresión no confinada, en un tiempo de prueba entre 2 y 15 minutos. La velocidad de deformación seleccionada para un determinado tipo de roca deberán observarse para todas la pruebas en una serie dada de investigación.
7. Con datos obtenidos se deberán realizar los siguientes cálculos y representaciones graficas:



- a. Construir una diferencia de tensión frente a deformación axial.
- b. Construir los círculos de Mohr estrés en una parcela aritmética con tensiones de corte y las tensiones normales como abscisas. Hacer al menos tres pruebas de compresión triaxial, cada uno a una diferente presión de confinamiento.
- c. Dibujar un mejor ajuste de curva suave (La envolvente de Mohr) aproximadamente tangente a la Mohr como círculos. La figura incluirá una breve nota que indica si un plano de falla pronunciada fue o no fue desarrollado durante el de prueba y la inclinación de este plano con referencia al plano de gran tensión principal.
- d. Se debe considerar las fuentes de la muestra, tales como:
 10. Ubicación.
 11. Descripción física de la muestra incluyendo tipo de roca.
 12. Orientación de los planos de estratificación y esquistosidad; grandes inclusiones o faltas de homogeneidad, si los hay.
 13. Fechas de muestreo y ensayo.
 14. Diámetro y la longitud del espécimen, de conformidad con requisitos dimensionales.
 15. Tasa de carga o deformación o la velocidad de deformación.
 16. Indicación general de condición de humedad de la muestra en el momento de la prueba, tales como: Manera en que se recibe, Saturado, Laboratorio aire seco, o un horno seco. Se recomienda que la condición humedad puede ser determinada más precisamente cuando sea posible y se reporta el contenido de agua o grado de saturación.
 17. Tipo y localización de fallas. Se recomienda un bosquejo de la fractura del espécimen.

Nota: Utilizar formato de reporte anexo al manual para la entrega de trabajo de práctica.



PRACTICA 15: MAPAS GEOLÓGICOS (VISITA TÉCNICA).

Un mapa geológico muestra la distribución en superficie de los diferentes tipos de roca de una región, así como sus relaciones estratigráficas y estructurales. Estos mapas son representaciones en dos dimensiones de la realidad tridimensional.

OBJETIVOS.

- Identificar lo aprendido durante las clases teóricas de la unidad mediante el reconocimiento de campo.
- Evaluar mecanismo eruptivo del volcán, así como el producto y efecto causado por las diferentes erupciones.

EQUIPO

- GPS Navegador.
- Brújula.
- Lupa.
- Ácido clorhídrico.
- Protractor.
- Martillo geológico
- Mapa geológico de la zona a visitar.

PROCEDIMIENTO.

Para realizar la visita técnica se debe cumplir lo siguiente:

- Ir adecuadamente vestido/a:
 - a. Casco.
 - b. Chaleco.
 - c. Calzado adecuado.
- Tener un buen comportamiento para evitar accidentes.
- No llevar bebidas embriagantes.



- Depositar la basura en su lugar o llevar una bolsa para recoger basura y desperdicios que genere. Así ayudara a mantener limpia la zona.

Se realizara una visita técnica, tomando en cuenta los siguientes criterios para la elaboración de la bitácora de campo (Ver formato de reporte en anexos).

- a. Ubicación del zonas visitados:

- b. Hora de salida a visita técnica:

- c. Hora de llegada a las zonas:

- d. Hora de salida de las zonas a visitadas:

- e. Hora de llegada a la Facultad Multidisciplinaria Oriental: _____.

Nota: Obtener muestras de diferentes minerales y rocas para ser observados en el laboratorio de Geología, de esta manera se obtendrá un mejor análisis.

Para la investigación, análisis y recorrido se realizara el siguiente procedimiento:

1. Primero debemos identificar qué es lo que se va a mapear.
 - a. Estratos sedimentarios y/o volcánicos.
 - b. Complejos metamórficos.
 - c. Contactos netos o transicionales.
 - d. Discordancias.
 - e. Superficies de fallas.
 - f. Lineamientos.
 - g. Indicadores cinemáticos.
 - h. Pliegues.
 - i. Tipos de alteración hidrotermales.
 - j. Entre otros.



2. Realizar un reconocimiento petrológico identificando diversos tipos de rocas, en diversos contextos geológicos.
3. Identificar las relaciones de contacto, es decir la naturaleza del borde de los límites de una unidad rocosa.
4. Realizar la identificación estructural, es decir identificar las fallas, pliegues, entre otros.
5. Utilizar la brújula para tener un dominio en la determinación de rumbos y buzamientos.
6. Detectar las geo formas y evaluar la accesibilidad del área de estudio. Si se cuenta con un mapa topográfico de la zona se debe considerar su lectura para realizar un mejor análisis.
7. Identificar las geometrías lineales y planares en el terreno.

Nota: Para la realización de esta práctica nos enfocaremos en el mapeo geológico desde la perspectiva visual y analítica de la zona, no se tomaran mediciones de terreno ya que la parte geodésica se verá en el laboratorio del área mencionada. Es de importancia comprender todos los conceptos, para complementar los temas del laboratorio del área de Geodesia.



CUESTIONARIO

Luego de realizar el reporte de campo, contestar y analizar las siguientes interrogantes en base a los datos e información obtenida en la visita técnica según su criterio:

a. ¿Qué es el mapeo geológico?

b. ¿Para qué sirve el mapeo geológico?

c. ¿De qué manera se complementa el Mapeo Geológico con la Geodesia?



PRACTICA 16: VULCANISMO (VISITA TÉCNICA).

El vulcanismo contiene diferentes temas, los cuales dan una mayor amplitud de conocimientos para entender el origen y desarrollo de los volcanes a medida transcurre el tiempo.

Es por esto que la presente practica se analizara mediante una visita técnica, es de esta manera que los estudiantes tendrán un mayor alcance e idea sobre la temática. Podrán observar las características más importantes y más comunes que tiene el Volcán Chaparrastique, además se tendrá un análisis general de su comportamiento y lo que ha causado en los lugares cercanos a él.

OBJETIVOS.

- Identificar lo aprendido durante las clases teóricas de la unidad mediante el reconocimiento de campo.
- Evaluar mecanismo eruptivo del volcán, así como el producto y efecto causado por las diferentes erupciones.

EQUIPO

- GPS Navegador.
- Brújula.
- Lupa.
- Ácido clorhídrico.
- Protractor.
- Martillo geológico.

PROCEDIMIENTO.

Para realizar la visita técnica se debe cumplir lo siguiente:

- Ir adecuadamente vestido/a:
 - a. Casco.
 - b. Chaleco.
 - c. Calzado adecuado.



MANUAL DE PRACTICAS GEOLOGIA



- Tener un buen comportamiento para evitar accidentes.
- No llevar bebidas embriagantes.
- Depositar la basura en su lugar o llevar una bolsa para recoger basura y desperdicios que genere. Así ayudara a mantener limpia la zona.

Se realizara una visita técnica al Volcán Chaparrastique, tomando en cuenta los siguientes criterios para la elaboración de la bitácora de campo (Ver formato de reporte en anexos). Considerar lo aprendido en la práctica 10 denominada Mapa Geológico, para así realizar una buena investigación y monitoreo de la zona.

- a. Ubicación del Volcán Chaparrastique: _____.
- b. Coordenadas de puntos investigados o paradas durante la visita técnica:

_____.
- c. Hora de salida a visita técnica: _____.
- d. Hora de llegada a la zona: _____.
- e. Para la visita técnica, tomar en cuenta lo siguiente:
 - i. Los ambientes de los procesos magmáticos.
 - ii. Partes del volcán.
 - iii. Mecanismo eruptivo del volcán según la inspección en él.
 - iv. Productos y efectos de las erupciones:
 - a. Minerales y rocas formados: Características principales que presentan.
- f. Hora de salida de la zona: _____.
- g. Hora de llegada a la Facultad Multidisciplinaria Oriental: _____.

Nota: Obtener muestras de minerales y rocas para ser observados en el laboratorio de Geología, de esta manera se obtendrá un mejor análisis. Usar formato de tablas de práctica de minerales y rocas para la descripción de las muestras recolectadas.



CUESTIONARIO

Luego de realizar el reporte de campo, contestar y analizar las siguientes interrogantes en base a los datos e información obtenida en la visita técnica según su criterio:

1. ¿Qué tipos de estratos pudo visualizar durante la visita técnica?

2. ¿Qué tipos de minerales y rocas fueron los más comunes de ver en la zona? ¿Por qué?

Nota: Utilizar formato de reporte anexo al manual para la entrega de trabajo de práctica.



PRACTICA 17: MONTAÑAS Y TEORÍAS OROGÉNICAS (VISITA TÉCNICA).

Una montaña es una eminencia topográfica (elevación natural de terreno) superior a 700 m respecto a su base. Las montañas se agrupan, a excepción de los volcanes, en cordilleras o sierras.

La forma más práctica y didáctica de comprender e identificar las características en las montañas es mediante la visita técnica, es por esto que para el desarrollo de la práctica se realizara una visita con el fin de complementar lo aprendido en la teoría y tener un mayor alcance acerca de los tipos básico de montañas, criterios de clasificación, tipos de cordillera, etc.

OBJETIVOS.

- Identificar las características más importantes y clasificar de acuerdo a lo aprendido en la teoría sobre montañas.

EQUIPO

- GPS Navegador.
- Brújula.
- Lupa.
- Ácido clorhídrico.
- Protractor.
- Martillo geológico.

PROCEDIMIENTO.

Para realizar la visita técnica se debe cumplir lo siguiente:

- Ir adecuadamente vestido/a, :
 - a. Casco.
 - b. Chaleco.
 - c. Calzado adecuado.
- Tener un buen comportamiento para evitar accidentes.



MANUAL DE PRACTICAS GEOLOGIA



- No llevar bebidas embriagantes.
- Depositar la basura en su lugar o llevar una bolsa para recoger basura y desperdicios que genere. Así ayudara a mantener limpia la zona.

Se realizara una visita técnica, tomando en cuenta los siguientes criterios para la elaboración de la bitácora de campo (Ver formato de reporte en anexos). Considerar lo aprendido en la práctica 10 denominada Mapa Geológico, para así realizar una buena investigación y monitoreo de la zona.

- a. Ubicación de la zona: _____.
- b. Coordenadas de puntos investigados o paradas durante la visita técnica:

_____.
- c. Hora de salida a visita técnica: _____.
- d. Hora de llegada a la zona: _____.
- e. Para la visita técnica, tomar en cuenta lo siguiente:
 - i. Tipos de montañas.
 - ii. Criterios de clasificación de montañas.
 - iii. Tipos de cordilleras o plegamientos.
 - iv. Criterios que crea de importancia para la elaboración del trabajo.
- f. Hora de salida de la zona: _____.
- g. Hora de llegada a la Facultad Multidisciplinaria Oriental: _____.

Nota: Considerar criterios y análisis de: geodinámica, sucesión y clasificación de las orogénesis.



CUESTIONARIO

Luego de realizar el reporte de campo, contestar y analizar las siguientes interrogantes en base a los datos e información obtenida en la visita técnica según su criterio:

1. ¿Qué tipos básicos de montañas puedo encontrar?

2. ¿Cuáles fueron las mayores diferencias entre los tipos de montañas visualizados?

3. ¿Qué factores ambientales influyen en los criterios para clasificar los diferentes tipos de montañas?

Nota: Utilizar formato de reporte anexo al manual para la entrega de trabajo de práctica.

ANEXO 3

MANUAL DE
HIDROLOGÍA





HIDROLOGÍA

MANUAL DE PRÁCTICAS



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Tabla de Contenido

Práctica 1: Importancia de la Hidrología (Visita Técnica).....	3
Práctica 2: Climatología (Visita Técnica).....	5
Práctica 3: Evaporación, Transpiración y Evapotranspiración.....	9
Práctica 4: Cuencas.....	14
Práctica 5: Infiltración.....	16
Práctica 6: Medición de caudales.....	22
Práctica 7: Hidrología Aplicada (Visita Técnica).....	25

Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1 Cuenca.....	7
Ilustración 2 Posición de Estaciones.....	8
Ilustración 3 Evaporador.....	9
Ilustración 4 Tanque Evaporímetro Clase A.....	13
Ilustración 5 Introducción del cilindro.....	18
Ilustración 6 Llenado del cilindro.....	18
Ilustración 7 Mesa de trabajo HM-169.....	20
Ilustración 8 - 1 depósito para producto de contraste, 2 entrada de agua, 3 tamiz, 4 rebosadero, 5 vaciado, 6 bomba, 7 depósito de reserva, 8 rebosadero, 9 panel con tubos manométricos, 10 tamiz, 11 modelo "pared de tablestacas", 12 boquillas para inyectar el producto.....	21
Ilustración 9 Medición de caudales.....	22
Ilustración 10 Molinete.....	23
Ilustración 11 Cálculo de área de sección.....	24

Práctica 1: Importancia de la Hidrología (Visita Técnica).

OBJETIVO.

- Conocer la importancia de la Hidrología, su objetivo y sus aplicaciones a la ingeniería civil.
- Comprender la importancia de un sistema hidrológico.
- Indagar acerca de la historia de la Hidrología.

PROCEDIMIENTO.

Para realizar la visita técnica se debe cumplir lo siguiente:

- Ir adecuadamente vestido/a:
 - a. Casco.
 - b. Chaleco.
 - c. Gafas protectoras.
- No interferir en las actividades de los técnicos que se encuentren en las áreas exclusivas para ellos.
- No manipular equipo o instrumento mientras no sea autorizado para ello.
- Tener un buen comportamiento para evitar accidentes dentro de las instalaciones.
- No llevar bebidas embriagantes.
- Depositar la basura en su lugar o llevar una bolsa para recoger basura y desperdicios que genere. Así ayudara a mantener limpia las instalaciones.

Se realizará una visita técnica a la central hidroeléctrica, tomando en cuenta los siguientes criterios para la elaboración de la bitácora de campo (Ver formato de reporte en anexos).

- a. Nombre del proyecto: _____.
- b. Ubicación: _____.
- c. Hora de salida a visita técnica: _____.
- d. Hora de llegada al proyecto: _____.

- e. ¿Cómo está constituido el proyecto?
- f. Describir cada parte del proyecto.
- g. Detallar los parámetros de operación del proyecto.
- h. Relatar las consideraciones coincidentes con los conocimientos impartidos en el aula que se presentan en el proyecto.
- i. ¿Qué otras aplicaciones de Ingeniería Civil se pueden relacionar con la Hidrología?

Nota: *Entregar respuestas de cuestionario anexo al reporte.*

Práctica 2: Climatología (Visita Técnica).

La mayoría de obras de ingeniería civil están influenciadas por los factores climáticos, entre los factores más destacados se encuentran las precipitaciones pluviales. Dado que un correcto dimensionamiento del drenaje da garantía sobre el tiempo de utilidad de una carretera, vía férrea, etc. El conocimiento acerca de las precipitaciones pluviales garantiza la seguridad de las represas y por ende la seguridad de las poblaciones aledañas.

OBJETIVOS.

- Que el estudiante comprenda la importancia de la climatología para la ingeniería civil.
- Conocer una estación meteorológica y la función de cada uno de sus componentes.

PROCEDIMIENTO.

Para realizar la visita técnica se debe cumplir lo siguiente:

- Ir adecuadamente vestido/a:
 - a) Chaleco.
- No interferir en las actividades de los técnicos que se encuentren en las áreas exclusivas para ellos.
- No manipular equipo o instrumento mientras no sea autorizado para ello.
- Tener un buen comportamiento para evitar accidentes dentro de las instalaciones.
- No llevar bebidas embriagantes.
- Depositar la basura en su lugar o llevar una bolsa para recoger basura y desperdicios que genere. Así ayudara a mantener limpia las instalaciones.

Se realizará una visita técnica a la Estación Meteorológica, ubicada en la Facultad Multidisciplinaria Oriental, tomando en cuenta los siguientes criterios para la elaboración de la bitácora de campo (Ver formato de reporte en anexos).

a. Nombre de Estación Meteorológica:

_____.

b. Ubicación de Estación Meteorológica:

_____.

c. Hora de salida a visita técnica:

_____.

d. Hora de llegada a la Estación Meteorológica:

_____.

e. Describa lo que a continuación se presenta:

La Estación Meteorológica, y cómo se constituye.

- i. Parámetros a tomar en cuenta para elegir la ubicación de una Estación Meteorológica.
- ii. Equipos con los que cuenta la Estación Meteorológica.
- iii. Qué es el Abrigo Meteorológico.
- iv. Las clases de Estaciones Meteorológicas y sus características.
- v. Parámetros para la instalación de los instrumentos de medición.
- vi. Requerimientos para una estación de observación.
- vii. Clasificación del instrumental meteorológico.

f. Hora de salida de la Estación Meteorológica:

_____.

g. Hora de llegada a la Facultad Multidisciplinaria Oriental: _____.

EJERCICIOS PROPUESTOS.

1. En la figura y cuadro adjuntos se muestran la ubicación de 5 estaciones de precipitación de una cuenca dada, así como los valores de precipitación anual, en milímetros. Calcular la precipitación media anual en la cuenca aplicando el método de polígonos de Thiessen, si cada cuadrícula del gráfico equivale a 1 kilómetro cuadrado.

Tabla 1 Datos de precipitación.

Estación	Precipitación anual (mm)
P1	800
P2	600
P3	900
P4	400
P5	200

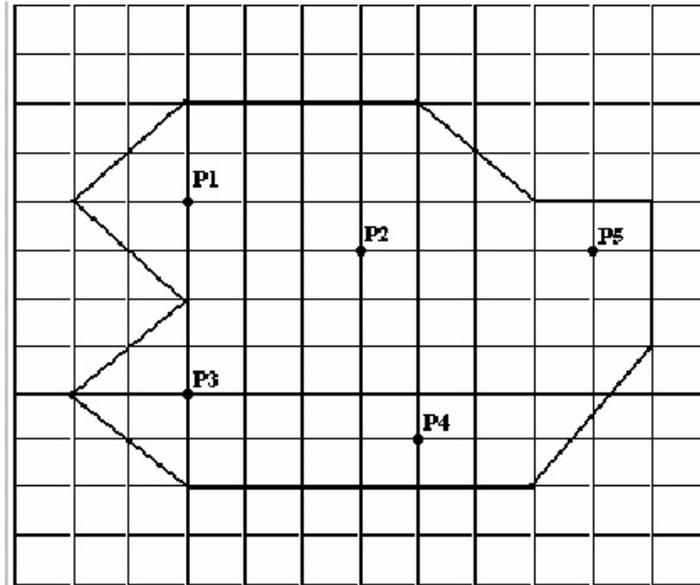


Ilustración 1 Cuenca

2. Resolver el problema anterior por el método de las isoyetas.
3. En la figura, las líneas delgadas identifican la delimitación de la cuenca y subcuencas que como puede apreciarse son tres: SC₁, SC₂ y SC₃. Cada cuadrícula del gráfico puede asumirse igual a 1 kilómetro cuadrado. Empleando el método de los polígonos de Thiessen, se pide calcular el volumen total de agua precipitada en cada una de las subcuencas, así como el total de la cuenca, durante el mes 2, en millones de metros cúbicos, mmc.

Tabla 2 Precipitaciones.

Estación	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
1	170	54	49.6	30
2	72	35	25	21
3	60	9.1	8.5	10.6
4	35	4.8	9.1	5

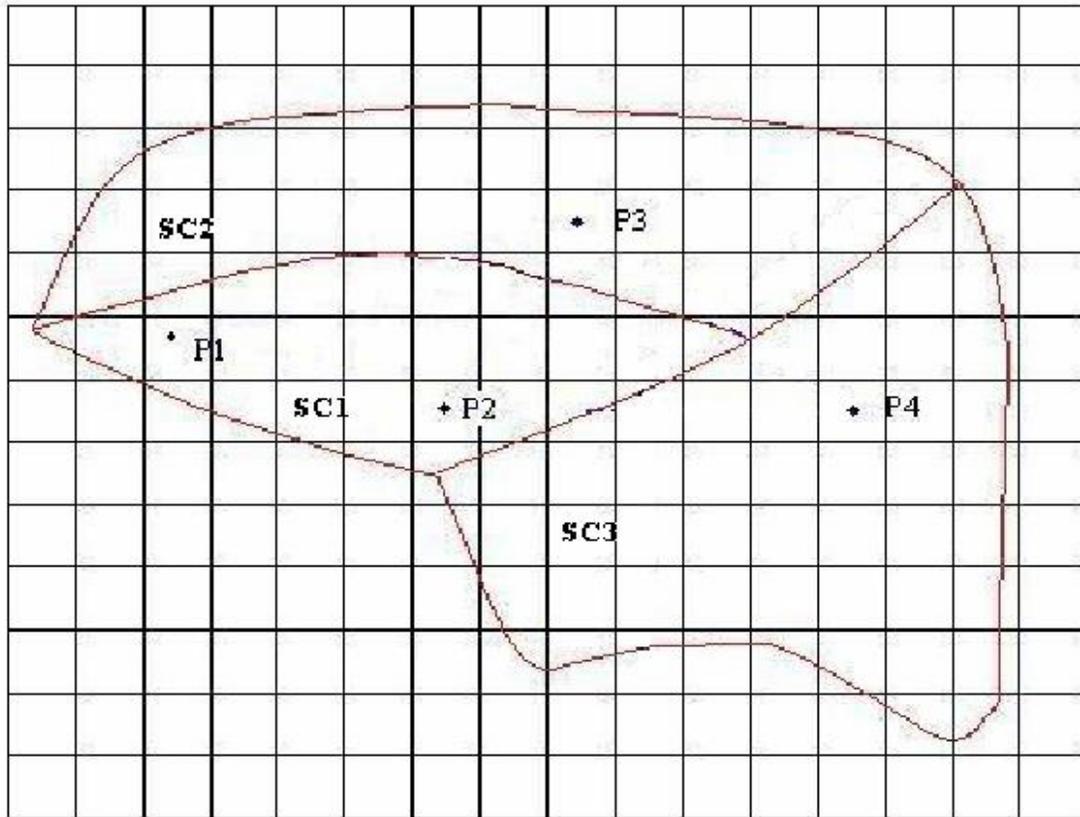


Ilustración 2 Posición de Estaciones.

Nota: Presentar las respuestas de los Problemas Propuestos como anexos del reporte de práctica.

Práctica 3: Evaporación, Transpiración y Evapotranspiración.

Una gran parte del agua que llega a la tierra, vuelve a la atmósfera en forma de vapor, (evaporación), o a través de las plantas (transpiración); dada la dificultad de medir por separado ambos términos, se determina con la evapotranspiración.

OBJETIVOS.

- Determinar los balances de calor en el evaporador.
- Calcular el coeficiente de transferencia de calor de cada cuerpo para las condiciones de operación.
- Calcular la eficiencia del evaporador.
- Calcular el porcentaje de pérdidas de calor en el equipo.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.

Descripción del equipo.

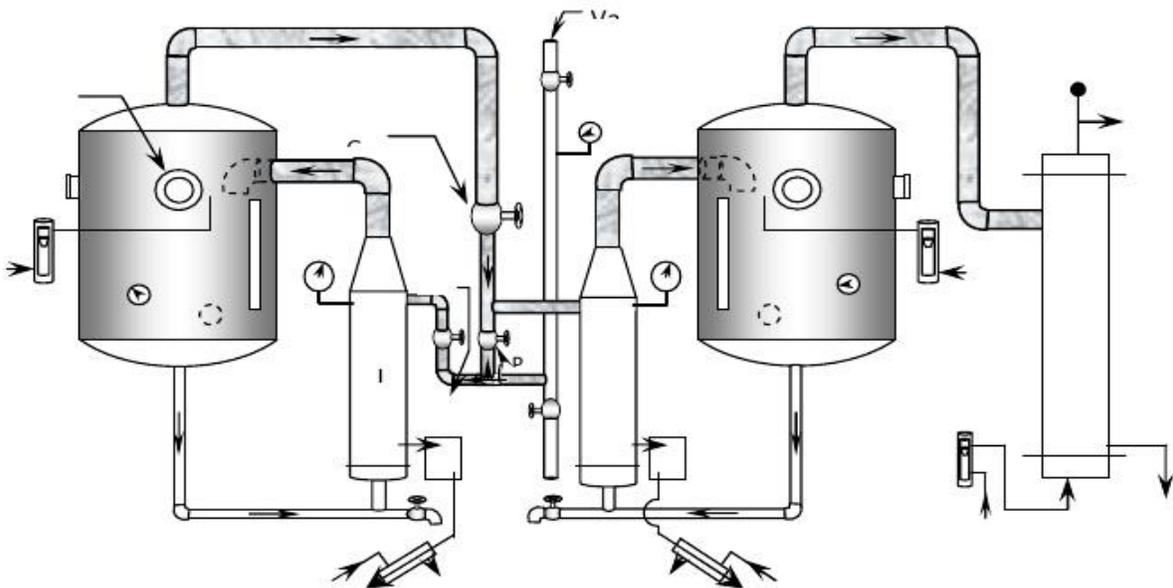


Ilustración 3 Evaporador

- Dos cuerpos cilíndricos de 20" de diámetro exterior por 30 ¾" de altura, fabricadas en lámina de cobre, con sus respectivos indicadores de nivel.

- Dos calandrias de 6" de diámetro interior, fabricados en cobre, las cuales contienen 37 tubos de cobre de 5/8" de diámetro nominal de 19BWG. El largo de los tubos es de 5' y el espesor de pared de los tubos es de 0.042 milésimas de pulgada. Estas calandrias son del tipo de fisión, debido a que la mezcla de vapor – agua dentro de los tubos pesa menos que el agua líquida de los cuerpos. Ese desequilibrio de pesos debido a la temperatura hace que el agua de los cuerpos empuje la mezcla menos pesada dentro de los tubos. En estas calandrias, el vapor de calentamiento circula por la carcasa.
- Un condensador tubular fabricado en cobre está unido al segundo cuerpo, el cual posee el mismo diámetro de las calandrias e igual número de tubos de cobre con las mismas dimensiones.
- Dos trampas de vapor de flotador termostático, cuya presión de trabajo es de 0 a 16 PSI.
- Dos condensadores tipo instantáneo de doble tubo. Están formados por un tubo de cobre interior de 1/2" soldado a un tubo exterior de 3/4" de cobre.
- Dos rotámetros para alimentación de agua a los cuerpos del mismo tipo con una escala de 0 a 25 mm, y otro para agua de enfriamiento en el condensador vertical de tubos.

Toma de datos.

1. Se trabajará con dos presiones para la condición de entrada del vapor al evaporador:

- 2.5 PSI

- 5.0 PSI

2. Tomar datos de temperatura de entrada y caudales, de los condensados obtenidos en los intercambiadores de calor.

3. Determinar el estado estacionario, el flujo (en altura de agua), y la temperatura del evaporador (para ambas presiones).

Tabla 3 Para 2.5 PSI

	Tiempo	Volumen (ml)	Temperatura (°C)
Condición inicial	30 seg		
Condición final	2 min		
Condición inicial	30 seg		
Condición final	1 min		
Condición inicial	30 seg		
Condición final	1 min		

Tabla 4 Para 5.0 PSI

	Tiempo	Volumen (ml)	Temperatura (°C)
Condición inicial	20 seg		
Condición final	30 seg		
Condición inicial	30 seg		
Condición final	1 min		
Condición inicial	30 seg		
Condición final	1 min		

Cálculos.

Tabla 5 Línea Vaporizada en el cuerpo.

Presión (PSI)	Caudal (kg/m ³)	Densidad (Kg/m ³)	Flujo másico (kg/s)
2.5			
5.0			

Tabla 6 Líquido restante en el cuerpo.

Presión (PSI)	Caudal (kg/m ³)	Densidad (Kg/m ³)	Flujo másico (kg/s)
2.5			
5.0			

Tabla 7 Agua de reposición en el evaporador.

Presión (PSI)	Flujo volumétrico (cm ³ /s)	Temperatura (°C)	Flujo másico (kg/s)
2.5			
5.0			

Balance de Masa.

- Balance de masa en la calandria

$$S+A = Z+C$$

- Balance de masa en evaporador

$$Z+R = A + E_1$$

Donde:

S = Flujo de vapor vivo proveniente de caldera.

R = Flujo de reposición o alimentación de agua.

A = Flujo de líquido proveniente de evaporador.

C = Flujo condensado de la calandria.

Z = Vapor que se alimenta al evaporador.

E₁ = Flujo líquido evaporado.

Tabla 8 Resultados de Balance de Masa

Presión (PSI)	S (kg/s)	A (kg/s)	Z (kg/s)	C (kg/s)	E (kg/s)	R (kg/s)
5.0						
2.5						

ESTIMACIÓN DE LA EVAPORACIÓN POR MEDIO DE TANQUE EVAPORÍMETRO.

Descripción del Equipo.

- Tanque Evaporímetro *Clase A*:
Diámetro: 122 cm
Profundidad: 25cm
Material: Hierro galvanizado (calibre 22).
Plataforma de madera de 15 cm de altura.

Materiales.

- Tanque Evaporímetro.
- Agua.

Procedimiento.

- Duración de la práctica: 1 semana.
- Familiarizarse con los instrumentos del tanque evaporímetro.
- Colocar agua en el tanque; la altura del agua no debe sobrepasar los 5 cm del borde superior de la cubeta y no bajar a más de 7.5 cm con respecto a este borde.
- Mediante un micrómetro situado en un dispositivo en el interior del tanque realizar las lecturas de la altura del agua evaporada (mm).
- Realizar las lecturas todos los días a una misma hora, preferiblemente en la tarde.

Análisis.

¿Cuál fue el total de agua evaporada durante la semana en estudio?

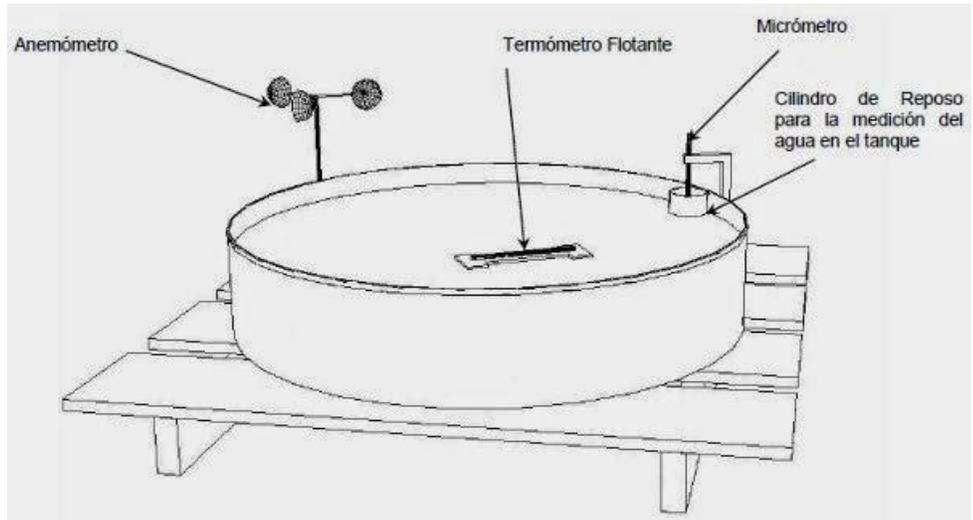


Ilustración 4 Tanque Evaporímetro Clase A

Práctica 4: Cuencas.

La Cuenca Hidrográfica se define como la unidad territorial natural que capta la precipitación, y es por donde transita el escurrimiento hasta un punto de salida en el cauce principal o sea es un área delimitada por una divisoria topográfica denominada parte-agua que drena a un cauce común.

OBJETIVOS.

- Definir las partes de una cuenca.
- Diferenciar los tipos de cuencas y sus características.
- Conocer las funciones de las cuencas y distinguir sus componentes.

PROCEDIMIENTO.

Cálculo del área de una cuenca.

En la actualidad existen diversos y variedad de programas que nos permiten determinar con mayor precisión longitudes y superficies de las cuencas. Entre los paquetes computacionales, se tienen:

- SIG,s: ILWIS, ARCVIEW, ARGIS, IDRISI, etc.
- CAD,s: AutoCAD, Civil 3D, etc.

Procedimiento para determinar el área con AutoCAD.

- Utilizar Cartografía del Centro Nacional de Registro en escala 1:500.
- Escanear la superficie a medir u obtenerlo en archivo digital en formato TIFF o JPG.
- Importar la imagen en AutoCAD.
- Crear un Layer con el nombre de "Divisoria".
- Digitalizar el contorno de la cuenca, como la creación de una superficie, sobre la imagen importada que debe estar debidamente escalada.

Presentar los siguientes cálculos

- Área de drenaje.
- La divisoria de aguas.
- Índice de Gravelius o coeficiente de compacidad.

$$K = 0.282 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Siendo P el perímetro de la cuenca (km), y A el área de la cuenca (km²).

- Cálculo de factor de forma

$$K = \frac{B}{L}$$

Siendo B el ancho medio de la cuenca y L la longitud del cauce principal de la cuenca.

- La pendiente media de la cuenca.
- Histograma de frecuencias altimétricas.

Práctica 5: Infiltración

El agua posee un rol fundamental en los procesos de escorrentía como respuesta a una precipitación dada en una cuenca, dependiendo de su magnitud. Lluvias de iguales intensidades, pueden producir caudales diferentes. Así también lo es, el estudio de la recarga de acuíferos. La infiltración depende de muchos factores, por lo que su estimación confiable es bastante difícil y es imposible obtener una relación única entre todos los parámetros que la condicionan.

OBJETIVOS.

- Capacitar al alumno para medir la velocidad de infiltración de un suelo y obtener la ecuación que describe este fenómeno.
- Determinar las ventajas y desventajas de un suelo con una alta o baja velocidad de infiltración.

ENSAYO 1: MÉTODO DEL CILINDRO INFILTROMETRO.

Este método consiste verter agua en un tubo cilíndrico colocado sobre el terreno y medir en tiempos sucesivos la disminución de la altura del agua vertida en el cilindro. El agua penetra en profundidad en el área de terreno correspondiente a la base del cilindro, pero también se extiende lateralmente, lo que origina un resultado erróneo por exceso. Para evitar este inconveniente se dispone otro tubo cilíndrico de mayor diámetro concéntrico con el anterior, y se vierte agua también en el espacio comprendido entre los 2 cilindros. De este modo el agua de los dos recipientes penetra en el suelo al mismo tiempo, evitando la infiltración lateral del agua vertida en el cilindro interior, con lo cual el vaciado de este cilindro indica la velocidad de infiltración con más exactitud. Este método se utiliza en suelos en los que se establecen sistemas de riego por surcos, compartimientos cerrados o melgas, aspersión y goteo. El cilindro debe tener un diámetro de, al menos, 30 cm y una longitud superior a los 30 cm. Es recomendable que el acero tenga un espesor de 5mm y vaya provisto de un borde con filo, con el fin de clavarlo con facilidad en el terreno sin deteriorar la estructura del suelo. La lectura de la lectura de agua se hace mediante una regla graduada.

MATERIALES.

- Un cilindro infiltrometro de acero o fierro galvanizado de 2mm de espesor, de 30 cm y unos 50 – 60 de alto.

- Una plancha metálica o tablones de madera.
- Una regla graduada.
- Cinta adhesiva.
- Cronometro o reloj digital.
- Almádana.
- Lámina de plástico delgada, transparente y resistente de 1x1 m².
- 2 hojas de registro.
- Baldes o latas de 5 GL. O más.
- Lápices, tiza y borrador.

PROCEDIMIENTO

1. Selección y Descripción del Lugar: Las pruebas deben de hacerse en los lugares representativos del terreno del cual se quiere conocer las características de infiltración. Asimismo, se determinará la textura, estructura (densidad aparente) y contenido de humedad del suelo; anotando si el suelo ha sido cultivado, cosechado recientemente, tipo de cultivo, presencia de costras, etc.

2. Introducción del Cilindro

- Introducir el cilindro en el lugar seleccionado mediante el uso de una almádana sobre el tablón de madera que se halla colocado sobre el cilindro. El cilindro se debe introducir hasta unos 15cm. aproximadamente.

- La introducción del cilindro debe efectuarse verificando a fin de evitar que se alteren sustancialmente las condiciones de la superficie del suelo. Una vez instalado el cilindro se remueve con cuidado el suelo que se encuentra adyacente a las paredes de este y se coloca la regla graduada, fijándola en la parte interna del cilindro.



Ilustración 5 Introducción del cilindro.

3. Llenado de los Cilindros: Una vez colocado el plástico en el cilindro se procede a su llenado de agua, aproximadamente una lámina de 10 – 15 – 20 cm. se procede retirar el plástico previamente se ha tenido que haber tomado una lectura luego de haberlo retirado se inicia inmediatamente las lecturas de la carga de agua.

1° lectura con plástico: a

2° lectura sin plástico b



Ilustración 6 Llenado del cilindro.

4. Lecturas del Nivel de Agua: Retirado el plástico del cilindro, se procede a efectuar las lecturas del nivel de agua en el cilindro. Dicho nivel se medirá con la regla graduada previamente instalada. Las mediciones, normalmente se continuarán con un intervalo de tiempo determinado siendo al inicio estos intervalos de 1 a 2 minutos aproximadamente y

luego se irán distanciando gradualmente cada 5, 10, 15, 20, 30 minutos; hasta finalmente completar la prueba. Cuando en el cilindro se ha infiltrado una lámina de alrededor de 2.5 a 3.0 cm., se procede a llenar nuevamente, procurando alcanzar el mismo nivel inicial. Esta operación debe ser efectuada rápidamente, para lo cual debe de hacerse una lectura antes e inmediatamente después del llenado a fin de que el tiempo transcurrido en esta operación sea considerado cero. La duración de la prueba no debe ser menor a 2 horas. En suelos francos y arcillosos, la duración de la prueba debe ser de 3 a 5 horas. En forma general, se indica que la duración de la prueba debe ser hasta la tasa de infiltración sea sensiblemente constante.

5. Cálculo y registro de datos.

- Los datos de campo se anotarán en la columna 1 y 4 del formato 1.
- En base a los datos de campo tomados se procede al llenado del resto de columnas del formato 1.

6. Evolución de datos de infiltración.

- Efectuar un diagrama: Lámina Infiltrada acumulada (L_{cum}) versus Tiempo acumulado y trazar la curva de mayor ajuste.
- Determinar la función matemática respectiva y su coeficiente de determinación (R^2).
- Efectuar un diagrama de velocidad de infiltración promedio y trazar la curva de mayor ajuste. Determinación de su función matemática y su coeficiente de determinación respectivo.

ENSAYO 2: VISUALIZACIÓN DE CORRIENTES DE FLUJO.

Un método ilustrativo en el estudio de corrientes de infiltración y flujos de agua subterránea es la visualización de líneas de corriente y su representación gráfica como red de flujo. La red de flujo ofrece información sobre la filtración de agua en presas y paredes de tablestacas.

Con el HM 169, se visualizan líneas de corriente en la corriente de infiltración y el flujo de agua subterránea en distintos modelos con ayuda de un producto de contraste. Además se representan los efectos de la presión de agua en distintas estructuras como desarrollos de presión.



Ilustración 7 Mesa de trabajo HM-169

El banco de ensayos consta de un depósito transparente relleno de arena. En el lecho de arena pueden instalarse distintos modelos para la demostración de estructuras típicas. La sección de ensayo está separada de las cámaras de entrada y de salida mediante tamices. La entrada de agua es regulada a través de una válvula. Con ayuda de un producto de contraste pueden visualizarse líneas de corriente, como ocurren en la corriente de infiltración y el flujo de agua subterránea. Una ventana de vidrio templado permite una observación óptima de los ensayos.

Los distintos modelos permiten realizar múltiples ensayos, p.ej., desarrollo de presión en muros de contención o corriente de infiltración y flujo de agua subterránea bajo paredes de tablestacas. Los modelos "fundamento" y "muro de contención" están equipados con tuberías para representar las presiones.

En la sección de ensayo hay conexiones de medición para registrar los niveles de agua subterránea. Los niveles de agua subterránea se indican en 14 tubos manométricos.

El HM 169 contiene un circuito de agua cerrado con un depósito de reserva y una bomba.

Los ensayos que se pueden desarrollar con este banco son:

- Determinación de redes de flujo en medios permeables.
- Líneas de corriente bajo una pared de tablestacas.
- Líneas de corriente a través de una presa de tierra.
- Drenaje en un dique abierto.

- Determinación del desarrollo de presión en una cimentación.
- Determinación del desarrollo de presión en un muro de contención.
- Desarrollo de los niveles de agua subterránea en distintos modelos.

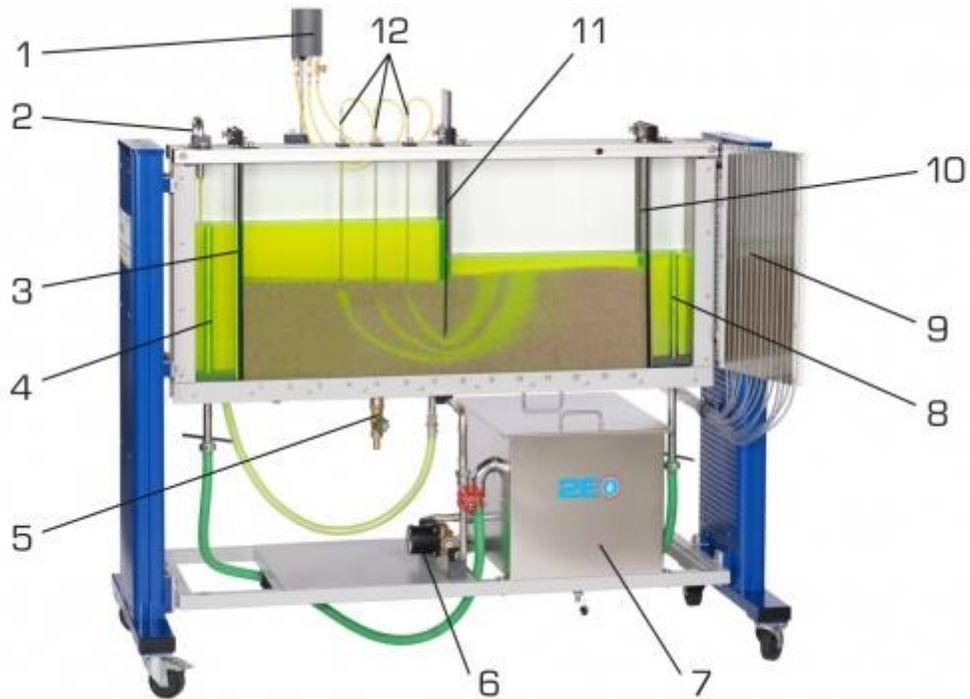


Ilustración 8 - 1 depósito para producto de contraste, 2 entrada de agua, 3 tamiz, 4 rebosadero, 5 vaciado, 6 bomba, 7 depósito de reserva, 8 rebosadero, 9 panel con tubos manométricos, 10 tamiz, 11 modelo "pared de tablestacas", 12 boquillas para inyectar el producto.

Práctica 6: Medición de caudales.

Para el cálculo del gasto por el método de área de velocidades, es necesario conocer la distribución de velocidades en la sección transversal que sirve de sección de aforo. La distribución de velocidades no es uniforme, debido principalmente a los siguientes factores.

- Rugosidad del fondo y las paredes.
- Forma del canal.
- Presencia de una superficie libre.
- Curvaturas

OBJETIVOS.

- Aplicar lo estudiado en la utilización del molinete hidráulico como medio de medición de velocidades.
- Estudiar la distribución de velocidades que se producen en la sección transversal de un río y dibujar la sección transversal de velocidades.
- Calcular el caudal del río.

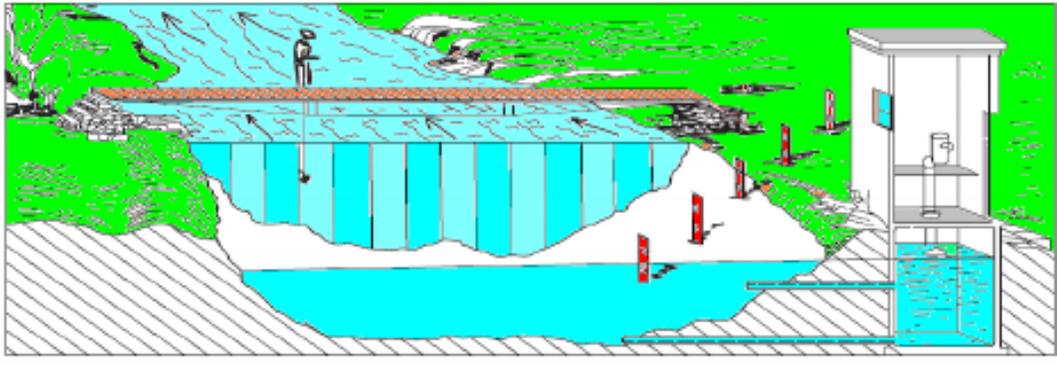


Ilustración 9 Medición de caudales.

PROCEDIMIENTO.

Se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

1. La sección elegida para la medición con el molinete debe estar situada en un tramo recto y de una sección lo más homogénea posible a lo largo de dicho tramo.

2. Elegir el número de verticales en la sección y calcular la velocidad media en cada vertical. Para aumentar la precisión el número de verticales debe ser mayor.

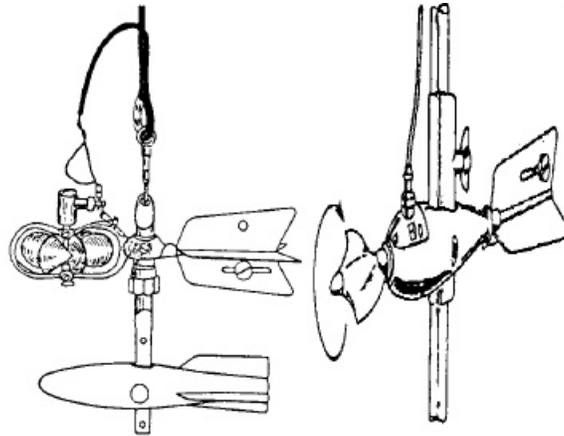


Ilustración 10 Molinete.

Tabla 9 Valores del factor de corrección K.

K	Material del fondo del canal
0.40 – 0.52	Poco áspero
0.46 – 0.75	Grava con hierba y caña
0.58 – 0.70	Grava gruesa y piedras
0.70 – 0.90	Madera, hormigón o pavimento
0.62 – 0.75	Grava
0.65 – 0.83	Arcilla y arena

1. Determinación de la velocidad:

- Medir la longitud (L) del tramo AB.

2. Cálculo del área promedio del tramo.

- Calcular el área en la sección A (AA).
- Calcular el área en la sección B (AB).
- Calcular el área promedio:

$$A_p = \frac{A_a + A_b}{2}$$

3. Cálculo del área de una sección.

Para calcular el área en cualquiera de las secciones, hacer lo siguiente:

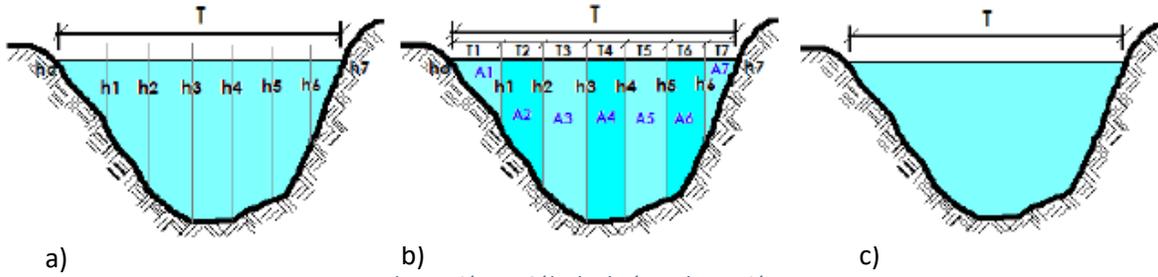


Ilustración 11 Cálculo de área de sección.

- Medir el espejo de agua (T).
- Dividir (T), en cinco o diez partes (midiendo cada 0.20, 0.30, 0.50, etc), y en cada extremo medir su profundidad.
- Calcular el área para cada tramo, usando el método del trapecio.

$$A = \frac{h_0 + h_1}{2} * T1$$

- Calcular el área total de una sección:

$$A = \sum A_i$$

4. Cálculo del Caudal.

$$Q = K * A * V$$

Práctica 7: Hidrología Aplicada (Visita Técnica).

La Hidrología es aplicada con mucha frecuencia para el diseño de obras civiles. El ingeniero civil que se ocupa de proyectar, construir o supervisar el funcionamiento de instalaciones hidráulicas, sanitarias y otras obras civiles debe resolver numerosos problemas prácticos. Éstos pueden ser de muy variado carácter, pero en la mayoría de los casos será necesario el conocimiento de la hidrología para su solución.

OBJETIVOS.

- Realizar el reconocimiento en campo de las estructuras de los proyectos hidráulicos.
- Conocer los problemas y deficiencias que se presentan en el diseño y en la vida útil de los proyectos.

PROCEDIMIENTO.

Para realizar la visita técnica se debe cumplir lo siguiente:

- Ir adecuadamente vestido/a:
 - a. Casco.
 - b. Chaleco.
 - c. Gafas protectoras.
- No interferir en las actividades de los técnicos que se encuentren en las áreas exclusivas para ellos.
- No manipular equipo o instrumento mientras no sea autorizado para ello.
- Tener un buen comportamiento para evitar accidentes dentro de las instalaciones.
- No llevar bebidas embriagantes.
- Depositar la basura en su lugar o llevar una bolsa para recoger basura y desperdicios que genere. Así ayudara a mantener limpia las instalaciones.

Se realizará una visita técnica a la central hidroeléctrica, tomando en cuenta los siguientes criterios para la elaboración de la bitácora de campo (Ver formato de reporte en anexos).

- a. Nombre del proyecto: _____.
- b. Ubicación: _____.
- c. Hora de salida a visita técnica: _____.
- d. Hora de llegada al proyecto: _____.
- e. ¿Cómo está constituido el proyecto?
- f. ¿Qué zonas son beneficiadas con este proyecto?
- g. Describir cada parte del proyecto.
- h. Detallar los parámetros de operación del proyecto.
- i. Describir equipos y/o componentes.
- j. Relatar las consideraciones coincidentes con los conocimientos impartidos en el aula que se presentan en el proyecto.
- k. ¿Qué otras aplicaciones de Ingeniería Civil se pueden relacionar con la Hidrología?

Nota: Entregar respuestas de cuestionario anexo al reporte.

ANEXO 4

MANUAL DE
HIDRÁULICA





HIDRAULICA

MANUAL DE PRACTICAS

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Manual de Prácticas
Hidráulica

Tabla de Contenido

Índice de Ilustraciones.....	4
Índice de Tablas.....	5
PRACTICA 1: HIDROMETRIA.....	6
PRACTICA 2: PERDIDAS EN TUBERIAS Y SISTEMAS EN TUBERIAS.	13
PRACTICA 3: FLUJO EN CANALES ABIERTOS Y CERRADOS.....	43

Índice de Ilustraciones.

Ilustración 1. Descripción del equipo: Hidrometría.	7
Ilustración 2. Descripción del equipo: Modulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos. 7	
Ilustración 3. Descripción del equipo: Perdidas en tuberías y sistemas en tuberías.	14
Ilustración 4. Descripción del equipo: Robineteria de cierre y dispositivos deprimogenos para determinar el caudal.	14
Ilustración 5. Descripción del equipo: Modulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos.	15
Ilustración 6. Esquema de medición de presión diferencial.	17
Ilustración 7. Esquema de medición de presión absoluta.	17
Ilustración 8. Manejo de equipo: Purga-1.	18
Ilustración 9. Manejo de equipo: Purga-2.	19
Ilustración 10. Manejo de equipo: Ajuste del punto cero.	20
Ilustración 11. Manejo de equipo: Realización de la medición.	21
Ilustración 12. Ejemplo de grafica de relación: Magnitud de perdida- Corriente volumétrica. 23	
Ilustración 13. Codos de tubo.	24
Ilustración 14. Grafica de relación entre el radio del codo y el diámetro del tubo R/d.	24
Ilustración 15. Esquema de sección de corriente.	26
Ilustración 16. Coeficiente de resistencia en caso de estrechamiento irregular.	26
Ilustración 17. Equipo de ensayo.	28
Ilustración 18. Equipo de ensayo.	31
Ilustración 19. Ejemplo de grafica de relación: Revolución-Caudal.	32
Ilustración 20. Medición de corriente volumétrica con tobera/diafragma.	33
Ilustración 21. Esquema de tubo de Venturi de sección rectangular.	35
Ilustración 22. Rugosidades de pared.	38
Ilustración 23. Tenacidad cinemática del agua en función de la temperatura.	38
Ilustración 24. Índice de fricción del tubo según Colebrook y (en trazos) según Nikuradse. ...	39
Ilustración 25. Relación de diámetro d_1/d_2	39
Ilustración 26. Índices de resistencia en ampliación regular (difusor) en función del ángulo del difusor según Kalide.	40
Ilustración 27. Densidad del agua en función de la temperatura según Kalide.	40
Ilustración 28. Descripción de equipo: Flujo en canales abiertos y cerrados.	44
Ilustración 29. Proceso del flujo en el canal abierto.	45
Ilustración 32. Procesos del flujo en el canal cerrado.	46

Índice de Tablas

Tabla 1. Tabla de datos: Aforo/Medidor HM 150	10
Tabla 2. Tabla de datos: Presión diferencial.....	10
Tabla 3. Tabla de datos: Tabla de Caudales.	11
Tabla 4. Tabla de datos: Porcentaje de error.	12
Tabla 5. Tabla de datos: Trayecto de medición II, PVC 20x1.5.	23
Tabla 6. Tabla de datos: Trayecto de medición V.	25
Tabla 7. Tabla de datos: Calculo de coeficientes de resistencia para el ángulo de tubo y el arco del tubo.	25
Tabla 8. Tabla de datos: Calculo de coeficientes de resistencia para el ángulo de tubo y el arco del tubo.	25
Tabla 9. Tabla de datos: Ensayo modificación de sección.	27
Tabla 10. Tabla de datos: Ramificaciones de tubo.	28
Tabla 11. Tabla de datos: Coeficiente de resistencia de griferías de tubería-1.	29
Tabla 12. Tabla de datos: Coeficiente de resistencia de griferías de tubería-2.	29
Tabla 13. Tabla de datos: Coeficiente de resistencia de griferías de tubería-3.....	30
Tabla 14. Tabla de datos: Curvas características de apertura de los órganos de bloqueo.	31
Tabla 15. Tabla de datos: Trayecto de medición VI.	33
Tabla 16. Tabla de datos: Medición de tobera.	34
Tabla 17. Tabla de datos: Medición de diafragma.....	34
Tabla 18. Tabla de datos: Trayecto de medición VI-1	35
Tabla 19. Tabla de datos: Trayecto de medición VI-2.	35

PRACTICA 1: HIDROMETRIA.

La medición del caudal es un aspecto importante en la metrología. Existen distintas posibilidades de medir el caudal de fluidos en tuberías.

Con el equipo de ensayo los estudiantes pueden conocer y aplicar de forma práctica distintos métodos de medición del caudal en el sistema de tuberías. El equipo de ensayo contiene distintos instrumentos de medición para determinar el caudal. Las carcasas de los instrumentos de medición son transparentes para poder visualizar el modo de trabajo y el funcionamiento.

OBJETIVOS.

- Comparar distintos instrumentos para medir caudal.
- Determinar el coeficiente de caudal correspondiente.
- Comprender como se deben calibrar los instrumentos de medición.

EQUIPO.

- Equipo de ensayo HM 150.13
 - a. Tubo de Venturi.
 1. Angulo en la entrada: 10.5°
 2. Angulo en la salida: 4°
 - b. Caudalímetro de placa con orificio (D: 14 mm).
 - c. Tobera de medida del caudal (D: 18.55 mm).
 - d. Rotámetro (Max. 1700 L/h).
 - e. 6 tubos manométricos (390 mmCA).
- Equipo de ensayo HM 150 (Modulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos).
 - a. 1 modulo básico.
 - b. 1 cronometro.
 - c. 1 jarra graduada y juego de accesorios.

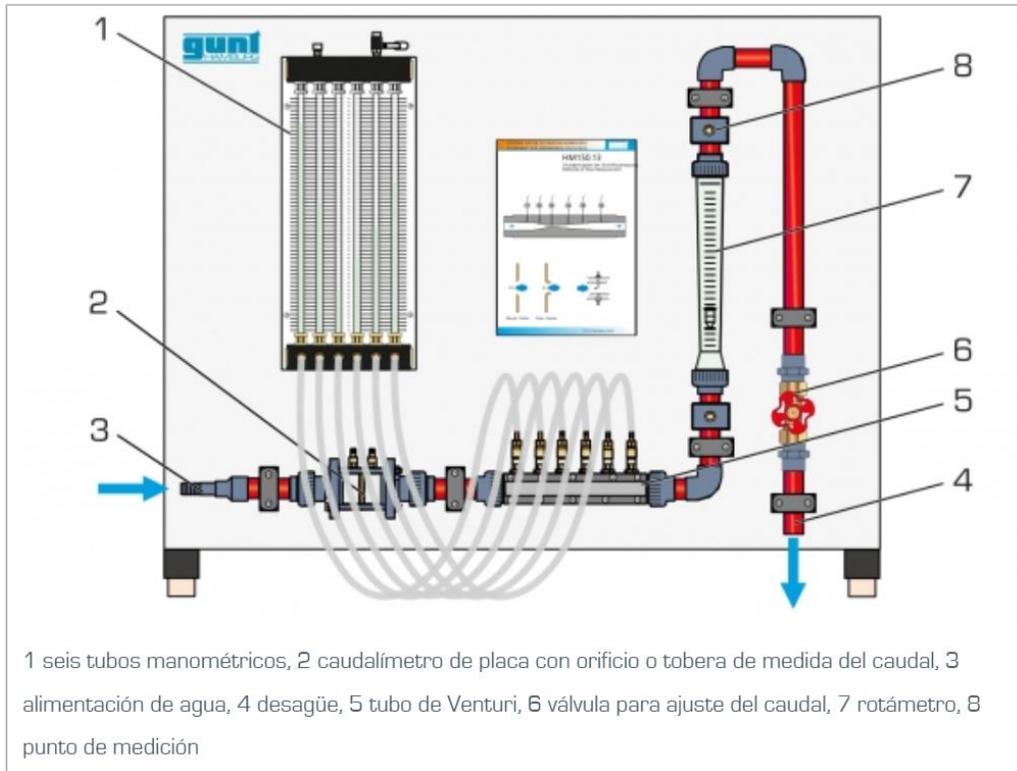


Ilustración 1. Descripción del equipo: Hidrometría.

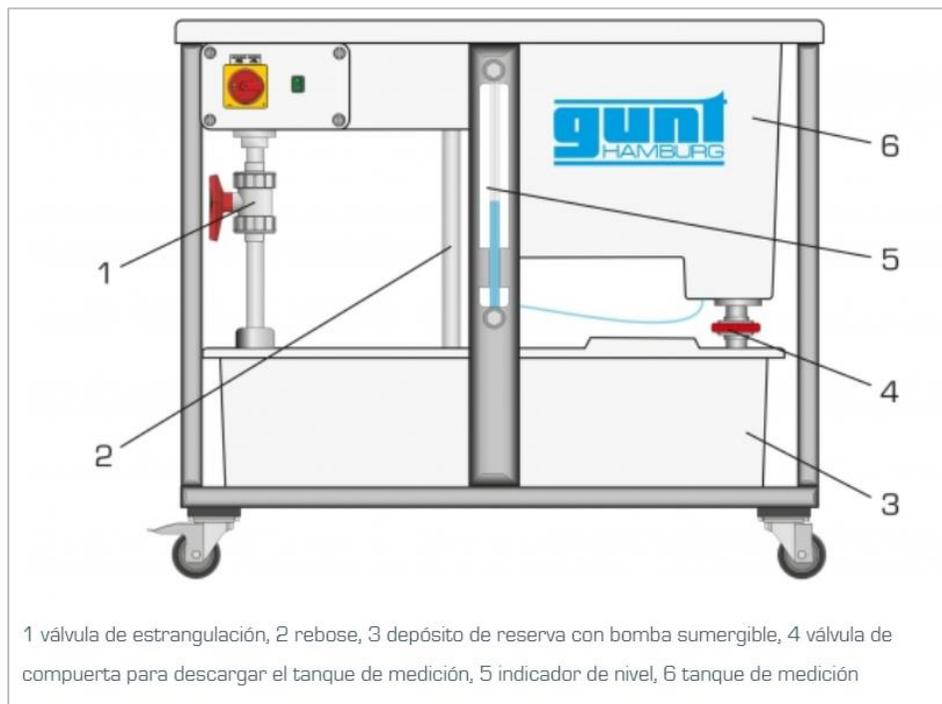


Ilustración 2. Descripción del equipo: Modulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos.

PRUEBA N° 1: CALIBRACION DE CAUDALIMETROS.

Un caudalímetro se calibra comparando los valores por él indicados con los resultados obtenidos con otro método de medición bien verificable. En la siguiente parte del ensayo se calibra a modo de ejemplo el rotámetro, utilizando como apoyo el equipo de ensayo “modulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos”

Para la calibración del diafragma, la boquilla, el tubo de Pitot o el tubo de Venturi se aplica el mismo procedimiento.

1. Prepara los equipos de ensayo HM 150.13 y HM 150 (Modulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos).
2. Conectar la bomba del módulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos).
3. Abrir la válvula de compuerta del equipo de ensayo HM 150.13, ajustar primero un caudal reducido.
4. Anotar el valor indicado por el rotámetro.
5. Realizar con ayuda del módulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos una medición y anotar el resultado.
6. Repetir los pasos anteriores con al menos otros cinco ajustes de la válvula de compuerta del equipo de ensayo HM 150.13.
7. Calcular la diferencia de los valores de caudal obtenidos, considerar errores y registrar los resultados de forma gráfica.

PRUEBA N° 2: MEDICIÓN DE CAUDAL: DIAFRAGMA/ BOQUILLA

Cuando un caudal V atraviesa un diafragma/una boquilla se produce una pérdida de presión Δp . La relación es:

$$\dot{V} = k\sqrt{\Delta p}$$

La medición del caudal del diafragma/ la boquilla del equipo de ensayo HM 150.13 se realiza con ayuda del caudalímetro de flotador calibrado en el experimento.

1. Preparar el equipo de modulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos y el equipo de ensayo HM 150.13
2. Colocar opcionalmente el disco de diafragma o el disco de boquilla en la carcasa y montar la carcasa en el sistema de tubos del equipo de ensayo HM 150.13.
3. Unir las conexiones de presión de la carcasa a dos tubos de medición del panel de manómetros.
4. Conectar la bomba del equipo de modulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos.
5. Abrir la válvula de la compuerta del equipo de ensayo HM 150.13 y ajustar primero en caudal reducido.
6. Anotar en una tabla el valor volumétrico V indicado por el rotámetro. Realizar cuatro lecturas del rotámetro tomando tres lecturas de volumen y tiempo en cada una, tanto para *Aforo* como para el *Medidor HM 150*.

Tabla 1. Tabla de datos: Aforo/Medidor HM 150

Rotámetro (l/h)	Aforo		Medidor HM 150	
	Volumen (l)	Tiempo (s)	Volumen (l)	Tiempo (s)

7. Anotar en la tabla el valor de la presión diferencial que indica el panel de manómetros, tomando las cuatro lecturas del rotámetro realizadas en tabla anterior.

Tabla 2. Tabla de datos: Presión diferencial.

Rotámetro (l/h)	P_{Total}	$P_{Estatica}$	$P_{Din} = P_{Total} - P_{Estatica}$

8. Repetir los pasos anteriores con otros ajustes de la compuerta del equipo de ensayo HM 150.13.
9. Finalizada la prueba cierre la válvula de entrada de agua y apague el equipo del módulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos.

10. Realizar los siguientes cálculos.

Formula de tubo de Pitot: $V_{max} = \sqrt{\frac{2g * P_{dyn}}{4}}$

$$\Delta h = \frac{\Delta P}{\rho g}$$

Partiendo de lo anterior, obtenemos: $V_{max} = \sqrt{\frac{2(\Delta h g * \rho g)}{\rho}}$

Formula para calcular area: $A = \frac{\pi(\Delta d)^2}{4}$.

Formula del caudal: $Q = V_{cal} \approx A * V_{max} * 0.84$.

11. Para el cálculo de caudal de aforo y medidor de equipo del módulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos (HM 150) utilizar.

$$Q = \frac{vol}{t}$$

12. Para el cálculo de caudal de rotámetro, realizar conversión de L/H a L/S.

13. Tabular los datos de los caudales para los diferentes ajustes de la compuerta.

Tabla 3. Tabla de datos: Tabla de Caudales.

Caudales (L/S)			
Rotámetro	Tubo de Pitot	Medido de equipo HM 150	Aforo

14. Calcular el porcentaje de error para cada caudal.

$$\% \text{ Error} = \frac{\text{Valor}_{Teorico} - \text{Valor}_{Experimental}}{\text{Valor}_{Teorico}} \times 100$$

Tabla 4. Tabla de datos: Porcentaje de error.

Porcentajes de error.		
% Error rotámetro	% Error Medidor de equipo HM150	% Error Tubo de Pitot

15. Realizar un análisis sobre cual dispositivo es el más adecuado para realizar mediciones de caudales y por qué.

Nota: Realizar medición de caudal por medio del Tubo de Venturi, seguir mismo proceso, utilizar la ley de Bernoulli, y a su vez utilizar el rotámetro. Para el cálculo del caudal por medio del Tubo de Venturi se debe tomar en cuenta que el Tubo tiene 6 secciones con diferentes áreas y ángulos de inclinación.

NOMENCLATURA.

Símbolo	Concepto	Unidad
V_{max}	Velocidad máxima	m/s
Δh	Diferencia de altura de columna de agua	m
g	Gravedad	9.81 m/s ²
A	Área	m ²
Q	Caudal	L/S

Nota: Realizar las respectivas conversiones para obtener cálculos correctos durante el ensayo.

PRACTICA 2: PERDIDAS EN TUBERIAS Y SISTEMAS EN TUBERIAS.

OBJETIVOS.

- Estudiar las pérdidas de carga en tuberías, piezas de conexión de tuberías y robinetería, así como las diferentes conexiones de secciones de tubo.
- Observar la influencia de la velocidad de flujo en la pérdida de presión.
- Determinar los coeficientes de resistencia.
- Familiarizarse con distintos dispositivos deprimogenos para determinar el caudal.

EQUIPO.

- Equipo de ensayo HM 150.11
 - a. Sección de tubo para instalar robinetería y/o objetos de medición (20x1.5mm, PVC).
 - b. Secciones de tubo, PVC.
 1. Recto: $d=20 \times 1.5$ mm, longitud: 800 mm
 2. Estrechamiento discontinuo: $d=32 \times 1.8 - 20 \times 1.5$ mm
 3. Ensanche discontinuo: $d=20 \times 1.5 - 32 \times 1.8$ mm
 4. 2 piezas en "Y" de 45° y 2 piezas en "T".
 5. 2 ángulos/codos de 90° : $d=20 \times 1.5$ mm y 2 ángulos de 45° : $d=20 \times 1.5$ mm.
 - c. 2 tubos manométricos: 0-1000 mmCA.
 1. Presión: 0-0.1 bar.
- Equipo de ensayo HM 150 (Modulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos).
 - a. 1 modulo básico.
 - b. 1 cronometro.
 - c. 1 jarra graduada y juego de accesorios.

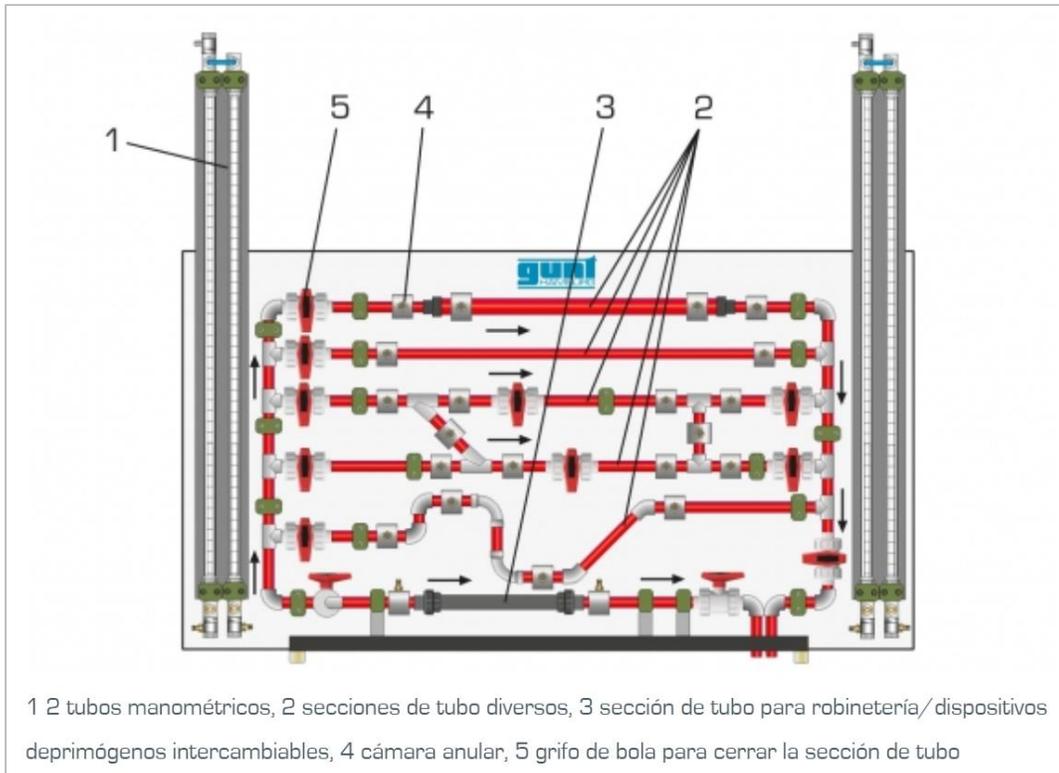


Ilustración 3. Descripción del equipo: Perdidas en tuberías y sistemas en tuberías.

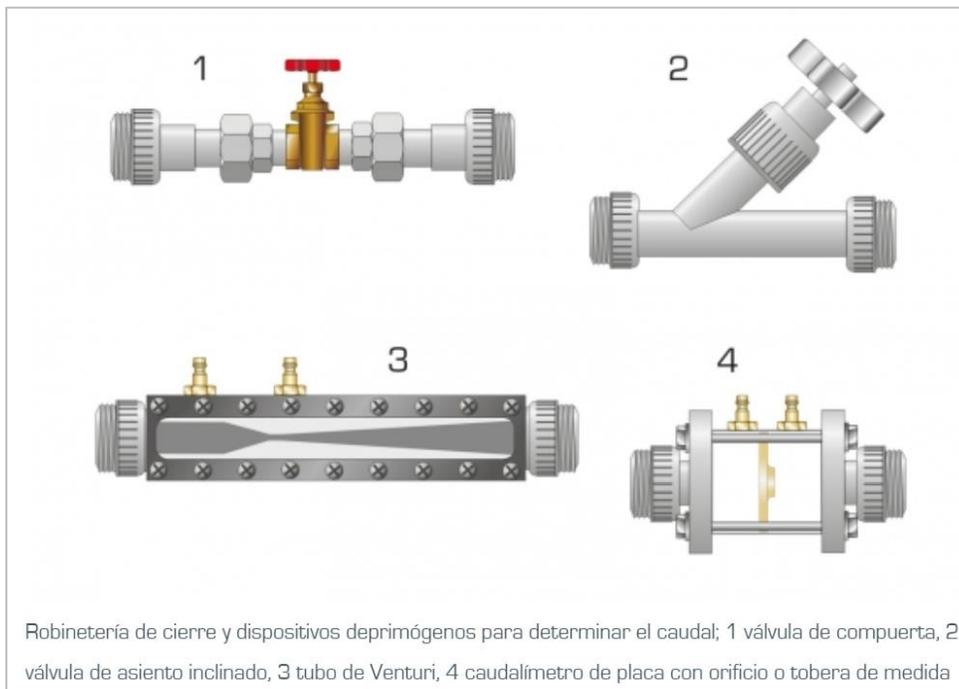


Ilustración 4. Descripción del equipo: Robinetería de cierre y dispositivos deprimógenos para determinar el caudal.

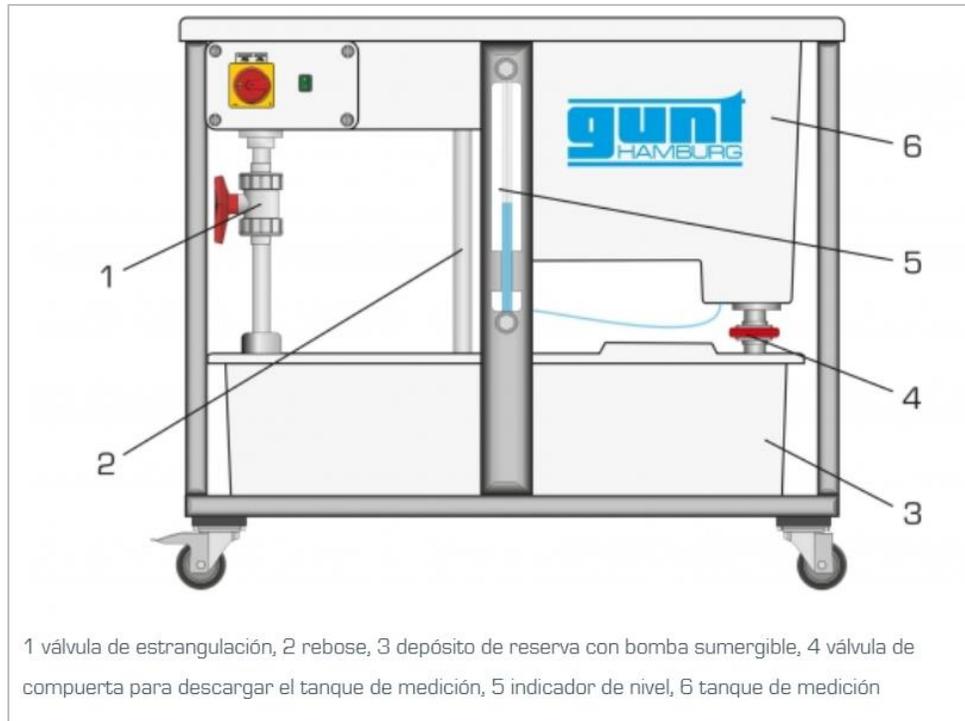


Ilustración 5. Descripción del equipo: Módulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos.

La realización de los ensayos se basa en el módulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos HM 150.

1. Colocar la construcción de ensayo en el módulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos HM 150 con la evacuación encima del depósito.
2. Soltar las tuercas moleteadas en cruz de la parte trasera de las fijaciones de manómetro. Colocar el manómetro un agujero más abajo. Volver a apretar las tuercas moleteadas en cruz.
3. Establecer la unión de mangueras entre el módulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos y el equipo.
4. Abrir el desagüe del módulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos.
5. Conectar la bomba y abrir lentamente el grifo principal del módulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos.
6. Conectar el manómetro a los puntos de medición deseados.
7. Abrir lentamente el grifo esférico del trayecto de medición deseado y purgar el manómetro como se explicará en el apartado denominado Purga.

8. Ajustando al mismo tiempo la válvula de purga y la válvula de desagüe en el manómetro, debe regularse el nivel de agua de tal modo que ambas columnas de agua se encuentren dentro del rango de medición.

Medición de la presión diferencial.

En este proceso, la válvula de purga está cerrada. Encima de ambas columnas de agua se forma un colchón neumático con la presión P_L . De esta manera se obtienen los siguientes valores para las presiones a medir P_1 y P_2 :

$$P_1 = P_L + h_1 * \rho * g$$

$$P_2 = P_L + h_2 * \rho * g$$

La presión diferencial asciende entonces a:

$$\Delta P = P_1 - P_2 = P_L + h_1 * \rho * g - P_L - h_2 * \rho * g$$

La presión P_L se elimina, lo que da lugar a:

$$\Delta P = \Delta h * \rho * g$$

Siendo:

$$\Delta h = h_1 - h_2$$

Mediante la presión P_L puede ajustarse el punto cero para la medición de la presión diferencial. Para un margen de medición máximo resulta conveniente situar el punto cero, o bien, el valor medio

$\frac{h_1 - h_2}{2}$ en el centro de la escala de medición: $\frac{h_{Max}}{2}$.

$$\frac{h_1 - h_2}{2} = \frac{h_{Max}}{2} = \frac{P_1 - P_L + P_2 - P_L}{2 * \rho * g}$$

La presión se ajusta mediante la válvula de purga, como se explicará en el apartado denominado Purga.

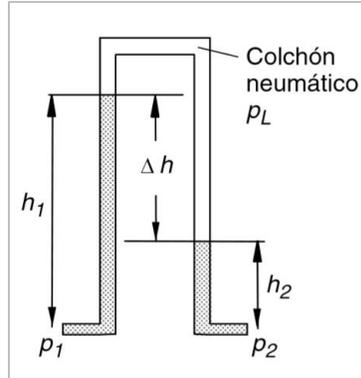


Ilustración 6. Esquema de medición de presión diferencial.

Medición de la presión absoluta.

Para medir la presión absoluta debe abrirse la válvula de purga y determinar la sobrepresión frente a la atmosfera. La presión P_L corresponde a la presión de aire atmosférica P_0 .

En este proceso debe tenerse también en cuenta la altura h_m entre el punto de medición y el punto cero del manómetro.

$$P_{abs} = P_0 + (h + h_m)\rho * g$$

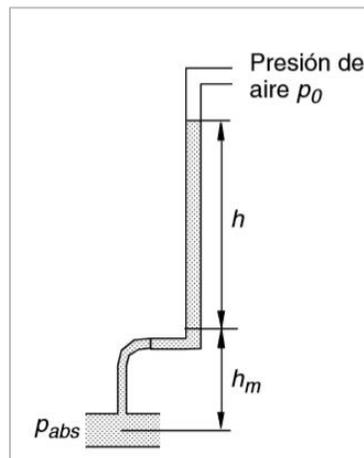


Ilustración 7. Esquema de medición de presión absoluta.

Conexión de manómetro y manejo.

Conectar el manómetro a los puntos de medición deseador mediante las mangueras con los acoplamientos rápidos autoblocantes.

1. Abrir el grifo esférico del desagüe.
2. Conectar la bomba del equipo del módulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos.

Purga.

1. Cerrar la válvula de purga superior.
2. Abrir ambas válvulas de desagüe inferiores.
3. Abrir lentamente el grifo esférico en la afluencia del trayecto de tubo a medir.

El trayecto de tubo y las mangueras de unión se purgan mediante una corriente de agua potente.

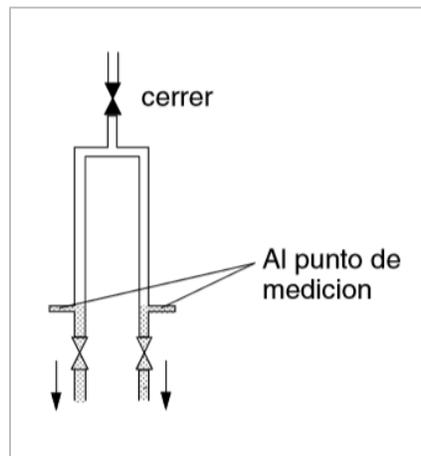


Ilustración 8. Manejo de equipo: Purga-1.

Cuando no queden burbujas de aire en las mangueras de unión:

1. Cerrar el trayecto de tubo del desagüe.
2. Cerrar lentamente ambas válvulas de desagüe inferiores al mismo tiempo. Prestar atención a que ambas columnas de agua asciendan de forma proporcionada y que no se produzca ningún derrame entre los tubos de nivel.

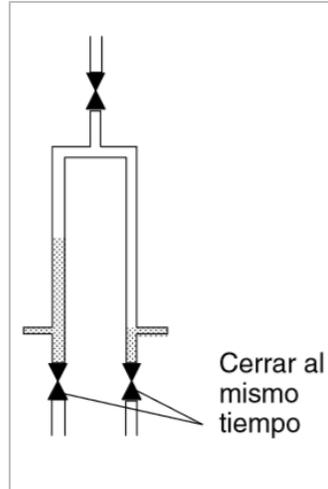


Ilustración 9. Manejo de equipo: Purga-2.

Ajuste del punto cero.

Para garantizar el máximo margen de medición, el punto cero del manómetro debe encontrarse en el centro de la escala.

1. Cerrar el trayecto de tubo del desagüe. El caudal es igual a cero.
2. El nivel es el mismo en ambos tubos de medición.
3. Ajustar con cuidado el nivel con la válvula de purga al centro de la escala.

Nota: Con la válvula de purga solo puede regularse hacia arriba el nivel. Cuando el nivel es excesivo, debe vaciarse la red de tubería, entonces se requiere una nueva purga, antes de poder ajustar un punto cero más bajo.

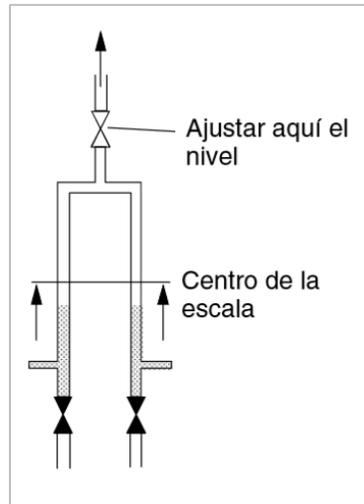


Ilustración 10. Manejo de equipo: Ajuste del punto cero.

Realización de la medición.

1. Regular el caudal deseado mediante el grifo de entrada.
2. Leer la presión diferencial como diferencia de altura entre ambas columnas de agua.
3. En caso de un indicador inestable debe estimarse el valor medio. En caso de las mediciones de la presión diferencial no importan tanto la exactitud absoluta, sino que las lecturas resultan ser reproducibles.

Nota: La presión diferencial puede aumentar con un caudal grande hasta el punto, que el agua rebasa por la línea de conexión superior al tubo de medición con menor presión. En caso necesario debe volver a ajustarse el punto cero, la medición de la presión diferencial tiene lugar siempre con la válvula de purga cerrada.

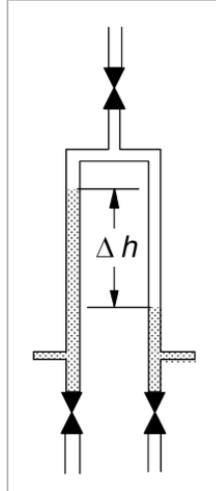


Ilustración 11. Manejo de equipo: Realización de la medición.

Terminación de la medición.

1. Tras la finalización de la medición debe cerrarse el trayecto de tubo del desagüe.
2. Desconectar la bomba del equipo de modulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos.
3. Abrir completamente el trayecto de tubo de trayecto de tubo de afluencia.
4. Abrir la válvula de purga y ambas válvulas de desagüe.

El manómetro se va vaciando y el trayecto de tubo esta sin presión.

PRUEBA N° 1: CORRIENTE DE TUBO CON FRICCIÓN.

1. En el ensayo se determina la pérdida de presión p_v o de la magnitud (o nivel) de pérdida h_v en el caso de un flujo en tubo sujeto a fricción en el trayecto de medición II. Los valores de medición se deben anotar en la tabla y se determinaran los valores faltantes.

En caso del flujo turbulento en tubo, que se considera formado con números de Reynolds $Re > 2320$, la pérdida de presión es proporcional a:

- La longitud l del tubo.
- El coeficiente de fricción del tubo λ .
- La densidad ρ del fluido circulante.
- El cuadrado de la velocidad de flujo v .

En el ensayo se investiga el tubo del trayecto de medición II, la longitud de medición es $l = 800$ mm. La secuencia de mediciones se efectúa según la magnitud de pérdida h_v , es decir, con la válvula de cierre dispuesta antes del trayecto de medición se ajustan los valores determinados en el manómetro, calculando la respectiva corriente volumétrica. El manómetro se conecta de la siguiente manera.

Nota: Realizar los pasos indicados en el apartado: Manejo del equipo.

2. Utilizar la siguiente tabla para anotar los cálculos realizados.

Tabla 5. Tabla de datos: Trayecto de medición II, PVC 20x1.5.

Magnitud de pérdida h_v en m.							
Corriente volumétrica V en l/min.							
Corriente volumétrica V en m^3/s .							
Velocidad de corriente en m/s.							
Numero según Reynolds Re .							
Índice de fricción del tubo según Blasius λ							
Magnitud de pérdida calculada h_v .							
Desviación en %							

3. Elaborar una gráfica de relación de magnitud de pérdida y corriente volumétrica con los datos obtenidos.

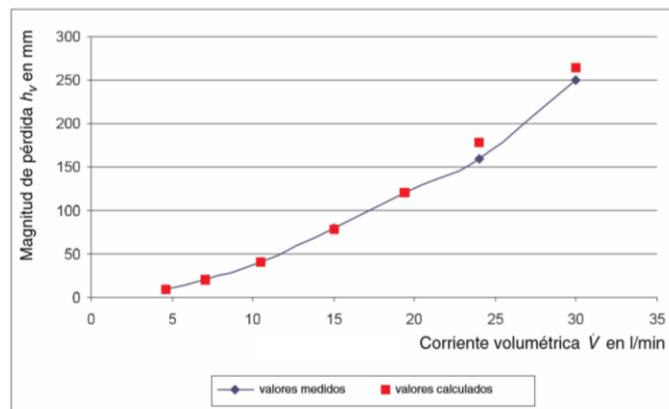


Ilustración 12. Ejemplo de grafica de relación: Magnitud de pérdida- Corriente volumétrica.

4. Contestar las siguientes interrogantes.
 - ¿Qué conclusiones puede sacar de los datos obtenidos?
 - ¿Qué otras aseveraciones pueden hacer basándose en un análisis de la gráfica?

PRUEBA N°2: COEFICIENTES DE RESISTENCIA CODO DE TUBO.

1. En el ensayo se investiga la influencia que tienen en la perdida de presión elementos especiales de las tuberías y otros dispositivos. Estos pueden ser arcos o codos de tubos, bifurcaciones de tubos, modificaciones de sección o también válvulas o compuertas.

En el ensayo se investigan los elementos de tubería en el trayecto de medición V. Siempre se realiza la medición con dos elementos iguales, de tal modo que debe tenerse en cuenta este estado para cualquier cálculo comparativo posterior. Para el ensayo se ajusta el caudal máximo.

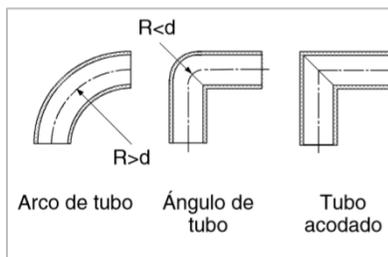


Ilustración 13. Codos de tubo.

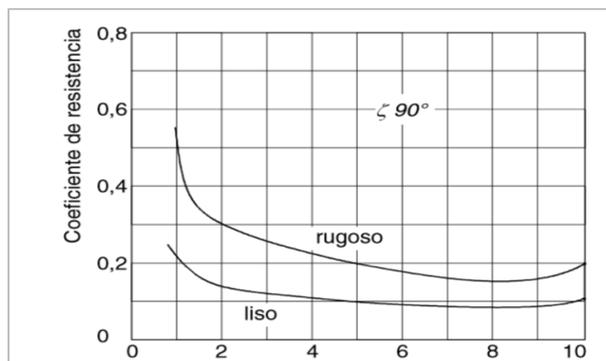


Ilustración 14. Grafica de relación entre el radio del codo y el diámetro del tubo R/d .

Nota: Realizar los pasos indicados en el apartado: Manejo del equipo.

2. Utilizar las siguientes tablas para anotar los cálculos realizados.

Tabla 6. Tabla de datos: Trayecto de medición V.

Codo de tubo	Corriente volumétrica V_{max} en l/min	Magnitud de pérdida $h_{v\ total}$ en mm
Angulo 90° PVC 20x1.5		
Arco 90° PVC 20x1.5		
Angulo 45° PVC 20x1.5		

Tabla 7. Tabla de datos: Calculo de coeficientes de resistencia para el ángulo de tubo y el arco del tubo.

Trayecto de medición	Diámetro interior d en mm	Longitud en mm	Corriente volumétrica		Velocidad de corriente v en m/s	Numero según Reynolds Re	d/k
			\dot{V} en l/min	\dot{V} en m ³ /s			
V Angulo 90°							
V Arco 90°							
V Angulo 45°							

Tabla 8. Tabla de datos: Calculo de coeficientes de resistencia para el ángulo de tubo y el arco del tubo.

Trayecto de medición	λ Calculo según	Índice de fricción del tubo λ	Magnitud de pérdida $h_{v\ total}$ en m		Coeficiente de resistencia ζ_{Total}	Coeficiente de resistencia* ζ_{Single}
V Angulo 90°	Blasius					
V Arco 90°	Blasius					
V Angulo 45°	Blasius					

Nota: Para el coeficiente de resistencia ζ_{single} , el valor ha sido calculado sin influencia perturbadora, ya que se encuentran tramos de tubos rectos y cortos entre los codos.

3. Analizar por qué existen diferencias en los calculas obtenidos según el tipo de trayecto de medición y que factores influyen.

PRUEBA N° 3: MODIFICACIONES DE SECCIÓN.

1. En cuanto a las modificaciones de sección existentes en el banco de pruebas, se trata en cada caso de ensanchamientos o estrechamientos irregulares. Para el desarrollo del ensayo se examinan las modificaciones de sección del trayecto de medición I. Para este ensayo se ajusta el caudal máximo, debe prestarse atención a que se mida con los signos correctos.

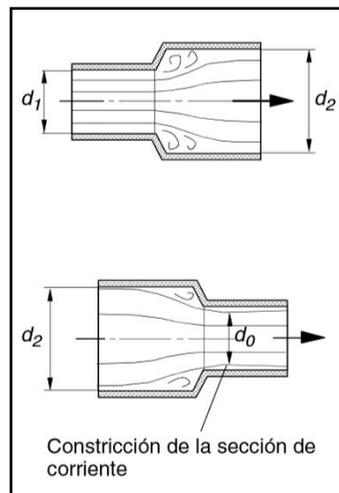


Ilustración 15. Esquema de sección de corriente.

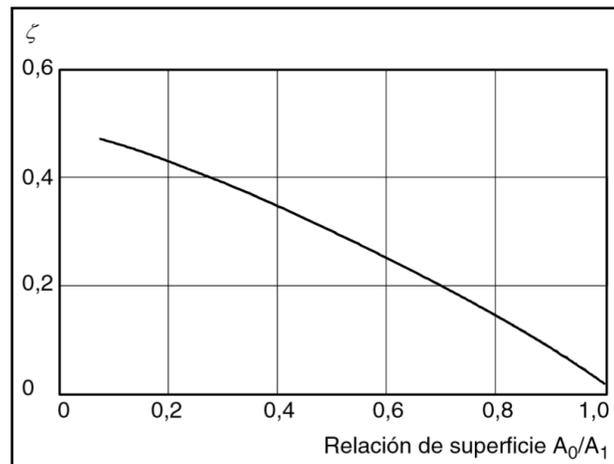


Ilustración 16. Coeficiente de resistencia en caso de estrechamiento irregular.

Nota: Realizar los pasos indicados en el apartado: Manejo del equipo.

- Utilizar las siguientes tablas para anotar los cálculos realizados.

Tabla 9. Tabla de datos: Ensayo modificación de sección.

Modificación de sección 20-32 mm regular, $d_1=17$ mm, $d_2=28.4$ mm, $l=125$ mm		Estrechamiento de sección 32-20 mm regular, $d_1=28.4$ mm, $d_2=17$ mm, $l=125$ mm	
Corriente volumétrica \dot{V} en l/min	Magnitud de pérdida $h_{v \text{ Total}}$ en mm	Corriente volumétrica \dot{V} en l/min	Magnitud de pérdida $h_{v \text{ Total}}$ en mm

- Contestar la siguiente interrogante.
 - ¿Qué conclusión puede sacar de los valores adquiridos?

Ramificaciones de tubo.

- En caso de separación de una corriente o en caso de confluencia de dos corrientes parciales, en el punto de bifurcación se produce una caída de presión considerable debido a la inversión y a las separaciones. Las pérdidas de corriente que se originan dependen de diferentes parámetros, especialmente de la geometría de la pieza de bifurcación y de la magnitud de las diferentes corrientes volumétricas. La velocidad de referencia es siempre la velocidad de la corriente volumétrica \dot{V} aun no separada o bien ya unida.

En este ensayo se investigan las piezas de bifurcación y las piezas en T en los trayectos de medición III+IV. Los tipos de corriente deseados (separación o bifurcación) deben ajustarse con las válvulas de cierre preconectadas y postconectadas. Debe prestarse atención a que se mida con los signos correctos. Para este ensayo se ajusta el caudal máximo.

Nota: Realizar los pasos indicados en el apartado: Manejo del equipo.

- Las pérdidas de corriente se aplican a la energía cinética de la corriente total. Como consecuencia, la magnitud de pérdida del paso o bien de la bifurcación se mide siempre desde la pieza unida hasta la bifurcación, o bien hasta el paso.
- Utilizar las siguientes tablas para anotar los cálculos realizados.

Tabla 10. Tabla de datos: Ramificaciones de tubo.

Piezas en Y $d_i=17\text{ mm}, l=150\text{ mm}$					Piezas en T $d_i=17\text{ mm}, l=150\text{ mm}$						
Separación			Confluencia			Separación			Separación homogénea		
\dot{V} en l/min	Magnitud de pérdida en $mm.$		\dot{V} en l/min	Magnitud de pérdida en $mm.$		\dot{V} en l/min	Magnitud de pérdida en $mm.$		\dot{V} en l/min	Magnitud de pérdida en $mm.$	
	h_{va}	h_{vd}		h_{va}	h_{vd}		h_{va}	h_{vd}		h_{v2}	h_{v2}

4. Contestar la siguiente interrogante.
 - ¿Qué conclusión puede sacar de los valores de medición adquiridos?

PRUEBA N°4: COEFICIENTES DE RESISTENCIA DE GRIFERÍAS DE TUBERÍA.

1. El banco de ensayos dispone de un trayecto de medición VI desplazable, en el cual pueden instalarse diferentes griferías o tubo accesorios. Se calcularán los coeficientes de resistencia de los elementos.
 - Válvula de asiento inclinado.
 - Corredera de cierre de manguito por medición de la caída de presión.

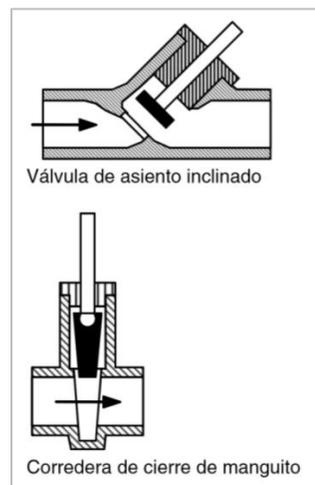


Ilustración 17. Equipo de ensayo.

Durante el montaje de los objetos de medición debe prestarse atención a que los anillos de obturación se encuentren debidamente en la ranura. Apretar las tuercas de unión solo con fuerza manual. En el caso de la válvula de asiento inclinado debe prestarse atención a la dirección del caudal.

Nota: Realizar los pasos indicados en el apartado: Manejo del equipo.

2. Las mediciones se realizan con las válvulas totalmente abiertas. La magnitud de pérdida se ajusta para ambas válvulas a 850 mm, y se determina la corriente volumétrica.
3. Utilizar las siguientes tablas para anotar los cálculos realizados.

Tabla 11. Tabla de datos: Coeficiente de resistencia de griferías de tubería-1.

Grifería	Corriente volumétrica \dot{V} en l/min	Magnitud de pérdida $h_{v\ Total}$ en mm
Válvula de asiento inclinado		
Corredera de cierre de manguito.		

Tabla 12. Tabla de datos: Coeficiente de resistencia de griferías de tubería-2.

Grifería	Diámetro interior d en mm	Longitud en mm	Corriente volumétrica		Velocidad de corriente v en m/s	Numero según Reynold Re
			\dot{V} en l/min	\dot{V} en m^3/s		
Válvula de asiento inclinado	17	205				
Corredera de cierre de manguito	15	280				

Tabla 13. Tabla de datos: Coeficiente de resistencia de griferías de tubería-3.

Trayecto de tubo	Calculo según	Índice de fricción del tubo λ	Magnitud de pérdida $h_{v\ Total}$	Coeficiente de resistencia ζ_R
Válvula de asiento inclinado	Blasius			
Corredera de cierre de manguito	Blasius			

4. Contestar la siguiente interrogante.

- ¿Qué conclusión puede sacar de los valores de medición adquiridos?
- ¿Qué fallos se pueden presentar?

PRUEBA N°5: CURVAS CARACTERÍSTICAS DE APERTURA DE LOS ÓRGANOS DE BLOQUEO.

1. Se investiga el comportamiento de estrangulación de los órganos de bloque "válvula de asiento inclinado" y "corredera de cierre de manguito". En este ensayo se investigan mediante el trayecto de medición VI desplazable. Durante el montaje de los objetos de medición debe prestarse atención a que los anillos de obturación se encuentren debidamente en la ranura. Apretar las tuercas de unión solo con fuerza manual. En el caso de la válvula de asiento inclinado debe prestarse atención a la dirección del caudal.

Nota: Realizar los pasos indicados en el apartado: Manejo del equipo

2. Las válvulas deben cerrarse completamente. Para la medición se abren las válvulas un número definido de vueltas. Como las válvulas reacción al principio de forma muy sensible, al inicio solo deben seleccionarse unos pasos de apertura pequeños.

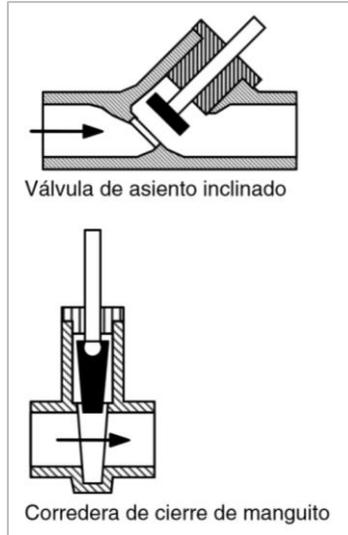


Ilustración 18. Equipo de ensayo.

- Utilizar las siguientes tablas para anotar los cálculos realizados.

Tabla 14. Tabla de datos: Curvas características de apertura de los órganos de bloqueo.

Válvula de asiento inclinado		Corredera de cierre de manguito	
Revoluciones	Corriente volumétrica \dot{V} en l/min	Revoluciones	Corriente volumétrica \dot{V} en l/min
0 (Cerrada)		0 (Cerrada)	
1/2		1/2	
3/4		3/4	
1		1	
1 1/2		1 1/2	
2		2	
2 1/2		2 1/2	
3		3	
4		4	
5		5	
10 (Completamente abierta)		10 (Completamente abierta)	

- Elaborar una gráfica de relación de revolución- caudal con los datos tabulados.

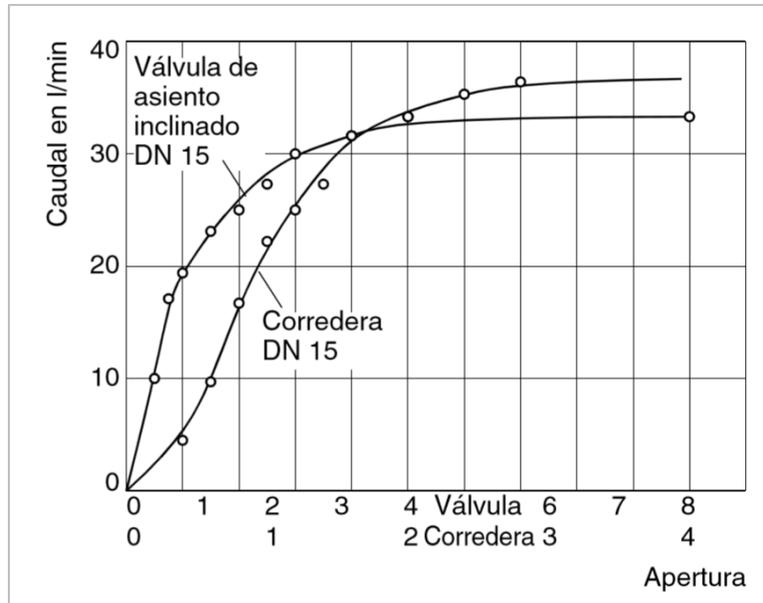


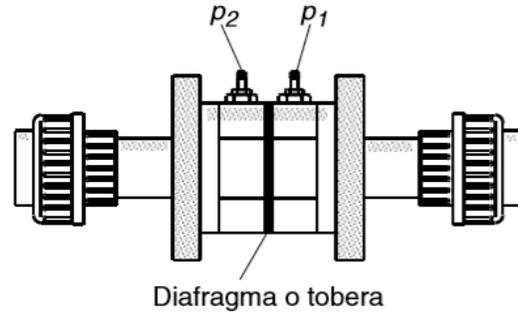
Ilustración 19. Ejemplo de grafica de relación: Revolución-Caudal.

PRUEBA N°6: MEDICIÓN DE CORRIENTE VOLUMÉTRICA CON TOBERA/DIAFRAGMA.

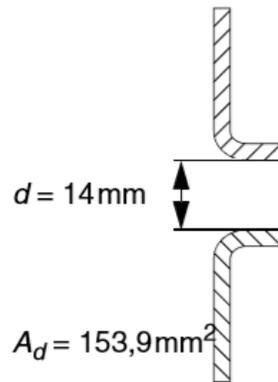
1. Determinar la corriente volumétrica con ayuda de una tobera o un diafragma. Después de que se haya colocado el diafragma o la tobera en el objeto de medición, se monta el mismo en el trayecto de medición VI. Tener en cuenta la dirección de flujo.
2. Durante el montaje de los objetos de medición debe prestarse atención a que los anillos de obturación se encuentren debidamente en la ranura. Apretar las tuercas de unión solo con fuerza manual.

Nota: Realizar los pasos indicados en el apartado: Manejo del equipo

3. La corriente volumétrica se ajusta mediante la válvula de cierre del trayecto de medición (Magnitud de pérdida). Se realiza la medición mediante las tubuladuras de medición del objeto de medición y no mediante las tubuladuras de medición del trayecto de medición.



Sección de tobera



Sección de diafragma

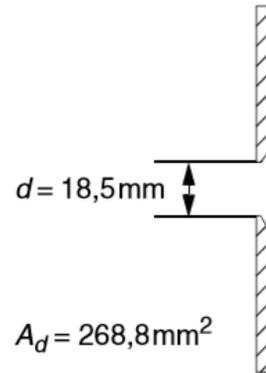


Ilustración 20. Medición de corriente volumétrica con tobera/diafragma.

4. Utilizar las siguientes tablas para anotar los cálculos realizados.

Tabla 15. Tabla de datos: Trayecto de medición VI.

Objeto de medición Tobera. Temperatura del agua ___ °C. Densidad ρ ___ kg/m^3			Objeto de medición Tobera. Temperatura del agua ___ °C. Densidad ρ ___ kg/m^3		
Corriente volumétrica \dot{V} en l/min	Magnitud de pérdida $h_{v\ Total}$ en mm	Presión diferencial Δp en $mbar$	Corriente volumétrica \dot{V} en l/min	Magnitud de pérdida $h_{v\ Total}$ en mm	Presión diferencial Δp en $mbar$

Tabla 16. Tabla de datos: Medición de tobera.

ρ en kg/m^3	α	ϵ	Δp en $mbar$	\dot{V} en l/min medida	\dot{V} en l/min calculada	Desviación en %
998.2	1	1				
998.2	1	1				
998.2	1	1				
998.2	1	1				

Tabla 17. Tabla de datos: Medición de diafragma.

ρ en kg/m^3	α	ϵ	Δp en $mbar$	\dot{V} en l/min medida	\dot{V} en l/min calculada	Desviación en %
998.2	1	1				
998.2	1	1				
998.2	1	1				
998.2	1	1				

PRUEBA N° 7: MEDICIÓN DE CORRIENTE VOLUMÉTRICA CON TUBO DE VENTURI.

1. Realizar una medición de la corriente volumétrica con ayuda de un tubo de Venturi.
2. Montar el tubo de Venturi en el trayecto de medición VI. Tener en cuenta la dirección del flujo. Durante el montaje del objeto de medición debe prestarse atención a que los anillos de obturación se encuentren debidamente en la ranura. Apretar las tuercas de unión solo con fuerza manual.

Nota: Realizar los pasos indicados en el apartado: Manejo del equipo

3. La corriente volumétrica se ajuste mediante la válvula de cierre del trayecto de medición (magnitud de pérdida). Se realiza la medición mediante las tubuladuras de medición del objeto de medición y no mediante las tubuladuras de medición del trayecto de medición.

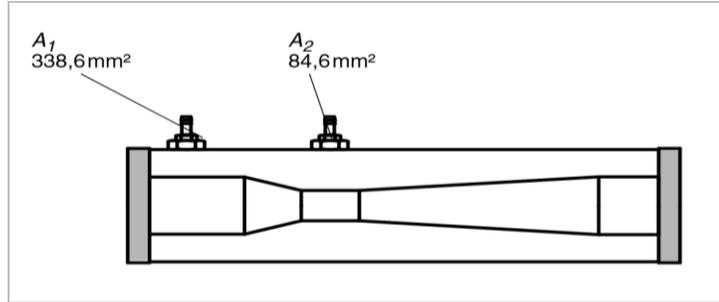


Ilustración 21. Esquema de tubo de Venturi de sección rectangular.

4. Utilizar las siguientes tablas para anotar los cálculos realizados.

Tabla 18. Tabla de datos: Trayecto de medición VI-1

Objeto de medición: Tubo de Venturi. Temperatura del agua ___ °C.		
Corriente volumétrica \dot{V} en <i>l/min</i>	Magnitud de pérdida $h_{v \text{ Total}}$ en <i>mm</i>	Presión diferencial Δp en <i>mbar</i>

Tabla 19. Tabla de datos: Trayecto de medición VI-2.

ρ en kg/m^3	α	ε	Δp en <i>mbar</i>	\dot{V} en <i>l/min</i> <i>medida</i>	\dot{V} en <i>l/min</i> <i>calculada</i>
	1	1			
	1	1			
	1	1			

5. Contestar la siguiente interrogante.
- ¿Qué conclusión puede sacar de los valores de medición adquiridos?
 - ¿Qué factores de fallo se pueden presentar?

FORMULAS.

- Velocidad de corriente.

$$v = \frac{4 * \dot{V}}{\pi * d^2}$$

- Perdida de presión.

$$P_V = \frac{\lambda * l}{2 * d} * \rho * v^2$$

$$P_{VZ} = \zeta * \rho * \frac{v^2}{2}$$

$$\Delta P_{total} = P_1 - P_2 = \frac{\rho}{2} * (v_2^2 - v_1^2) + \Delta P_V$$

- Magnitud de pérdida.

$$h_V = \frac{\lambda * l}{d} * \frac{v^2}{2 * g}$$

$$h_{VZ} = \zeta * \rho * \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{V total} = \frac{1}{2 * g} * (v_2^2 - v_1^2) + h_V$$

- Pérdida de presión total.

$$h_{V total} = \frac{1}{2 * g} * (v_2^2 - v_1^2) + \frac{\lambda_1 * l_1}{2 * g} * \frac{v_1^2}{d_1} + \frac{\lambda_2 * l_2}{2 * g} * \frac{v_2^2}{d_2} + \zeta * \frac{v^2}{2g}$$

- Numero según Reynolds.

$$Re = \frac{v * d}{\nu}$$

- Blasius.

$$\lambda = \frac{0.3164}{\sqrt[4]{Re}}$$

- Colebrook.

$$\lambda = \left[2 * \lg \left(\frac{2.51}{Re * \sqrt{\lambda}} + \frac{0.27}{d/K} \right) \right]^{-2}$$

- Coeficiente de resistencia con modificación de sección.

$$\zeta = \frac{2 * h_{V total} * g}{v_2^2} - \left[1 - \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4 \right] - \left[\lambda_1 \frac{l_1}{d_1} \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4 + \lambda_2 \frac{l_2}{d_2} \right]$$

- Coeficiente de resistencia sin modificación de sección.

$$\zeta = \frac{2 * h_{v \text{ total}} * g}{v^2} - \lambda * \frac{l}{d}$$

- Tobera/diafragma y tubo de Venturi. $\dot{V} = \alpha * \varepsilon * A_d + \sqrt{\frac{2 * \Delta P}{\rho}}$

TABLAS Y DIAGRAMAS.

Material	Superficie	Rugosidad de pared k en mm
Tubo de cobre, Cu	hidráulicamente liso	0,001
Tubo de PVC	hidráulicamente liso	0,001
Tubo de acero St	galvanizada	0,100

Ilustración 22. Rugosidades de pared.

Temperatura in °C	Tenacidad cinemática ν in $10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$
15	1,134
16	1,106
17	1,079
18	1,053
19	1,028
20	1,004
21	0,980
22	0,957
23	0,935
24	0,914
25	0,894
26	0,875
27	0,856
28	0,837
29	0,819
30	0,801

Ilustración 23. Tenacidad cinemática del agua en función de la temperatura.

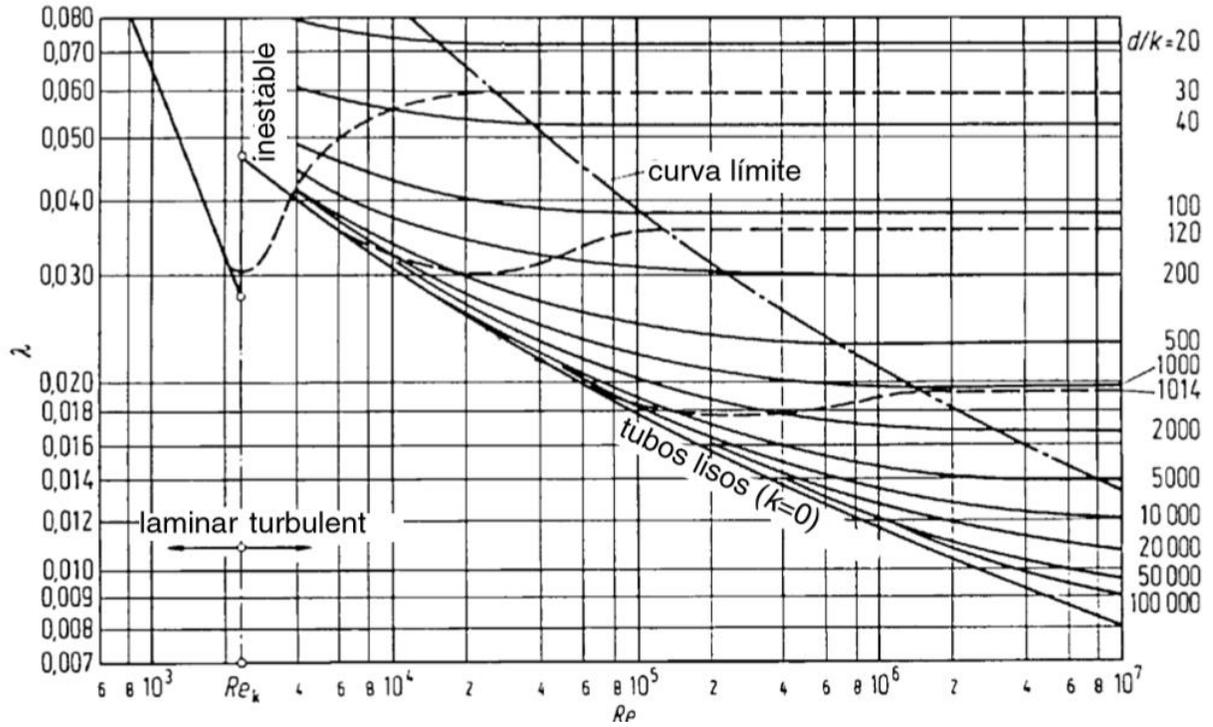


Ilustración 24. Índice de fricción del tubo según Colebrook y (en trazos) según Nikuradse.

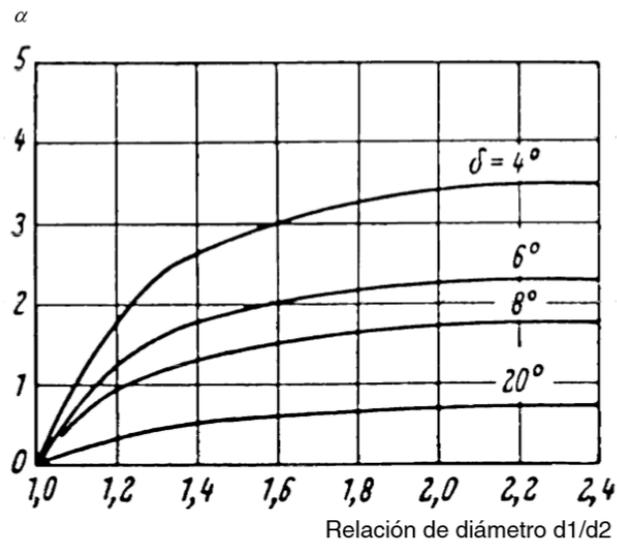


Ilustración 25. Relación de diámetro d_1/d_2

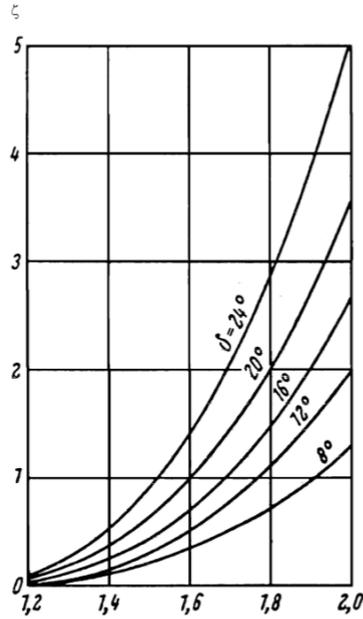


Ilustración 26. Índices de resistencia en ampliación regular (difusor) en función del ángulo del difusor según Kalide.

Temperatura in °C	ρ en kg/m ³
15	999,0
16	998,8
17	998,7
18	998,5
19	998,4
20	998,2
21	998,0
22	997,8
23	997,5
24	997,3
25	997,0
26	996,8
27	996,5
28	996,2
29	995,9
30	995,6

Ilustración 27. Densidad del agua en función de la temperatura según Kalide.

NOMENCLATURA.

Símbolo	Concepto	Unidad
A	Superficie	mm^2
A_d	Diferencia de altura de columna de agua	mm^2
g	Aceleración de la caída	m/s^2
d	Diámetro interior del tubo	mm
h	Altura	$mm; m$
h_m	Altura entre el punto de medición y el punto cero del manómetro	$mm; m$
h_V	Magnitud de pérdida	$mm; m$
$h_{V\ total}$	Pérdida de presión total	$mm; m$
k	Rugosidad del tubo	mm
l	Longitud del tubo	mm
m	Relación de apertura	
P	Presión	$mbar$
P_0	Presión de aire atmosférica	$mbar$
P_{abs}	Presión absoluta	$mbar$
P_L	Presión del colchón de aire	$mbar$
P_V	Pérdida de presión	$mbar$
P_{VZ}	Pérdida de presión por diferencia de altura	$mbar$
ΔP	Presión diferencial ($P_2 - P_1$)	$mbar$
ΔP_{total}	Pérdida de presión total	$mbar$
R	Radio del codo	mm

Re	Numero de Reynolds	
v	Velocidad de corriente	m/s
\dot{V}	Corriente volumétrica	$\frac{l}{min}; \frac{m^3}{s}$
\dot{V}_a	Corriente volumétrica saliente/Corriente Volumétrica entrante	$\frac{l}{min}; \frac{m^3}{s}$
\dot{V}_d	Corriente volumétrica pasante	$\frac{l}{min}; \frac{m^3}{s}$
z	Altura	$mm; m$
α	Índice de caudal	
ε	Índice de expansión	
ζ	Coefficiente de resistencia	
λ	Índice de fricción del tubo	
ν	Tenacidad cinemática	m^2/s
π	Constante matemática pi	
ρ	Densidad específica	kg/m^3
φ	Angulo de bifurcación	°

Nota: Realizar las respectivas conversiones para obtener cálculos correctos durante el ensayo.

PRACTICA 3: FLUJO EN CANALES ABIERTOS Y CERRADOS.

El equipo de ensayo se utiliza para demostrar distintos procesos del flujo en estructuras de control diversas en canales abiertos. En el canal cerrado se determinan presiones en una tubería.

OBJETIVOS.

- Comprender el funcionamiento de los canales en los diferentes tipos de flujo.
 - a. Canal abierto.
 - 1. Flujo sobre la estructura de control:
 - i. Vertedero con cresta ancha.
 - ii. Vertedero con cresta delgada.
 - iii. Presa-vertedero de perfil Ogee con tipo de salida en forma de salto de esquí.
 - iv. Umbral.
 - 2. Descarga bajo una compuerta.
 - 3. Resalto hidráulico.
 - b. Canal cerrado.
 - 1. Flujo en tuberías con sección transversal de flujo constante y variable.
 - 2. Medición de presión estática y presión total.
 - 3. Calculo de velocidad de flujo.

EQUIPO.

- Equipo de ensayo HM 164
 - a. Sección de ensayo.
 - 1. Longitud: 1.1 m.
 - 2. Sección transversal AnxA1: (40x300) mm
 - b. Depósito de reserva: 70 L.
 - c. Bomba.
 - 1. Consumo de potencia: 250 W.

2. Caudal máx.: 150 L/min.
3. Altura de elevación máx.: 7.6 m.

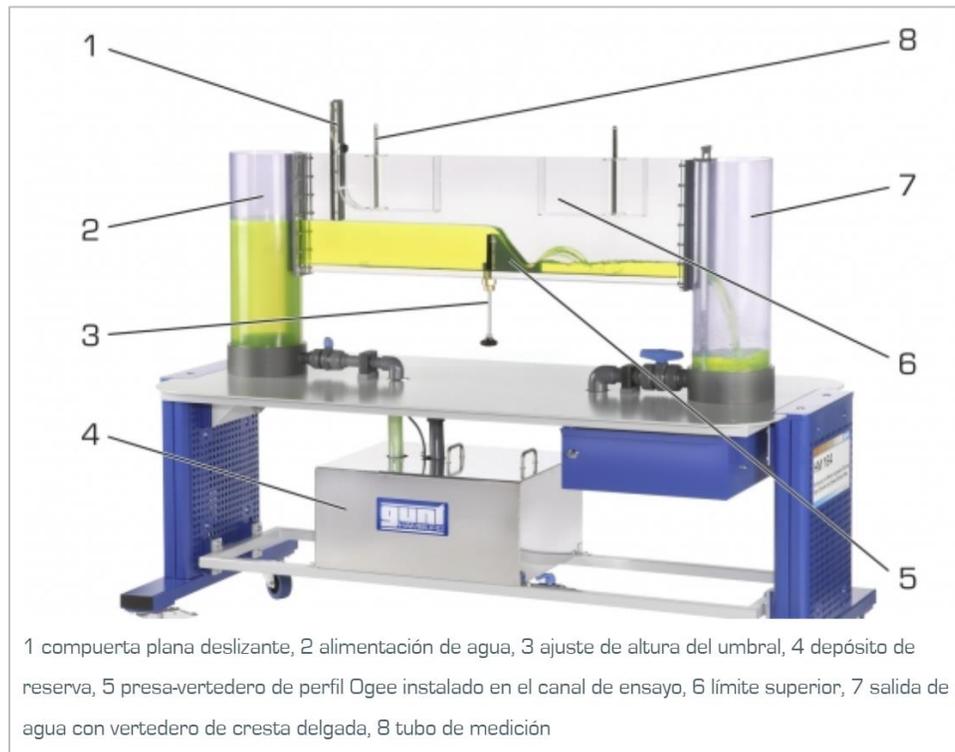


Ilustración 28. Descripción de equipo: Flujo en canales abiertos y cerrados.

PRUEBA N°1: FLUJO EN CANALES ABIERTOS.

Al estudiar el flujo en canales abiertos el nivel de agua debe ser bajo. Para la realización de ensayos se fija un vertedero al fondo del canal o se utiliza el umbral de altura ajustable. Además, se puede demostrar la descarga bajo una compuerta. Hay distintos vertederos disponibles como estructuras de control, que se pueden cambiar de forma rápida y segura.

Las presiones estáticas y las presiones totales sobre la sección transversal son registradas con tubos de medición. A partir de la diferencia de presión se calcula la velocidad de flujo.

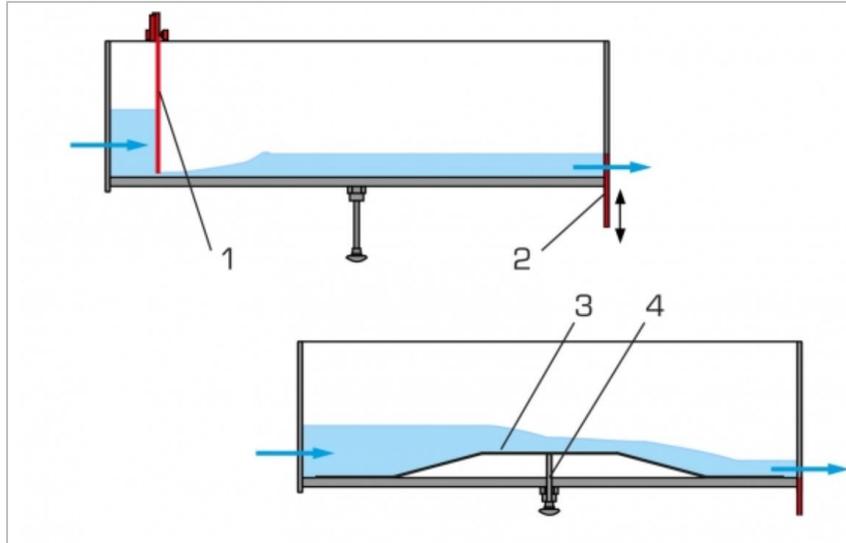


Ilustración 29. Proceso del flujo en el canal abierto.

Para el desarrollo de procesos del flujo en el canal abierto, se debe comprender las partes importantes de dicho canal:

1. Flujo bajo una compuerta.

Es una placa móvil plana o curva, la cual al levantarse forma un orificio entre su borde inferior y la estructura hidráulica. Es utilizada para la regulación de caudales.

Las compuertas tienen las propiedades hidráulicas de los orificios y al estar calibrados pueden utilizarse como medidores de flujo. Las condiciones físicas, hidráulicas, climáticas y de operación evaluadas apropiadamente imponen la selección del tipo y tamaño de las compuertas.

2. Vertedero de cresta delgada en la salida de agua.

Cuando un líquido tiene su superficie libre a cota superior a la de alguna pared del contorno que lo contiene, vierte por ella a causa de la acción de la gravedad, dicha pared se convertiría en un vertedero. El vertedero o aliviadero es una estructura hidráulica destinada a permitir el paso libre o controlado del agua de forma superficial, el agua vierte por este tipo de estructuras o paredes como consecuencia de la acción de la gravedad. Los vertederos pueden tener diferentes funciones entre las que destacamos:

- Lograr que el nivel de agua en una obra alcance el nivel requerido para cualquier otra función.

- Puede constituir un elemento de seguridad, evacuando las aguas en exceso generadas durante eventos de máximas crecidas.
- Permitir el control del flujo de salida en estructuras hidráulicas, como azudes o presas.
- Controlar caudales y alcanzar una disolución entre aguas negras y aguas blancas en colectores, desviando los caudales requeridos para la depuración.
- Sistema para medición de caudales.

El vertedero de cresta delgada es el más usado, especialmente como aforador, debido a su fácil construcción e instalación. En los vertederos de pared delgada el contacto entre el agua y la cresta es sólo una línea, es decir, una arista. Para que un vertedero se considere de pared delgada no es indispensable que la cresta sea delgadísima. La pared puede tener un cierto espesor.

3. Flujo sobre un umbral.
4. Ajuste de altura del umbral.

PRUEBA N°2: FLUJO EN CANALES CERRADOS.

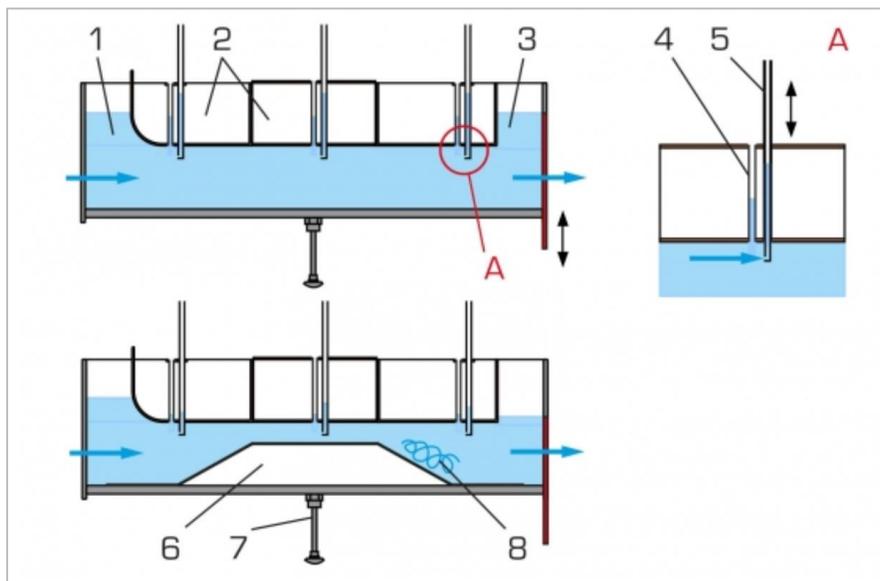


Ilustración 30. Procesos del flujo en el canal cerrado.

Para el desarrollo de procesos del flujo en el canal cerrado, se debe comprender las partes importantes de dicho canal:

1. Entrada.
2. Límite superior.
3. Salida.
4. Medición de presión estática.
5. Umbral.
6. Ajuste de altura del umbral.
7. Turbulencias.

Realizamos los siguientes pasos para la ejecución del ensayo:

1. Al estudiar el canal cerrado, el nivel de agua es tan alto que el flujo pasa por toda la sección de ensayo.
2. El umbral se utiliza para cambiar la sección transversal por la que pasa el flujo.
3. Las presiones estáticas y las presiones totales sobre la sección transversal son registradas con tubos de medición. A partir de la diferencia de presión se calcula la velocidad de flujo.

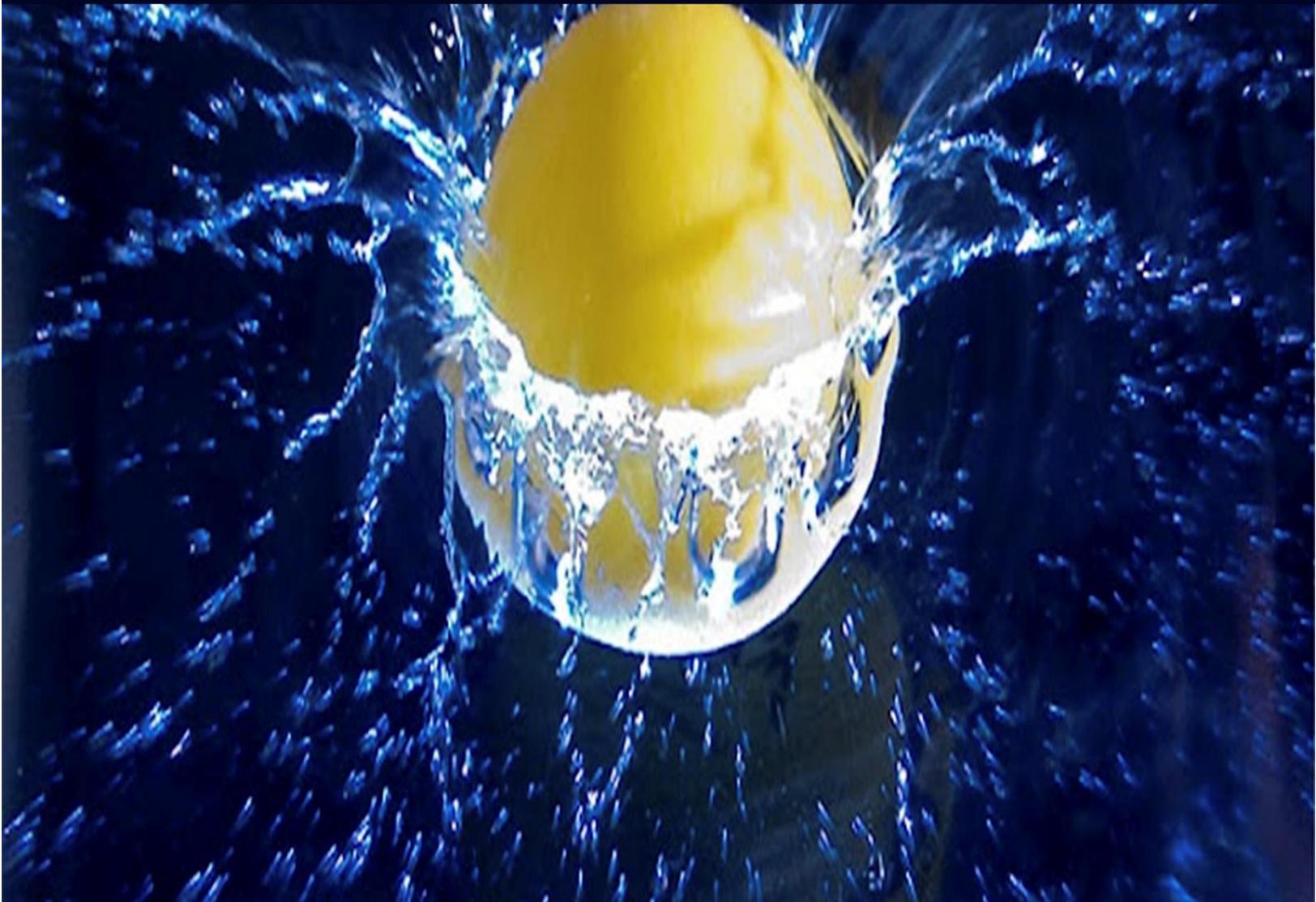
ANEXO 5

MANUAL DE
MECÁNICA
DE
FLUIDOS



MECANICA DE FLUIDOS

MANUAL DE PRACTICAS



Universidad de El Salvador



Manual de Prácticas

Mecánica de Fluidos



Tabla de Contenido

Índice de Ilustraciones.....	2
Índice de Tablas.....	4
Práctica 1: Propiedades Físicas de los Fluidos.....	5
Practica 2: Estática de los Fluidos.....	32
Práctica 3: Cinemática de los Fluidos.....	55
Practica 4: Flujo de un Fluido Ideal Incompresible.....	64
Práctica 5: Dinámica de los Fluidos.....	70

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Descripción del equipo: determinación de la velocidad de descenso.....	7
Ilustración 2. Grafica relación diámetro esfera- diámetro cilindro.....	9
Ilustración 3. Descripción del equipo: presión de vapor de agua.....	13
Ilustración 4. Relación temperatura - presión del equipo de ensayo.....	15
Ilustración 5. Modelo para un diagrama de la curva de presión de vapor.....	17
Ilustración 6. Presión de vapor-temperatura del vapor-tabla para vapor saturado.....	18
Ilustración 7. Diagrama de temperatura- presión del agua.....	19
Ilustración 8. Descripción del equipo: cambio de estados de los gases.....	21
Ilustración 9. Principio para comprimir el volumen de aire en el cilindro.....	22
Ilustración 10. Sensor de nivel de llenado.....	24
Ilustración 11. Cabeza del sensor de nivel de llenado.....	25
Ilustración 12. Registro del ensayo de compresión isotérmico.....	29
Ilustración 13. Representación de la pantalla del software: curva de tiempo de la compresión isotérmica.....	29
Ilustración 14. Descripción del equipo: fundamentos de la medición de presión.....	34
Ilustración 15. Manómetro en u.....	35
Ilustración 16. Manómetro de tubo inclinado.....	36
Ilustración 17. Descripción del equipo: manómetro de Bourdon-1.....	36



Ilustración 18. Descripción del equipo: manómetro de Bourdon -2.....	37
Ilustración 19. La unidad de medición de presión y al de carga están conectadas entre sí mediante una tubería. Al cargar el émbolo aumenta la presión en el sistema y actúa contra el resorte del manómetro; f peso.....	37
Ilustración 20. Descripción del equipo: fuerza sobre superficies planas.....	42
Ilustración 21. Representación experimental del ensayo.....	42
Ilustración 22. Representación gráfica de área totalmente sumergida.....	43
Ilustración 23. Representación gráfica del área parcialmente sumergida.....	46
Ilustración 24. Descripción del equipo: empuje y flotación.....	51
Ilustración 25. Descripción del equipo: modulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos.....	51
Ilustración 26. Representación experimental.....	52
Ilustración 27. Descripción del equipo: cinemática de los fluidos.....	56
Ilustración 28. Principio de la generación electrolítica de burbujas de hidrogeno.....	61
Ilustración 29. Flujos alrededor de un cilindro que forman torbellinos de Karman detrás del modelo, la flecha indica la dirección del flujo.....	62
Ilustración 30. Tipos de flujo alrededor de un cilindro.....	62
Ilustración 31. Exposición de un modelo de palas a un flujo circundante.....	63
Ilustración 32. Descripción del equipo: flujo de un fluido ideal incompresible-1.....	65
Ilustración 33. Descripción del equipo: modulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos.....	65
Ilustración 34. Descripción de tubo de Venturi en ensayo.....	67
Ilustración 35.grafico teórico.....	68
Ilustración 36. Descripción del equipo: fuerza ejercida por un chorro.....	72
Ilustración 37. Descripción del equipo: modulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos.....	73
Ilustración 38. Funcionamiento de equipo.....	73
Ilustración 39. Deflectores del equipo.....	75
Ilustración 40. Descripción del equipo: bomba centrifuga.....	80
Ilustración 41. Descripción del equipo: modulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos.....	80
Ilustración 42. Ejemplo de diagrama de valores.....	85

Índice de Tablas

Tabla 1. Tabla de datos: Determinación de propiedades de fluidos.....	8
Tabla 2. Tabla de datos: Determinación de velocidad de descenso en tipo de fluido: Agua.....	10
Tabla 3. Tabla de datos: Determinación de velocidad de descenso en tipo de fluido: Glicerina.....	10
Tabla 4. Tabla de datos: Determinación de velocidad de descenso en tipo de fluido: Aceite.....	10
Tabla 5. Tabla de datos: Registro de valores medidos.....	16
Tabla 6. Tabla de datos: Tabla de ensayo Manómetro Bourdon.....	38
Tabla 7. Tabla de datos: Área totalmente sumergida-1.....	44
Tabla 8. Tabla de datos: Área totalmente sumergida-2.....	45
Tabla 9. Tabla de datos: Área parcialmente sumergida-1.....	47
Tabla 10. Tabla de datos: Área parcialmente sumergida-2.....	48
Tabla 11. Tabla de datos: Estabilidad de un cuerpo flotante.....	53
Tabla 12. Tabla de datos del ensayo de fuerza ejercida por un chorro vertical: Deflector tipo superficie plana.....	76
Tabla 13. Tabla de datos del ensayo de fuerza ejercida por un chorro vertical: Deflector tipo superficie oblicua.....	76
Tabla 14. Tabla de datos del ensayo de fuerza ejercida por un chorro vertical: Deflector tipo superficie semicircular.....	77
Tabla 15. Tabla de datos del ensayo de fuerza ejercida por un chorro vertical: Deflector tipo superficie cónica.....	77
Tabla 16. Tabla de datos: Valores medidos, revoluciones "n=1000 min ⁻¹ ".....	83
Tabla 17. Tabla de datos: Valores medidos, revoluciones "n=2000 min ⁻¹ ".....	84
Tabla 18. Tabla de datos: Valores medidos, revoluciones "n=2800 min ⁻¹ ".....	84

Práctica 1: Propiedades Físicas de los Fluidos.

La ingeniería de mecánica de fluidos se ha desarrollado mediante el entendimiento de las propiedades de los fluidos, la aplicación de las leyes básicas de la mecánica y termodinámica y por experimentación ordenada. Las propiedades de densidad y viscosidad intervienen en el flujo en canal abierto y cerrado y en el flujo alrededor de objetos sumergidos. Los efectos de la tensión superficial son importantes en la formación de gotas, en el flujo de pequeños chorros y en situaciones donde ocurren interfaces de líquido-gas-sólido, así como en la formación de ondas capilares. Las propiedades de la presión de vapor, a la que se atribuyen los cambios de fase de líquido a gas, es importante cuando se trata de presiones reducidas.

OBJETIVOS.

- Conocer e identificar las diferentes propiedades de los fluidos mediante el ensayo de la determinación de la velocidad de descenso.
- Estudiar a través de un ensayo las leyes que rigen los cambios de estado de los gases.
- Comprender el registro de la curva de vapor de agua a través del ensayo de presión de vapor del agua (Representación de la relación entre presión y temperatura).

PRUEBA N° 1: DETERMINACION DE LA VELOCIDAD DE DESCENSO.

La velocidad de descenso de sólidos en líquidos es un fundamento importante para la mecánica de fluidos y la ingeniería de procesos. La velocidad de descenso es, por ejemplo, la variable decisiva al diseñar tanques de sedimentación en el tratamiento de aguas.

El equipo de ensayo contiene dos cilindros transparentes para realizar estudios comparativos. Ambos cilindros permiten comparar la influencia del diámetro de la esfera, la densidad de la esfera y distintos líquidos respecto a la velocidad de descenso. Los tubos de guía de la tapa de ambos cilindros permiten introducir de forma segura la esfera. Los dos anillos tóricos de cada cilindro sirven como marca de la sección de medida. En el extremo inferior del cilindro hay una esclusa a través de la cual se pueden volver a recoger las esferas sin grandes pérdidas de líquido. Un cronómetro registra la duración del descenso. Dos areómetros con distintos rangos de medición permiten determinar la densidad de los líquidos.

EQUIPO.

- Equipo de ensayo HM 135.
 - a. 2 cilindros.
 - b. 1 juego de esferas.
 - 1. Aluminio (Densidad: $2,7\text{kg}/\text{dm}^3$).
 - 2x \varnothing 5mm.
 - 2x \varnothing 10mm.
 - 2. Polioximetileno (Densidad: $1,41\text{kg}/\text{dm}^3$).
 - 2x \varnothing 5mm.
 - 2x \varnothing 10mm.

3. Poliamida (Densidad: $1,13\text{kg}/\text{dm}^3$).

2x \varnothing 10mm.

c. 2 aerómetro.

d. Probeta para aerómetros.

e. Cronometro.

➤ Fluidos (Agua, glicerina y aceite).

➤ Termómetro.

➤ Bascula.

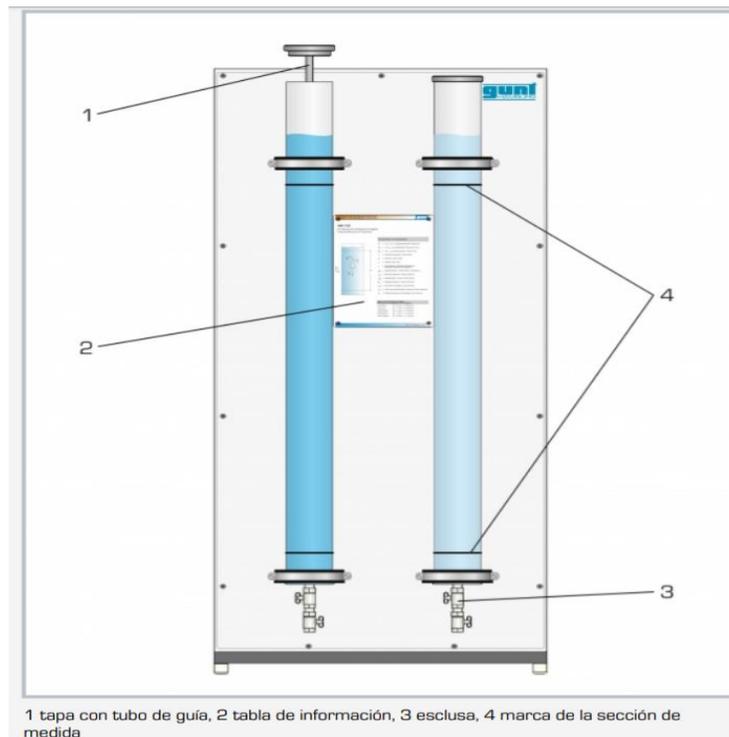


Ilustración 1. Descripción del equipo: Determinación de la velocidad de descenso.

PROCEDIMIENTO

1. Llenar cada cilindro con un fluido diferente: (Agua, glicerina y aceite). Tomar la temperatura de los fluidos.
2. Utilizar el areómetro para determinar la densidad relativa en cada uno de los fluidos, de esta manera se podrá obtener el peso específico de los fluidos.
3. Determine el peso específico de los fluidos de la siguiente manera:
 - a. Colocar el peso y volumen de los cilindros.
 - b. Colocar el peso del fluido (Pesar el cilindro con el fluido dentro de él).
 - c. Determinar el peso del fluido obteniendo una diferencia entre los datos tomados en el inciso "a" y "b".
 - d. Dividir el valor del peso de cada fluido entre el volumen del cilindro para obtener el peso específico de cada fluido.

$$\gamma = W/V$$

4. Con el dato del peso específico de cada fluido, obtener la densidad de ellos.

$$\rho = \gamma/g$$

Tabla 1. Tabla de datos: Determinación de propiedades de fluidos.

Fluido	Temperatura	Densidad relativa	Peso específico	Densidad

5. Obtener el valor de viscosidad dinámica (Ecuación de Stokes) con cada fluido y cada esfera:

$$\mu = \frac{g * D^2}{18 v \zeta (\rho_1 - \rho)}$$

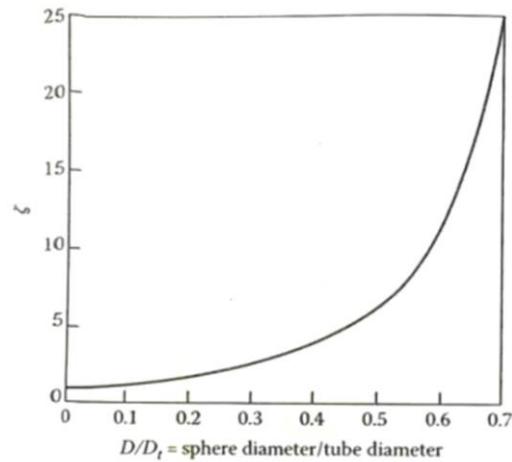


Ilustración 2. Grafica relación Diámetro esfera- Diámetro cilindro.

6. Obtener el valor de viscosidad cinemática con cada fluido y cada esfera:

$$v = \frac{\mu}{\rho}$$

7. Introducir las diferentes esferas en cada una de los cilindros con su respectivo fluido, tomar el tiempo que transcurre al recorrer cada esfera, desde la marca inicial a la final de cada cilindro.

Repetir el proceso tres veces para obtener un promedio.

Llenar el formato de tabla para cada tipo de fluido.

Tabla 2. Tabla de datos: Determinación de velocidad de descenso en tipo de fluido: Agua.

Esfera	Densidad de esfera	Viscosidad dinámica	Viscosidad cinemática	Tiempo.

Tabla 3. Tabla de datos: Determinación de velocidad de descenso en tipo de fluido: Glicerina

Esfera	Densidad de esfera	Viscosidad dinámica	Viscosidad cinemática	Tiempo

Tabla 4. Tabla de datos: Determinación de velocidad de descenso en tipo de fluido: Aceite.

Esfera	Densidad de esfera	Viscosidad dinámica	Viscosidad cinemática	Tiempo

8. Analizar los datos obtenidos en el ensayo.

¿Cuál de las esferas desciende de manera más rápida en el cilindro y por qué?

¿Cómo influye el tipo del fluido al momento de descender las esferas por el cilindro?

NOMENCLATURA.

Símbolo	Concepto	Unidad
γ	Peso específico de fluido	kgf/m^3
W	Peso del fluido	kgf
V	Volumen	m^3
ρ	Densidad del fluido	kgf/m^3
g	Aceleración de la gravedad	$9.81 m/s^2$
ρ_1	Densidad de esfera	kgf/m^3
D	Diámetro de la esfera	m
$v\zeta$	Relacion D/Dt (Tomado de gráfica)	
μ	Viscosidad dinámica	$kgf * s/m^2$
ν	Viscosidad cinemática	m^2/s

Nota: Realizar las respectivas conversiones para obtener cálculos correctos durante el ensayo.

PRUEBA N° 2: PRESION DE VAPOR DEL AGUA.

En un sistema cerrado lleno de líquido se ajusta un equilibrio termodinámico entre el líquido y su fase vaporizada. La presión existente se denomina presión de vapor. Esta depende de la materia y la temperatura.

Al calentar un líquido en un depósito cerrado, la presión aumenta con el aumento de la temperatura.

En teoría, el aumento de presión es posible hasta el punto crítico, en el cual las densidades de la fase líquida y gaseosa se igualan. El líquido y el vapor ya no se pueden diferenciar.

Este conocimiento encuentra su aplicación práctica en la ingeniería de procesos en la liofilización o la cocina a presión.

EQUIPO.

- Equipo de ensayo WL 204.
 - a. Manómetro de Bourdon (1-24 bar).
 - b. Limitador de temperatura (200° C).
 - c. Válvula de seguridad (20 bar).
 - d. Calefactor (2kW).
 - e. Caldera: acero inoxidable (2L).
- Embudo.

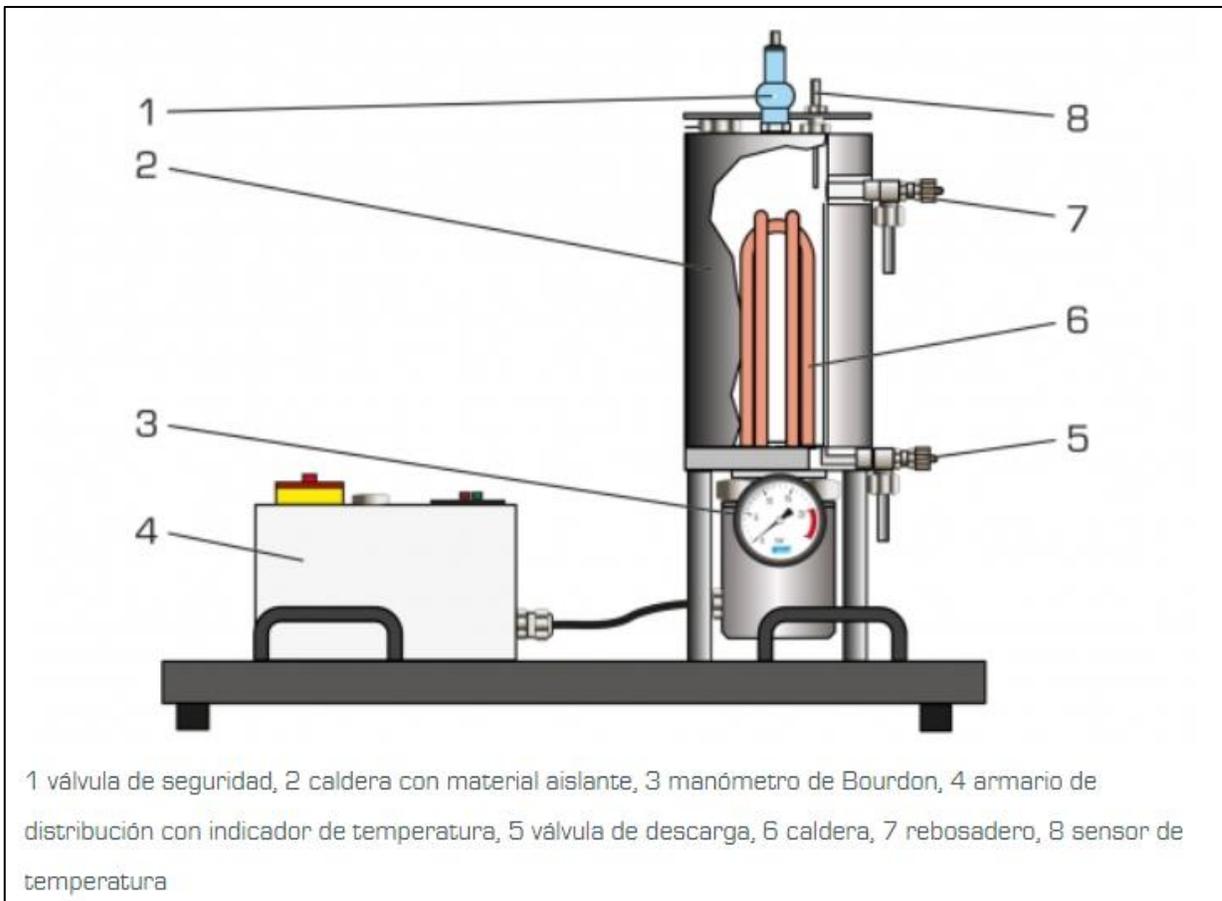


Ilustración 3. Descripción del equipo: Presión de vapor de agua.

PROCEDIMIENTO.

1. Llenado de la caldera, la caldera solo se tiene que llenar una vez antes de la primera puesta en servicio. Después de esto se debería controlar periódicamente el nivel de llenado como rutina, cada cierto número de ensayos. Abrir válvula superior (rebosadero) y cerrar válvula de descarga.

Nota: Se deben tomar las siguientes precauciones:

- a. Si se abre el tapón roscado existiendo presión, se produce una salida incontrolada y explosiva de vapor caliente, por lo tanto, debe tomar en cuenta lo siguiente:

- El tapón roscado de la boca de llenado se debe abrir solo cuando la caldera este totalmente despresurizada.
 - Retirar el tapón roscado de la boca de llenado y llenar agua en la caldera hasta que salga del rebosadero.
 - Cerrar de nuevo firmemente la válvula de rebose.
 - Volver a cerrar la boca de llenado apretando firmemente el tapón roscado. Prestar atención a que la junta este en perfecto estado. La junta del tapón roscado se debería inspeccionar después de cada quinta apertura, sustituyéndola si su estado lo hiciera necesario.
2. El tubo de descarga de la válvula de seguridad debe estar conectado con una manguera textil adicional que evacua al exterior el vapor caliente generado. La manguera se debe tender sin curvaturas ni dobleces y se fijara para que ejecute movimientos propios.

Nota: Se deben tomar las siguientes precauciones:

- a. La válvula de seguridad puede reacción repentinamente. Salen grandes cantidades de vapor caliente, por lo tanto, debe tomar en cuenta lo siguiente:
- No se debe inclinar nunca sobre la caldera.
 - Mantenerse siempre alejado de la tapa de la caldera y del tubo de descarga de la válvula de seguridad.
 - Conectar el equipo a la red eléctrica.
 - Activar el equipo mediante el interruptor principal.

- Para iniciar el ensayo, accionar el interruptor de la calefacción. La regulación de la calefacción está limitada a una temperatura de 200°C, para evitar una sobrepresión excesiva.

3. Activar el equipo mediante el interruptor principal. Calentar el equipo a 100°C, y dejar hervir el agua durante 1 minuto aproximadamente, de modo que pueda salir vapor por la válvula de rebose abierta. La presión y la temperatura aumentaran proporcionalmente hasta el punto crítico, en el que el líquido y el vapor ya no se pueden diferenciar, punto crítico a $T_c=374^\circ\text{C}$, $P_c=221,2$ bar (Limite de temperatura del equipo de ensayo).

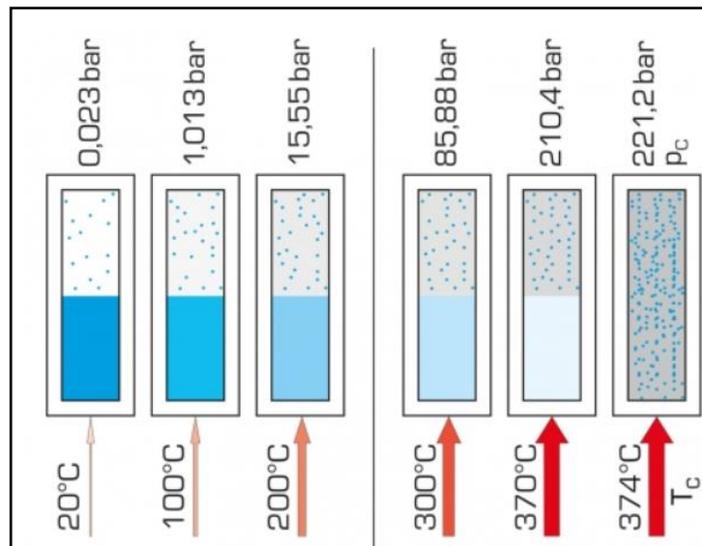


Ilustración 4. Relación Temperatura - Presión del equipo de ensayo.

4. Documentar los valores de la presión de la caldera y la temperatura de la caldera en pasos de 0.5 bares aproximadamente.

5. Crearemos el diagrama de relación temperatura- presión del agua, a través del material didáctico que proporcione el equipo de ensayo.

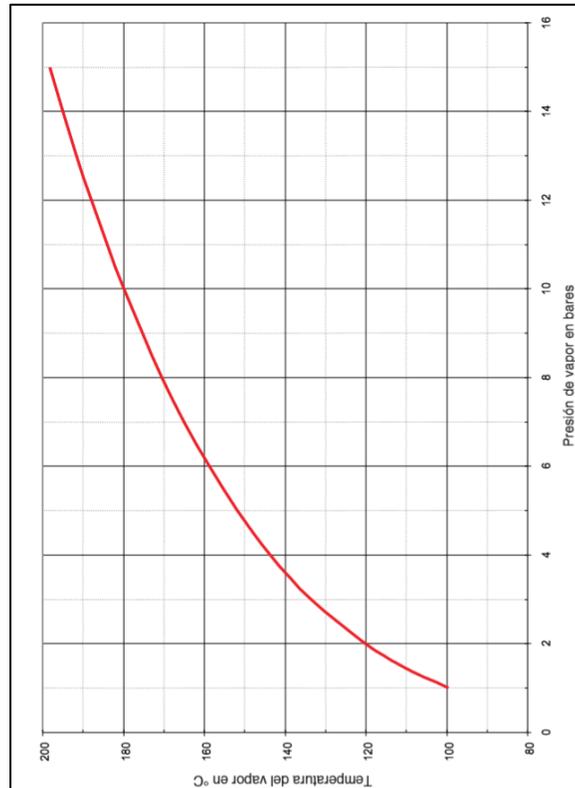


Ilustración 5. Modelo para un diagrama de la curva de presión de vapor.

6. Después de realizar el ensayo, desactivas el equipo con el interruptor principal.
7. Desconectar el equipo de la red eléctrica.
8. Dejar que la caldera se enfríe por si sola.
9. Realizar el siguiente análisis.
 - Comparar los valores medidos propios con los valores que aparecen en el apartado de Tablas y Diagramas.

TABLAS Y DIAGRAMAS.

Presión relativa en bar	Presión absoluta en bar	Temperatura del vapor en °C
0.0	1.0	99.63
0.5	1.5	111.37
1.0	2.0	120.23
2.0	3.0	133.54
3.0	4.0	143.62
4.0	5.0	151.84
5.0	6.0	158.84
6.0	7.0	164.96
7.0	8.0	170.41
8.0	9.0	175.36
9.0	10.0	179.88
10.0	11.0	184.07
11.0	12.0	187.96
12.0	13.0	191.61
13.0	14.0	195.04
14.0	15.0	198.29
15.0	16.0	201.37
16.0	17.0	204.31
17.0	18.0	207.11
18.0	19.0	209.80
19.0	20.0	212.37

Ilustración 6. Presión de vapor-Temperatura del vapor-Tabla para vapor saturado.

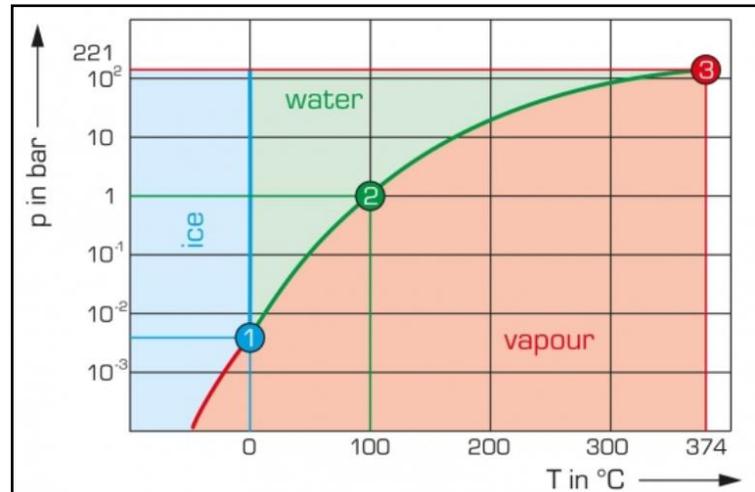


Ilustración 7. Diagrama de temperatura- presión del agua.

El diagrama está definido por 3 diferentes colores y puntos, nos indican lo siguiente:

- Rojo: Curva de sublimación.
- Verde: Curva del punto de ebullición.
- Azul: Curva del punto de fusión.
- 1: Punto triple.
- 2: Punto de ebullición.
- 3: Punto crítico.

PRUEBA N° 3: CAMBIOS DE ESTADOS DE LOS GASES.

La ley del gas perfecto comprende las leyes de Charles y de Boyle. El ensayo se centra en desarrollar experimentalmente dos cambios de estado:

1. Cambio de estado isotérmico, conocido como la ley de Boyle-Mariotte.
2. Cambio de estado isocórico, producido con un volumen constante.

En el desarrollo del ensayo los depósitos transparentes permiten observar el cambio de estado. Como gas de prueba se utiliza aire.

EQUIPO.

- Equipo de ensayo WL 102.
 - a. Compresor / bomba de vacío:
Potencia: 60 W.
Presión de entrada: 213 mbar.
Presión de salida: 2 bar.
 - b. Regulador de temperatura (80°C).
 - c. Deposito 1.
Temperatura: 0-80°C
Presión: 0-4 bar abs.
Volumen: 0-3 L.
 - d. Deposito 2.
Temperatura: 0-80°C
Presión: 0-2 bar abs.

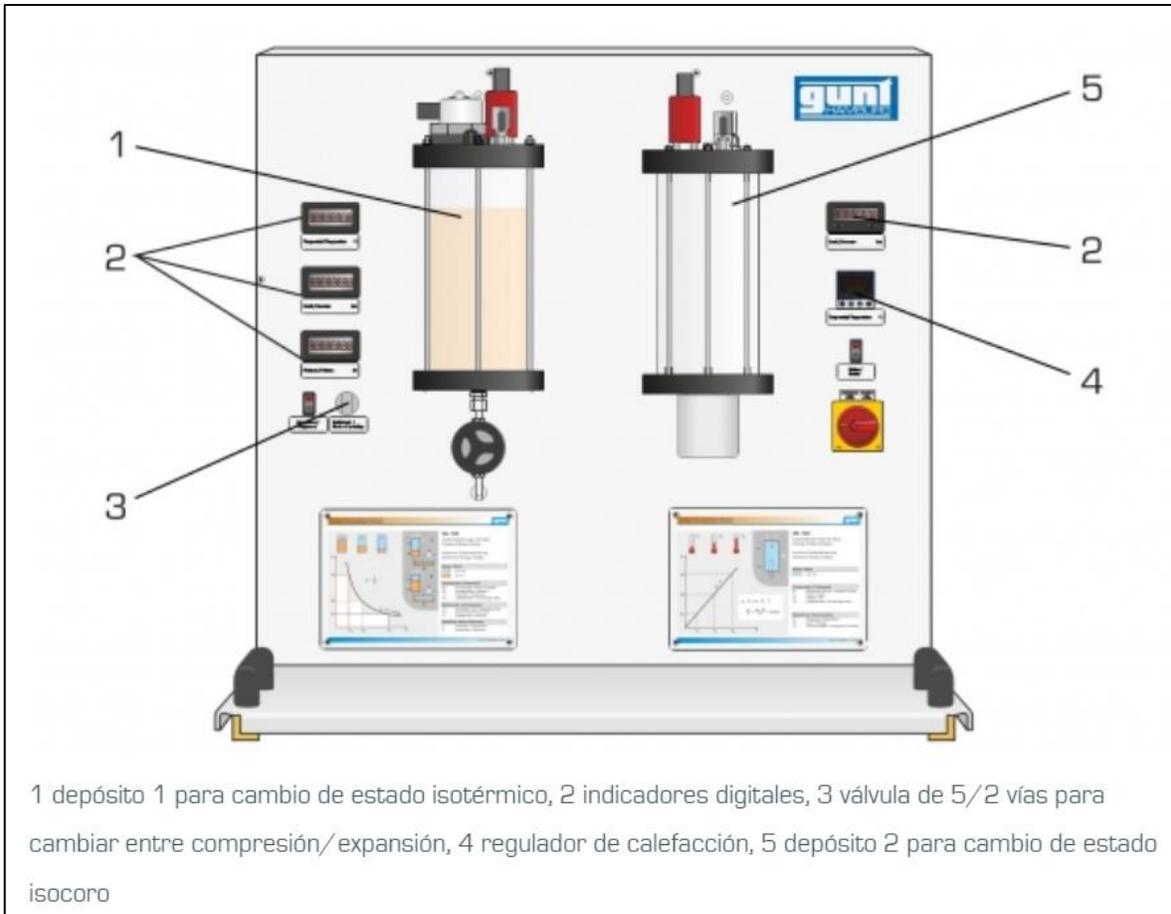


Ilustración 8. Descripción del equipo: Cambio de estados de los gases.

FUNCIONAMIENTO.

Para iniciar el ensayo dividiremos los depósitos de la siguiente manera:

- a. Depósito A: Depósito de la izquierda.
- b. Depósito B: Depósito de la derecha.

1. Se pueden bombear un líquido hacia el interior de un cilindro de presión mediante un compresor. El volumen del aire dentro de cilindro se comprime. La ventaja de este método radica en que el líquido de cierre es estanco al gas, por lo que no se pueden producir pérdidas

por fugas de aire. Además, actúa como disipador térmico y contribuye considerablemente a la evolución isotérmica del ensayo.

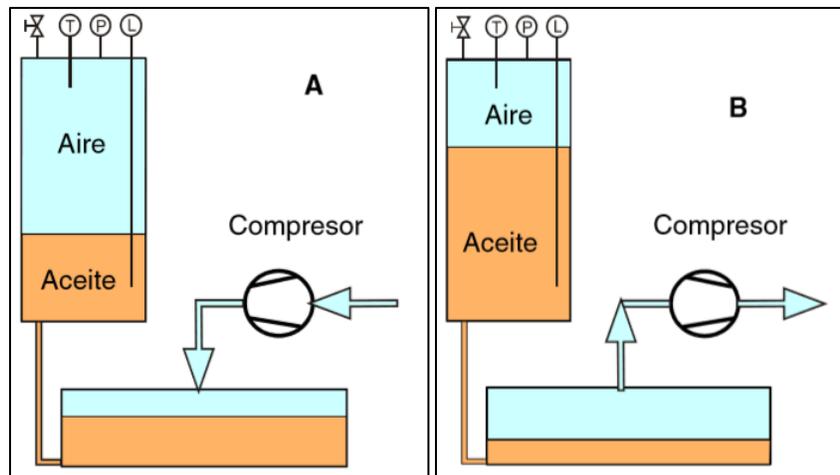


Ilustración 9. Principio para comprimir el volumen de aire en el cilindro.

2. Los indicadores de temperatura, presión y volumen comprimido proporcionan los valores de medición correspondientes dentro del recipiente. Con el selector se puede cambiar entre comprimir o expandir el aire en el recipiente a presión. El interruptor sirva para activar el compresor.
3. En un segundo cilindro térmico se calienta un volumen de aire constante encerrado y se observa la modificación de la presión correspondiente. El calefactor se activa con el interruptor. En el regulador de calefacción se puede ajustar la temperatura nominal mediante las dos teclas de flecha, una hacia arriba y otra hacia abajo, y también se puede leer la temperatura real. Pulsar la tecla P para cambiar al modo de entrada. Entonces se ajusta el valor con las teclas de flecha orientadas hacia arriba y hacia abajo. La modificación se realiza de forma dinámica mientras se

mantenga pulsada la tecla. El ajuste se acepta automáticamente con la tecla P o al cabo de 2 s.

Si se desea interrumpir la entrada o no aceptar el valor, se debe pulsar la tecla Exit/F.

4. Cambiar al servicio manual con la tecla de función Exit/F (>2 s). Finalizar el servicio manual con la tecla de función Exit/F (>2 s).
5. La presión que se forma en el cilindro se puede leer en el indicador.
6. El equipo de ensayo se enciende o se apaga con el interruptor. En la parte trasera se encuentra un puerto USB que permite conectar entre sí el PC y el equipo a través de un cable.

Llenado con aceite.

1. Para el llenado de sistema con aceite se debe desatornillar primero la pared posterior. En la parte derecha inferior se encuentra el depósito de reserva.
2. Soltar el tapón roscado del depósito de reserva.

Nota: Asegurar que el grifo de purga está cerrado

3. Utilizar, por ejemplo, un embudo para llenar el depósito de reserva con aceite.
4. Un servicio correcto requiere 3-3.5 L de aceite.
5. Volver a insertar y apretar el tapón roscado.
6. Volver a atornillar la pared posterior en el equipo antes de la puesta en servicio.

Tomar en cuenta las siguientes advertencias:

1. Si se toca el interior de la instalación abierta se pueden sufrir descargas eléctricas.
 - a. Desconectar el enchufe de la red antes de abrir.
 - b. No entrar en contacto con los componentes eléctricos.
 - c. Proteger la instalación eléctrica del agua y la humedad.

Sensor de nivel de llenado.

El sensor de nivel de llenado trabaja de forma capacitiva. La varilla de medición que se sumerge en el aceite representa un condensador eléctrico. Dado que las constantes dieléctricas del aceite y del aire son muy diferentes, la capacidad del condensador cambia de forma medible en función del nivel de aceite.

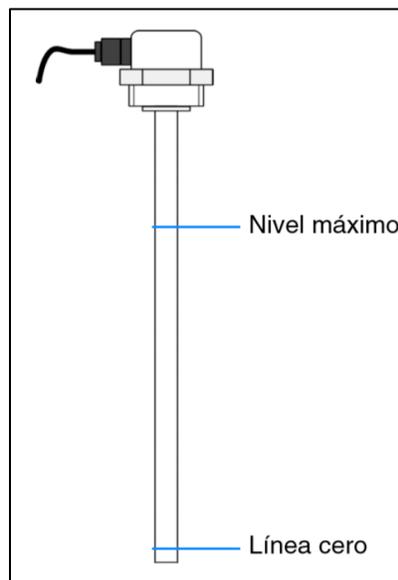


Ilustración 10. Sensor de nivel de llenado.

Nota: Comprobar de vez en cuando que el indicador de nivel de llenado del regulador coincide con el nivel según la escala en el depósito para establecimiento del nivel. Si los valores del regulador y del depósito para establecimiento del nivel difieren el uno del otro, se debe ajustar el sensor de nivel de llenado. Para calibrar el sensor de nivel de llenado, se realiza lo siguiente:

1. Hay dos variantes de la cabeza del sensor de nivel de llenado disponibles:
 - a. Con potenciómetros.
 - b. Con pulsadores.

2. Identificar el modo constructivo utilizado en el equipo y seguir la calibración descrita a continuación.



Ilustración 11. Cabeza del sensor de nivel de llenado.

- a. Calibración de la cabeza del sensor de nivel de llenado con potenciómetro.

En la cabeza hay dos potenciómetros: Punto cero (Zero) y margen (Span).

1. Abrir la válvula de descarga en la tapa del cilindro.
2. Poner el selector en la posición B.
3. Conectar el compresor a través del interruptor hasta que el nivel de aceite se encuentre en 3 L.
4. Regular el potenciómetro Zero hasta que el indicador de nivel de llenado indique 3 L.
5. Poner el selector en la posición B.
6. Ajustar la velocidad de llenado con la válvula de aguja.
7. Conectar el compresor a través del interruptor hasta que el nivel de aceite se encuentre en 0L.
8. Regular el potenciómetro Span hasta que el indicador de nivel de llenado indique 0 L.

- b. Calibración de la cabeza del sensor de nivel de llenado con pulsadores.

En la cabeza hay dos pulsadores: Punto cero (Zero) y margen (Span).

1. Abrir la válvula de descarga en la tapa del cilindro.
2. Poner el selector en la posición A.
3. Ajustar la velocidad de llenado con la válvula de aguja.
4. Conectar el compresor a través del interruptor hasta que el nivel de aceite se encuentre en 0 L.
5. Pulsar al mismo tiempo los pulsadores Zero y Span.
6. Pulsar el pulsador Span. Ahora se ha ajustado el valor mínimo.
7. El indicador de nivel de llenado indica 0 L.
8. Poner el selector en la posición B.
9. Conectar el compresor a través del interruptor hasta que el nivel de aceite se encuentre en 3 L.
10. Pulsar el pulsador Zero. Ahora se ha ajustado el valor máximo.
11. El indicador de nivel de llenado indica 3 L.

INSTALACION Y MANEJO DEL SOFTWARE.

El equipo de ensayo se suministra junto con un programa para la adquisición de datos de medición asistida por ordenador. La adquisición de datos de medición ofrece las siguientes ventajas:

1. Los valores de medición de la presión, el volumen y la temperatura están disponibles como datos y se pueden procesar en el acto o se puede guardar.
2. Las interfaces de pantalla son claras y destacan las interdependencias, lo que facilita su comprensión.

Durante la instalación del programa no debe estar conectado aun el banco de ensayos al puerto USB al PC. El banco de ensayos solo se debe conectar una vez realizada con éxito la instalación del software.

1. Iniciar el PC.
2. Introducir el CD-ROM de G.U.N.T.
3. En la carpeta “Installer”, iniciar el programa de instalación “Setup.exe”.
4. Seguir el proceso de instalación en la pantalla.
5. La instalación tiene lugar automáticamente tras el inicio. Se instalan en el PC los siguientes componentes del programa:
 - a. Programa para la adquisición de datos de medición asistida por ordenador.
 - b. Rutinas de controlador para el convertidor USB “LabJack”
6. Una vez finalizado el programa de instalación, reiniciar el PC.
7. Seleccionar el programa e iniciarlo a través de: Inicio/Programas/G.U.N.T./ WL 102.
8. Cuando se iniciar por primera vez el programa, después de la instalación, se pregunta qué idioma se desea para el uso del programa. El idioma se puede cambiar en todo momento en el menú “Language”.
9. Para otras funciones se dispone de diversos menús desplegables.
10. Encontrará instrucciones detalladas para el manejo del programa en la función de Ayuda del mismo. A esta función de ayuda se accede a través del menú desplegable “?” y seleccionando “Help”.

PROCEDIMIENTO.

Compresión isotérmica.

1. Utilizaremos el Depósito A. Con este experimento se pretende comprobar la ley de Boyle-Mariotte. Para ello, una cantidad de gas encerrada de unos 3 litro de volumen se comprime hasta aproximadamente 1 litro con la temperatura constante; después, se mide el cambio de presión correspondiente.
2. Activar el equipo mediante el interruptor principal. Abrir la válvula de descarga en la tapa del cilindro.
3. Abrir la válvula de aguja y ajustar la velocidad de llenado deseada.
4. Poner el selector en la posición B.
5. Conectar el compresor a través del interruptor hasta que el nivel de aceite alcance la marca 3L de la escala del recipiente.
6. Apagar el compresor. Tener en cuenta la posición correcta de la válvula de descarga por peligro de derrame de líquido de cierre.
7. Cerrar la válvula de descarga en la tapa del cilindro para luego iniciar el programa de adquisición de datos y efectuar los ajustes correspondientes.
8. Poner el selector en la posición A. Conectar el compresor a través del interruptor hasta que el nivel de aceite alcance la marca de la escala del recipiente, la cual es de 1L.
9. Visualizar el registro de valores de medición e interpretarlo. No modificar el cilindro a presión para poder realizar el ensayo de expansión.

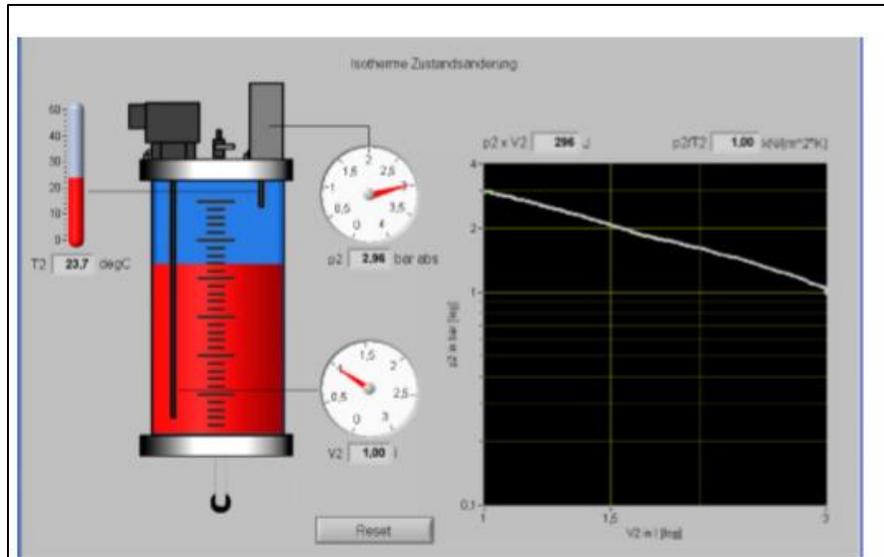


Ilustración 12. Registro del ensayo de compresión isotérmico.

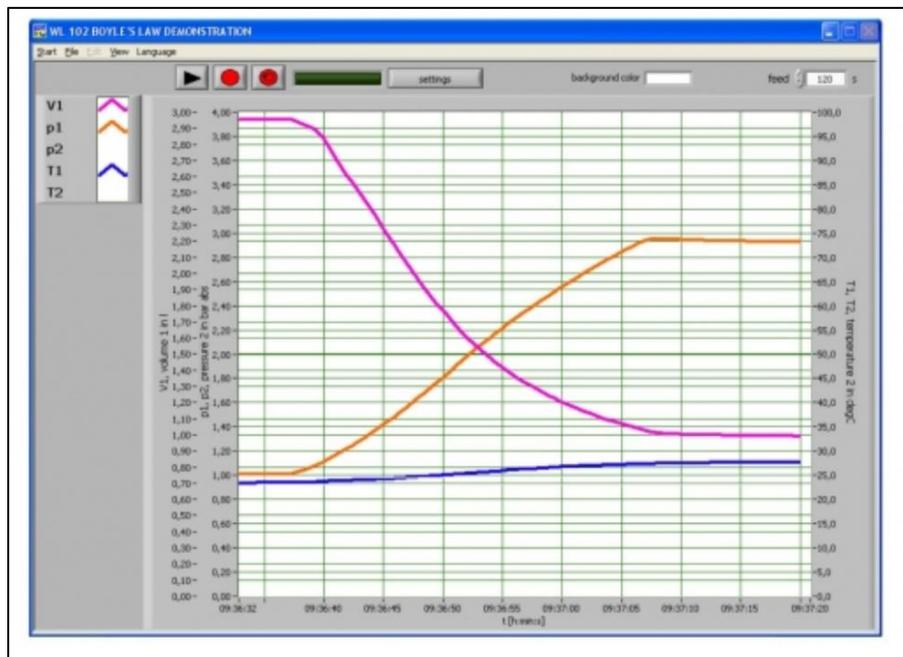


Ilustración 13. Representación de la pantalla del software: Curva de tiempo de la compresión isotérmica.

Expansión isotérmica.

1. Utilizaremos el Depósito A. Mediante el desarrollo de este ensayo se verá cómo se expande un volumen de aire encerrado y se registra la presión que se forma.
2. Abrir con cuidado la válvula de descarga en la tapa del cilindro a presión y purgar el aire comprimido hasta que se alcance la presión ambiental.
3. Volver a cerrar la válvula de descarga. Abrir la válvula de aguja y ajustar la velocidad de llenado deseada.
4. Poner el selector en la posición B.
5. Iniciar el programa de adquisición de datos y realizar los ajustes correspondientes. Conectar el compresor y expandir el volumen el gas hasta que se alcance la marca 3L de la escala del recipiente.
6. Visualizar el registro de valores de medición e interpretarlo.
7. Abrir con cuidado la válvula de descarga en la tapa del cilindro a presión y dejar que entre aire en el cilindro a presión hasta que se alcance la presión ambiental.

Calentamiento isócoro.

1. Utilizaremos el Depósito B. El ensayo comprueba la ley de Gay-Lussac, en este experimento se calienta un volumen de aire constante encerrado y se registra la presión que se forma.
2. El cilindro debe reflejar la temperatura ambiente en el sensor de temperatura.
3. Activar el equipo mediante el interruptor principal. Abrir la válvula de descarga en la tapa del cilindro térmico hasta que en el recipiente haya una presión ambiental.



4. Volver a cerrar la válvula de descarga. Ajustar la temperatura objetivo deseado mediante las teclas de flechas del regulador de calefacción.
5. Iniciar el programa de adquisición de datos y realizar los ajustes correspondientes.
6. Encender el calefactor y mantenerlo en marcha hasta alcanzar la temperatura objetivo.
7. Visualizar el registro de valores de medición e interpretarlo. No modificar el cilindro para poder realizar el ensayo de enfriamiento.

Enfriamiento isócoro.

1. Utilizaremos el Depósito B. Desconectar el calefactor.
2. Abrir la válvula de descarga en la tapa del cilindro térmico hasta que en el recipiente haya una presión ambiental.
3. Volver a cerrar la válvula de descarga.
4. Iniciar el programa de adquisición de datos y realizar los ajustes correspondientes. Dejar que el recipiente se enfríe hasta alcanzar la temperatura ambiente.
5. Visualizar el registro de valores de medición e interpretarlo.
6. Abrir la válvula de descarga en la tapa del cilindro hasta que en el recipiente haya una presión ambiental.
7. Apagar el aparato mediante el interruptor primario.

Nota: Realizar un análisis comparativo de las diferentes partes del ensayo.

Practica 2: Estática de los Fluidos.

La ciencia de la estática de fluidos conlleva diferentes partes:

- Estudio de la presión y su variación en todo un fluido.
- Estudio de las fuerzas de presión sobre superficies finitas.

Dentro del estudio de la estática se incluyen algunos casos especiales de fluidos que se mueven como sólidos, por la semejanza de las fuerzas implicadas. Ya que no hay movimiento de una capa fluida relativo a una capa adyacente, no hay esfuerzos cortantes en el fluido. Por tanto, todos los cuerpos libres en la estática de fluidos tienen solo fuerzas de presión normal que actúan en sus superficies.

OBJETIVOS.

- Conocer algunos procedimientos de medición de presión mediante el uso de manómetros.
- Observar y calcular la fuerza hidrostática sobre superficies planas (Centros de presiones).
- Ejemplificar las más importantes leyes de hidrostática, ley de Pascal y ley de Arquímedes, mediante el empuje y flotación.

PRUEBA N° 1: FUNDAMENTO DE LA MEDICIÓN DE PRESIÓN (MANOMETROS).

La medición de la presión es muy relevante en el área de la ingeniería, p.ej, en la construcción de instalaciones, turbo máquinas y aviones. También la determinación de otras variables elementales como el caudal o la velocidad de flujo, puede obedecer a la medición de la presión.

Mediante el desarrollo de esta práctica es posible determinar la presión con dos procedimientos de medición distintos:

- Directamente, midiendo la longitud de una columna de líquido (manómetro de tubo en U, manómetro de tubo inclinado).



- Indirectamente, midiendo el cambio de forma de un tubo de Bourdon (manómetro de Bourdon).

EQUIPO.

- Equipo de ensayo WL 203.
 - a. Manómetro de tubo en U (Presión: 0-500mmCA).
 - b. Manómetro de tubo inclinado (Angulo de 30°, presión: 0-500mmCA).
 - c. Manómetro de Bourdon (Presión: 0±60 mbar).
- 1 instrumento de calibración.
- 1 juego de pesos.
- 1 aceite, 500mL.
- 1 tinta, 30mL.
- 1 embudo.
- 1 jeringa.
- 1 juego de mangueras.

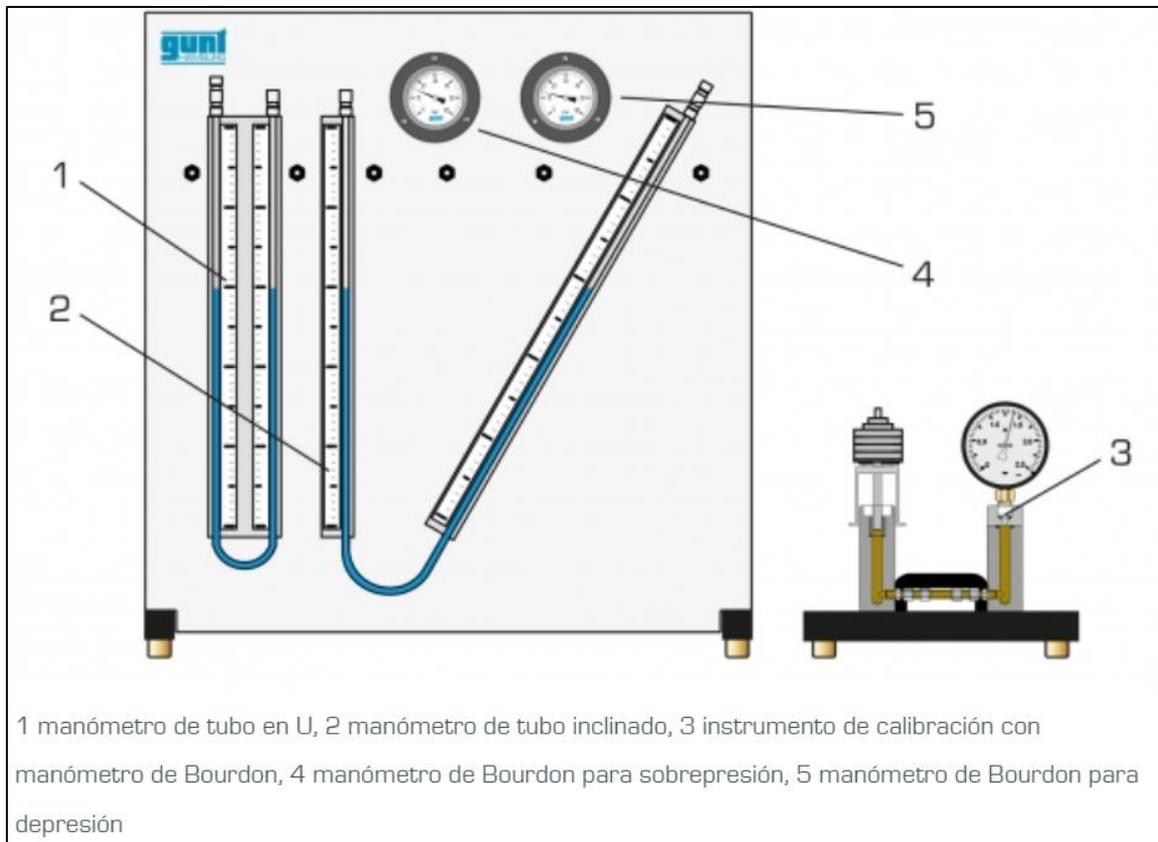


Ilustración 14. Descripción del equipo: Fundamentos de la medición de presión.

PROCEDIMIENTO.

Manómetro de tubo en U.

1. Identificar la escala a utilizar para el desarrollo de la práctica.
2. Llenar con un fluido de densidad conocida.
3. Conectar uno de los extremos a la zona donde quiere medirse la presión, el otro extremo quedara libre a la atmósfera.
4. La presión ejercida en el lado de alta presión, producirá el movimiento del líquido dentro del tubo, la diferencia de nivel será denominada como "dh". La altura "dh" dependerá de la presión y de la densidad del líquido en el tubo.

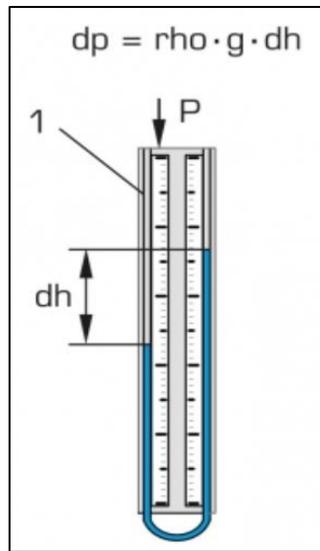


Ilustración 15. Manómetro en U.

5. Comprobar que el manómetro puede medir presiones menores que la atmosférica (vacío).
6. Observar que el líquido ascenderá en el lado de baja presión.
7. Analizar y escribir las diferencias al ejercer presión en el lado de alta presión, y en el lado de baja presión.

Manómetro de tubo inclinado.

1. Identificar la escala a utilizar para el desarrollo de la práctica.
2. Llenar con un fluido de densidad conocida.
3. Conectar uno de los extremos a la zona donde quiere medirse la presión, el otro extremo quedara libre a la atmósfera.
4. La presión ejercida producirá el movimiento del líquido dentro del tubo, la diferencia de nivel será denominada como "h". La altura "h" dependerá de la presión y de la densidad del líquido en el tubo. En el manómetro de tubo inclinado una de las ramas está colocada de forma

ascendente. Una pequeña diferencia de altura modifica, por tanto, la longitud de la columna de líquido notablemente.

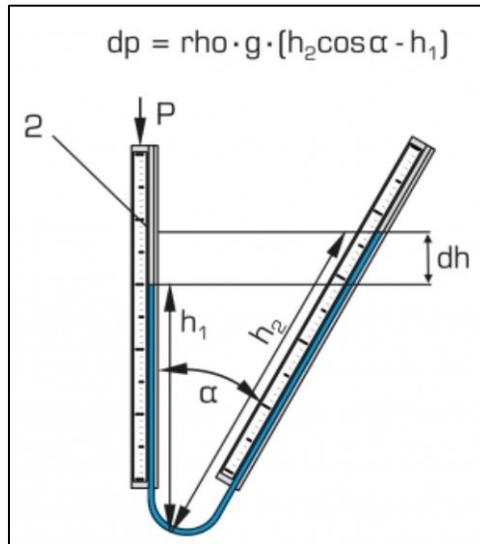


Ilustración 16. Manómetro de tubo inclinado.

5. Escribir las diferencias que pudo observar entre el desarrollo de la práctica con Manómetro de tubo en U y Manómetro de tubo inclinado.

Manómetro de Bourdon.

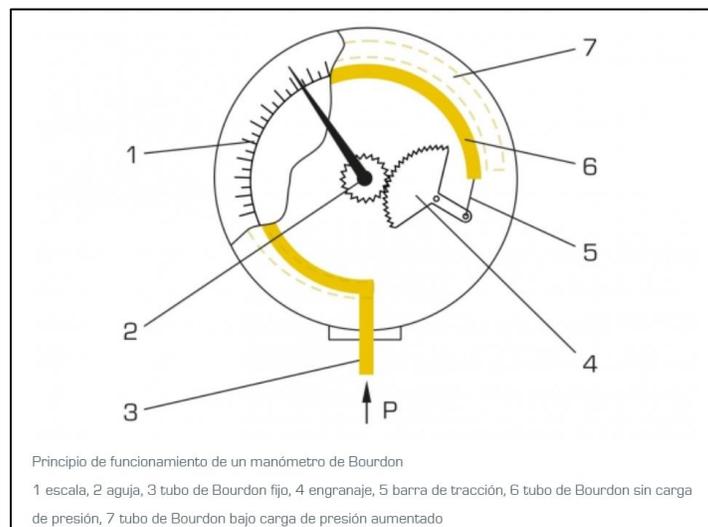


Ilustración 17. Descripción del equipo: Manómetro de Bourdon-1.

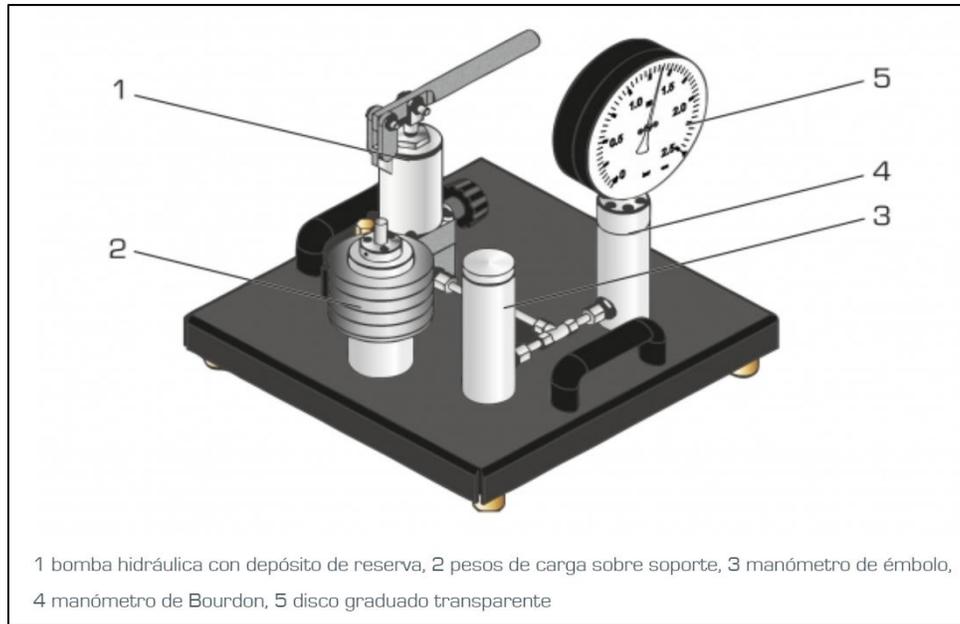


Ilustración 18. Descripción del equipo: Manómetro de Bourdon -2.

1. Identificar las diferentes partes del equipo, así como la escala que se utilizara.
2. Realizar una tabla de resultados para el inicio del ensayo. Anotar la lectura del manómetro en la casilla de presión medida. El primer valor a considerar es cuando solo se encuentra el pistón más la plataforma.

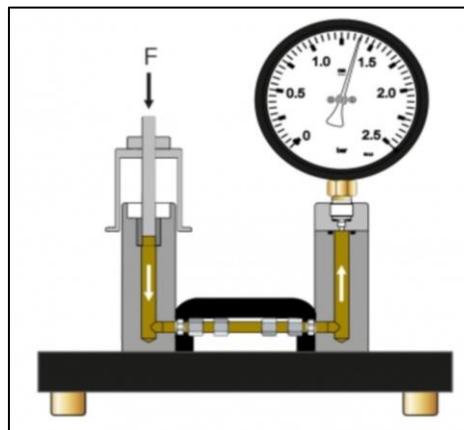


Ilustración 19. La unidad de medición de presión y la de carga están conectadas entre sí mediante una tubería. Al cargar el embolo aumenta la presión en el sistema y actúa contra el resorte del manómetro; F peso.

Tabla 6. Tabla de datos: Tabla de ensayo Manómetro Bourdon.

Ensayo N°	Proceso: Carga/Descarga	Peso total	Presión real	Presión medida	Error %

- Colocar una pesa de 578 g, tomar los datos dados en el Manómetro Bourdon. Ir agregando una pesa de 578 g a la vez, al terminar de agregar las 4 pesas de 578 g, agregar la pesa de 193 g. Tomar los datos cada vez que se agrega una. Este proceso de carga debe de ser continuo, por lo tanto, es necesario girar la plataforma cada vez que se realice una lectura para evitar que el pisto se pegue.
- Terminado el proceso de carga, identificar el inicio del proceso de descarga.
- Quitar una pesa a la vez, para tomar la nota de lectura del manómetro de Bourdon. Este proceso de descarga debe de ser continuo, por lo tanto, es necesario girar la plataforma cada vez que se realice una lectura para evitar que el pisto se pegue.
- Calcular la presión real en cada uno de los ensayos:

$$\text{Area del piston: } A_p = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$Presion\ real: P_R = \frac{F}{A_p} = \frac{m_t * g}{g_c * A_p}$$

7. Calcular el porcentaje de error con los datos obtenidos anteriormente.

$$\% Error = \frac{Presion\ medida - Presion\ real}{Presion\ Real}$$

Debe observarse que el % Error podría tomar valores tanto positivos como negativos, lo cual debe interpretarse de la siguiente forma:

- a. Si el valor es positivo indica que el instrumento esta sobrevaluando la presión real.
 - b. Si el valor es negativo indica que el instrumento esta subvaluando la presión real.
8. Determinar el tipo de error:
- a. Error constante: En este caso el agua está mal ajustada.
 - b. Error positivo en un extremo de la escala y negativo en el otro: En este caso la biela del manómetro debe corregirse. Una vez calibrado y ajustada la aguja del manómetro, al realizarse prueba en carga y descarga, pueden observarse.
 - c. Errores constantes en toda la escala: El manómetro es eficaz, para obtener la lectura correcta debe realizarse la curva de calibración correspondiente.
 - d. Errores diferentes no mayores del 15%: Puede probarse nuevamente la calibración realizada.
 - e. Errores diferentes mayores al 15%: Este tipo de error es causado por fatiga del material del tubo de Bourdon y no se puede corregir.

Nota: Realizar un análisis comparativo de los diferentes tipos de manómetros utilizados durante el ensayo.

NOMENCLATURA.

Símbolo	Concepto	Unidad
dp	Diferencia de presión	<i>mbar (milibar)</i>
dh	Diferencia de altura	<i>mm</i>
ρ	Densidad del líquido de medición	<i>g/mL</i>
g	Aceleración de la gravedad	<i>9810 mm/s²</i>
A_p	Área del pistón	<i>mm²</i>
D	Diámetro del pistón	<i>mm</i>
P_R	Presión real	<i>mbar</i>
F	Fuerza	<i>N</i>
m_t	Masa total (Pistón + plataforma + pesas)	<i>Kg</i>
g_c	Constante gravitacional	$(1 \frac{Kg \cdot m}{N \cdot s^2})$

Nota: Realizar las respectivas conversiones para obtener cálculos correctos durante el ensayo.

PRUEBA N° 2: FUERZA SOBRE SUPERFICIES PLANAS.

El peso de los líquidos en reposo provoca una presión conocida como presión hidrostática o también como presión gravitacional. Esta presión actúa en todas las superficies que están en contacto con el líquido, ejerciendo una fuerza proporcional al tamaño de la superficie.

El efecto de la presión hidrostática es de gran importancia en muchas áreas de la ingeniería: en la construcción naval, ingeniería hidráulica (al realizar el dimensionado de esclusas y vertederos) o también en la ingeniería de edificios y sanitaria.

El efecto de la presión hidrostática del agua puede representarse visualmente con distintos niveles de agua y ángulos de inclinación.

El equipo de ensayo consta de un depósito de agua transparente e inclinable con una escala para determinar el volumen. El ángulo de inclinación del depósito de agua se ajusta mediante otra escala. El equipo se tara mediante un brazo de palanca con ayuda de diversos pesos, determinando la fuerza de compresión.

EQUIPO.

- Equipo de ensayo HM 150.05.
 - a. Depósito de agua.
 - 1. Inclinable: 0° - 90° .
 - 2. Capacidad: 0-1.8L.
 - 3. Escala: 0-250 mm.
 - 4. Superficie efectiva máx 75x100 mm.
 - b. Brazo de palanca.
 - 1. Longitud máx: 250 mm.

c. Pesos.

1. 1x2.5 N
2. 1x2 N
3. 2x1 N
4. 1x0.5 N

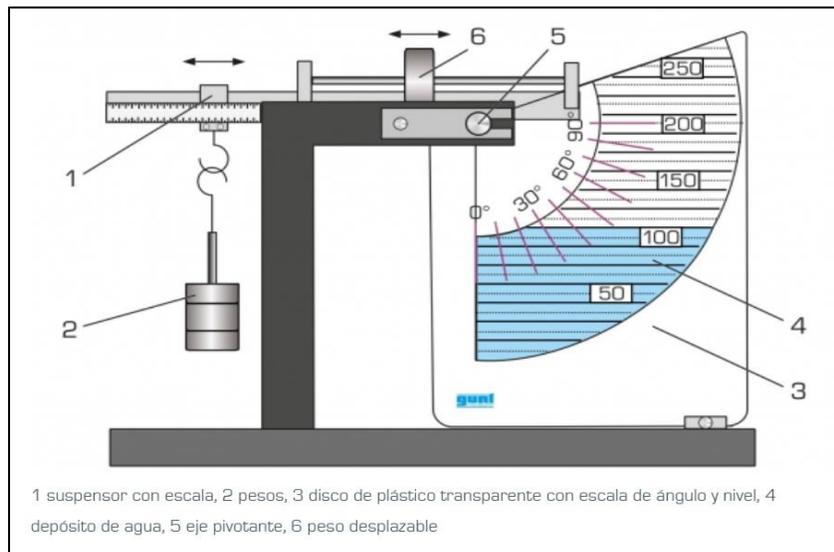


Ilustración 20. Descripción del equipo: Fuerza sobre superficies planas.

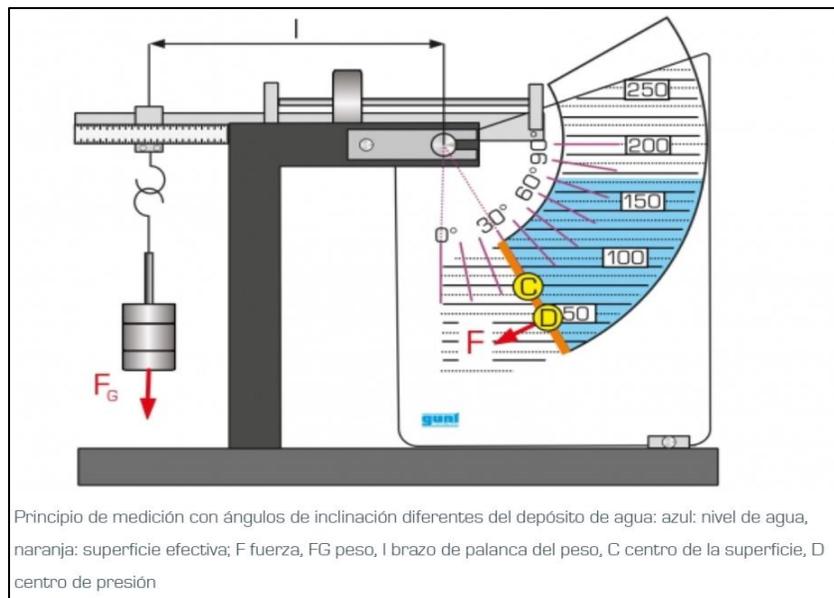


Ilustración 21. Representación experimental del ensayo.

PROCEDIMIENTO

Área totalmente sumergida.

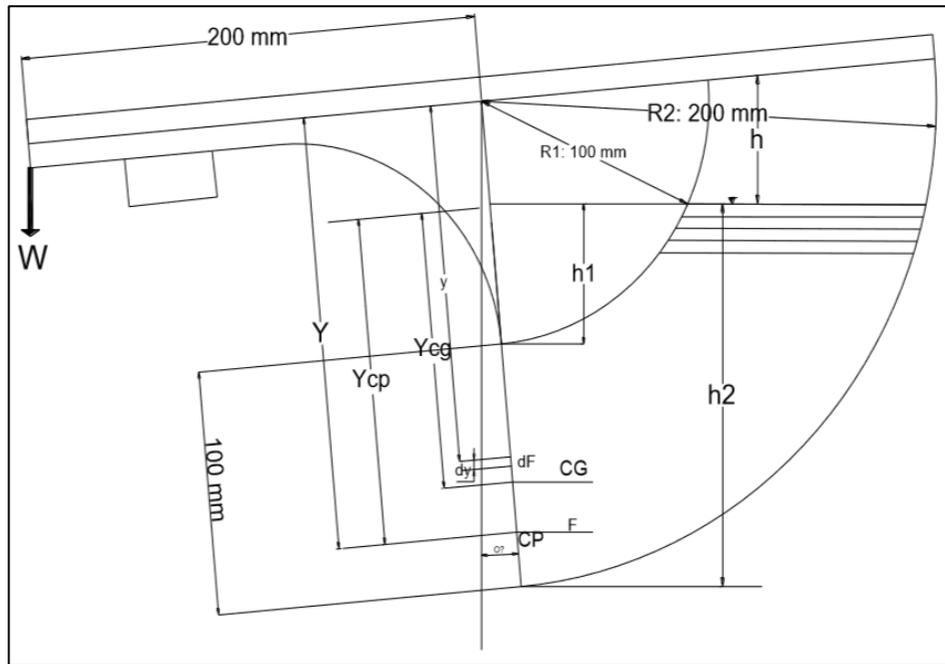


Ilustración 22. Representación gráfica de área totalmente sumergida.

1. Equilibra el aparato de tal forma que la pared plana del tanque se encuentre en posición vertical.
2. Verter agua sobre el tanque cuadrante de tal forma que el nivel del agua se encuentre por encima del radio de 100mm, es decir que el nivel del agua debe sobre pasar el nivel de la cara plana.
3. Equilibra el sistema agregando pesas de 200 y 50 gr en el soporte dispuesto en el extremo del brazo opuesto al tanque cuadrante.
4. Medir la altura desde el pivote hasta el nivel del agua.
5. Repetir el procedimiento anterior para 5 lecturas en donde el sistema se encuentre en equilibrio ($\theta=0$) y para seis ángulos diferentes.

Tabla 7. Tabla de datos: Área totalmente sumergida-1.

θ	H	Masa	θ	h	Masa

6. Realizar los cálculos correspondientes para:
- Analizar Variación del centro de presión con respecto a la profundidad (h).
 - Determinar y comparar las distancias del centro de presión Y_{cp} de forma teórica y experimental, para la condición de la superficie plana totalmente sumergida y para las combinaciones de ángulo (θ).
 - Elaborar la gráfica de Y_{cp} vs h para los datos tomados de área totalmente sumergida en condición de $\theta = 0^\circ$.

$$h_1 = R_1 \cos\theta - h \cos\theta + R_1 \operatorname{Sen}\theta$$

$$h_2 = R_2 \cos\theta - h \cos\theta + R_1 \operatorname{Sen}\theta$$

Profundidad al centro de gravedad: $hcg = \frac{h_1 + h_2}{2}$

Fuerza sobre el área: $F = \gamma (hcg)A$

$Y = \frac{m \cdot g \cdot R_2 \cdot \cos\theta}{F}$ Donde $A = B \cdot L$

$$I_{cg} = \frac{B \cdot L^3}{12}$$

Calculo del Y_{cp} experimentalmente: $Y_{cp} = Y - R_1 + \frac{h_1}{\cos\theta}$ (Experimentalmente)

$$Y_{cg} = \frac{hcg}{\cos\theta}$$

Área parcialmente sumergida.

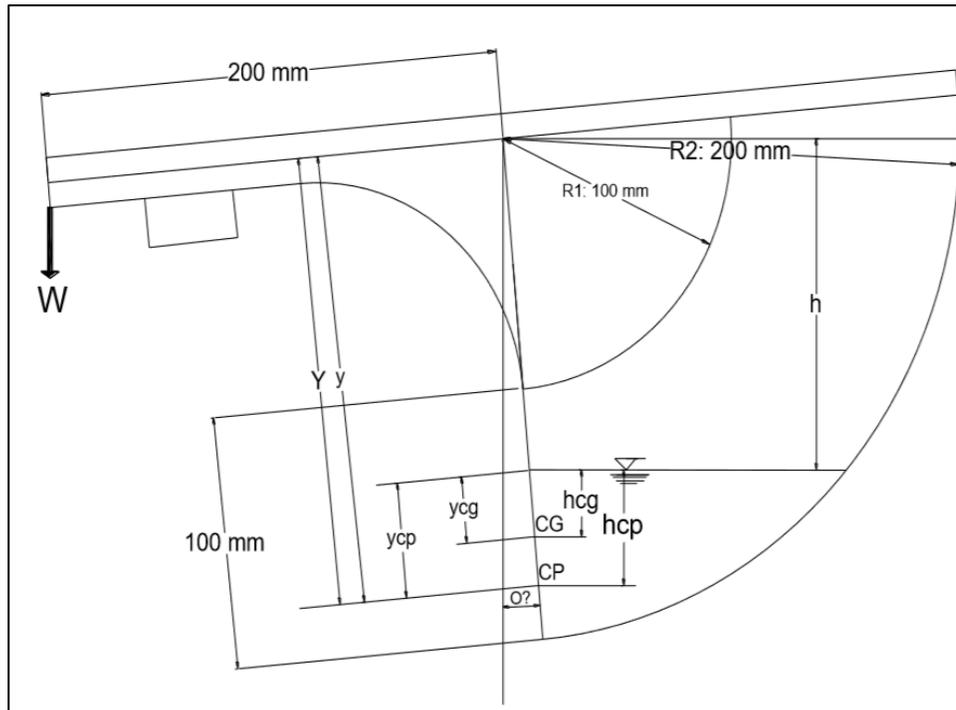


Ilustración 23. Representación gráfica del área parcialmente sumergida.

1. Equilibra el aparato de tal forma que la pared plana del tanque se encuentre en posición vertical.
2. Verter agua sobre el tanque cuadrante de tal forma que el nivel del agua se encuentre por debajo del radio de 100mm, es decir que el nivel del agua debe sobre pasar el nivel de la cara plana.
3. Equilibra el sistema agregando pesas de 200 y 50gr en el soporte dispuesto en el extremo del brazo opuesto al tanque cuadrante.
4. Medir la altura desde el pivote hasta el nivel del agua.
5. Repetir el procedimiento anterior para 5 lecturas en donde el sistema se encuentre en equilibrio ($\theta=0$) y para seis ángulos diferentes.

Tabla 9. Tabla de datos: Área parcialmente sumergida-1.

θ	h	Masa	θ	h	Masa
0					
0					
0					
0					
0					
0					

6. Realizar los cálculos correspondientes para:
- Analizar Variación del centro de presión con respecto a la profundidad (h).
 - Determinar y comparar las distancias del centro de presión Y_{cp} de forma teórica y experimental, para la condición de la superficie plana parcialmente sumergida y para las combinaciones de ángulo (θ).
 - Elaborar la gráfica de Y_{cp} vs h para los datos tomados de área totalmente sumergida en condición de $\theta = 0^\circ$.

$$h = h' \cos\theta - R_1 \sin\theta$$

$$h_2 = R_2 \cos\theta - h' \cos\theta + R_1 \sin\theta$$

$$l = R_2 - \frac{h}{\cos\theta}$$

$$\text{Longitud sumergida: } l = \frac{h_2}{\cos\theta} \quad \text{o} \quad l = R_2 - \frac{h}{\cos\theta}$$

$$\text{Área sumergida: } A = l * B$$

$$\text{Profundidad al centro de gravedad: } h_{cg} = \frac{l * \cos\theta}{2}$$

$$\text{Fuerza sobre el área: } F = \gamma (h_{cg})A$$

NOMENCLATURA.

Símbolo	Concepto	Unidad
θ	Angulo de inclinación de la superficie sumergida	
Y	Distancia del pivote al centro de presión	<i>mm</i>
m	Masa	<i>gr</i>
R_2	Distancia del pivote al centro de las pesas	<i>mm</i>
g	Aceleración de la gravedad	9810 <i>mm/s²</i>
R_1	Radio menor del tanque cuadrante	<i>mm</i>
h	Profundidad del agua hasta el extremo superior del agua	<i>mm</i>

Icg: Segundo momento de área (momento de inercia) de la superficie sumergida con respecto al eje horizontal que pasa por el centro de gravedad CG.

Ycg: Distancia desde O' (intersección del plano del nivel del agua con el de la superficie sumergida) al centro de gravedad de misma superficie.

Nota: Realizar las respectivas conversiones para obtener cálculos correctos durante el ensayo.

PRUEBA N° 3: EMPUJE Y FLOTACION.

En la hidrostática, el metacentro es un punto importante a tener en cuenta cuando se evalúa la estabilidad de cuerpos flotantes. La estabilidad describe la capacidad de un barco de volver a enderezarse desde una posición escorada. El metacentro es la intersección del vector de empuje y el eje simétrico de la nave para una escora dada.

Mediante el ensayo se examina la estabilidad de un cuerpo flotante y se determina gráficamente el metacentro. Además, puede determinarse el empuje del cuerpo flotante.

El ensayo se lleva a cabo en un depósito lleno de agua. Un cuerpo transparente con una sección transversal (cuaderna) rectangular se utiliza como cuerpo flotante. Los pesos de apriete que se pueden desplazar horizontal y verticalmente permiten ajustar el centro de masas y la escora.

La posición de los pesos de apriete puede leerse en escalas. Un clinómetro indica la escora.

EQUIPO.

- Equipo de ensayo HM 150.06.
 - a. Cuerpo flotante.
 - 1. $L \times A \times Al$: (300x130x190) mm.
 - 2. Altura del mástil: 400 mm.
 - b. Escala horizontal: 180 mm.
 - c. Escala vertical: 400 mm.
 - d. Escala de altura del cuerpo flotante: 120 mm.
 - e. Escala del clinómetro: $\pm 35^\circ$.
 - f. Pesos.
 - 1. Cuerpo flotante sin peso de apriete: aprox 2.7 kg.

2. Peso de apriete vertical: 575 g.
 3. Peso de apriete horizontal: 196 g.
- d. Depósito para agua: 50 L.
- Equipo de ensayo HM 150 (Modulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos).

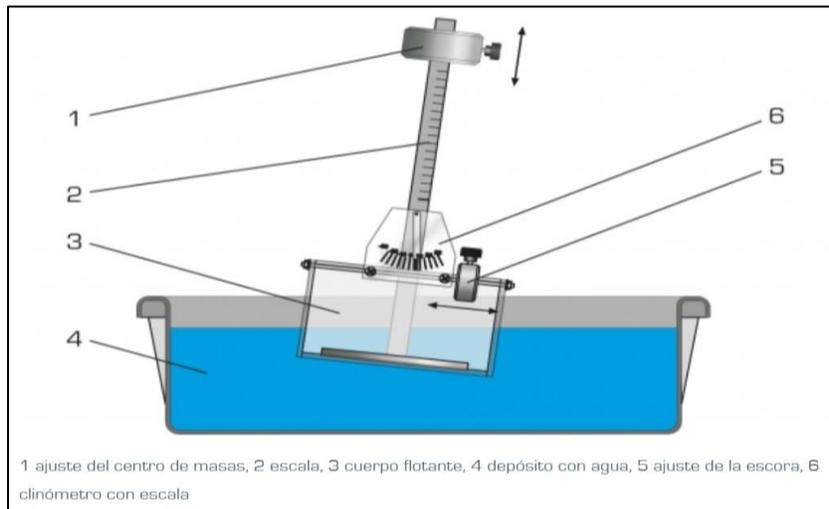


Ilustración 24. Descripción del equipo: Empuje y flotación.



Ilustración 25. Descripción del equipo: Modulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos.

PROCEDIMIENTO.

1. Tomar el peso total del aparato "W" que incluye el peso ajustable "w", y los dos pesos magnéticos registrados en la parte superior de la escala de ángulos.
2. Tomar el peso ajustable "w".
3. Tomar medidas del flotador del barco, así como también el espesor de la lámina que lo constituye.
4. Introducir el barco flotante en el banco de pruebas.
5. Nivelar el flotador acomodando el peso ajustable en el centro del barco, sobre cualquier nivel con la ayuda de los pesos magnéticos, de tal forma que el ángulo marcado indique cero.
6. Mover el peso ajustable hacia la izquierda o hacia la derecha en cada una de las hileras cada 20 mm, tomando el desplazamiento por ángulo formado entre la línea de la plomada y la línea central.

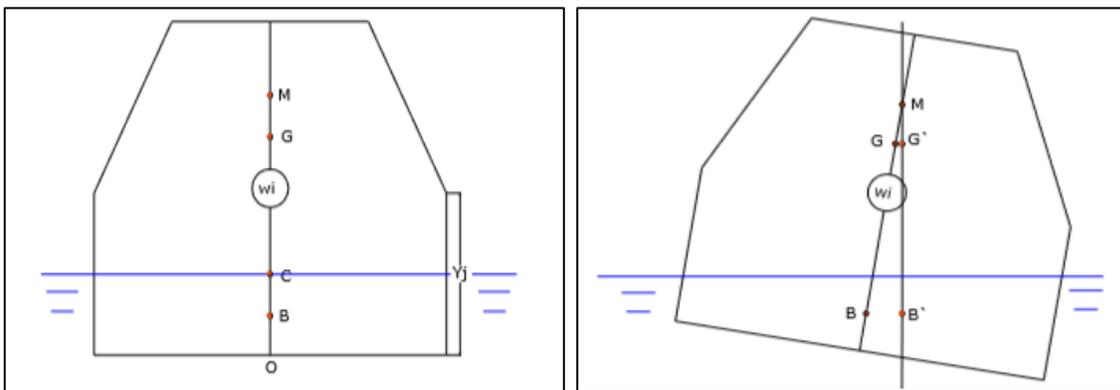


Ilustración 26. Representación experimental.

7. Elaborar el gráfico del metacentro.
8. Calcular la pendiente de cada una de las rectas obtenidas ($dX_j/d\theta$)
9. Obtener la altura metacéntrica.

Altura metacentrica: $GM = \frac{wj}{W} \left(\frac{dXj}{d\theta} \right)$, donde $\frac{dXj}{d\theta} = mm/rad$.

10. Calcular la distancia BM.

Altura metacentrica sobre el centro de flotacion: $BM = GM + BG = OG - OB$.

Altura del centro de gravedad medida desde la base:

$$OB = \frac{OC}{2}$$

$W = \text{Peso barco} + \text{peso ajustable}$.

$$OC = \frac{V}{A}$$

$$A = L * D$$

$$V = W/\rho$$

11. Elaborar tabla de datos, con los cálculos obtenidos en los diferentes ángulos.

Tabla 11. Tabla de datos: Estabilidad de un cuerpo flotante

Y_n	$\frac{dXj}{d\theta}$	GM	OG	OC	OB	BG	BM

NOMENCLATURA.

Símbolo	Concepto	Unidad
Yn	Angulo de inclinación de la superficie sumergida	
$\frac{dXj}{d\theta}$	Pendiente de cada una de las rectas	<i>mm/Rad</i>
GM	Altura metacéntrica	<i>mm</i>
OG	Altura del centro de gravedad medida desde la base	<i>mm</i>
OC	V/A	<i>mm</i>
OB	$OC/2$	<i>mm</i>
BG		<i>mm</i>
BM	Altura metacéntrica sobre el centro de flotación	<i>mm</i>

Nota: Realizar las respectivas conversiones para obtener cálculos correctos durante el ensayo.

Práctica 3: Cinemática de los Fluidos.

Unas finas burbujas de gas son idealmente adecuadas para la visualización de campos de flujo. Gracias a la analogía de Reynolds es posible demostrar muchos procesos de flujo que se desenvuelven en aire también con experimentos efectuados en agua. De esta manera en el desarrollo de la práctica se muestran algunos tipos de flujo.

OBJETIVOS.

- Visualizar la distribución de la velocidad en flujos laminares, turbulentos y bidimensionales.
- Conocer la forma de las líneas de corrientes en flujos alrededor y a través de modelos.
- Distinguir la separación del flujo.
- Comprender la analogía con el flujo de aire.

EQUIPO.

- Equipo de ensayo HM 133.
 - a. Equipo de indicación y mando.
 - b. Bomba con número de revoluciones ajustable (Máx. caudal de salida: 20L/min).
 - c. Generador de burbujas
 1. Corriente: 0-200 mA.
 2. Pausa: 8.4-1800 ms.
 3. Pulso: 8.4-1800 ms.
 4. 3 cátodos con alambre de platino.
 - d. Canal de agua (Aprox. 6 L).
 - e. Sección de ensayo (LxAnxAI: (550x150x50) mm).
 - f. Iluminación (Leeds blancos en la pared del costado del canal de agua.)

- g. 1 juego de modelos (Perfil de superficie sustentadora, rectángulo, placa rectilínea, placa curva, cilindro (diferentes tamaños), diversos modelos para modificación de la sección transversal).

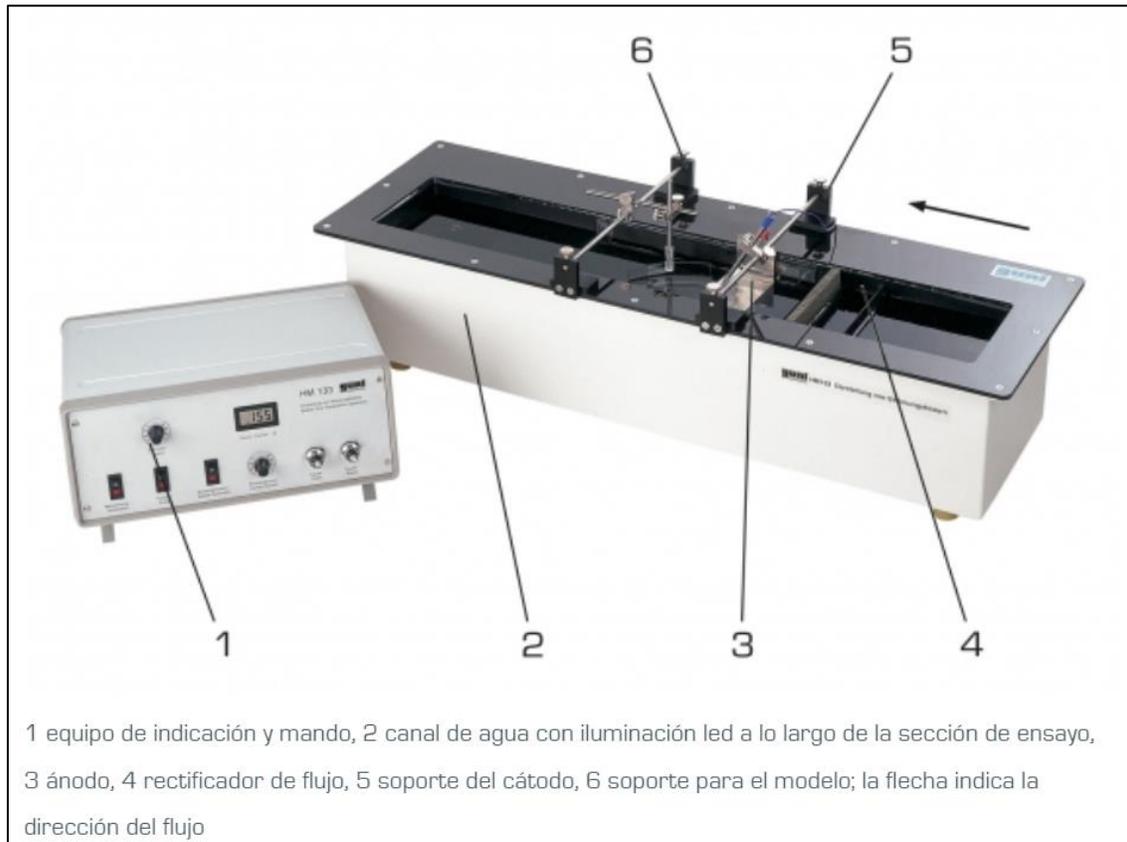


Ilustración 27. Descripción del equipo: Cinemática de los fluidos.

FUNCIONAMIENTO.

El canal de flujo se compone de una bandeja de plástico. La circulación del agua se genera por medio de una bomba que se encuentra integrada en la carcasa bajo la bandeja de plástico. La velocidad se ajusta por medio del sistema de control de velocidad de la bomba.



Una capa de esferas de vidrio y una reja de enderezar se encargan de que el flujo sea uniforme y tenga pocas turbulencias. El nivel del agua en la sección de medida se regula por medio de un accesorio de presa.

Las pequeñas burbujas de hidrogeno permiten visualizar los flujos. Las burbujas se generan en un fino alambre de platino y se forman dependiendo del correspondiente cuerpo de flujo. El alambre de platino se coloca a modo de cátodo en el polo negativo de una fuente de corriente continua. A modo de ánodo se emplea una chapa de acero inoxidable sumergida en agua.

La formación de burbujas se puede controlar ajustando la intensidad de la corriente en la unidad de control. Para optimizar la visibilidad de las burbujas de hidrogeno, la sección de medida se ilumina en el lateral con una luz blanca. La sección de medida dispone de una ventana de plexiglás de 200 mm para visualizar los procesos. La luz se genera por medio de LED blancos de elevada potencia.

La unidad de control no solo incluye el suministro eléctrico para la bomba y los LED, sino también la electrónica de los electrodos.

Dicha electrónica permite ajustar la intensidad del flujo que fluye entre los dos electrodos sumergidos bajo el agua.

Además, la electrónica permite regular la duración de los impulsos y de las pausas en la emisión de corriente eléctrica, lo que afecta a la formación de burbujas en los alambres de platino del cátodo.

Para poder representar los campos de flujo, el equipo incluye diversos cuerpos de flujo fabricados en vidrio acrílico. En concreto, se incluyen las siguientes formas geométricas:

- Diferentes cilindros con un diámetro de 6 mm, 12 mm, 19 mm y 25 mm.
- Un modelo de palas aerodinámico.

- Un cubo con las siguientes medidas: 70 mm x 25 mm x 40 mm.
- Una placa de 2 mm de grosor, redondeada por uno de los lados.
- Una placa de 2 mm de grosor curva.

Los cuerpos de flujo están fabricados en vidrio acrílico transparente de modo que el curso del flujo también sea visible desde la parte no iluminada.

Entro los accesorios se incluyen, además, cuatro placas de 2 cm de grosor, dos cuadradas y dos redondeadas, que se pueden colocar en el borde la bandeja de plástico, para reducir la sección transversal de flujo y aumentar la velocidad de flujo.

También se puede acelerar el fluido empleando los cuatro bloques distanciadores que incluye el equipo.

También se adjunta un pincel que sirve para limpiar cuidadosamente los restos de suciedad del alambre de platino, así como para eliminar de tanto en tanto las burbujas de oxígeno que se forman durante la electrolisis en la chapa del ánodo. De lo contrario, y debido a que el oxígeno es un buen aislante, el flujo de corriente podría verse afectado y la formación de burbujas de hidrogeno interrumpida.

Para aumentar la conductividad del fluido y, por tanto, la densidad de las burbujas, se puede añadir sulfato de sodio al agua. También se adjuntan tres cátodos de diversa anchura. La disposición de los cuerpos de flujo y de los cátodos en el agua se realiza con ayuda de sencillos soportes que se colocan en el borde superior de la bandeja. El diseño de estos soportes permite ubicar los cuerpos y los cátodos prácticamente en cualquier sitio y en cualquier dirección de flujo.

El funcionamiento del equipo para la visualización de campos de flujo se basa en la electrolisis.



Se sumergen dos electrodos en el agua. La corriente fluye, es decir, los electrones se mueven entre los dos electrodos. A modo de ánodo se emplea una placa de metal; a modo de cátodo, un fino alambre de platino.

Durante el procedimiento, se forman burbujas de hidrogeno en el cátodo, que son arrastradas por el flujo. Las burbujas permiten visualizar el transcurso de la corriente al toparse con el cuerpo de flujo. Cuanto más cerca se encuentre el cátodo de la chapa del ánodo, mayor es la producción de burbujas de hidrogeno en el alambre de platino.

Con ayuda de la electrónica integrada, se puede modificar gradualmente la intensidad de corriente, la intensidad de los impulsos, así como la intensidad de las pausas. Si, por ejemplo, se incrementa la intensidad de corriente por medio del correspondiente potenciómetro, se generan más burbujas de hidrogeno por unidad de tiempo en el alambre de platino.

En lo que respecta a los impulsos de la corriente, con el correspondiente potenciómetro se puede seleccionar una intensidad de entre 0 (no hay corriente) y 10 (aplicación de una corriente continua). La intensidad de las pausas se puede ajustar de la misma manera.

El equipo está diseñado de modo que se pueda colocar sobre una mesa. En este sentido, es necesario que la superficie este completamente en horizontal, de modo que el flujo no se vea afectado por ninguna pendiente.

Los campos de flujo se visualizan mejor cuando la sala en la que se realizan los ensayos con este equipo está en ligera penumbra.

Nota: Antes de conectar el equipo al suministro eléctrico: Asegúrese de que el suministro eléctrico del laboratorio cumpla las indicaciones de la placa de características del equipo.

PROCEDIMIENTO.

1. Colocar la reja de enderezar grande en el soporte distanciador en la cuba de alimentación de agua.
2. Extender las esferas de vidrio sobre la reja de enderezar grande y distribuirlas uniformemente.
3. Verter agua en la bandeja de plástico hasta que el nivel de agua en la cuba de alimentación de agua y en la cuba de drenaje se sitúe unos 2 cm por debajo del borde de la bandeja.
4. Mantener la reja de enderezar pequeña sumergida bajo el agua en la bandeja de plástico y golpear levemente con los dedos para hacer que desprendan las burbujas de aire. De esta manera, se elimina el aire de la reja de enderezar. Colocar la reja de enderezar pequeña en vertical al comienzo de la sección de medida, de modo que se pueda formar un flujo reposado y uniforme.
5. Montar el cátodo sobre uno de los soportes y colocarlo en el canal del flujo. La colocación del cátodo se debe realizar de forma que el alambre de platino se sumerja lo máximo posible en el agua. De esta manera, se obtiene una buena formación y separación de burbujas.
6. Colocar el ánodo en el canal de flujo.
7. Montar un cuerpo de flujo.
8. Encender el equipo, tomando en cuenta lo siguiente:
 - a. Ajustar el potenciómetro a velocidad 0.
 - b. Encender la iluminación.
 - c. Encender la bomba. Si la bomba absorbe aire, apague y encienda varias veces seguidas.
 - d. Encender el generador de burbujas.

Nota: La bomba resultara dañada si funciona sin agua

9. Ajustar la visualización de burbujas, tomando en cuenta lo siguiente:

- a. Ajustar el caudal volumétrico del agua.
- b. Ajustar la cantidad de burbujas.
- c. Duración de los impulsos.
- d. Duración de las pausas.

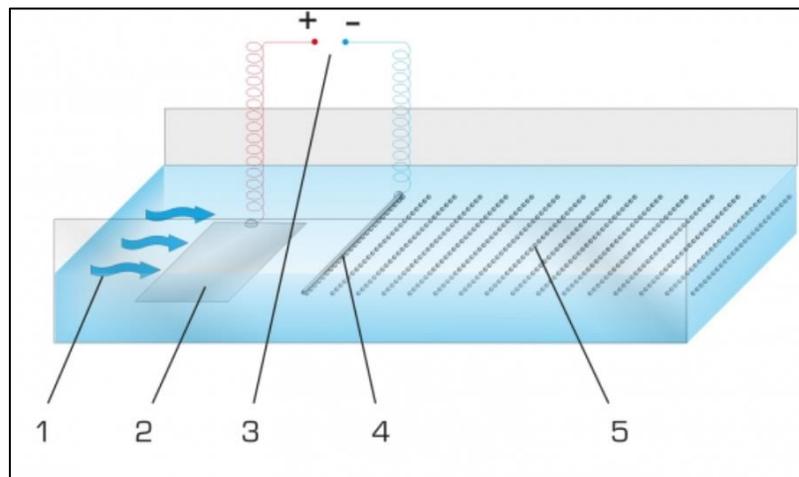


Ilustración 28. Principio de la generación electrolítica de burbujas de hidrógeno.

Para la generación electrolítica de burbujas de hidrógeno, el equipo tiene diferentes partes fundamentales para el funcionamiento:

- 1: Entrada de agua.
- 2: Ánodo.
- 3: Fuente de electricidad.
- 4: Cátodo.
- 5: Propagación de los frentes de burbujas (por pulsos).

10. En el canal de agua de poca profundidad colocaremos los diferentes modelos para estudiar los flujos alrededores y de paso. La iluminación indirecta proporciona imágenes de gran contraste.

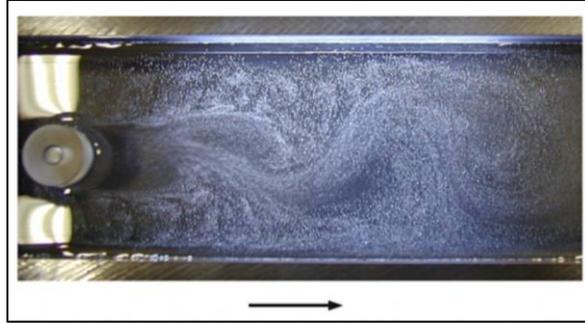


Ilustración 29. Flujos alrededor de un cilindro que forman torbellinos de Karman detrás del modelo, la flecha indica la dirección del flujo.

Dependiendo de la velocidad de flujo, se pueden formar los siguientes campos de flujo al exponer un cilindro a un flujo circundante:

- Cilindro expuestos a flujos circundantes laminares.
- Cilindro expuestos a flujos circundantes laminares con turbulencias.
- Cilindro expuesto a flujos circundantes turbulentos.

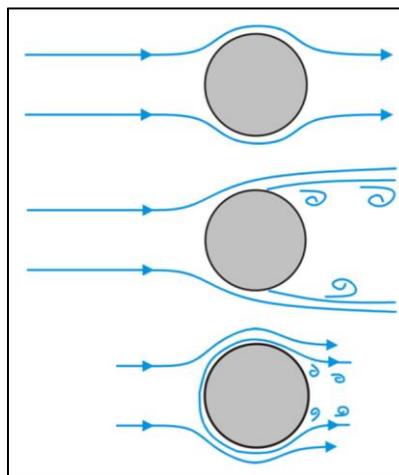


Ilustración 30. Tipos de flujo alrededor de un cilindro.

Con ayuda del modelo de palas aerodinámico, se puede representar otra imagen de líneas de corrientes:

- En el primer modelo de flujo, apenas se aprecia la presencia de turbulencias. Aunque aumente la velocidad de flujo, el flujo no se separa del cuerpo. No se forman remolinos.
- Si la pala se introduce en el agua en diagonal, podemos observar que el flujo es más rápido en el lado con la sección transversal reducida que en el lado con la mayor sección transversal.

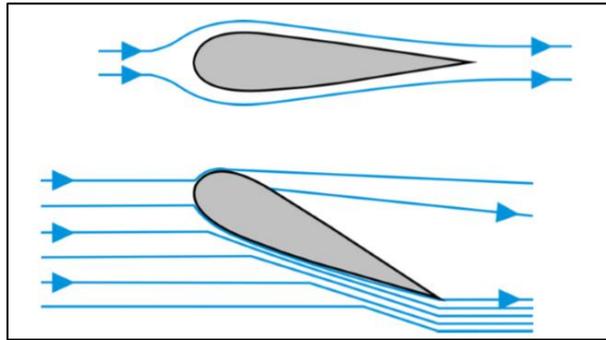


Ilustración 31. Exposición de un modelo de palas a un flujo circundante.

Con las placas largas y redondeadas se puede simular una tobera o un difusor. Ambas formas muestran claramente un retardo (difusor) o aceleración (tobera) del flujo.

En este caso, no se representan más campos de flujo. Sin embargo, los cuerpos de medición permiten representar prácticamente cualquier forma de flujo imaginable.

Practica 4: Flujo de un Fluido Ideal Incompresible.

El principio de Bernoulli describe la relación entre la velocidad de flujo de un fluido y su presión. Por tanto, un aumento de la velocidad en un fluido de fluidos provoca una caída de presión y vice versa. La presión total del fluido permanece constante. La ecuación de Bernoulli se denomina también ley de conservación de la energía del flujo.

Con el equipo de ensayo se demuestra el principio de Bernoulli determinando las presiones en un tubo de Venturi.

OBJETIVOS.

- Comprender el principio de Bernoulli mediante la práctica.
- Conocer la conversión de energía en un flujo de tubo.
- Registrar y determinar el desarrollo de presión de la velocidad en el tubo de Venturi.

EQUIPO.

- Equipo de ensayo HM 150.07.
 - a. Tubo de Venturi.
 - 1. A: 84-338 mm²
 - 2. Angulo en la entrada: 10.5°
 - 3. Angulo en la salida: 4°
 - b. Tubo de Pitot.
 - 1. Área desplazable: 0-200 mm.
 - 2. Diámetro: 4 mm.
 - c. 6 tubos manométricos para indicar las presiones estáticas.
 - d. 1 tubo manométrico para indicar la presión total.

- Equipo de ensayo HM 150 (Modulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos).

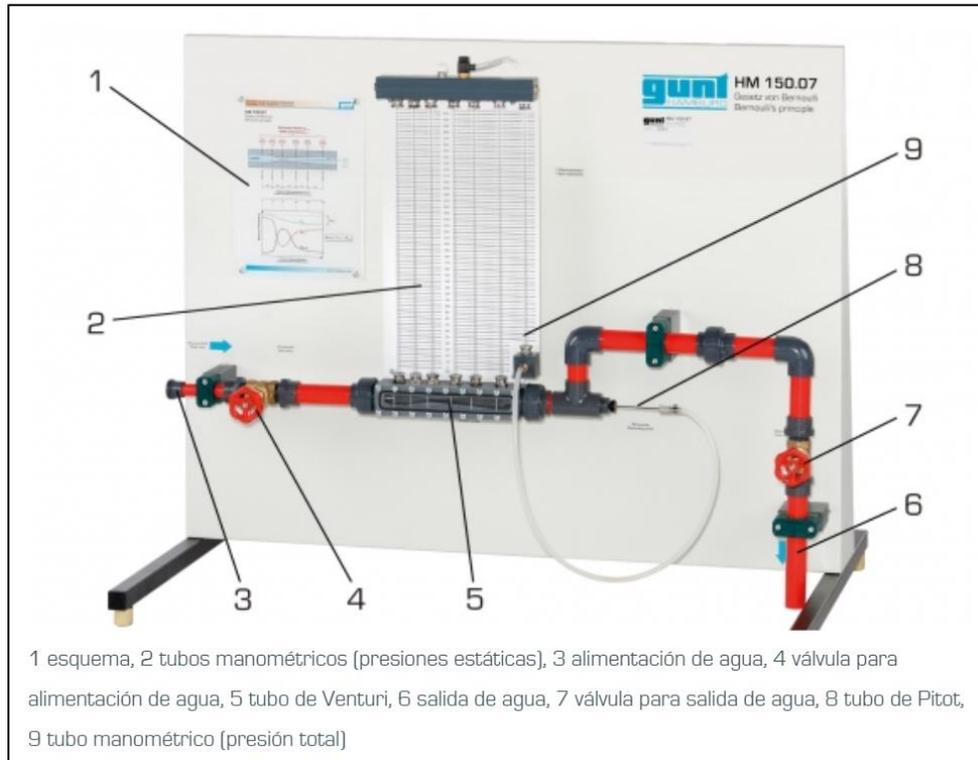


Ilustración 32. Descripción del equipo: Flujo de un fluido ideal incompresible-1.

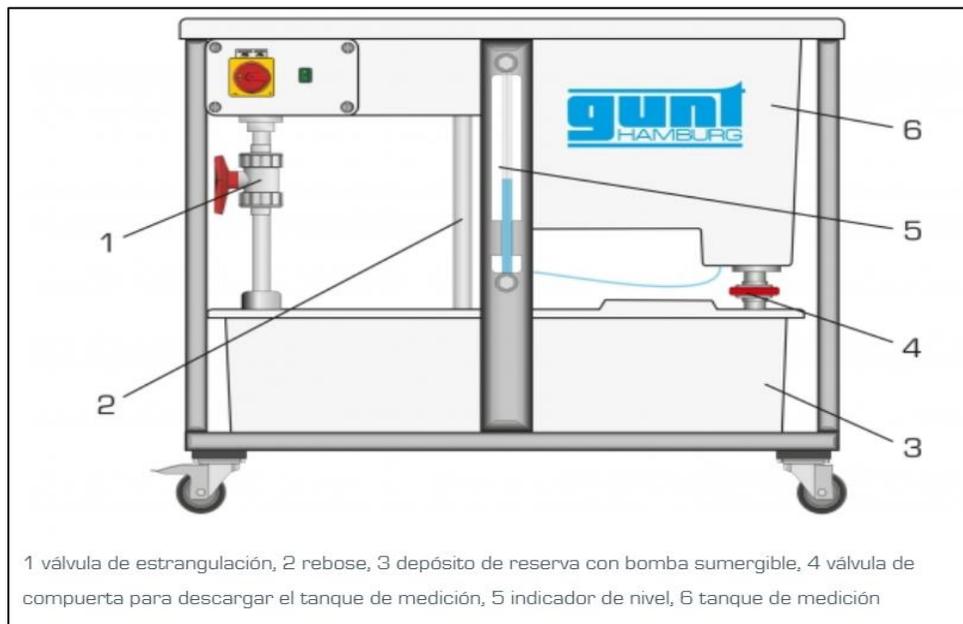


Ilustración 33. Descripción del equipo: Modulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos.

PROCEDIMIENTO.

1. El equipo de ensayo HM 150.07 se instalará en el módulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos (HM 150)
2. Llenar el depósito de reserva a 10 cm por debajo de la superficie del depósito. **Encender la bomba sin agua en el depósito, puede ocasionar daños a la bomba.**
3. Preparar y conectar el equipo.
4. Abrir la válvula de compuerta para descargar el tanque de medición, posteriormente abrir la válvula para salida de agua. Mantener la válvula de estrangulación cerrada.
5. Encender el módulo básico para poder abrir lentamente la válvula de estrangulación. Al abrir la válvula de estrangulación el flujo se mueve a la velocidad máxima.
6. Bloquear la válvula de desbordamiento del panel de los tubos manométricos por completo.
7. Cerrar cuidadosamente la válvula para salida de agua, luego volver a abrir lentamente la válvula para salida de agua.
8. Abra la válvula de purga, cierre la válvula de desbordamiento. De esta manera se mantendrán ambas válvulas para el resto del ensayo.
9. El agua debe estar regulada para que la altura del agua en los manómetros sea dentro de los límites, para eso se debe cerrar parcialmente la válvula para alimentación de agua. Una vez que los niveles en los manómetros empiezan a caer, comenzar a cerrar parcialmente la válvula de salida de agua. Finalmente, ajustar tanto la válvula para alimentación de agua como la válvula de salida de agua para que los 7 tubos manométricos estén dentro de los límites. El objetivo es tener como altura del primer tubo manométrico 280 mm aproximadamente, y para el tercer tubo manométrico aproximadamente 70 mm. El tubo de Venturi actúa como una restricción en el flujo, como el área transversal disminuye dentro del Venturi debido a la teoría

continuidad, la velocidad aumenta causando una caída en la presión de los primeros seis tubos manométricos de izquierda a derecha. Mide la presión estática en seis puntos a lo largo, ahora observamos que registra la altura de los seis tubos manométricos.

10. El tubo de Venturi funciona como un tubo de Pitot que mide la presión total.

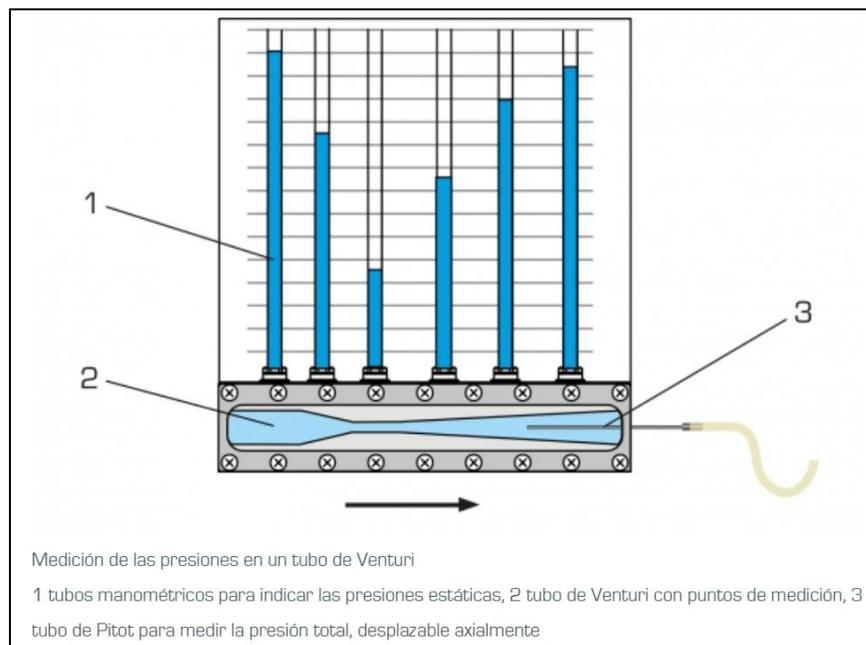


Ilustración 34. Descripción de Tubo de Venturi en ensayo.

11. La ubicación de la lectura se puede cambiar desplazando axialmente la pieza del tubo de Pitot.
12. Comenzar por la posición de la punta, ubicándola en la primera marca transversal de izquierda a derecha.
13. Leer y anotar la altura y presión que marcan los tubos manométricos. Mover nuevamente la posición del punto ubicando en la segunda marca transversal de izquierda a derecha, posteriormente leer los tubos manométricos. Realizar el mismo proceso para cada una de las 6 marcas transversales del tubo de Pitot. De esta manera se registra la presión estática en seis puntos diferentes.

14. Comparar las alturas y presión de los tubos manométricos tomados en el desarrollo del ensayo, con el grafico teórico que contiene el equipo de ensayo.
15. Cerrar válvula de compuerta para descargar el tanque de medición. Esperar que el nivel del agua llegue a 20 L en el indicador de nivel, en ese punto iniciar el cronometro. Detener el cronometro cuando el nivel del agua llegue a 30 L. Abrir válvula de compuerta para descargar el tanque de medición. Repetir este proceso tres veces para generar un índice de flujo promedio, usar la medida del tiempo y el volumen de agua para calcular el caudal.
16. Repetir el proceso ajustando otros flujos, girar válvula de alimentación de agua o válvula para salida de agua (solo una) pocos grados para aumentar o disminuir el caudal, considerando que la columna de agua quede entre los limites.
17. Registrar la presión estática y presión total en cada uno de los seis puntos transversales del tubo de Pitot como se hizo anteriormente.
18. Comparar datos.

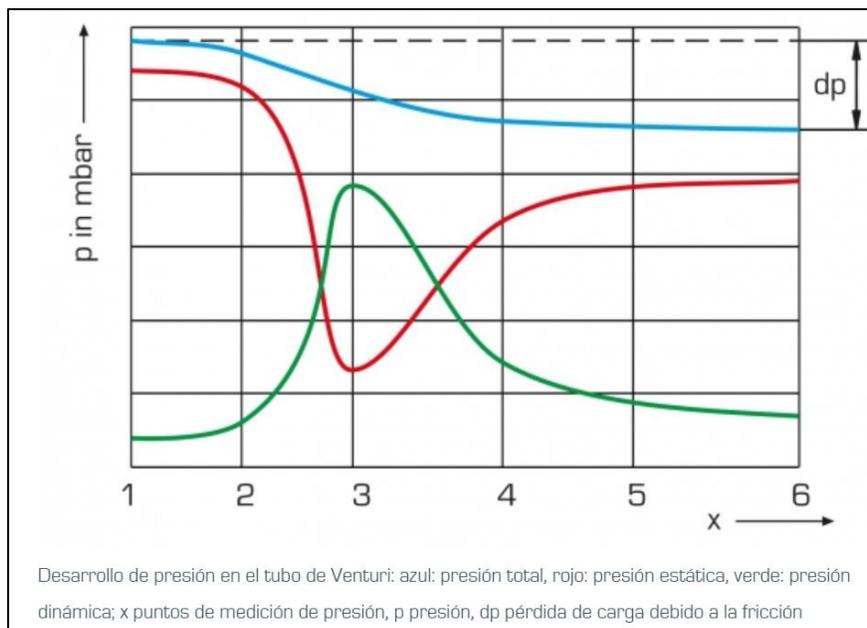


Ilustración 35. Grafico teórico.



19. Apagar la bomba, posteriormente apagar el interruptor y cerrar la válvula para alimentación de agua. Cerrar válvula de estrangulación y abrir válvula para salida de agua, válvula de purga, y la válvula de desbordamiento para drenar el agua de los tubos manométricos.
20. Desconectar el equipo.

Práctica 5: Dinámica de los Fluidos.

La dinámica de fluidos estudia los fluidos en movimiento y es una de las ramas más complejas de la mecánica. Aunque cada gota de fluido cumple con leyes del movimiento de Newton las ecuaciones que describen el movimiento del fluido pueden ser extremadamente complejas. En muchos casos prácticos, sin embargo, el comportamiento del fluido se puede representar por modelos ideales sencillos que permiten un análisis detallado.

OBJETIVOS.

- Medir la fuerza ejercida por un chorro.
 - a. Demostración del principio del momento lineal.
 - b. Estudio de la fuerza ejercida por un chorro.
 - c. Influencia del caudal y velocidad de flujo, así como de distintos ángulos de desviación.
- Comprender el comportamiento y funcionamiento de la bomba centrífuga mediante:
 - a. Registro de características de la bomba con numero de revoluciones constante de la bomba (Determinación del caudal y medición de presión de entrada y salida).
 - b. Registro de características de la bomba con distintos números de revoluciones
 - c. Desarrollo de curvas de potencia y rendimiento (Medición de la potencia de accionamiento eléctrica, medición de la potencia hidráulica y cálculo de rendimiento).

PRUEBA N° 1: FUERZA EJERCIDA POR UN CHORRO.

Cuando un fluido en movimiento acelera, decelera o cambia de dirección se produce un cambio en su vector velocidad y, por tanto, en su impulso. Los cambios del impulso resultan en fuerzas. En el ensayo se generan y estudian fuerzas ejercidas por un chorro con ayuda de un chorro de agua que se desvía al chocar contra un deflector intercambiable.

Los ensayos estudian la influencia de la velocidad del flujo y del caudal, así como los distintos ángulos de desviación. Las fuerzas ejercidas por un chorro producidas por el chorro de agua se determinan en la balanza con contrapeso. Con ayuda del principio del momento lineal se calculan las fuerzas y se comparan con las mediciones.

EQUIPO.

- Equipo de ensayo HM 150.08.
 - a. Deposito.
 - 1. Diámetro interior: 200 mm.
 - 2. Altura: 340 mm.
 - b. Tobera.
 - 1. Diámetro: 10 mm.
 - c. Deflectores.
 - 1. Superficie plana: 90° .
 - 2. Superficie oblicua: $45^\circ/135^\circ$.
 - 3. Superficie semicircular: 180° .
 - 4. Superficie cónica: 135° .
 - d. Pesos.

1. 4x 0.2 N.
2. 3x 0.3 N.
3. 2x 1 N.
4. 2x 2 N.
5. 2x 5 N.

➤ Equipo de ensayo HM 150 (Modulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos).

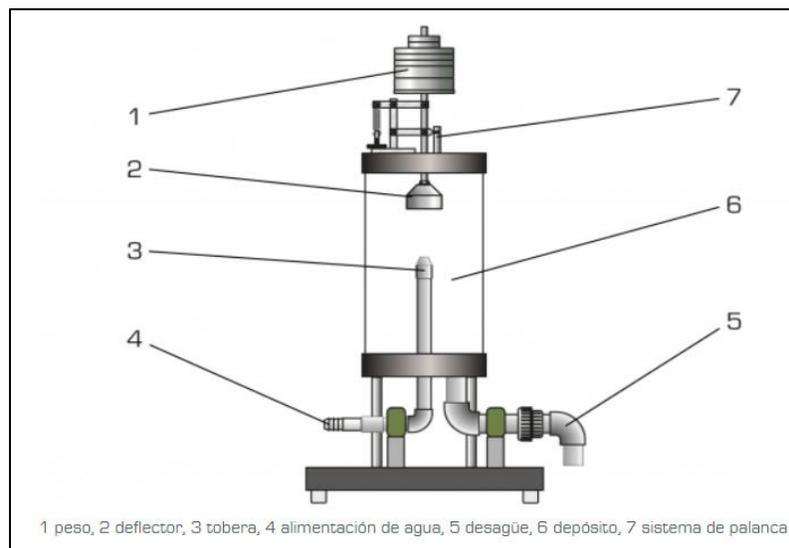


Ilustración 36. Descripción del equipo: Fuerza ejercida por un chorro.

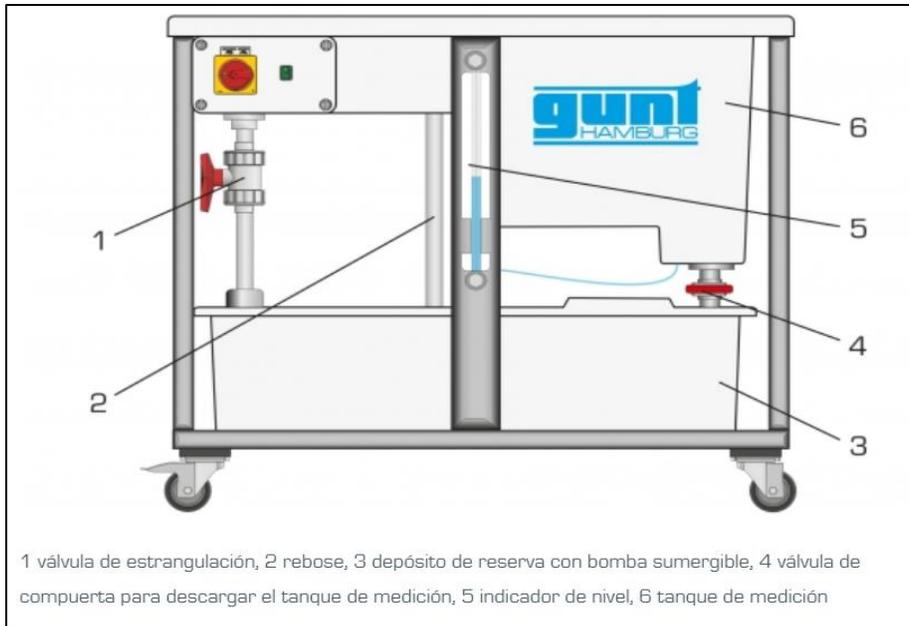


Ilustración 37. Descripción del equipo: Módulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos.

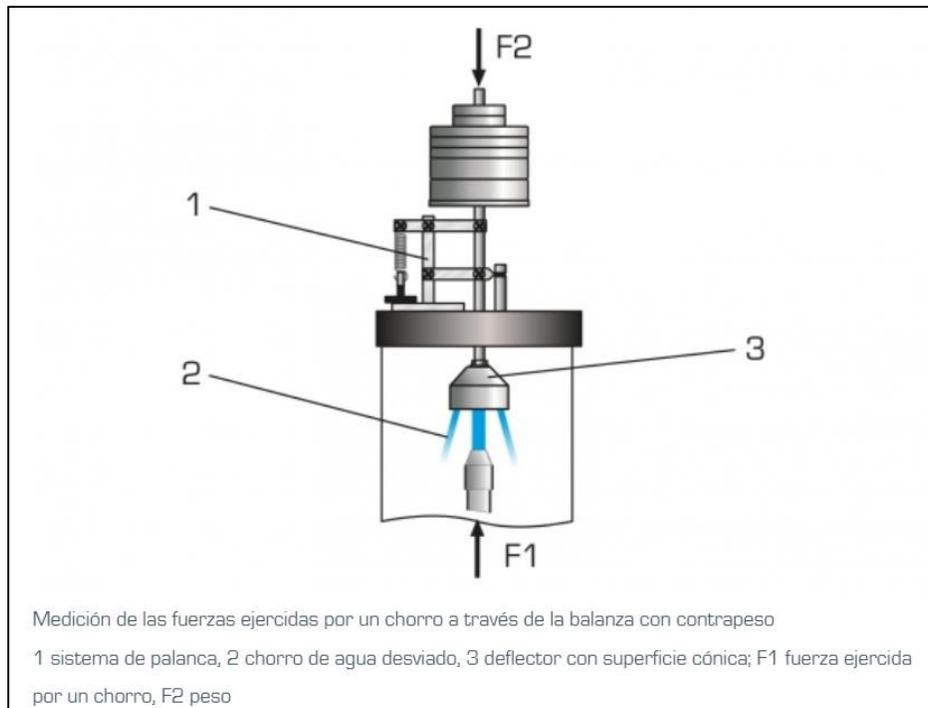


Ilustración 38. Funcionamiento de equipo.



PROCEDIMIENTO.

1. Colocar el equipo de ensayo sobre el módulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos.
2. Luego de colocar el equipo, poner el indicador con el tornillo de ajuste de tal modo a cero que este indique la muesca del punto cero.
3. Colocar el peso deseado, posteriormente cerrar la válvula de alimentación de agua del módulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos y conectar la bomba.
4. Abrir cuidadosamente la válvula de alimentación de agua del módulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos y aumentar la fuerza ejercida por un chorro a través del caudal hasta que el indicador de nivel marque cero.
5. Cerrar la llave de la compuerta del módulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos.
6. Determinar el flujo volumétrico. Para realizarlo debe registrarse el tiempo necesario para llenar el depósito volumétrico (Tanque de medición) del módulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos de 20 a 30 L.
7. Sumar las fuerzas de peso y apuntar el tiempo para 10 litros.
8. Desconectar la bomba y abrir nuevamente la llave de la compuerta
9. Realizar el mismo proceso con pesos diferentes y rotando los deflectores del equipo ensayo.

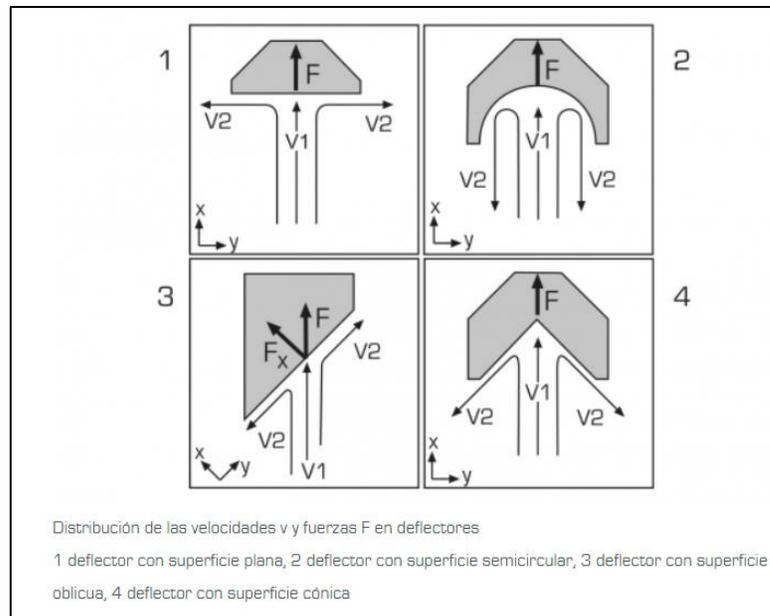


Ilustración 39. Deflectores del equipo.

10. Comparar el tiempo con 7 diferentes pesos, para cada uno de los 4 diferentes deflectores.
11. Realizar los diferentes cálculos para cada uno de los deflectores y pesos usados.

Fuerza teorica: $F_T = \rho * Q * V_f * (1 - \text{Cos}\beta)$

Fuerza experimental: $F_E = \text{Fuerza de pesos dados en "N"}$.

Velocidad final o de impacto: $V_f = \sqrt{(V_o)^2 - 2 * G * h}$

$$V_o = Qr/Ao$$

$$Ao = \pi * do^2/4$$

Nota: El ángulo β varía acorde al tipo de deflector que se usa durante el ensayo.

12. Tabular datos del ensayo para cada tipo de deflector.

Tabla 12. Tabla de datos del ensayo de fuerza ejercida por un chorro vertical: Deflector tipo superficie plana.

Deflector Tipo: Superficie plana.						
Y	Tiempo	Q	V_o	V_f	F_E	F_T

Tabla 13. Tabla de datos del ensayo de fuerza ejercida por un chorro vertical: Deflector tipo superficie oblicua.

Deflector Tipo: Superficie oblicua.						
Y	Tiempo	Q	V_o	V_f	F_E	F_T

Tabla 14. Tabla de datos del ensayo de fuerza ejercida por un chorro vertical: Deflector tipo superficie semicircular.

Deflector Tipo: Superficie semicircular.						
Y	Tiempo	Q	V_o	V_f	F_E	F_T

Tabla 15. Tabla de datos del ensayo de fuerza ejercida por un chorro vertical: Deflector tipo superficie cónica.

Deflector Tipo: Superficie cónica.						
Y	Tiempo	Q	V_o	V_f	F_E	F_T

NOMENCLATURA.

Símbolo	Concepto	Unidad
F_T	Fuerza teórica	N
F_E	Fuerza experimental	N
Q	Flujo de volumen	m^3/s
β	Angulo de deflector	
V_f	Velocidad final o de impacto	m/s
g	Gravedad	m/s^2
h	Altura entre boquilla y placa de deflector	mm
d_o	Diámetro de deflector	mm
Y	Altura de deflector	mm

Nota: Realizar las respectivas conversiones para obtener cálculos correctos durante el ensayo.

PRUEBA N° 2: BOMBA CENTRIFUGA.

Las bombas centrífugas son turbo máquinas, que se utilizan para elevar fluidos. El ensayo estudia el comportamiento de funcionamiento de la bomba en función del caudal y se representa en características. El número de revoluciones y la potencia eléctrica del motor se indican digitalmente. Las presiones de entrada y salida se indican en dos manómetros.

EQUIPO.

- Equipo de ensayo HM 150.04.
 - a. Bomba centrífuga, auto aspirante.
 - 1. Caudal máx.: 3000 L/h.
 - 2. Altura de elevación máx.: 36.9 m.
 - b. Motor asíncrono (Potencia nominal: 370 W).
 - c. Rangos de medición.
 - 1. Presión (salida): -1-1.5 bar.
 - 2. Presión (entrada): -1-1.5 bar.
 - 3. Numero de revoluciones: 0-3000 min⁻¹.
 - 4. Potencia: 0-1000 W.
- Equipo de ensayo HM 150 (Modulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos).

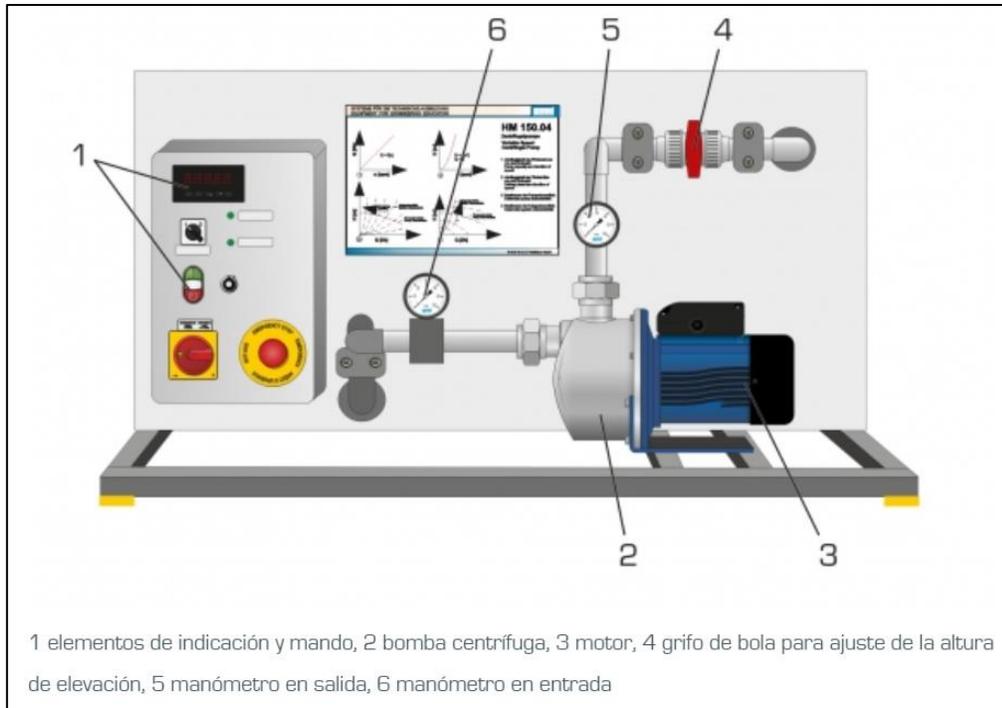


Ilustración 40. Descripción del equipo: Bomba centrífuga.

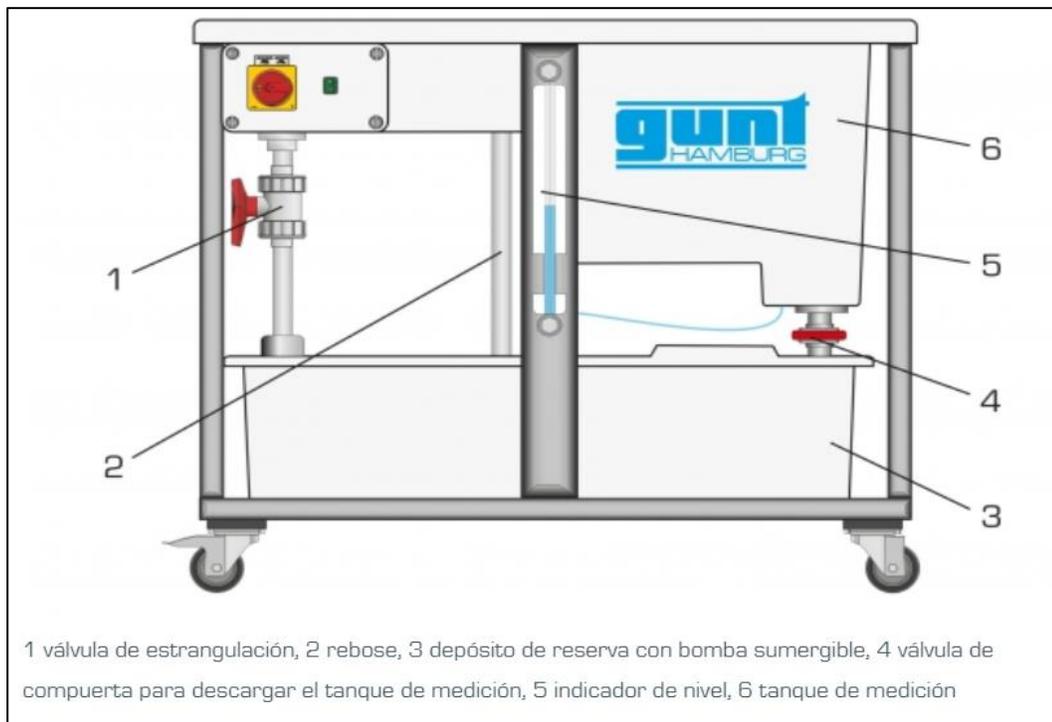


Ilustración 41. Descripción del equipo: Módulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos.

PROCEDIMIENTO.

1. Colocar el equipo de ensayo sobre el módulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos, de tal modo que la tubería de retorno conduzca el agua al canal.
2. Abrir la salida del módulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos.
3. Abrir el grifo esférico, para posteriormente llenar el depósito de reserva del módulo básico para ensayos sobre mecánica de fluidos.

Tomas las siguientes precauciones:

- a. Antes de realizar la conexión a la alimentación eléctrica asegurar de que la alimentación eléctrica del lado del laboratorio coincide con las indicaciones en la placa de características del equipo.

4. Estableces la alimentación eléctrica.

Tomas las siguientes precauciones:

- a. Retirar la protección de transporte en la ventilación de los manómetros antes de iniciar el funcionamiento (En la parte superior del perímetro de la carcasa).

5. Purgar la bomba. Establecer la unión de mangueras entre la tubuladura de conexión de boba del módulo básico para ensayos de mecánica de fluidos y el equipo de ensayo HM 150.04. A tal fin, desenroscar la tapa roscada de la tubuladura de conexión y sustituirlo por el acoplamiento rápido.

6. Conectar la bomba buzo del módulo básico para ensayos de mecánica de fluidos hasta que comience a salir agua de la tubería de retorno.

7. Luego de la colocación del equipo, iniciar la ejecución del ensayo. El equipo de ensayo contiene una bomba centrífuga auto aspirante, un grifo de bola en el lado de salida y un manómetro en el lado de entrada y en el lado salida. El equipo es accionado por un motor asíncrono. El número

de revoluciones se puede ajustar sin escalonamiento mediante un convertidor de frecuencia. La altura de elevación se ajusta mediante el grifo de bola. El ajuste de presión de impulso se realiza con el grifo esférico. El ajuste de número de revoluciones se realiza regulando el potenciómetro en la caja de distribución, el correspondiente número de revoluciones y la potencia eléctrica absorbida se muestran en el indicador digital. La conmutación se efectúa con el conmutador. Las presiones de entrada y salida se indican en dos manómetros.

8. Para la determinación del grado de efectividad se necesita la potencia de entrada eléctrica del motor de accionamiento y la potencia hidráulica de salida de la bomba.
9. La potencia eléctrica puesta a disposición por el convertidor de frecuencia para el motor asíncrono corresponde a la potencia absorbida de la bomba. Esta se muestra en el indicador digital.

$$P_{ed}$$

10. El rendimiento hidráulico de la bomba se calcula de la siguiente manera:

$$P_{hyd} = V * H * g * \rho$$

11. Para medir el caudal \dot{V} , se para el tiempo, que se necesita para llenar el depósito volumétrico de 20 a 30 litros.

$$\dot{V} = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

12. Calcula la altura de elevación de la bomba.

$$H = \frac{P_{ds} - P_{is}}{g * \rho} + y + \frac{C_{ds}^2 - C_{is}^2}{2 * g}$$

El influjo de las velocidades de corriente C_{ds} Y C_{is} se anula debido al mismo corte transversal del tubo en la tubería de aspiración y de presión, "y" indica la diferencia de altura del manómetro y es $y=0.18$ m.

13. El grado de efectividad de la bomba se calcula de la potencia hidráulica de la bomba y de la

potencia eléctrica del motor. Con un grado de eficacia de motor de $\eta_p = \frac{P_{hyd}}{P_{ed} * \eta_m}$

14. Tabular los valores medidos. Realizar una tabla por cada n: revoluciones, tomar de 5-8 cálculos por cada n: revolución, para luego comparar.

Tabla 16. Tabla de datos: Valores medidos, revoluciones "n=1000 min⁻¹".

Revoluciones (n): 1000 min ⁻¹								
<i>P_{is}</i> en bar	<i>P_{ds}</i> en bar	<i>V</i> en L	<i>t</i> en s	<i>ṽ</i> en L/h	<i>H</i> en m	<i>P_{ed}</i> en W	<i>P_{hyd}</i> en W	<i>η_p</i> en %

Tabla 17. Tabla de datos: Valores medidos, revoluciones " $n=2000 \text{ min}^{-1}$ ".

Revoluciones (n): 2000 min^{-1}								
P_{is} en bar	P_{ds} en bar	V en L	t en s	\dot{V} en L/h	H en m	P_{ed} en W	P_{hyd} en W	η_p en %

Tabla 18. Tabla de datos: Valores medidos, revoluciones " $n=2800 \text{ min}^{-1}$ ".

Revoluciones (n): 2800 min^{-1}								
P_{is} en bar	P_{ds} en bar	V en L	t en s	\dot{V} en L/h	H en m	P_{ed} en W	P_{hyd} en W	η_p en %

15. Representar mediante una gráfica los valores medidos.

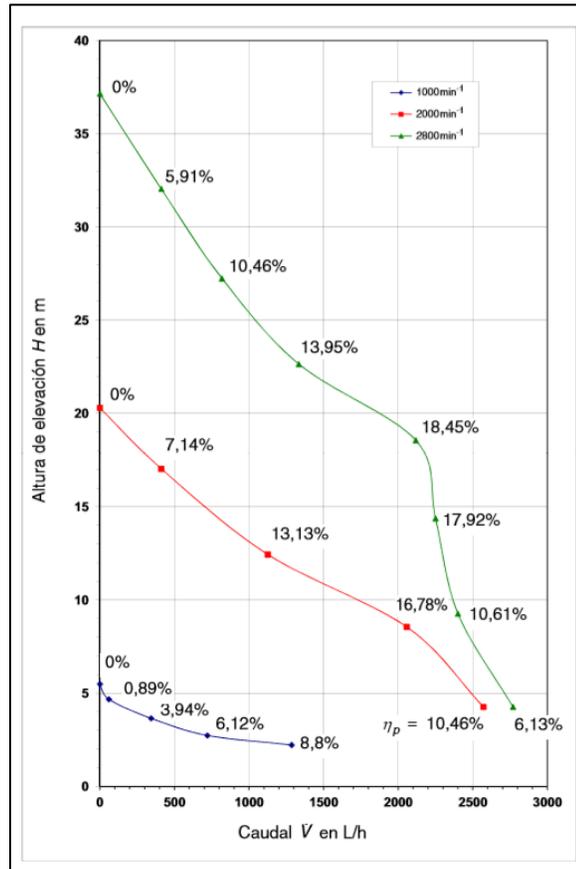


Ilustración 4.2. Ejemplo de diagrama de valores.

NOMENCLATURA.

Símbolo	Concepto	Unidad
g	Aceleración	9.81 m/s^2
H	Altura de elevación	m
n	Revoluciones	min^{-1}
p	Presión	bar
P	Rendimiento	W
t	Tiempo	s
V	Volumen	L
y	Diferencia de altura de manómetro	m
ρ	Densidad	kg/m^3
η	Grado de efectividad	
\dot{V}	Caudal	$\frac{L}{h}$

Nota: Realizar las respectivas conversiones para obtener cálculos correctos durante el ensayo.

Formato para presentar reportes de campo

Primer Autor, Segundo Autor, Tercer Autor

Departamento o Escuela, Universidad

Ciudad, País

primer.autor@correo.dom

segundo.autor@correo.dom

tercer.autor@correo.dom

Abstract— Este documento es un ejemplo de formato apegado a las normas de IEEE para escribir artículos representativos de un proyecto realizado. Los autores deben seguir las instrucciones, incluyendo formato y tamaño de papel para mantener el estándar de publicación. Este documento puede interpretarse como un set de instrucciones para escribir su artículo o como una plantilla para hacerlo. Como habrá notado, esta primera sección es para generar un resumen muy corto y a alta escala del alcance del proyecto.

I. INTRODUCCIÓN TEORICA

Este documento es una guía de formato o plantilla. Puede obtenerse una copia de la página del curso, o incluso puede buscar por otras versiones semejantes en internet. La idea de esta sección, es dar una introducción al tema que se tratará en el artículo, de forma concisa y que permita al lector prepararse para los contenidos siguientes.

II. DESARROLLO DE CONTENIDOS

A partir de esta sección, se desarrollan los contenidos del tema, de una forma ordenada y secuencial. Nótese que la sección debe ir organizada usando títulos como el anterior para cada tema nuevo incluido. Aparte, se incluyen subtítulos como el siguiente.

A. Subtítulos

En esta sección se especifican temas detallados que forman parte de un título principal, como el de “Desarrollo de Contenidos”.

B. Especificación del Papel

El papel debe ser el correspondiente a una hoja carta estilo US, es decir 215.9mm (8.5") ancho y 279.4mm (11") largo.

Los márgenes deben ser los siguientes:

- Superior = 19mm (0.75")
- Inferior = 25.4mm (1")
- Izquierdo – Derecho = 17.3mm (0.68")

A. Tipo de Letra Fuente para el Documento

La totalidad del documento se debe escribir usando Times New Roman o equivalente. Otros tipos de fuente serán utilizados solamente cuando sea requerido para casos especiales.

Los tamaños de fuente se incluyen en la tabla 1.

B. Título y Detalles del Autor(es)

El título debe estar en fuente tamaño 24 puntos. Los nombres de los autores en tamaño de 11 puntos. El nombre de la universidad y departamentos en letra tamaño 10 puntos y cursiva y finalmente los correos electrónicos en tamaño 9 puntos con una fuente tipo Courier.

TABLA I
TAMAÑOS DE FUENTE PARA ARTÍCULOS

	Apariencia (en Time New Roman ó Times)
--	---

Tamaño	Regular	Negrita	Cursiva
8	Contenidos de tablas Título de figures Referencias a objetos	Negrita	<i>Cursiva</i>
9	Direcciones de correo electrónico (usar fuente Courier)	Negrita Cuerpo del abstract	<i>Cursiva</i>

La hoja debe estar dividida en dos columnas, con un espacio de 4.22mm (0.17") entre columnas.

Si requiere utilizar viñetas, refiérase a la lista de márgenes anterior para ver el estilo.

	Cuerpo del artículo		
10	Subtítulos	Negrita	<i>Cursiva</i>
11	Nombre del autor	Negrita	<i>Cursiva</i>
24	Título del artículo		

III. ESTILO DE PÁGINA

Todos los párrafos deben tener intentado o tabulaciones en la primera línea. También, todos los párrafos deben estar alineados de forma justificada y hacia la izquierda.

El título, autores, departamento y correos deben estar en el encabezado de la primera página, en una sola columna que abarca las dos columnas inferiores. Todo este texto debe estar centrado.

Cada palabra en un título debe iniciar con mayúscula, excepto palabras menores como: "a", "de", "y", "desde" entre otras.

Los detalles de los autores no deben mostrar ningún título profesional como PhD, MSc, Dr.

Para evitar confusiones, el apellido de cada autor debe ser escrito siempre.

La descripción del departamento debe incluir al menos el nombre de la universidad, la escuela y el país.

C. Encabezados de Sección

Cada sección deberá dividirse como máximo en 3 niveles de subsecciones. Todo subtítulo deberá tener letra de tamaño 10 puntos y cada palabra en el título deberá iniciar con mayúscula excepto las palabras menores como se indicó en la sección III.B.

Observe en la línea anterior cómo se hace una referencia a otra sección del documento, usando el número de título III y el de subtítulo B.

Cuando necesite crear varios niveles de sección en el documento (título, subtítulo, etc.) utilice estas normas:

1) *Primer Nivel:* El primer nivel corresponde al de título, por tanto debe estar centrado, indexado con números romanos y todas las letras en mayúscula con la primera letra de las palabras mayores en mayor tamaño.

2) *Segundo Nivel:* Un segundo nivel corresponde al subtítulo. Deben estar numerados usando letras seguidas por un punto y alineados a la izquierda. El tipo de letra es de 10 puntos y en cursiva.

3) *Tercer nivel:* Un tercer nivel es como este que está leyendo. Utiliza letra cursiva de 10 puntos enlistados con números arábigos seguidos por un paréntesis. El cuerpo del ítem debe estar inmediatamente después del encabezado, sin saltos de línea.

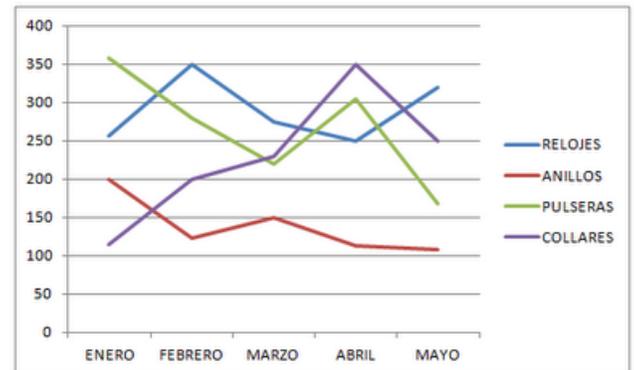


Fig. 1 El ejemplo de un gráfico con colores sólidos que resaltan sobre el fondo blanco.

Fig. 2 es un ejemplo de una imagen importada al documento. En estos casos, asegúrese de utilizar la resolución adecuada, de manera que la figura se pueda apreciar con claridad en el documento.

No utilice figuras de resolución pobre porque empobrece la calidad del artículo.

Cuando inserte una figura, asegúrese de verificar lo siguiente:

- los colores contrastan adecuadamente,
- la imagen es clara,
- cualquier texto en la imagen se puede leer claramente.

D. Figuras y Tablas

Las figuras y tablas deben estar centradas en la columna. Si la figura es muy larga, se puede extender hasta ocupar el espacio de las dos columnas. Cualquier figura o tabla que se extienda más de una columna, pero no ocupe el espacio de las dos columnas, se deberá mostrar centrada en la página y deberá estar siempre en la parte superior o inferior de la página.

Los gráficos deben estar en color, de preferencia utilice colores estándar de manera que puedan ser reproducidos en cualquier sistema. Por colores estándar se entienden rojo, azul, verde, amarillo. Trate de evitar colores complejos como azul claro combinado con azul mas fuerte porque podrían confundirse.

Utilice colores sólidos que resalten sobre el fondo de la figura para mejorar el contraste.

Toda figura debe acompañarse de un título en letra de tamaño de 8 puntos, que inicia con la abreviatura "Fig." para indicar "Figura" y un número de secuencia.

El nombre de la figura debe tener mayúscula solamente en la primera palabra, independientemente de si se trata de una palabra mayor o menor.

El nombre de la figura se utiliza centrado en la columna, o página si la figura se extiende fuera de la columna. Si la descripción se extiende más de una línea, se debe mostrar de forma justificada, como en Fig. 1.

Fig. 2 muestra un caso donde la resolución no es adecuada, mientras que Fig. 3 muestra una mejor adaptación de la misma figura.



Fig. 2 Ejemplo de figura con baja resolución



Fig. 3 Ejemplo de figura con buena resolución

Los ejemplos enumerados en la sección de referencias de este documento incluye:

- ejemplo de un libro [1]
- ejemplo de un libro parte de una serie [2]
- ejemplo de otro artículo de revista [3]
- ejemplo de un artículo de conferencia [4]
- ejemplo de una patente [5]
- ejemplo de un sitio web [6]
- ejemplo de una página de un sitio web [7]
- ejemplo de un manual [8]
- ejemplo de una hoja de datos [9]
- ejemplo de una tesis [10]
- ejemplo de un reporte técnico [11]
- ejemplo de un estándar [12]

E. Títulos de Tablas

Las tablas deben tener un título con letra mayúscula de 8 puntos, centrado en la columna y con letra más grande en el inicio de cada palabra mayor. Antes de la línea del título, se incluye una línea centrada donde se usa la palabra “Tabla” seguida de la numeración de la tabla usando números romanos.

F. Números de Página, Encabezados y Pie de Página

Estos tres elementos no deben ser utilizados.

G. Hiper-Vínculos y Accesos Directos

Cualquier hiper-vínculo o referencia a Internet debe escribirse por completo. Es decir, escribir el URL completo de la ubicación del recurso en lugar de dejar accesos directos.

Las referencias se escriben usando fuente regular igual que el resto del artículo.

H. Referencias bibliográficas

El encabezado de la sección de referencias debe seguir las normas del nivel “título” sin embargo, no debe tener numeración.

Todas las referencias se hacen en letra de 8 puntos.

Utilice cursiva para distinguir los diferentes campos de la referencia. Utilice los ejemplos adjuntos en este documento.

Todas las referencias están numeradas con números arábigos

REFERENCIAS

- [1] S. M. Metev and V. P. Veiko, Laser Assisted Microtechnology, 2nd ed., R. M. Osgood, Jr., Ed. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 1998.
- [2] J. Breckling, Ed., The Analysis of Directional Time Series: Applications to Wind Speed and Direction, ser. Lecture Notes in Statistics. Berlin, Germany: Springer, 1989, vol. 18.
- [3] S. Zhang, C. Zhu, J. K. O. Sin, and P. K. T. Mok, “A novel ultrathin elevated channel low-temperature poly-Si TFT,” IEEE Electron Device Lett., vol. 20, pp. 569–571, Nov. 1999.
- [4] M. Wegmuller, J. P. von der Weid, P. Oberson, and N. Gisin, “High resolution fiber distributed measurements with coherent OFDR,” in Proc. ECOC’00, 2000, paper 11.3.4, p. 109.
- [5] R. E. Sorace, V. S. Reinhardt, and S. A. Vaughn, “High-speed digital-to-RF converter,” U.S. Patent 5 668 842, Sept. 16, 1997.
- [6] (2002) The IEEE website. [Online]. Available: <http://www.ieee.org/>
- [7] M. Shell. (2002) IEEEtran homepage on CTAN. [Online]. Available: <http://www.ctan.org/tex-archive/macros/latex/contrib/supported/IEEEtran/>

consecutivos que inician en 1 y siempre están encerrados en paréntesis cuadrados (p.e. [1]).

Si en el cuerpo del artículo hace referencia a alguna de estas referencias, utilice solamente los paréntesis cuadrados y el número correspondiente. Nunca use términos como “*ver referencia [4]*”, en su lugar use “ver [4]”.

Si son varias referencias juntas, sepárelas con comas.

Las referencias cambian según el tipo de fuente.

[8] FLEXChip Signal Processor (MC68175/D), Motorola, 1996.

[9] “PDCA12-70 data sheet,” Opto Speed SA, Mezzovico, Switzerland.

ANEXO 6

HOJA DE
PRÉSTAMO
DE EQUIPO



