

**DISEÑO DEL REGLAMENTO INTERNO PARA LOS LABORATORIOS DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y LINEAMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN
DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LOS CURSOS DE PREGRADO**

LAURA MILENA ALVIS GÓMEZ

DANIELLA CEDEÑO LÓPEZ

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARTAGENA**

2012

**DISEÑO DEL REGLAMENTO INTERNO PARA LOS LABORATORIOS DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y LINEAMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN
DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LOS CURSOS DE PREGRADO**

Laura Milena Alvis Gómez, código: T00018867

Daniella Cedeño López, código: T00018582

Director

ROBERTO E. GÓMEZ FERNÁNDEZ

Ingeniero Industrial

Asesor

JAIME ACEVEDO CHEDID

Ingeniero Industrial

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CARTAGENA DE INDIAS D.T Y C.

2012

Nota de aceptación:



Firma del jurado

Firma del jurado

Cartagena de Indias, Abril de 2012

Cartagena de Indias D. T y C, Abril de 2012

Señores

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

Comité de Evaluación de Proyectos

Ciudad

Cordial Saludo,

Me permito presentar a ustedes para su estudio, consideración y aprobación el informe final del trabajo de grado titulado **“DISEÑO DEL REGLAMENTO INTERNO PARA LOS LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y LINEAMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LOS CURSOS DE PREGRADO”**. Este informe final es presentado para optar el título de Ingeniero Industrial por parte de las estudiantes Laura Milena Alvis Gómez y Daniella Cedeño López y en el que actuó como director del mismo.

Espero que sea de total agrado

Roberto E. Gómez Fernández

Director del Proyecto

Cartagena de Indias D. T y C, Abril de 2012

Señores

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

Comité de Evaluación de Proyectos

Ciudad

Cordial Saludo,

Me permito presentar a ustedes para su estudio, consideración y aprobación el informe final del trabajo de grado titulado “**DISEÑO DEL REGLAMENTO INTERNO PARA LOS LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y LINEAMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LOS CURSOS DE PREGRADO**”. Este informe final es presentado para optar el título de Ingeniero Industrial por parte de las estudiantes Laura Milena Alvis Gómez y Daniella Cedeño López y en el que actuó como asesor del mismo.

Espero que sea de total agrado

Jaime Acevedo Chedid

Asesor del Proyecto

Cartagena de Indias D. T y C, Abril de 2012

Señores

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

Comité de Evaluación de Proyectos

Ciudad

Cordial Saludo,

De la manera más cordial, nos permitimos presentar ante ustedes para su estudio, consideración y aprobación el informe final del trabajo de grado titulado **“DISEÑO DEL REGLAMENTO INTERNO PARA LOS LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y LINEAMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN |LOS CURSOS DE PREGRADO”**. Este informe final es presentado para optar el título de Ingeniero Industrial.

Espero que sea de total agrado

Laura Milena Alvis Gómez

CC. 1.047.424.696 de Cartagena

Daniella Cedeño López

CC. 1.143.350.502 de Cartagena

Dedico mi trabajo de grado a las personas incondicionales en mi vida...

Dios, quien siempre me cuida, me protege y nunca me dejó desfallecer a pesar de los inconvenientes que se presentaron a lo largo del camino...

A mi padre y colega, Néstor Ignacio y mi madre, Barbarita Eugenia quienes me acompañaron a lo largo de mis estudios guiándome por el mejor camino y brindándome su ayuda en los momentos difíciles...

Por último, a mi gran amigo y hermano, quien me apoyo en los momentos de dificultad y que siempre me aconsejo para coger el mejor camino...

Este trabajo, realizado con esfuerzo, amor y dedicación contiene alegrías, lagrimas, emociones y tristeza que a lo largo del camino se presentaron pero el resultado es mayor a lo difícil que fue lograr la meta...

¡¡LO LOGRÉ Y ESTOY FELIZ!! Con esfuerzo y dedicación...

Laura Milena Alvis Gómez

Agradezco principalmente a Dios por la sabiduría, paciencia y constancia que me brindo para alcanzar las metas propuestas...

A mi padre, Néstor, mil gracias por el apoyo incondicional para lograr el objetivo y alcanzar mis metas como una gran profesional. Gracias por su comprensión, paciencia y perseverancia.

A mí apreciado Director Roberto Enrique Gómez y Asesor Jaime Acevedo Chedid quienes con dedicación, empeño y serenidad me brindaron los conocimientos profesionales para la elaboración del presente trabajo de grado.

Agradezco a mi Universidad, a los docentes, a los auxiliares de laboratorio y en especial a mi asesora en el 2011, Jennifer Vázquez; de quienes obtuve apoyo completo para obtener información en el desarrollo de la investigación.

Y por último, mil gracias a mi compañera Daniella Cedeño quien acepto hacer parte del camino para lograr con esfuerzo y dedicación la meta.

A todos muchas gracias por creer en mí y aportar para mi crecimiento como Profesional en Ingeniería Industrial.

Laura Milena Alviz Gómez

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios por todas sus bendiciones, por darme la vida, salud, fuerza y sabiduría para culminar este proyecto.

A mis padres, Jorge Cedeño y Lucía López, por su amor incondicional, su apoyo en cada paso que he dado, por haberme educado en valores y con firmeza, y darme lo mejor de sí mismos.

A mis hermanas, Melisa y Melanie, por su apoyo, compañía, por sus palabras de ánimo y por motivarme a continuar cuando sentía desfallecer.

A mis abuelas, tíos, primos y sobrinas por su amor, fortaleza y confianza en mí, por sus consejos siempre oportunos. A Maira Vargas por todas sus oraciones, su cariño, sus palabras de aliento y por ser instrumento del amor de Dios.

A mi novio, Andrés Romero, por creer siempre en mí y recordarme lo valiosa que soy, por ser ejemplo de lucha y fortaleza, por acompañarme en el caminar, por su amor y apoyo, porque nuestra unión es imbatible.

A mis amigos y compañeros de la universidad, con quienes compartí una hermosa etapa de la vida, en especial a Claudia Archbold y Adriana Galindo por todos los momentos compartidos, por cada esfuerzo que nos hizo mejores, su apoyo y amistad verdadera. Siempre las llevaré en mi corazón.

Daniella Cedeño López

Agradezco a la Universidad Tecnológica de Bolívar, y en particular a la Facultad de Ingeniería, por abrirnos sus puertas y permitirnos contribuir a su mejoramiento.

A Ing. Roberto Enrique Gómez Fernández, Director del trabajo de grado, y Jaime Acevedo Chedid, asesor, por todo el apoyo brindado durante el desarrollo del proyecto, por sus aportes siempre valiosos y la confianza depositada en nosotras.

A mi compañera Laura Alvis, porque gracias a ella hago parte de este gran trabajo, por invitarme en el momento justo a compartir esta labor.

A todos los docentes y auxiliares de laboratorio por su tiempo y colaboración en el desarrollo del trabajo, por su interés en mejorar la calidad de los laboratorios de la Facultad.

¡Gracias a todos aquellos que hicieron posible el logro de esta meta!

Daniella Cedeño López

CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	16
INTRODUCCIÓN	17
1. GENERALIDADES UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR	21
1.1 HISTORIA DE LA UNIVERSIDAD	21
1.2. PLAN ESTRATÉGICO	26
1.2.1. Misión.....	26
1.2.2. Visión	26
1.2.3. Valores institucionales	27
1.2.4. Estructura organizacional.....	28
1.2.5. Vectores estratégicos.....	30
2. DIAGNÓSTICO DE LOS LABORATORIOS DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR	33
2.1. INFRAESTRUCTURA DE LABORATORIOS DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR	33
2.2. USO DE LOS LABORATORIOS.....	37
2.3. RECURSOS DE LOS LABORATORIOS	44
2.3.1. Mobiliario.....	44
2.3.2. Equipos y materiales.....	46
2.4. NORMATIVIDAD EN LOS LABORATORIOS	50
2.5. ANÁLISIS DEL DIAGNÓSTICO	51
3. LINEAMIENTOS PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO	54
3.1. ESTRUCTURACIÓN DE LAS PRÁCTICAS	54
3.2. LINEAMIENTOS PARA LOS ACTORES	55
3.2.1. Responsabilidades de Docentes.....	55
3.2.2. Responsabilidades del Auxiliar de laboratorio	55
3.2.3. Responsabilidades del estudiante	56



3.3. SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD PARA LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO	56
3.4. LINEAMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE LAS PRÁCTICAS	57
4. DISEÑO DEL REGLAMENTO INTERNO PARA LOS LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA	60
4.1. BENCHMARKING DE REGLAMENTOS DE LABORATORIO.....	60
4.2. ESTRUCTURA DEL REGLAMENTO	68
4.3. REGLAMENTO INTERNO PARA LOS LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA	69
5. RELACIÓN COSTO – BENEFICIO.....	70
5.1. ESTRUCTURA DE COSTOS	70
5.2. BENEFICIOS RECIBIDOS.....	72
CONCLUSIONES	75
BIBLIOGRAFÍA.....	77

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Visión de la UTB	27
Figura 2. Organigrama general	29

LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1. Capacidades y áreas de los laboratorios de la Facultad de Ingeniería	35
Tabla 2. Benchmarking de reglamentos de laboratorios	67
Tabla 3. Relación de costos del proyecto	71

ANEXOS

pág.

- Anexo A. Edificio de Aulas 2 (A2), Nivel inferior
- Anexo B. Edificio de Aulas 2 (A2), Primer nivel
- Anexo C. Edificio de Aulas 1 (A1), Cuarto nivel
- Anexo D. Documentos laboratorio de Resistencia de Materiales
- Anexo E. Prácticas a realizar en el laboratorio de tecnologías de fabricación
- Anexo F. Documentos laboratorio de Tecnologías de Fabricación
- Anexo G. Banco de ensayo de bombas centrífugas
- Anexo H. Fichas de laboratorios
- Anexo I. Recomendaciones generales de convivencia en el laboratorio
- Anexo J. Procedimiento para préstamo de equipos en laboratorios
- Anexo K. Formato para la administración de activos fijos
- Anexo L. Formato de prácticas de laboratorio para los cursos de pregrado
- Anexo M. Procedimiento Prácticas de laboratorio
- Anexo N. Registro de entradas y salidas de laboratorio
- Anexo O. Formato préstamo de recursos de laboratorio
- Anexo P. Formato pérdidas o daños de recursos de laboratorio
- Anexo Q. Ficha técnica de entrevista a usuarios de los laboratorios
- Anexo R. Reglamento interno para los laboratorios de la Facultad de Ingeniería

RESUMEN

El presente trabajo de grado consiste en el diseño del reglamento interno para los laboratorios de la Facultad de Ingeniería y lineamientos para la elaboración de prácticas en los cursos de pregrado de la Universidad Tecnológica de Bolívar, UTB, con el fin de establecer normas específicas que regulen estos espacios de interacción entre el Conocer y el HACER, que hacen parte fundamental de la formación integral de los estudiantes.

A través de un diagnóstico de los laboratorios de la Facultad se analizan aspectos generales como ubicación, infraestructura, uso que se les da y recursos con los que cuentan; y específicos como normas existentes que rijan el comportamiento dentro de ellos y lineamientos que direccionen a los usuarios en las actividades que realizan.

En coherencia con las necesidades identificadas, se llevó a cabo el proceso de diseño del reglamento y los lineamientos para la realización de prácticas, lo que representa un valor agregado para la UTB en términos de estandarización y mejoramiento continuo. Por medio de éste, se establecieron, entre otras, las disposiciones generales a cumplir, los derechos y deberes de los usuarios, y las infracciones que constituyen causa de amonestación o sanción. Así mismo se definieron las responsabilidades de cada actor en las prácticas de laboratorio, lo que deben hacer y cómo hacerlo, y las directrices para la elaboración y presentación de documentos asociados a las prácticas.

Palabras clave: laboratorio, prácticas, diagnóstico, diseño, reglamento, lineamientos, norma, estandarización.

INTRODUCCIÓN

“El concepto de calidad aplicado a las Instituciones de Educación Superior hace referencia a un atributo del servicio público de la educación en general y, en particular, al modo como ese servicio se presta, según el tipo de institución de que se trate. La calidad, así entendida, supone el esfuerzo continuo de las instituciones para cumplir en forma responsable con las exigencias propias de cada una de sus funciones. Estas funciones que, en última instancia pueden reducirse a docencia, investigación y proyección social, reciben diferentes énfasis en una institución u otra, dando lugar a distintos estilos de institución”.¹

En la función de docencia, el aprendizaje se concibe como la reconstrucción de los esquemas de conocimiento del sujeto a partir de las experiencias que éste tiene con los objetos – interactividad – y con las personas – intersubjetividad – en situaciones de interacción que sean significativas de acuerdo con su nivel de desarrollo y los contextos sociales que le dan sentido (Segura, 2003).

El desarrollo de cada una de las actitudes, aptitudes intelectivas, aptitudes procedimentales y los contenidos tiene correspondencia con la formación en el ser, en el pensar, EL HACER y el saber, respectivamente, y el aprendizaje logrado por medio de la convergencia de estas cuatro dimensiones da lugar a los llamados aprendizajes significativos, que son los aprendizajes en los cuales el sujeto del proceso de formación reconfigura la información nueva con la experiencia, permitiéndole así integrar grandes cuerpos de conocimiento con sentido. De esa integración entre conocimiento con sentido y experiencia resulta el desarrollo de la competencia (Ibíd.).

Las prácticas de laboratorio, tomadas como estrategia de aprendizaje, son una herramienta efectiva de tipo constructivista que permite a los estudiantes fijar e integrar adecuadamente sus conocimientos previos con nuevos conceptos para

¹CONSEJO NACIONAL DE ACREDITACIÓN. ¿Qué significa calidad en la educación superior? ¿Cómo se determina? [Documento en internet] <http://www.cna.gov.co/1741/article-187264.html> [Consulta: Abril de 2012]

establecer tácticas que conlleven a enfrentarlos a problemáticas similares a las que encontrarán en su vida profesional. Además, esta metodología desarrolla en ellos habilidades instrumentales y prácticas, incentiva su autonomía y deseo de investigar, e induce a una disciplina de trabajo organizado individual y grupal, que permite optimizar recursos, siguiendo las directrices de la metodología de la investigación (Montes, 2005).

“La importancia de las prácticas de laboratorio en la enseñanza (...) radica en la posibilidad que brindan de relacionar las teorías y modelos con la experiencia, proporcionando a los estudiantes la oportunidad de intensificar el aprendizaje de los conocimientos científicos”². Es necesario que los estudiantes en formación tengan acceso a estos espacios de prácticas para que fortalezcan la capacidad de toma de decisiones y desarrollen estrategias para enfrentar las dificultades y resolver los problemas emergentes con un matiz que los aproxime a la actividad investigadora o de desempeño profesional específico.

Para regular y hacer más provechosos y seguros estos espacios de aprendizaje práctico, es necesario definir normas claras que propendan por el incremento de la calidad en la formación universitaria de los estudiantes y en la prestación del servicio, la optimización de recursos humanos y materiales, y la promoción de una adecuada disciplina de trabajo.

La Universidad Tecnológica de Bolívar posee el Reglamento Estudiantil de Pregrado, *“en el cual se expresan las orientaciones necesarias para establecer las exigencias de calidad académica y en general todo lo pertinente a las relaciones académicas, administrativas y disciplinarias entre los estudiantes y*

² HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio, Enseñanza de las Ciencias. 1994. p. 299-313

*la Universidad*³. Sin embargo, por ser una normatividad general, no contiene disposiciones específicas para el trabajo en los laboratorios.

Para fortalecer este aspecto se escogió a la Facultad de Ingeniería como la unidad de servicios de educación modelo para implementar y comprobar los beneficios de un reglamento interno para los laboratorios y lineamientos para la elaboración de prácticas de laboratorios en los cursos de pregrado; ya que, además de ser la Facultad con mayor número de programas de pregrado y de laboratorios, a ella pertenecen el 50% de los programas acreditados de la Universidad, lo que la convierte en el escenario perfecto por su cultura de calidad y procesos estandarizados.

La importancia del diseño del reglamento se fundamenta en la búsqueda constante de la UTB por consolidar los rasgos de calidad en la docencia, apoyados por un proceso educativo que potencie el desarrollo de competencias en los estudiantes y mejore el perfil de los egresados; y por una infraestructura física, tecnológica y de bienestar acorde con las necesidades de la formación, por lo cual se basa, entre otros, en el mejoramiento y modernización de los servicios de apoyo a la docencia. Todos estos son factores fundamentales para el logro de los más altos estándares de calidad tanto a nivel nacional como internacional, y el posicionamiento institucional a nivel nacional.

En el primer capítulo de este trabajo de grado se abordaron las generalidades de la Universidad Tecnológica de Bolívar, haciendo un recorrido por su historia y evolución, presentado su Plan Estratégico, el cual direcciona el funcionamiento de la UTB. y proporciona una base para la toma de decisiones.

En el segundo capítulo, se desarrolló el diagnóstico de los laboratorios de la Universidad, teniendo en cuenta su uso, infraestructura, recursos con los que

³ UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR. Reglamento Estudiantil de Pregrado. 2006. p. 4

cuenta, tanto humanos como físicos, y la existencia de algún tipo de normatividad que los regule.

En el tercer capítulo, se definieron los lineamientos para la realización de las prácticas de laboratorio, con los cuales los estudiantes podrán saber qué van a hacer y qué necesitan para desarrollar su práctica. Se especifica la estructura de las mismas y se delimitan las responsabilidades de cada usuario o actor, se realizaron los formatos necesarios para el registro de eventos en los laboratorios, ya sea, pérdida, daño o préstamo de recursos disponibles para los estudiantes de la Facultad.

En el cuarto capítulo, se llevó a cabo el diseño del reglamento interno para los laboratorios de la Facultad de Ingeniería, en el cual quedó consignado el conjunto de normas, deberes y derechos de los usuarios de los laboratorios que buscan favorecer el aprendizaje, la seguridad e integridad dentro de ellos, y la optimización de recursos.

Finalmente, en el quinto capítulo, se presentaron los costos asociados a la realización del proyecto, así como los beneficios que representa su implementación para la Facultad de Ingeniería y la UTB, en términos de estandarización de procesos.

1. GENERALIDADES UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

1.1 HISTORIA DE LA UNIVERSIDAD

La Universidad Tecnológica de Bolívar, UTB, fue fundada el 5 de agosto de 1970, como una institución sin ánimo de lucro, con vocación empresarial, para formar profesionales en los programas de Economía e Ingenierías Eléctrica, Mecánica e Industrial, respondiendo así a las necesidades del sector industrial y al desarrollo de la Región. Para la fecha de su fundación la UTB fue la primera y la única institución de educación superior privada de Cartagena de Indias.

La Universidad, en su afán por el mejoramiento de la calidad, ha pasado por diversas etapas de crecimiento que reflejan la evolución en los procesos de servicio que se brindan a los estudiantes. En 1970 se constituyó con el nombre de Corporación Universidad Tecnológica de Bolívar; luego, en 1973 se hace la reforma estatutaria que convierte a la institución en la Corporación Tecnológica de Bolívar; posteriormente, alrededor del año 1994, se modifica nuevamente el nombre de la institución debido a la reforma a la educación y pasa a ser Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar; finalmente en el año 2003, el Ministerio de Educación Nacional la reconoció como universidad, y obtuvo la acreditación institucional ocho años después, mediante la Resolución No. 1166 del 17 de febrero del 2011. Se proyecta al 2015 como una universidad con acreditación internacional de programas, lo que exigirá una expansión y modernización de las herramientas y equipos que son necesarios para la prestación del servicio académico y administrativo.

La UTB inició sus labores académicas el 3 de marzo de 1971, inicialmente en una casa de la Tercera Avenida del barrio de Manga, y más tarde en la Calle del Bouquet del mismo barrio. Luego de 3 años, en 1974, ingresaron los gremios económicos de Cartagena (Asociación Nacional de Empresarios de

Colombia - ANDI; Cámara de comercio de Cartagena; Cámara Colombiana de la Construcción - CAMACOL; Asociación Colombiana de Medianas y Pequeñas Industrias - ACOPI; Federación Nacional de Comerciantes - FENALCO) como miembros corporados.

A mediados de 1984 se decidió la compra de cuatro hectáreas de terrenos en la zona de Ternera, a causa de las quejas del vecindario de la Calle del Bouquet, suscitadas por la afluencia continua de personal y los ruidos que producían los talleres de fundición, soldadura y carpintería en los horarios nocturnos. Adicionalmente, era necesario construir nuevos talleres y laboratorios de ingeniería, pues hasta entonces se habían utilizado los de la Escuela Naval de Cadetes, de la Universidad de Cartagena y del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Fue así como en 1985 se construyeron los primeros laboratorios y espacios deportivos.

En 1989 se dieron las primeras clases magistrales en el Campus Tecnológico, con anterioridad se dictaban clases solamente en los talleres y laboratorios. Hacia 1992 se inició el proyecto de construcción del Campus con los edificios de Aulas 1 y de Administración Académica, y en 1994 se efectuó el traslado de las facultades de Ingeniería.

En 1997 se iniciaron los procesos autoevaluación de varios programas con fines de acreditación, obteniéndose en el año 2000 la Acreditación de Alta Calidad para el Programa de Ingeniería Industrial. En el año 2001 se reformaron los Estatutos Generales con el propósito de ampliar la participación de los estudiantes, profesores y egresados en los órganos colegiados y se reformularon los objetivos de la institución, con miras a consolidar el Proyecto Educativo.

En el año 2002 la alta dirección realizó un re direccionamiento estratégico; ajustaron los Estatutos Generales y aprobaron el Plan de Desarrollo 2002 –

2006, el cual contenía la ampliación de las entidades de apoyo académico para los estudiantes, a la cual, le pertenecen los laboratorios de la Universidad.

En el 2003 inició la primera cohorte de estudiantes beneficiados con el Premio a la Excelencia y Talento Caribe, se ingresó al Sistema de Universidades Empresariales de América Latina con la apertura del Programa de Administración de Empresas bajo modalidad de formación dual y se obtuvieron los registros calificados de todos los programas de pregrado. En el mismo año, la Universidad se insertó en el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología con el registro de 11 grupos de investigación en el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (COLCIENCIAS), se creó el sello editorial de la universidad “Ediciones Unitecnológica”, y como resultado de todos estos logros, el 28 de noviembre de 2003 se obtuvo el reconocimiento como universidad, otorgado por el MEN.

En este proceso de reconocimiento se plantearon cinco estrategias definidas como Quinquenio de la Investigación (2004-2008), con el fin, de moverse como universidad competitiva para el desarrollo regional, social y empresarial; también se logró el registro calificado de todos los programas de pregrado, la acreditación de alta calidad de cinco programas adicionales y la re acreditación de Ingeniería Industrial, condiciones que facilitaron el cumplimiento de las metas del plan de desarrollo y que llevo a la formulación del nuevo plan al 2014.

En el año 2005, la Universidad asumió la operación de los Centros Regionales de Educación Superior (CERES) en municipios de Bolívar (Turbaco, Simití y Talaigua Nuevo). Al cierre de 2006, la UTB ya había logrado un posicionamiento destacado a nivel regional de sus egresados.

En el año 2007 se inició el Plan de Desarrollo Estratégico y Prospectivo al 2014; se puso en marcha al rediseño curricular de 16 programas de pregrado;

se escalafonaron siete grupos de investigación en COLCIENCIAS; se aprobó el Plan Maestro de infraestructura física y se adquirieron 17 nuevas hectáreas en el Campus Tecnológico, para permitir la consolidación de un gran campus universitario y la creación de un parque tecnológico industrial que fortaleciera las alianzas con el sector empresarial e incentivara el emprendimiento universitario enfocado al desarrollo de empresas de innovación tecnológica.

En el 2008 se realizó el proceso de autoevaluación con fines de acreditación institucional; se logró el 100% de los registros calificados de los programas de posgrado; se dio inicio a la primera cohorte de una maestría en investigación propia, como fue la Maestría en Ingeniería; se amplió la oferta de posgrado con nuevas especializaciones y maestrías; se culminó el Quinquenio de la Investigación con la consolidación del sistema de investigaciones y se firmó el convenio con INCAE BUSINESS SCHOOL, red de universidades de excelencia; como parte de la proyección social, la universidad inició su presencia en 3 nuevos CERES en Cartagena; se creó el Comité Universidad-Empresa-Estado; se obtuvo la certificación de calidad ICONTEC-ISO 9001:2000 para los procesos de la Vicerrectoría Administrativa y el sistema de Bibliotecas; se obtuvo, por parte del MEN, la aprobación del proyecto para acceder a los recursos de la línea de crédito para el fomento de la Educación Superior para financiar la primera etapa del plan maestro de infraestructura física de la universidad al 2033 y modernización de la infraestructura existente.

En el 2009 la Universidad siguió fortaleciendo la oferta de programas de maestría y la consolidación de la investigación con el escalafonamiento de 10 de los 11 grupos de investigación de la UTB; se re acreditó el Programa de Ingeniería de Sistemas y se iniciaron nuevos procesos de autoevaluación para acreditar y re acreditar otros programas y se inició la primera etapa del plan maestro de infraestructura física de la universidad al 2033.

En el 2010 se entregó al Consejo Nacional de Acreditación el informe de autoevaluación, se realizó el proceso de preparación con toda la comunidad universitaria y en el mes de octubre se recibió la visita de verificación; se crearon nuevos laboratorios para la docencia y la investigación; se declaró el 5 de agosto como el día del egresado y se dio inicio a las celebraciones de los 40 años de la Universidad.

En febrero de 2011 el Ministerio de Educación Nacional otorgó la Acreditación Institucional, como reconocimiento a su alta calidad, que posiciona a la UTB como un proyecto educativo de excelencia, competitiva, internacional, innovadora, empresarial, con una investigación orientada a brindar soluciones para el desarrollo regional y con una clara responsabilidad social. Cuenta con dos campus propios, presencia en 14 Centros Regionales de Educación Superior en Bolívar, en 27 departamentos y 88 municipios en Colombia a través de programas virtuales y la alianza con EDUPOL; tiene 16 programas de profesionales universitarios, 20 programas técnicos y tecnológicos, 14 programas de especialización, 10 maestrías; desarrolla proyectos de investigación, asesoría y consultorías con los sectores público y privado; mantiene alianzas con entidades educativas nacionales e internacionales y ejecuta proyectos de impacto social en pro de promover la igualdad de oportunidades y el mejoramiento de la calidad de vida en la Región Caribe colombiana.

Finalmente, la universidad proyecta en su visión al 2015 alcanzar la renovación de la acreditación institucional; la acreditación de programas a nivel nacional e internacional; tener una comunidad académica reconocida por su alta productividad científica, grupos de investigación escalafonados en las máximas categorías definidas por Colciencias y contar con socios estratégicos a nivel nacional e internacional; estar insertada en la comunidad global del conocimiento, con un modelo educativo siglo XXI integral, innovador, flexible y virtual que permita consolidar un proyecto educativo dual de excelencia, que

contempla una formación para la innovación, en paralelo con una formación para la transformación productiva; garantizar los recursos necesarios para la sostenibilidad y consolidación financiera que permitan el desarrollo de los planes y proyectos de la Universidad.

1.2. PLAN ESTRATÉGICO

- 1.2.1. Misión

*“SOMOS una institución de formación e investigación, con vocación empresarial, donde la comunidad académica – estudiantes y profesores, los empresarios y la sociedad, encuentran el escenario adecuado para compartir un proyecto educativo crítico, flexible y global, a través del cual aprenden a Conocer, Hacer, Convivir y Ser, dentro de altas exigencias académicas, organizacionales y con un sentido de responsabilidad social conducente al mejoramiento de la calidad de vida de nuestra ciudad y del Caribe”.*⁴

La Universidad Tecnológica de Bolívar se enfoca en la formación integral, dentro de la cual juega un papel fundamental la relación entre el Conocer y el Hacer, lo que permite a los estudiantes afianzar sus conocimientos teóricos a través de la práctica y tener una visión más completa de las situaciones y su entorno.

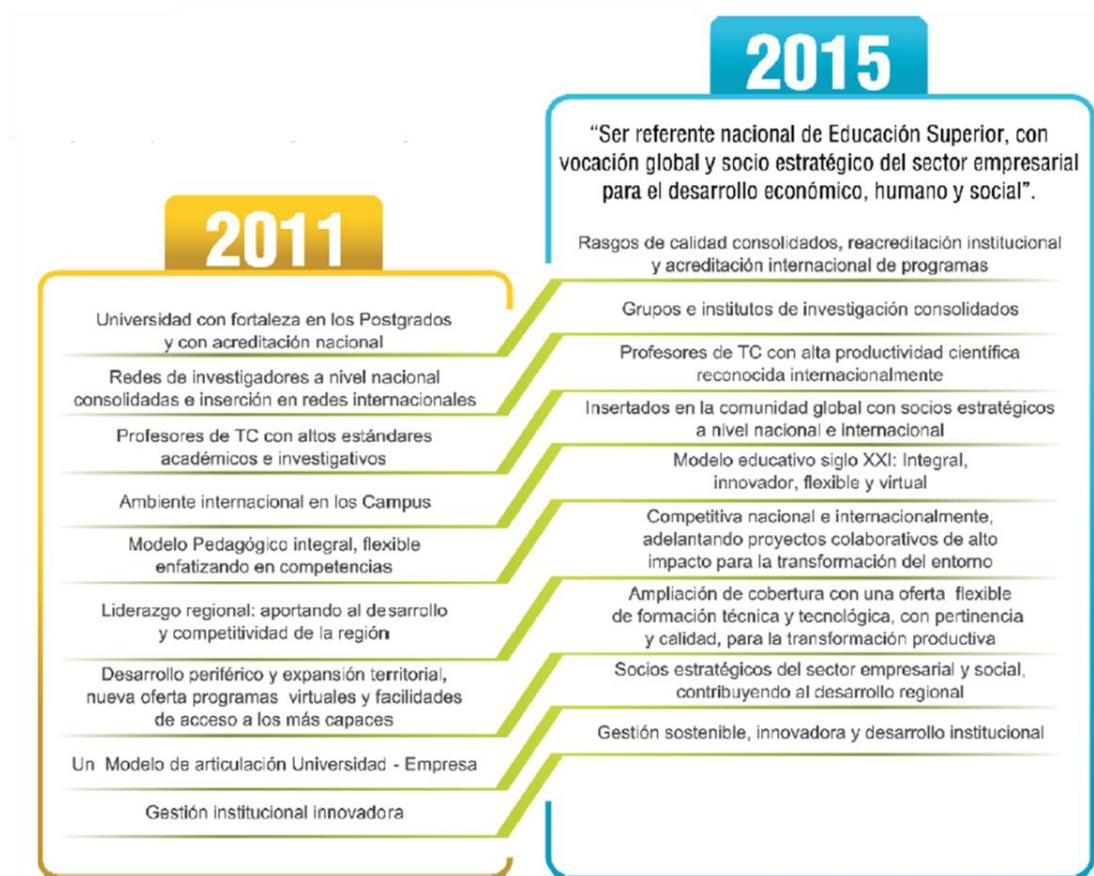
- 1.2.2. Visión

La Universidad Tecnológica de Bolívar se visiona al 2015, entre otros, con rasgos consolidados de calidad, con un modelo educativo integral e innovador

⁴ UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR. Misión. [Documento en internet] <http://www.unitecnologica.edu.co/acerca-de-la-utb/sobre-la-universidad/informaci%C3%B3n-institucional/misi%C3%B3n-y-visi%C3%B3n> [Consulta: Febrero de 2012]

y como una universidad competitiva nacional e internacionalmente, para lo cual la estandarización de procesos es primordial.

Figura 1. Visión de la UTB



Fuente: Plan de desarrollo estratégico y prospectivo al 2015

- 1.2.3. Valores institucionales

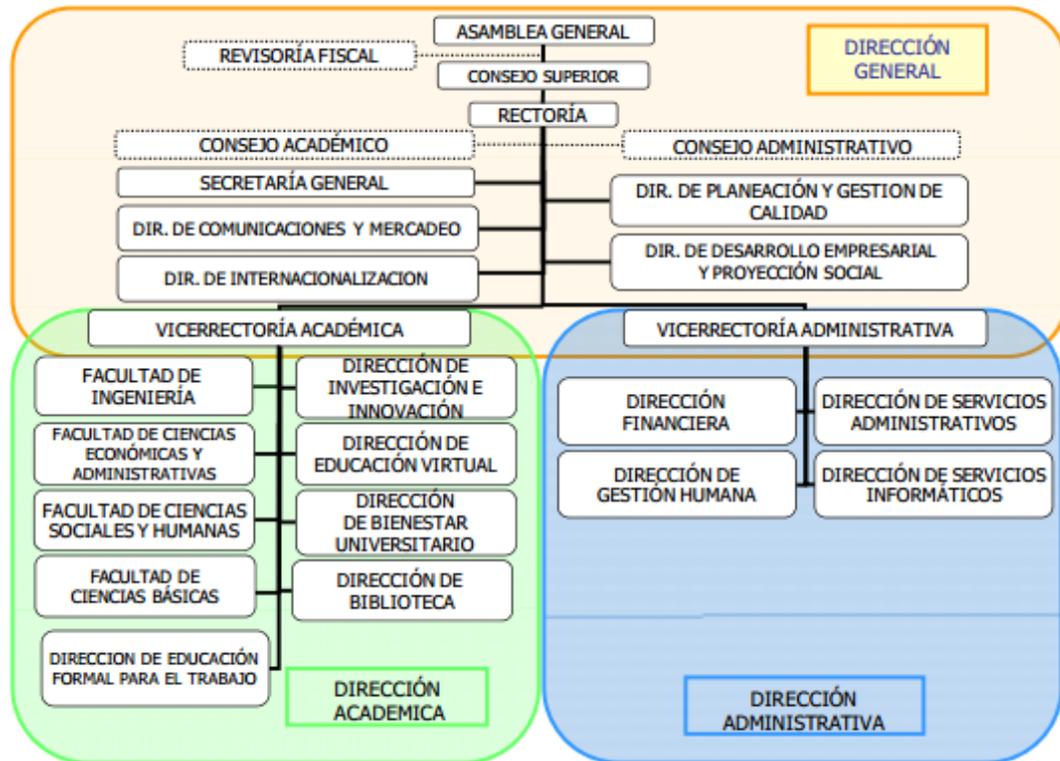
Los valores que son pilares en la formación integral que brinda la Universidad Tecnológica de Bolívar son:

- liderazgo,
- excelencia,

- respeto,
 - transparencia,
 - servicio,
 - responsabilidad social y
 - compromiso con el logro.
-
- 1.2.4. Estructura organizacional

La estructura organizacional de la Universidad Tecnológica de Bolívar, está concebida teniendo en cuenta las funciones básicas, el tamaño de la organización, el Direccionamiento Estratégico y la Cultura Institucional. En busca de un mejoramiento continuo de la calidad de los servicios que ofrece la Universidad, se concibe la estructura bajo un enfoque de Administración Universitaria agrupada en tres áreas que llevan a cabo un papel importante en el cumplimiento de la Misión Institucional. Estas áreas son Dirección General, Dirección Académica y Dirección Administrativa; conformadas así:

Figura 2. Organigrama general



Fuente: Estatuto Orgánico de la Universidad Tecnológica de Bolívar.

La dirección general “es el área responsable de la orientación y seguimiento, del desarrollo y la operación académica de la institución, que establece las políticas y estrategias que determinan el rumbo de la Universidad”⁵. Es allí donde se toman las decisiones sobre crecimiento, fortalecimiento e inversión de la institución, incluyendo sus laboratorios. Para lo cual se destacan el Consejo Académico, órgano colegiado que tiene entre sus funciones “aprobar, modificar o suspender los Reglamentos, Normas y Manuales que regulen la actividad académica de la Universidad”⁶; y la Dirección de Planeación y Gestión de Calidad, que a través de la Coordinación de Gestión de la Calidad y

⁵ UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR. Estatuto Orgánico. 2009. [Documento en internet] <http://www.unitecnologica.edu.co/sites/default/files/estatutorganico2.pdf> [Consulta: Febrero de 2012]

⁶ UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR. Estatutos Generales. 2005. p. 29 [Documento en internet] http://www.unitecnologica.edu.co/sites/default/files/Estatutos_Generales.pdf [Consulta: Febrero de 2012]

Optimización de Procesos, *“diseña, revisa y actualiza procedimientos y manuales de acuerdo con los lineamientos de las normas de gestión”*⁷.

La dirección académica es la *“responsable de la planeación, ejecución, evaluación, control y seguimiento de las funciones sustantivas de la Universidad”*⁸, entre ellas la docencia en los programas de Pregrado, y a su vez de la administración de los laboratorios que posee.

La dirección administrativa *“constituye el complemento para la realización de los objetivos de la Universidad”*⁹, y provee los servicios que permiten el buen funcionamiento de las unidades de apoyo y práctica, como son los laboratorios.

- 1.2.5. Vectores estratégicos

La Universidad Tecnológica de Bolívar lleva a cabo el proceso de Acreditación Institucional para el mejoramiento continuo de cada una de las partes de la Institución, por tal motivo, será un beneficio obtener una reglamentación de los laboratorios y un lineamiento para la realización de las prácticas de laboratorio, puesto que, el proceso de acreditación de las instituciones permite la regulación del comportamiento y los valores de los estudiantes y docentes.

La Universidad en el Plan de desarrollo estratégico y prospectivo al 2015, realiza una descripción detallada de las generalidades de la UTB, las cuales son importantes para conocer el camino por el cual la universidad guía a sus miembros hacia el mejoramiento continuo de los procesos. En este plan se presenta un despliegue estratégico que está basado en cinco apuestas encaminadas a la investigación y formación de alta calidad, la internacionalización, el Modelo Educativo siglo XXI, el desarrollo social,

7 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR. Estatuto Orgánico. 2009. p. 31 [Documento en internet] <http://www.unitecnologica.edu.co/sites/default/files/estatutorganico2.pdf> [Consulta: Febrero de 2012]

⁸ Ibíd. p. 11

⁹ Ibíd.

humano, empresarial y regional, y, la gestión institucional sostenible; cada una desarrolla su contenido por medio de vectores que ayudan a la consecución de la apuesta.

La investigación y formación de alta calidad, se sustenta con la apuesta uno, la cual es parte de la misión y es coherente con el rol de la Universidad en la sociedad del conocimiento de generar, transmitir críticamente, aplicar y conservar el conocimiento. La interpretación de este rol lleva implícita una discusión que refleje la tensión entre el carácter crítico y funcional de la universidad, pues no sería legítimo reducir su misión social a la de ser un simple proveedor de conocimiento útil para la producción, sino que además debe asumir su responsabilidad frente a la transformación general de la sociedad, en la cual el saber técnico científico, la creación de cultura y de identidad, el pensamiento crítico y la formación de ciudadanos responsables son su principal objetivo.¹⁰

La apuesta de investigación y formación de alta calidad, contiene tres vectores los cuales desarrollan objetivos estratégicos e iniciativas estratégicas para obtener un cumplimiento óptimo de ésta.

El primer vector es de la investigación e innovación, el cual el objetivo estratégico se desarrolla en promover, apoyar y fortalecer la investigación y la innovación para generar, difundir, apropiar y transferir el conocimiento y mejorar la calidad y pertinencia de los procesos de formación y de articulación efectiva de la Universidad con su entorno; el segundo vector es el fortalecimiento de los posgrados, el cual el objetivo estratégico es desarrollar programas de posgrado en diferentes campos del conocimiento con propuestas metodológicas innovadoras que respondan a las necesidades de formación y/o de investigación de distintos segmentos de población; y el tercer vector es la

¹⁰ UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR. Plan de desarrollo estratégico y prospectivo al 2015. Septiembre, 2011. Acta No. 8. p. 18

excelencia académica, el cual el objetivo estratégico es consolidar los rasgos de calidad en la docencia, la extensión y la investigación mediante, una oferta actualizada de programas y pertinente a las necesidades de la región; con un cuerpo profesoral con formación avanzada y capacidad investigativa de reconocida trayectoria a nivel nacional e internacional; con un proceso educativo que potencie el desarrollo de competencias en los estudiantes y mejore el perfil de los egresados; con una infraestructura física, tecnológica y de bienestar acorde con los requerimientos de la institución, todos estos, factores fundamentales para el logro de los más altos estándares de calidad tanto a nivel nacionales e internacional y el posicionamiento institucional a nivel nacional.¹¹

La investigación y la formación de alta calidad constituyen la mayor parte del proceso enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de pregrado en el plan de desarrollo estratégico y prospectivo al 2015, el cual se basa principalmente en la acreditación institucional de los programas de pregrado y posgrado, en el desarrollo de las competencias intelectuales de los estudiantes y mejoramiento en la formación de los profesores a nivel de maestrías, doctorados y posdoctorados cumpliendo con el desarrollo del perfil del desempeño del modelo pedagógico, y por último, el más importante para efectos del diseño del reglamento interno de los laboratorios de la Facultad de Ingeniería y los lineamientos para las practicas de laboratorios de los cursos de pregrado, el mejoramiento y modernización de los servicios de apoyo a la docencia y la calidad de todos los ambientes de la vida universitaria.

¹¹ *Ibíd.*, p. 19

2. DIAGNÓSTICO DE LOS LABORATORIOS DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

2.1. INFRAESTRUCTURA DE LABORATORIOS DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

La Universidad Tecnológica de Bolívar cuenta con una infraestructura de 263.000 metros cuadrados de terreno y 17.967 metros cuadrados de área construida, destinados a modernos espacios académicos, recreativos y administrativos, de los cuales 641 metros cuadrados, es decir el 3,57%, pertenecen a los laboratorios que tiene la UTB para el desarrollo académico de las cuatro Facultades.¹²

En la UTB, los laboratorios apoyan el proceso práctico de enseñanza para los estudiantes de las Facultades que pertenecen a la dirección académica. Existen 28 laboratorios para la prestación de servicios de docencia, de los cuales 17 laboratorios pertenecen a la Facultad de Ingeniería, es decir el 60,71% de los laboratorios.

La formación universitaria de la UTB se basa en direccionar profesionales hacia el desarrollo económico, cultural y social, capaces de enfrentar problemas de la vida cotidiana por medio de la enseñanza de los conceptos teóricos y prácticos, logrando un conocimiento integral para enfrentarse al mundo laboral de la ciudad, del país y del mundo.

Los laboratorios de la Universidad permiten a los estudiantes contrastar su Conocer con el Hacer a través de la práctica, permitiéndoles comprender mejor los eventos que suceden en su entorno.

¹² UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR. Dirección de Planeación y Gestión de Calidad. 2012.

La Facultad de Ciencias Sociales y Humanas cuenta con siete (7) laboratorios: Laboratorio de aprendizaje y estadística, Laboratorio de Neurociencia y Cognición, Laboratorio de Percepción y Estadística, Consultorios Clínicos, Laboratorio de Fotografía, Laboratorio de Sonido, Sala de Prensa, Laboratorio de Producción Audiovisual y Laboratorio de Idiomas; que apoyan a los tres (3) programas académicos de la Facultad, los cuales son Psicología, Comunicación social y Ciencias Políticas y Relaciones Internacionales.

La Facultad de Economía y Negocios cuenta con el Laboratorio Iberoamericano de Desarrollo, Innovación y Cultura, para apoyar sus cinco (5) programas académicos que son: Economía, Administración de empresas, Administración de Empresas modalidad Dual, Contaduría pública y Finanzas y Negocios Internacionales.

La Facultad de Ciencias Básicas cuenta con tres (3) laboratorios: Laboratorio de Física I, Laboratorio de Física II, Laboratorio Integrado de Ingeniería, con los cuales promueve la formación integral de los futuros profesionales de las facultades de Ingeniería, de Economía y Negocios y de Ciencias Sociales y Humanas de la Universidad, a partir del desarrollo de las matemáticas, la química, la biología, la física y la estadística.

Y por último, la Facultad de Ingeniería cuenta con diecisiete (17) laboratorios de docencia, estos son: Laboratorio de Seguridad y Salud Ocupacional, Laboratorio de Productividad y Calidad, Laboratorio de Simulación de Procesos, Laboratorio de Caracterización de Materiales de Ingeniería que está formado por dos laboratorios; Metalografía y Resistencia de Materiales; Laboratorio de Tecnologías de Fabricación, Laboratorio de Fluidos y Maquinas Hidráulicas, Laboratorio de Bombas Centrífugas, Sala de Simulación, Laboratorio de Ingeniería de Software e Informática Educativa, Laboratorio de Comunicaciones y Redes, Laboratorio Integrado de Ingeniería, Laboratorio de Maquinas Eléctricas y Accionamientos, Laboratorio de Sistemas Digitales,

Laboratorio de Electrónica, Laboratorio de Telecomunicaciones, Laboratorio de Control Automático y Laboratorio Teleoperado; y apoyan los nueve (9) programas académicos, que son: Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería de Sistemas, Ingeniería Civil, Ingeniería Ambiental, Ingeniería Química, Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica.

Cabe resaltar que la Facultad posee laboratorios que son utilizados exclusivamente para investigaciones o por cursos de posgrados, como son: Laboratorio de logística, Laboratorio de producción, Laboratorio de conductividad térmica, pero se encuentran por fuera del alcance del presente trabajo.

Adicionalmente, la Facultad de Ingeniería adquirió los equipos, materiales y herramientas para realizar la instalación de tres laboratorios nuevos para el Programa de Ingeniería Civil, como son, Laboratorio de suelos, Laboratorio de calidad de agua y Laboratorio de microbiología. Actualmente, no se tiene definido el espacio en la planta física donde serán ubicados, por tal motivo, se espera la asignación del espacio para que los estudiantes puedan hacer uso de los elementos que se tienen para el funcionamiento de las prácticas en dichos laboratorios. En el momento de la puesta en funcionamiento de los laboratorios nuevos, se tendrá en cuenta el diseño del reglamento interno y los lineamientos para la elaboración de prácticas de laboratorio, para el seguimiento y cumplimiento de normas internas de los nuevos laboratorios, puesto que, pertenecerán a la Facultad de Ingeniería en los cursos de pregrado.

La cantidad de personas que admiten los laboratorios de la Facultad de Ingeniería y el área en metros cuadrados de cada uno de éstos se muestra a continuación:

Tabla 1. Capacidades y áreas de los laboratorios de la Facultad de Ingeniería

LABORATORIOS EN LOS PROGRAMAS		Capacidad (personas)	Área (m ²)
Laboratorios de Salud Ocupacional y Seguridad Industrial		24	49
Laboratorio de Productividad y Calidad		18	49
Laboratorio de Simulación de Procesos		20	49
Laboratorio de Caracterización de Materiales de Ingeniería	Metalografía	10	49
	Resistencia de Materiales	15	49
Laboratorio de Tecnologías de Fabricación		10	220
Laboratorio de Fluidos y maquinas hidráulicas		15	70
Laboratorio de Bombas Centrífugas		10	30
Sala de Simulación		10	30
Laboratorio de Ingeniería de Software e informática educativa.		25	98
Laboratorio de Comunicaciones y redes		12	49
Laboratorio Integrado de Ingeniería		30	130
Laboratorio de Maquinas eléctricas y accionamientos		24	98
Laboratorio de Sistemas Digitales		24	49
Laboratorio de Electrónica		24	70
Laboratorio de Telecomunicaciones		24	49
Laboratorio de Control automático		24	49
Laboratorio Teleoperado		30	76

Fuente. Autores del trabajo

En la distribución de la planta física de la UTB, el Laboratorio de Seguridad y Salud Ocupacional, Laboratorio de Productividad y Calidad, Laboratorio de Simulación de Procesos, Laboratorio de Maquinas Eléctricas y Accionamientos, Laboratorio de Fluidos y Máquinas Hidráulicas (al interior se encuentra el laboratorio de bombas centrífugas), Sala de simulación, Laboratorio de Caracterización de Materiales de Ingeniería y el Laboratorio Integrado de Ingeniería se encuentran ubicados en el Edificio de Aulas 2 de la Universidad; el laboratorio de Tecnologías de Fabricación, anteriormente llamado talleres de

Ingeniería, se encuentra ubicado en la parte posterior de la Cafetería Alcatraz (Ver Anexo A).

El Laboratorio de Telecomunicaciones, Laboratorio de Electrónica, Laboratorio de Sistemas Digitales y el Laboratorio de Control Automático se encuentran en el primer nivel del Edificio de Aulas 2, y en la parte superior de la zona del auditorio (segundo piso) está ubicado el laboratorio Teleoperado (Anexo B).

El Laboratorio de Ingeniería de Software e Informática Educativa y el Laboratorio de Comunicaciones y Redes se encuentran ubicados en el nivel cuatro del Edificio de Aulas 1 (Anexo C).

Los laboratorios de la Facultad de Ingeniería cuentan con los servicios de energía eléctrica e internet inalámbrico de la Universidad; solo los laboratorios de Metalografía, dentro del Laboratorio de Caracterización de Materiales, y el Laboratorio Integrado de Ingeniería cuentan con agua para el desarrollo de las prácticas de laboratorio.

2.2. USO DE LOS LABORATORIOS

Los laboratorios de la Facultad son servicios de apoyo y práctica a la docencia que permiten a los estudiantes contrastar sus conocimientos teóricos con la práctica. Cada uno responde a las necesidades de la formación a través de actividades específicas que se han diseñado para los cursos que los utilizan.

El Laboratorio de Seguridad y Salud Ocupacional está diseñado para realizar prácticas de seguridad industrial en donde los estudiantes utilicen los elementos necesarios para simular como evitar accidentes de trabajo, manejar los elementos de protección personal, manejar equipos contra incendios y conocer las señalizaciones; además, en el campo de la salud ocupacional se realizan prácticas de primeros auxilios y manejo de equipos e instrumentos de

medición. Cuenta con el Manual de Laboratorio de Seguridad Industrial, realizado en el 2002, para guiar las prácticas pero no se hace uso de este. Contiene conceptos sobre los elementos del laboratorio, los incendios, la higiene industrial y los equipos de protección personal; y describe tres (3) prácticas de laboratorio para la evaluación de la señalización; la evaluación de factores de riesgos; y los equipos de protección personal.

En el Laboratorio de Productividad y Calidad se realizan prácticas de curvas de aprendizaje, resistencia al cambio, cálculos de productividad con los recursos y se simulan los procesos de la fabricación de productos en las empresas en donde se conocen herramientas, recursos y personal necesario para obtener resultados. Para esto posee manuales de laboratorios que exponen detalladamente la temática desarrollada en los cursos de pregrados y describen prácticas de laboratorios que deberían ser realizadas por los estudiantes en el transcurso del curso.

El primero de estos manuales es el del Laboratorio de Ingeniería de Métodos, que contiene la conceptualización de estudio de métodos y medición del trabajo; seguidamente, se realizan prácticas de laboratorios de resistencia al cambio; diagrama de operaciones del proceso; diagrama de análisis del proceso, recorrido y examen crítico; diagrama de actividades múltiples; diagrama bimanual; muestreo del trabajo; estudio de tiempos; tiempos predeterminados; productividad y balanceo de línea.

El Manual de prácticas de laboratorio de Ingeniería de Productividad presenta tres (3) plantas de producción para el ensamble de productos en donde muestran detalladamente las generalidades del producto, la organización, el sistema de producción básico, la descripción de los cargos, el procedimiento y las observaciones de cada una de las plantas de producción que allí se presentan, al finalizar la descripciones de las plantas, se presentan prácticas de laboratorio en donde el estudiante debe aplicar conceptos de ingeniería

industrial para la construcción de las plantas de producción que en el manual se presentan.

Por su parte, el Manual de laboratorio de control de calidad, realizado en el 2002, contiene la definición de control de calidad en el proceso de fabricación y la inspección por muestreo para aceptación, en donde se muestran variables y formulas necesarias para el desarrollo de las prácticas que se muestran después de la conceptualización. En este manual se describen diez (10) prácticas del laboratorio de control de calidad como son, teorema de probabilidad; teorema de Bernoulli y ley de la probabilidad; distribución binomial y de Poisson; distribución normal; herramientas estadísticas; cartas de control X y R; cartas de control P y NP; cartas de control C y U; muestreo del trabajo; e inspección al 100%.

La diferencia entre los manuales de laboratorio y el manual de prácticas es que, los primeros contienen información teórica necesaria para hacer uso del laboratorio y prácticas de laboratorio para contrastar los conceptos con el HACER; por su parte el manual de prácticas consiste solo en la recopilación de prácticas de laboratorio, sin conceptualizaciones.

El Laboratorio de Simulación de Procesos es utilizado para simular procesos, analizar datos numéricos y encontrar soluciones óptimas con ayuda del software Promodel, Stargraphic, Spss y Win QSB.

Dentro del Laboratorio de Metalografía, ubicado en el Laboratorio de Caracterización de Materiales de Ingeniería, se estudian las características microestructurales o constitutivas de un metal o aleación, relacionándolas con sus propiedades físicas, químicas y mecánicas, este laboratorio no cuenta con prácticas de laboratorio para el desarrollo de la experiencia con materiales y equipos de los estudiantes dentro de las instalaciones; mientras que, en el Laboratorio de Resistencia de Materiales se estudia a los sólidos como cuerpos

deformables, mediante la aplicación de cargas para medir resistencia, rigidez y estabilidad; y este cuenta con prácticas de laboratorio, llamadas guías de laboratorio para el desarrollo de las experiencias al interior de las instalaciones. Estas guías de laboratorio llamadas, “Ensayo Compresión Metales”, “Ensayo de Impacto en metales”, “Ensayo tracción”, “Flexión Metales”, “Guía Ensayo de compresión en concreto”, y “Impacto en Plásticos”, fueron suministradas por los docentes a los estudiantes en el segundo periodo del 2011. Es importante que los documentos que tienen los programas de la Facultad de Ingeniería se estandaricen y se tengan en documentación de fácil acceso a todos los docentes y estudiantes, al igual, que los nombres de los documentos sean claros para evitar re-procesos en la búsqueda de información, es decir, que las guías de laboratorio por laboratorio se guarden en carpetas con los nombres de laboratorio y el documento de cada guía sea el nombre de la práctica que se realizará, sin necesidad de anteponerle la palabra guía o práctica (Anexo D).

En el Laboratorio de Tecnologías de Fabricación se llevan a cabo diversos procesos de transformación de materiales como torneado, fresado y soldadura, que consisten en una serie de operaciones que modifican las características de las materias primas. Cuenta con diferentes prácticas de laboratorio para la aplicación de los conceptos teóricos, mediante el uso de diversas máquinas y equipos con los que cuenta el laboratorio.

Posee un documento donde se enuncia el cronograma de prácticas en el laboratorio según las semanas del semestre académico llamado “Prácticas a realizar en el laboratorio de tecnologías de fabricación”, luego muestra el “Informe de la práctica en el laboratorio de tecnologías de fabricación”, donde se definen los lineamientos para la presentación del informe de prácticas por parte de los estudiantes. Este documento debería ser cambiado el nombre inicial, puesto que, no se percibe el contenido total del documento, es decir, el nombramiento de los nombres de las prácticas y los lineamientos para la

presentación del informe final, el cual debe ser colocado en la plataforma SAVIO (Ver Anexo E).

También, el laboratorio de Tecnologías de Fabricación cuenta con cuatro documentos de guías de laboratorio, que deberían ser utilizados en el desarrollo de la práctica al interior del laboratorio. Las guías son llamadas; “Guía de Instrumentos de medición”, “Guía ensayo de fundición en metales”, “Guía ensayo de Torneado”, “Guía Práctica de medición”, “Guía Ensayo de Dureza”, y “Guía Práctica de soldadura”; su contenido se desarrolla en la presentación del nombre; introducción; objetivo general y específico, en donde el estudiante deberá definir mas objetivos de los propuestos en la guía); generalidades, se muestra la definición de los instrumentos que serán utilizados en el laboratorio durante el desarrollo de la práctica de laboratorio; material y equipos a utilizar, se enuncian los instrumentos que se utilizarán en el desarrollo de la práctica de laboratorio; procedimiento, en donde el estudiante por medio del auxiliar de laboratorio deberá enunciar el procedimiento realizado durante el desarrollo de la práctica de laboratorio; otras actividades, investigaciones necesarias antes y después de la práctica; conclusiones y recomendaciones, del desarrollo de la práctica; referencias bibliográficas, que fueron necesarias para el desarrollo de conceptos básicos necesarios para la práctica de laboratorio (Ver Anexo F).

Adicionalmente, es importante que los documentos sobre el desarrollo de prácticas de laboratorio sean de total conocimiento por el personal de los programas de la Facultad de Ingeniería al que le pertenecen, de lo contrario no se cumple la utilización que se le quiere dar a las guías de laboratorio

Los estudios que se realizan a través de las prácticas en el Laboratorio de Fluidos y Máquinas Hidráulicas son referentes al movimiento de gases y líquidos, así como a las fuerzas que los provocan y las interacciones entre el fluido y el contorno que lo limita. Al mismo tiempo se emplean y estudian

máquinas que utilizan para su funcionamiento las propiedades del fluido. En el laboratorio de fluidos existe documentación de prácticas de laboratorio, las cuales fueron adquiridas en el momento de la compra de nuevas máquinas para el desarrollo de estas. Las prácticas de laboratorios que contienen dichas máquinas están en inglés, por consiguiente, el auxiliar de laboratorio con ayuda de los docentes y/o estudiantes, es el encargado de la traducción de dichas prácticas para lograr la realización de cada una de ellas en el laboratorio.

Es importante mencionar, que al interior del laboratorio de Fluidos y Maquinas Hidráulicas, se encuentra ubicado el laboratorio de bombas centrífugas para el desarrollo de investigaciones y prácticas de laboratorio de los estudiantes. Este laboratorio realiza trabajos para mantener el fluido del agua en movimientos por medio de bombas, el laboratorio cuenta con una práctica llamada “banco de ensayo de bombas centrífugas”, en donde se realiza una breve introducción sobre la necesidad en Colombia de trabajar con bombas centrífugas para tener eficiencia en operaciones. Luego, se describe detalladamente el diseño y construcción del banco; selección y calibración de instrumentos, en donde se observa la descripción detallada de los elementos importantes para el desarrollo de la práctica; los impelentes que se ensayarán y por último, los ensayos y análisis comparativos de la realización de la práctica en el laboratorio (Ver Anexo G).

Por medio del diagnóstico de los laboratorio de la Facultad de Ingeniería se obtuvo que la sala de simulación, el laboratorio de Ingeniería de Software e informática educativa, el laboratorio de Comunicaciones y Redes, el laboratorio Integrado de Ingeniería, el laboratorio de Maquinas Eléctricas y Accionamientos, el laboratorio de Sistemas Digitales, el laboratorio de Control Automático, el Laboratorio de Electrónica, el laboratorio de Telecomunicaciones y el Laboratorio Teleoperado, mencionados a continuación, no cuentan con documentación expedida por docentes, estudiantes y/o auxiliares para el desarrollo de las prácticas de laboratorio.

La sala de simulación, es utilizada para apoyar a los docentes en el área de diseño mecánico asistido por computadores y simulación numérica de fenómenos mecánicos y forma parte de la red colombiana de computación de alto desempeño RENATA como nodo de GridColombia.

En el Laboratorio de Ingeniería de Software e informática educativa se desarrollan prácticas de ingeniería de software en sus fases “duras”, como el análisis, diseño, codificación y prueba en donde la fortaleza evidenciada por GRITAS es el desarrollo de software como lo muestran los productos del curso.

El Laboratorio de Comunicaciones y Redes se ha diseñado para interconectar 27 puestos de trabajo cableados más el acceso de una red inalámbrica propia para la realización de prácticas de laboratorio.

Las pruebas que se llevan a cabo en el Laboratorio Integrado de Ingeniería son, en su mayoría, con sustancias químicas, reacciones y mediciones de las características de dichas sustancias.

En cambio, en el Laboratorio de Maquinas Eléctricas y Accionamientos se realizan pruebas de voltaje y se ponen en funcionamiento motores; en los accionamientos funcionan las máquinas eléctricas mediante contactores a través de dispositivos como los PLC y software de aplicación.

El Laboratorio de Sistemas Digitales es utilizado para realizar simulaciones digitales a través de software.

En cambio, en el Laboratorio de Control Automático se realizan prácticas de simulación por medio de bancos de trabajo en donde se comprueba el funcionamiento y control de una industria o fabrica que cuente con sistemas automatizados.

El Laboratorio de Electrónica, se utiliza para prácticas en donde se crean circuitos mediante tarjetas físicas e impresos en protoboard.

Por su parte, el Laboratorio de Telecomunicaciones está dirigido a realizar prácticas de comunicación mediante transmisión de datos por voz e imagen.

Y finalmente, el Laboratorio Teleoperado es utilizado para realizar investigaciones por parte de los estudiantes, y en el mismo se desarrollan trabajos de investigación asociados al grupo GAICO.

2.3. RECURSOS DE LOS LABORATORIOS

- 2.3.1. Mobiliario

Los laboratorios de la Facultad de Ingeniería cuentan con un mobiliario adecuado para el desarrollo de actividades prácticas en sus instalaciones.

- Laboratorio de Seguridad y Salud Ocupacional: cuenta con veinticuatro (24) sillas, doce (12) mesas, un tablero y un estante para guardar los materiales que se utilizan para el desarrollo de las prácticas de laboratorio.
- Laboratorio de Productividad y Calidad: posee veintidós (22) sillas, siete (7) mesas, un tablero y dos (2) estantes que apoyan el desarrollo práctico.
- Laboratorio de Simulación de Procesos: tiene veintisiete (27) sillas, ocho (8) mesas y un tablero, para realizar los análisis de procesos mediante software que se encuentran en sus computadoras.
- Laboratorio de Caracterización de Materiales de Ingeniería, en donde se encuentra el laboratorio de resistencia de materiales: cuenta con cinco (5)

sillas, cinco (5) mesas, y dos (2) estantes; y el laboratorio de metalografía, cuenta con once (11) sillas, una mesa, un tablero y dos (2) estantes.

- Laboratorio de Tecnologías de Fabricación: posee dieciocho (18) sillas, cuatro (4) mesas, dos (2) tableros y cinco (5) estantes.
- Laboratorio de Fluidos y Maquinas Hidráulicas: cuenta con once (11) sillas, seis (6) mesas, un tablero y un estante para guardar y conservar las herramientas y materiales para las prácticas de laboratorios.
- Sala de simulación: tiene diez (10) sillas, cinco (5) mesas, un tablero, para la prestación del servicio a los estudiantes en los análisis de prácticas de laboratorio realizadas en los computadores con los que cuenta la sala.
- Laboratorio de Ingeniería de Software e Informática Educativa: cuenta con treinta (30) sillas, once (11) mesas y un tablero.
- Laboratorio de Comunicaciones y Redes: posee con veinticuatro (24) sillas y diez (10) mesas
- Laboratorio Integrado de Ingeniería: tiene veinticuatro (24) sillas, cinco (5) mesas, un tablero y dos (2) estantes para guardar los materiales que se utilizan para el desarrollo de las prácticas de laboratorio.
- Laboratorio de Maquinas Eléctricas y Accionamientos: cuenta con diez (10) sillas, cuatro (4) mesas, dos (2) tableros y cinco (5) estantes los cuales protegen los materiales y son asegurados para su cuidado.
- Laboratorio de Sistemas Digitales: cuenta con veinticuatro (24) sillas, trece (13) mesas y un tablero.

- Laboratorio de Electrónica: posee con veintiocho (28) sillas, nueve (9) mesas, un tablero y cinco (5) estantes.
- Laboratorio de Telecomunicaciones: cuenta con veinticinco (25) sillas, doce (12) mesas, un tablero y un estante para guardar los materiales que se utilizan para el desarrollo de las prácticas de laboratorio.
- Laboratorio de Control Automático: tiene diez (10) sillas, ocho (8) mesas, y tres (3) estantes.

- 2.3.2. Equipos y materiales

La Facultad de Ingeniería cuenta con fichas para los laboratorios que contienen información principal acerca de cada uno de ellos y de los recursos con los cuales cuentan; en ellos se encuentra la ubicación en la UTB; área en metros cuadrados; capacidad en número de puestos para los estudiantes; el objetivo que tienen los laboratorios en la prestación del servicio en las clases y para los estudiantes; las prácticas que se realizan; los usos que se les da en la universidad, ya sea, de docencia, investigación o actividades de proyección; los programas académicos que apoya en el pregrado y postgrado; la especialización o maestría que se usa el laboratorio; y por último los cursos que apoya en el pregrado de la Universidad (Ver Anexo H).

También, los laboratorios cuentan con los recursos necesarios para el desarrollo práctico de los conceptos de los cursos de pregrado de los programas de la Facultad de Ingeniería. Los recursos de los laboratorios pueden ser equipos, instrumentos o dotaciones y se clasifican según su tipo, ya sea, equipo, utensilio o reactivo.

- Laboratorio de Seguridad y Salud Ocupacional, cuenta con elementos de protección personal, maniqués, tableros de señalizaciones, instrumentos

como luxómetro y sonómetro, aparatos como detector de gases y extintores, además de equipos de apoyo didáctico como un proyector de video beam y un computador.

- Laboratorio de Productividad y Calidad, cuenta con cinco una banda transportadora, un cronómetro, un dispositivo de cámara digital, así como con proyector de video beam y un computador.
- Laboratorio de Simulación de Procesos, posee un proyector de video beam y equipos de computadores con cinco (5) tipos de software para el desarrollo práctico de los estudiantes en el proceso de aprendizaje, que son: PROMODEL, WINQSB, Arena, STATGRAPHIC y SPSS.
- Laboratorio de Caracterización de Materiales de Ingeniería, conformado por los laboratorios de Resistencia de Materiales y Metalografía, cuenta con diferentes tipos de recursos para apoyar las prácticas de laboratorio, como son: máquina de ensayo universal, extensómetro, microcomputadores, micrómetro, durómetro electrónico y calibrador para extensómetro.
- Laboratorio de Tecnologías de Fabricación, cuenta con diversos instrumentos y herramientas para su funcionamiento, entre los que se encuentran: balanza doble, máquina para soldar, calibrador, prensa hidráulica, calibradores, alicate y yunque.
- Laboratorio de Fluidos y Máquinas Hidráulicas, posee diferentes recursos que permiten la realización de prácticas por parte de los estudiantes en los laboratorios, como son: calibradores, compresor de aire, demostradores, engrasadora, equipo de estudio de bombas, panel de estudio de la fricción, entre otros.
- Laboratorio de bombas centrífugas, cuenta con un tacómetro, medidor de caudal, analizador de redes, variador de velocidad, bomba IHM, manguera

de 2 pulgadas, tanques de 5000 litros de capacidad, medidor de presión, tubería de presión PVC.

- Sala de simulación, cuenta con computadores Dell donde se encuentran algunos software de algebra computacional, dibujo asistido por computador, dinámica de fluidos computacional, análisis estructural y multidisco, análisis de mecanismos y el modelado físico 2D de multicuerpos, como son: Matlab, Octave, Máxima, SolidEdge, AutoCad, Salome y Step.
- Laboratorio de Ingeniería de Software e Informática Educativa, cuenta con equipos de cómputo, como son; Dell Inc. OptiPlex 745, Dell Inc. OptiPlex 755, Dell Inc. PowerEdge 2900, Dell Inc. Precision WorkStation 470 y Dell Inc. OptiPlex GX520.
- Laboratorio de Comunicaciones y Redes, cuenta con siete (7) tipos de dotaciones para las prácticas de laboratorio, las cuales son: Kit de Redes Cisco CCNA (Switches Cisco-Router Cisco), Kit Wireless: Redes inalámbricas (Tarjetas Interface- Antenas+AP), Kit Network Security, Kit Cableado Estructurado PANDUIT, PCs y Servers y software Simulador de Red y Monitoreo.
- Laboratorio Integrado de Ingeniería, cuenta con diversos aparatos e instrumentos para el desarrollo práctico de los estudiantes de pregrado, como son: balanza analítica, balanza electrónica, peachímetro digital portátil educativo, mufla digital, floculador, destilador automático, voltámetro de Hoffman, vibrador mecánico, medidor de oxígeno en línea, timer universal, regulador de voltaje, espectrofotómetro, titulador Kalr Fischer, titulador digital, turbidímetro portátil, termoreactor para DQO, microscopio Eclipse E99 y colorímetro.
- Laboratorio de Maquinas Eléctricas y Accionamientos, cuenta con equipos y dispositivos para las prácticas de laboratorio, como son; motores de ½ HP,

variadores de velocidad micromaster 420, motores de C.C. y C.A., sensores de proximidad inductivos, capacitivos y réflex, contactores, relés y pulsadores, PLC S7200, Logo y computadores; adicionalmente cuenta con dos (2) tipos software como son MICROWIN y LOGOSOFT.

- Laboratorio de Sistemas Digitales, cuenta con tres tipos de equipos para las prácticas en el laboratorio, como son: el computador Compaq, Dell Optiplex 170l y IBM Net Vista, y adicionalmente cuenta con seis (6) tipos de software que son: Altium design 6, Quartus II, CircuitMaker 2000, Matlab y Simulink, Mplab y Labview 8.0.
- Laboratorio de Electrónica, cuenta con once (11) tipos de recursos para el desarrollo practico de los cursos de pregrado, como son: computador Dell Optiplex 170l, computador Hp Compaq, osciloscopio digital, osciloscopio análogo, analizador lógico, generador de señales digital, taladro y pinzas de potencia con puerto USB.
- Laboratorio de Telecomunicaciones, posee once (11) tipos de instrumentos para las prácticas de los cursos de pregrado, como son: osciloscopio analógico, osciloscopio digital, generadores de señal, multímetros digitales con puerto USB, multímetros digitales, analizador de espectros de 3GHz, generadores de señales RF, medidor de potencia y banco de experimentación de comunicaciones.
- Laboratorio de Control Automático, cuenta con nueve (9) tipos de recursos para las prácticas, como son: computador IBM, Samsung y LG, tarjetas de adquisición de datos, planta piloto de diferentes procesos (nivel en tanques, motor-generador, presión, intercambiadores, mezcla, flujo y temperatura), PLC (Programmable Logic Controller) s7-200 con módulo de comunicaciones y módulo de entradas y salidas analógicas, PLC s7-300, PLC ABB. Adicionalmente posee seis (6) tipos de software para su

funcionamiento: Matlab y Simulink, Labview, Step 7-Professional, Step 7-MicroWin, WinCC V5.4 e Intouch V7.0.

- Laboratorio Teleoperado, posee diversos tipos de equipos y dispositivos para el desarrollo de prácticas de laboratorio de la comunidad académica que pertenece a la Facultad de Ingeniería, como son: computador Dell Optiplex, Ups (Uninterruptible Power Supply) Apc 1500, Switch 3com, Up3 education kit "altera"; y cuatro (4) tipos de software que son: Matlab, Labview, Quartus y Altium Design.

2.4. NORMATIVIDAD EN LOS LABORATORIOS

La Facultad de Ingeniería en los laboratorios cuenta con una persona encargada del cuidado y mantenimiento de las herramientas y equipos que cada uno posee, por tal motivo, son auxiliares de laboratorios o docentes encargados de los laboratorios, los que se encargan de hacer cumplir normas referentes al cuidado y protección de los materiales y equipos utilizados en las prácticas de laboratorio.

En los laboratorios que pertenecen al programa de Ingeniería Mecánica se han desarrollado unas recomendaciones generales de convivencia en el laboratorio, las cuales deben ser cumplidas por los estudiantes para el uso adecuado de los laboratorios y el ingreso a estos. En el documento describen reglas básicas de limpieza y seguridad para el experimentador, los equipos y materiales que en el laboratorio se manejan para las prácticas. Adicionalmente, describen las “Reglas generales del laboratorio de Ingeniería Mecánica” y las “Reglas sobre seguridad del laboratorios de Ingeniería Mecánica” (Ver Anexo I).

En los laboratorios que pertenecen al programa de Ingeniería Electrónica, el auxiliar de laboratorio desarrolló el procedimiento para el préstamo de equipos en laboratorios, lo cual contiene préstamos dentro del laboratorio, préstamo

para trabajar en otro laboratorio dentro de la Universidad y préstamos para trabajar fuera de la Universidad. En ellos se describe detalladamente lo que debe hacer el practicante y el auxiliar para el préstamo de los equipos y al recibir los equipos que se debe hacer en caso de que no esté en iguales condiciones (Ver Anexo J). Además, hace uso del Formato para la administración de activos fijos, emitido el 30 de marzo de 2012 por la Universidad, para solicitar traslado, descargo, robo de activos y para dar de baja a estos mismos (Ver Anexo K).

Los documentos anteriores son elaborados por los auxiliares de los laboratorios para el cumplimiento por parte de los estudiantes, con el fin de velar por el cuidado de materiales y equipos que tiene cada uno. Los laboratorios que pertenecen a los demás programas de la Facultad no cuentan con documentación escrita de normas de cumplimiento, simplemente son reglas que verbalmente le hacen cumplir los auxiliares a los estudiantes.

2.5. ANÁLISIS DEL DIAGNÓSTICO

Los laboratorios de la Facultad de Ingeniería se encuentran ubicados en el Campus Tecnológico: Parque Industrial y Tecnológico Carlos Vélez Pombo, ubicado en Ternera en los Edificios de Aulas A1 y A2, donde cuentan con un área, en metros cuadrados, suficiente para el desarrollo de las actividades prácticas y acorde con la capacidad de estudiantes que pueden hacer uso de ellos al mismo tiempo.

Todos los recursos han sido adquiridos por la UTB con miras al desarrollo óptimo de las habilidades de los estudiantes y su aprendizaje integral. Son custodiados por los auxiliares de laboratorio quienes se encargan de su administración y cuidado, pero es el Departamento de Compras y Contratación quien lleva el control sobre su inventario. En algunos casos, los auxiliares no tienen a la mano el inventario completo de los recursos que manejan, sino que

los controlan por su experiencia y conocimiento del laboratorio, lo que puede dar lugar a confusiones y en el peor de los casos, pérdida de elementos importantes para el desarrollo de las prácticas. En esto también incide la distancia entre los laboratorios que están a cargo de un mismo auxiliar, pues cuando este debe desplazarse mucho entre uno y otro, como es el caso específico del auxiliar de los programas de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, quien atiende laboratorio en pisos diferentes del edificio, pierde un poco el control sobre los recursos que maneja y pueden presentarse situaciones indeseables.

Los laboratorios son administrados por las direcciones de programa de la Facultad y apoyan los cursos de pregrado pertenecientes a estos. Cada uno está dotado para responder a las necesidades de formación y el diseño de los cursos, desde los cuales se han elaborado, a lo largo de los años, manuales y prácticas de laboratorio para guiar estas actividades. Sin embargo, se desconoce la existencia de algunos por parte de los usuarios, no se utilizan con frecuencia o son muy pocas las guías existentes.

No se encontraron lineamientos generales que rigieran la construcción y presentación de las prácticas de laboratorio, el pre-informe e informe que deben realizar los estudiantes, antes y después de las prácticas, que permitieran unificar criterios de evaluación. Sin embargo, algunos laboratorios tienen diseñadas recomendaciones dirigidas a los usuarios de esos espacios exclusivamente.

Tampoco se encontraron definidas específicamente las responsabilidades de los usuarios de los laboratorios en relación a las actividades que se realizan dentro de éstos.

Así mismo se evidenció la falta de normas concretas para el control de las prácticas en el laboratorio y el comportamiento de los usuarios dentro de ellos,

puesto que las reglas que rigen la vida universitaria están definidas por el Reglamento Estudiantil de Pregrado, donde se contemplan situaciones generales para la comunidad académica y aunque cubre los laboratorios no los puntualiza.

Aspectos como seguridad en los laboratorios, disposiciones generales para el control en los laboratorios, reglas de uso de los recursos y cuidado de los mismos, acciones susceptibles al Régimen Disciplinario, que en términos generales indican a los usuarios qué deben hacer, cómo hacerlo, con qué cuentan, cuáles son sus derechos, deberes, cuándo acceder a los servicios, qué necesitan para hacerlo, cómo comportarse y aprovechar los espacios de interacción entre el Conocer y el HACER, no están claramente definidos y constituyen aspectos fundamentales para la estandarización de los procesos dentro de los laboratorios que representa beneficios importantes para la Universidad.

3. LINEAMIENTOS PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

3.1. ESTRUCTURACIÓN DE LAS PRÁCTICAS

Con el fin de establecer los lineamientos para la realización de prácticas de laboratorio fue necesario recolectar información pertinente acerca de las prácticas, considerando como fuente confiable a los actores o usuarios de los laboratorios, ya que son ellos quienes conocen más de cerca las actividades que se realizan y lo que se requiere para el buen funcionamiento y estandarización de los procesos.

Se entrevistó en varias ocasiones a los auxiliares de laboratorio para conocer cómo funcionan los laboratorios que tienen a su cargo durante el desarrollo de prácticas, qué responsabilidad tienen ellos ante esta actividad y cómo manejan situaciones como préstamo, daño o pérdida de recursos.

De igual manera se entrevistó a docentes que dirigen prácticas de laboratorio, y otros quienes tienen a su cargo algunos de estos espacios, para conocer su percepción acerca de estas actividades y los requisitos que se deben cumplir para la presentación de documentos como el pre-informe, el informe y el diseño de las prácticas de laboratorio, las cuales guían de inicio a fin las actividades a realizar, los recursos a utilizar, el procedimiento a seguir y los conocimientos previos que deben tener.

Debido a la importancia del diseño de las prácticas de laboratorio, y con la información suministrada por los actores o usuarios de éstos, se establecen los siguientes elementos que debe contener:

- título;
- objetivo;

- conocimientos previos (es la investigación que el estudiante debe hacer para ir preparado a la práctica);
- recursos (enunciar los elementos que serán utilizados durante la práctica);
- procedimiento, y
- cuestionario (plantear cuestionamientos que deben resolver los estudiantes luego de realizada la práctica).

Esta información debe ser clara y concisa, para ubicar en contexto a los estudiantes y para que todos los actores de la práctica conozcan qué van a hacer, cómo deben hacerlo y qué conocimientos van a confrontar con la práctica, para ello, se debe diligenciar el “Formato de Prácticas de Laboratorio para los cursos de pregrado” (Ver Anexo L).

3.2. LINEAMIENTOS PARA LOS ACTORES

Cada una de las personas que accede a los laboratorios contrae una serie de responsabilidades como usuario de los mismos.

- **3.2.1. Responsabilidades de Docentes**

Es responsabilidad de cada docente diseñar las prácticas de laboratorio, hacérselas llegar al auxiliar y elaborar la programación para las mismas. También debe diseñar las guías de laboratorio y entregarlas a los estudiantes con ocho (8) días de anterioridad a la práctica. Es el encargado de dirigir las, por lo cual debe estar presente durante todas las actividades y supervisar a los estudiantes, a quienes debe evaluar mediante el pre-informe, el desarrollo de la práctica y el informe final.

- **3.2.2. Responsabilidades del Auxiliar de laboratorio**

El auxiliar de laboratorio es el responsable de velar por mantener los recursos del laboratorio en buen estado y porque se cumplan las normas de seguridad dentro de las instalaciones. Es su deber acompañar al docente durante la realización de la práctica y poner a su disposición los recursos que necesite para ésta. Además de controlar la entrada y salida de estudiantes durante prácticas extra clase, el préstamo de recursos y la pérdida o daño de éstos, mediante los registros que dispone para ello.

- 3.2.3. Responsabilidades del estudiante

Es responsabilidad de cada estudiante prepararse para la práctica, mediante la realización del pre informe, tener participación activa durante el desarrollo de las actividades, seguir el procedimiento y las indicaciones dadas por el docente y/o auxiliar, y elaborar el informe final de la práctica. También es responsable de los recursos utilizados durante sus actividades, por lo que en caso de daño o pérdida, deben responder por ellos.

3.3. SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD PARA LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

El Sistema de Gestión de Calidad de la Universidad Tecnológica de Bolívar es el conjunto de elementos que mutuamente relacionados o que interactúan, dirigen y controlan la organización. Hacen parte de él diversos procedimientos que especifican la forma de llevar a cabo una actividad o proceso, lo cual se convierte en estándar de actuación dentro de la Universidad.

Con el objetivo de establecer los lineamientos para la elaboración de prácticas de laboratorio en los cursos de pregrado de la Facultad de Ingeniería, nace el procedimiento Prácticas de laboratorio, que hace parte del Sistema de Gestión de Calidad de la Universidad Tecnológica de Bolívar (Ver Anexo M).

Este procedimiento contiene las especificaciones a seguir para las etapas de antes, durante y después de la realización de la práctica, las responsabilidades de los actores y los formatos que permiten llevar el control del préstamo de recursos de laboratorio y de los daños y pérdidas de los mismos.

El formato “Préstamo de recursos de laboratorio” es diligenciado por el solicitante o responsable del préstamo y custodiado por el auxiliar de laboratorio, quien le hace seguimiento. En él se registran los datos personales del responsable (nombre, código, programa al que pertenece), la fecha de solicitud y la de devolución, la descripción detallada del recurso y la cantidad solicitada.

Ambos actores firman cuando se genera la solicitud de préstamo y cuando se efectúa la devolución del recurso, esto con el fin de controlar el inicio y el final de la actividad.

De forma similar se tramita el formato “Pérdidas o daños de recursos de laboratorio”: se registran los datos personales del responsable, la especificación de lo ocurrido (si fue pérdida, daño u otro) y la descripción del recurso. Al firmar este documento, el responsable se compromete a restituir el material por otro de las mismas condiciones a más tardar al final el semestre, de lo contrario asumirá el costo en el siguiente período académico.

Este formato también es firmado por ambos actores al reportar el daño o pérdida y al momento de la reposición.

3.4. LINEAMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE LAS PRÁCTICAS

Las prácticas de laboratorio deben ser programadas por el docente y cumplir respetuosamente con el horario establecido. Algún cambio en el cronograma

debe ser informado al auxiliar de laboratorio con, al menos, un (1) día de anticipación para su reprogramación.

El diseño y actualización de las prácticas son deberes de los docentes, y su revisión y aprobación estará a cargo del Coordinador de área académica. El docente debe poner este diseño a disposición de los auxiliares de laboratorio para su acompañamiento durante la ejecución por parte de los estudiantes. La guía de laboratorio debe ser suministrada por el docente a los estudiantes para su preparación mediante la elaboración de un pre informe, que implica actividades de investigación acerca de los conceptos claves y el procedimiento a realizar.

Durante la ejecución de la práctica de laboratorio deben estar presentes los tres actores principales: docente, auxiliar y estudiantes, cada uno cumpliendo con sus responsabilidades.

Al término de la práctica, los estudiantes deberán contar con las herramientas necesarias para diligenciar la guía y dar respuesta a interrogantes pertinentes al tema tratado, lo cual será consignado en un informe final, que también incluye el registro de lo observado y conclusiones. Debe ser entregado al docente para su evaluación y retroalimentación.

Los estudiantes tienen acceso a los servicios de los laboratorios para prácticas extra clase, siempre y cuando cuenten con autorización del auxiliar de laboratorio. Antes de desarrollar sus actividades deben diligenciar el formato “Registro de entradas y salidas de laboratorio” (Ver Anexo N).

En caso de que los usuarios necesiten hacer uso de los recursos de los laboratorios y/o extraerlos de las instalaciones, en horario diferente a la práctica, deberán diligenciar un formato de préstamo (Ver Anexo O), presentar y entregar temporalmente el carné, el cual se regresará al usuario una vez que

el equipo, herramientas y/o materiales sean entregados al auxiliar de laboratorio sin daño alguno.

El seguimiento al préstamo debe ser diario y estará a cargo del auxiliar del laboratorio, quien controlará las devoluciones y verificará el estado de cada recurso en el momento de la entrega. De no cumplir con sus deberes, el usuario estará sujeto a las sanciones establecidas en el Reglamento Interno para los laboratorios de la Facultad de Ingeniería.

Adicionalmente, en caso de pérdida o daño de los recursos, los usuarios deben llenar el formato específico para ello (Ver Anexo P), y restituir los recursos a más tardar al finalizar el semestre, de lo contrario le será cobrado por Dirección Financiera en el siguiente período académico.

4. DISEÑO DEL REGLAMENTO INTERNO PARA LOS LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

4.1. BENCHMARKING DE REGLAMENTOS DE LABORATORIO

La estructura del Reglamento Interno de los laboratorios de la Facultad de Ingeniería es producto de un proceso de benchmarking, en el cual se analizó y comparó el estado de la normatividad de los laboratorios de la Universidad Tecnológica de Bolívar con la reglamentación de los laboratorios de otras universidades reconocidas a nivel nacional e internacional por su calidad, con el fin de aprender de ello y adoptar los mejores aspectos que permitan enriquecer los procesos internos.

El benchmarking llevado a cabo fue secundario y externo, ya que se recopiló información de dominio público, a través de internet, sobre la reglamentación de los laboratorios de otras instituciones de educación superior.

A nivel local, se encuentra el Reglamento Laboratorios de Ingeniería de la Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, el cual tiene la finalidad de regular el uso de las instalaciones, equipos de dotación, reactivos y materiales en general, de los Laboratorios de Ingeniería.

El documento está estructura por capítulos pero no posee tabla de contenido. Establece las disposiciones generales, los deberes de los usuarios, las prohibiciones a éstos, los criterios para el uso de equipos de laboratorios, el horario de atención, las reglas de seguridad y las sanciones.

A nivel nacional se encuentra el Reglamento del funcionamiento de los laboratorios de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, el cual expone la misión y el objetivo del Laboratorio de Ciencias Naturales. Además, expresa la doble finalidad de los laboratorios de la Universidad: de facilitar el

aprendizaje por medio de la experimentación, observación y análisis sistemático de los fenómenos, y también la de crear bases sólidas para futuras investigaciones.

Establece los criterios a seguir en cuanto a programación de prácticas de laboratorio, movimientos de equipos, devoluciones, utilización de reactivos, vidriería y otros; los requisitos para tener el derecho a efectuar cualquier tipo de práctica, para obtener la aprobación de los pedidos de elementos y accesorios de los laboratorios; los causales para perder el derecho a las prácticas; las disposiciones para casos de daños, roturas o pérdidas de elementos. Adicionalmente, presenta las responsabilidades del profesor y monitores, y el servicio especial que se presta a alumnos que se encuentren realizando trabajos de tesis de grado.

La Universidad del Valle da inicio a su Reglamento de los Laboratorios haciendo las consideraciones pertinentes a su establecimiento. Define como su objetivo establecer los lineamientos que deben seguir los actores y usuarios de Laboratorios de la Universidad para fortalecer el desarrollo adecuado de las labores docentes, investigativas y de extensión.

Conceptualiza laboratorio como el *“lugar equipado con diversos instrumentos de medida o equipos donde se realizan ensayos y/o investigaciones diversas, según la rama de la ciencia a la que se dedique”*.¹³

Específicamente define las clases de laboratorio, sus objetivos, actividades y servicios que brinda, los usuarios, sus derechos y deberes, las funciones del personal de los laboratorios, los procedimientos adecuados a seguir para la creación, funcionamiento y cierre de laboratorios, las causales de sanciones

¹³ UNIVERSIDAD DEL VALLE. Reglamento de los Laboratorios. 2011. [Documento en internet] <http://gicuv.univalle.edu.co/Laboratorios/REGLAMENTO%20DE%20LABORATORIOS.doc> [Consulta: Abril de 2012]

para el personal y usuarios, el proceso de revisión y análisis de quejas, sus resoluciones y el proceso de mejora continuo.

Sus laboratorios se clasifican con base en la actividad a que está dirigida su labor experimental, así: de docencia, de investigación y de extensión. Establece el cumplimiento de las normas de seguridad industrial, higiene, salud ocupacional, bioseguridad y gestión ambiental por parte de los usuarios, para poder ingresar a los Laboratorios.

En la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja, se encuentra el Reglamento Interno de Laboratorios de Ingeniería Mecánica, el cual se estableció con el fin de que las acciones experimentales se desarrollen de manera segura y eficiente, además de hacer uso racional de los equipos e instalaciones. Inicia presentando la misión, visión y objetivo del Laboratorio y está compuesto por treinta y nueve (39) artículos, sin división por capítulos.

Dispone que todo usuario deba recibir capacitación en Seguridad Industrial y conocer el reglamento del laboratorio, antes de su primer ingreso. Además, será responsable por los daños ocasionados en los equipos, materiales, insumos e instalaciones, por mal uso o descuido.

El Reglamento determina que “el Coordinador y Auxiliar de Laboratorio serán los responsables de exigirle a los docentes, la entrega oportuna de las Guías de Laboratorio que soporten la realización de todas las actividades académicas, y que permitan planificar la preparación de cada práctica de laboratorio. Los profesores, por su parte, están comprometidos a difundir con antelación entre sus estudiantes las guías de cada actividad práctica a realizar. Esto con el fin de evitar el mal uso del material y de los equipos, así como el

*desperdicio de insumos, reactivos y consumibles en general*¹⁴. Y en este sentido específica el proceso de programación de las prácticas de laboratorio.

La Universidad de los Andes cuenta con un Reglamento General para Laboratorios y Talleres, el cual establece los lineamientos básicos que deben seguir los usuarios de laboratorios y/o talleres de la Universidad, con el propósito de garantizar en ellos procesos seguros, con riesgo mínimo para las personas y el medio ambiente.

Define las normas generales para el uso de los laboratorios, los usuarios y las responsabilidades de cada uno de éstos, así como las sanciones en caso de incumplimiento del reglamento, teniendo en cuenta la gravedad de la infracción.

El Reglamento Interno del Sistema Integral de los Laboratorios, SILAB, de la Universidad de la Guajira tiene la finalidad de regular el uso de las instalaciones, equipos de dotación, reactivos y materiales en general, de los Laboratorios que integran el SILAB, considerados como recursos de fundamental importancia para la formación académica y la práctica profesional e investigativa de los estudiantes y docentes de la institución.

Tiene nueve (9) capítulos, incluyendo los transitorios, donde enuncia las disposiciones: generales, de la organización, de la operación -que incluye las responsabilidades de los usuarios-, acerca de la higiene, seguridad y tratamiento de residuos, las prohibiciones, el uso del equipo de laboratorio, horario de atención y sanciones.

Internacionalmente, en la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México, el documento que

¹⁴ UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA. Reglamento Interno de Laboratorios de Ingeniería Mecánica. 2011. [Documento en internet] <http://www.ustatunja.edu.co/mecanica/images/documentos/Reglamentos/regl%20lab.pdf> [Consulta: Abril de 2012]

establece las reglas y normas necesarias para el cabal cumplimiento de las labores de docencia que impliquen trabajo de laboratorio, se llama Lineamientos para las buenas prácticas de los Laboratorios de Docencia. Contiene las disposiciones administrativas y académicas internas y operativas para el uso eficiente de las instalaciones, regular los servicios y garantizar la seguridad de los usuarios de los laboratorios.

Está compuesto por nueve (9) capítulos llamados, respectivamente: Del ámbito de competencia, De las disposiciones generales, De la organización y de los usuarios, De la seguridad de las instalaciones, Del otorgamiento de los servicios, De los equipos, materiales y reactivos, De las normas de conducta y seguridad para el trabajo en el laboratorio, Del manejo y disposición de residuos y residuos peligrosos, y De las disposiciones administrativas.

Define laboratorio como el *“espacio físico en donde se hacen los trabajos experimentales de índole técnica o científica, en apoyo a la función docente, y su utilización es exclusiva para el desarrollo de las prácticas y actividades afines”*¹⁵. Dispone que la realización de actividades en los laboratorios sea respaldada con manuales de práctica y establece como obligatorio el uso de bata durante toda la estancia en el laboratorio.

En términos generales, es un documento claro, explícito y concreto que abarca todos los ámbitos del uso de los laboratorios.

También en México se encuentra la Universidad Politécnica de Altamira, que cuenta con un documento llamado Lineamientos para el uso del laboratorio de ciencias básicas, el cual tiene como objetivo establecer las normas mínimas que se deberán observar dentro del laboratorio y con respecto al uso del

¹⁵ UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO. Lineamientos para las buenas prácticas de los Laboratorios de Docencia. 2010. [Documento en internet] http://www.archivos.ujat.mx/dacbiol/docencia/lineamientos/laboratorios_docencia.pdf [Consulta: Abril de 2012]

equipamiento e instalaciones del mismo, así como las medidas básicas de seguridad pertinentes.

En sus seis (6) capítulos establece las disposiciones: generales, de la naturaleza de las prácticas y del trabajo en el laboratorio, de la seguridad, de la organización de las prácticas, de las obligaciones y de las sanciones.

Define laboratorio como el *“espacio habilitado por la universidad para realizar prácticas de laboratorio y actividades de investigación, y expresa todos los artículos en función de la realización de las prácticas de laboratorio”*.¹⁶

Luego de haber recolectado datos acerca de la reglamentación a los laboratorios de diferentes universidades, es posible establecer diferencias entre lo obtenido y el marco normativo que posee la Universidad Tecnológica de Bolívar, con el cual debe haber completa coherencia.

La Universidad del Valle propone una estructura orgánica especial dirigida a los laboratorios, aspecto que no es posible aplicar en la UTB ya que entraría en conflicto con la estructura organizacional ya establecida. De igual manera presenta lineamientos para la disposición física de los laboratorios que no son extrapolables al contexto de la UTB por limitación de espacio físico, un ejemplo de esto es la distribución de las áreas del laboratorio en: oficina, baño y vestideros, cuarto de gases, cuarto de máquinas, área de operaciones. Tampoco se adopta la clasificación de los laboratorios con base en la actividad a que está dirigida su labor experimental. Se mantiene la categorización actual por programa académico al cual pertenece.

En cuanto a la estructura para la elaboración y presentación del reglamento, se elabora por capítulos para facilitar la búsqueda y ubicación de aspectos

¹⁶ UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE ALTAMIRA. Lineamientos para el uso del laboratorio de ciencias básicas. 2009. [Documento en internet] <http://www2.upalt.edu.mx/addline/images/000240nqc0np.pdf> [Consulta: Abril de 2012]

específicos y se presenta la tabla de contenido. Se incluye la definición de laboratorios que tiene la Universidad Tecnológica de Bolívar. Se definen los usuarios, las disposiciones generales y particulares a cada usuario, se establecen las normas de seguridad e higiene y las sanciones a las que da lugar el incumplimiento del reglamento.

Tabla 2. Benchmarking de reglamentos de laboratorios

BENCHMARKING DE REGLAMENTOS DE LABORATORIOS		
INSTITUCIÓN EDUCATIVA	DOCUMENTO	OBJETIVO
LOCAL		
Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco	Reglamento Laboratorios de Ingeniería	Regular el uso de los materiales y equipos de los Laboratorios de Ingeniería.
NACIONAL		
Universidad Jorge Tadeo Lozano Bogotá	Reglamento del funcionamiento de los laboratorios	Facilitar el aprendizaje por medio de la experimentación, observación y análisis sistemático de los fenómenos.
Universidad del Valle	Reglamento de los Laboratorios	Establecer los lineamientos que deben seguir los actores y usuarios de laboratorios para fortalecer el desarrollo adecuado de las labores docentes, investigativas y de extensión.
Universidad Santo Tomás Seccional Tunja	Reglamento Interno de Laboratorios de Ingeniería Mecánica	Desarrollar de manera segura y eficiente las acciones experimentales y hacer uso racional de los equipos e instalaciones.
La Universidad de los Andes	Reglamento General para Laboratorios y Talleres	Garantizar en los laboratorios procesos seguros, con riesgo mínimo para las personas y el medio ambiente.
Universidad de la Guajira	El Reglamento Interno del Sistema Integral de los Laboratorios	Regular el uso de las instalaciones, equipos de dotación, reactivos y materiales en general, considerados como recursos de fundamental importancia para la formación académica de la comunidad académica.
INTERNACIONAL		
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco México	Lineamientos para las buenas prácticas de los Laboratorios de Docencia	Establecer un uso eficiente de las instalaciones, regular los servicios y garantizar la seguridad de los usuarios de los laboratorios.
Universidad Politécnica de Altamira, México	Lineamientos para el uso del laboratorio de ciencias básicas	Establecer las normas mínimas que se deberán observar dentro del laboratorio y con respecto al uso del equipamiento e instalaciones.

Fuente: Autores del trabajo

4.2. ESTRUCTURA DEL REGLAMENTO

El reglamento interno para los laboratorios de la Facultad de Ingeniería comienza con una presentación general de la Universidad, la misión y visión de la Facultad de Ingeniería la cual es definida por los miembros que la conforman. Contiene artículos divididos en disposiciones generales, clasificación, prácticas de laboratorio, seguridad en los laboratorios, recursos de laboratorio, derechos de los usuarios, deberes de los usuarios, y por último, amonestaciones y/o sanciones.

Las disposiciones generales están basadas en las normas generales que se deben tener en cuenta en el uso de los laboratorios; la clasificación de los laboratorios según el programa académico al cual pertenecen; las prácticas de laboratorios que deberán seguir los lineamientos para su realización; la seguridad de los laboratorios en donde se velará por la protección del personal presente en las instalaciones de los laboratorios; los recursos de los laboratorios, los cuales los usuarios deben cuidarlos, mantenerlos y manipularlos de forma adecuada para la tenerlos en buen estado; los derechos y deberes que deben tener los usuarios para el cumplimiento de las normas que se reglamentan en el documento y por último, en caso de comportarse mal deberá regirse a las normas que se establecieron.

El contenido para el Reglamento Interno para los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería es el siguiente:

Presentación

1. Aspectos generales de la Facultad

1.1 Misión

1.2 Visión

2. Disposiciones generales

2.1 Clasificación

- 2.2 Prácticas de laboratorio
3. Seguridad en los laboratorios
4. Recursos de laboratorio
5. Derechos de los usuarios
6. Deberes de los usuarios
7. Amonestaciones y/o sanciones
8. Vigencia

4.3. REGLAMENTO INTERNO PARA LOS LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

El Reglamento Interno para los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería se realizó mediante un análisis descriptivo detallado de todos los laboratorios que son utilizados para el desarrollo de los cursos de pregrado de la facultad, se realizaron entrevistas a los auxiliares, docentes y estudiantes para generar un diagnóstico detallado de las necesidades de los laboratorios para la formación académica de los usuarios; en donde cada usuario de la comunidad académica opinó los procesos que debería tener los laboratorios para su cuidado y el adecuado funcionamiento que se le debe dar en sus instalaciones. En las entrevistas realizadas a los usuarios, se utilizaron preguntas que respondieran a las necesidades del trabajo de grado (Ver anexo Q).

Por medio del análisis detallado de los laboratorios y la opinión de la comunidad académica que hace uso de ellos, se concluyó que lo más importante es la estandarización de los procesos que llevan a cabo los actores que hacen uso de los laboratorios, con el fin de proteger y cuidar los recursos, e impartir una enseñanza íntegra en los usuarios de los laboratorios (Ver Anexo R).

5. RELACIÓN COSTO – BENEFICIO

La relación costo–beneficio del diseño del reglamento interno para los laboratorios de la Facultad de Ingeniería y los lineamientos para la elaboración de prácticas de laboratorio en los cursos de pregrado, se expresa en el análisis realizado sobre el costo del proyecto y los beneficios cualitativos que se obtendrán con la estandarización de los procesos que se llevan a cabo en los laboratorios de los programas de pregrado de la Facultad de ingeniería.

Para este análisis fue importante evaluar cada uno de los costos que implicaron la investigación detallada acerca de los laboratorios en general, y la existencia de normas en éstos. El costo de mayor influencia en el proyecto se relaciona con el tiempo que invirtió el equipo de trabajo en obtener información necesaria para el diagnóstico, con el fin de lograr un resultado eficiente.

Los beneficios que representa la realización del proyecto se verán reflejados en el favorecimiento de un ambiente seguro de cuidado de los laboratorios y uso eficiente de sus recursos, así como en la convivencia armónica entre los usuarios.

5.1. ESTRUCTURA DE COSTOS

Esta estructura presenta los costos en que se incurrió durante las etapas del diseño del reglamento interno para los laboratorios de la Facultad de Ingeniería y los lineamientos para la elaboración de prácticas de laboratorio en los cursos de pregrado, las cuales corresponden a diagnóstico, desarrollo y diseño final.

Tabla 3. Relación de costos del proyecto

DISEÑO DEL REGLAMENTO INTERNO PARA LOS LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y LINEAMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LOS CURSOS DE PREGRADO			
Fecha de Inicio		Mayo 2011	
Fecha de Finalización		Abril 2012	
Duración del trabajo de grado		11 meses	
CONCEPTOS	CANTIDAD	VALOR POR UNIDAD	TOTAL
Honorario de los analistas	4 meses (2011)	\$ 599.200	\$ 4.448.105
	3 meses (2012)	\$ 634.500	
	7 días (2012)	\$ 21.115	
Impresión de documentos (P/hoja)	390 hojas	\$ 250	\$ 97.500
Anillado y empastado de documentos	4 documentos	\$ 12.500	\$ 50.000
Otros gastos			\$ 200.000
TOTAL			\$ 4.795.605

Fuente. Autores del trabajo

El principal concepto que afectó los costos corresponde a los honorarios de los analistas, el cual se calculó tomando como base el salario mínimo mensual legal vigente a 2011 y 2012, y el tiempo invertido durante cada año a la realización del proyecto. Es así como de los once (11) meses que transcurrieron desde el inicio del proyecto hasta su finalización, se invirtió realmente en el diseño 70% del tiempo total, lo que equivale a:

- Cuatro (4) meses del año 2011, período en el que el salario mínimo era de \$535.600 pesos con el subsidio de transporte de \$63.600 pesos; para un costo total de \$2.396.800 pesos; y
- Tres (3) meses y siete (7) días del año 2012; cuando el salario mínimo corresponde a \$566.700 pesos con el subsidio de transporte de \$67.800 pesos; lo que corresponde a \$2.051.550 pesos.

Lo anterior, conlleva a un costo total de \$4.448.350 pesos, correspondientes al total de tiempo expresado en dinero, gastado por los analistas en la inspección, investigación y documentación del proyecto.

La impresión de los documentos incluye la entrega de la propuesta, anteproyecto y trabajo de grado final, en donde aproximadamente se imprimieron trescientas noventa (390) hojas, y cada impresión tuvo valor de \$250 pesos; adicionalmente el trabajo final se laminó y otro documento se empastó, costando en total \$50.000 pesos.

En otros gastos del proyecto se tienen en cuenta los materiales que se utilizaron para realizar el diagnóstico, como son lápices, hojas, tabla para la toma de datos, carpetas, etc.

5.2. BENEFICIOS RECIBIDOS

Los beneficios recibidos con el diseño del Reglamento Interno para los laboratorios de la Facultad de Ingeniería se orientan a la estandarización de los procesos llevados a cabo en los laboratorios, con el objetivo de proporcionar normas precisas para el uso de los mismos. De esta forma, se conseguirá:

- Optimizar el uso de los recursos de laboratorio; se logrará con la reglamentación que deberán tener los usuarios para utilizar de manera adecuada los materiales y equipos que brindan los laboratorios para el desarrollo de las prácticas.
- Generar un ambiente de confianza y seguridad; puesto que los usuarios deberán seguir normas de seguridad que permitirán preservar su integridad y las instalaciones.

- Promover el cuidado y sentido de pertenencia por los laboratorios y sus recursos; ya que todos tendrán el compromiso de seguir las reglas que buscan conservar los recursos y los laboratorios, lo que a su vez permitirá que los usuarios se sientan a gusto en las instalaciones y durante las prácticas de laboratorio.
- Mejorar constantemente la calidad de las prácticas de laboratorio, a través de un procedimiento conocido por todos los actores, y sujeto a actualizaciones, que permitirá aprovechar mejor el tiempo durante las prácticas y tener claridad desde el inicio hasta el final de esta actividad.
- Eliminar actividades que no agregan valor, como la búsqueda y espera por autorización o aprobación por parte de diferentes personas, lo que varía de un laboratorio a otro, por lo que se define un único responsable a donde dirigirse.
- Facilitar el control de procesos a través de la trazabilidad de la documentación, por lo cual los formatos que permiten el registro de actividades importantes dentro de los laboratorios (entradas y salidas, préstamos, daños o pérdidas) son vitales para controlar y hacer seguimiento a los procesos internos que se dan en éstos.

La Universidad Tecnológica de Bolívar, en su proceso de mejoramiento continuo, aspira certificar todas las unidades que hacen parte del Sistema de Gestión de la Calidad. La unidades de Bienestar Universitario, Biblioteca, Savio y el TIC (Tecnologica's International Center) ya cuentan con certificación ISO 9001:2008. Por el contrario, Prácticas Profesionales, Admisiones y Laboratorios no tienen este reconocimiento, puesto que hace falta documentación necesaria del proceso.

A través de la reglamentación de los laboratorios, y la documentación que ello genera, se busca la estandarización de procesos, agregar valor a la institución y generar beneficios para todos sus usuarios.

CONCLUSIONES

El diagnóstico realizado a los laboratorios dejó en evidencia la ausencia de una normatividad estandarizada para el uso de los recursos y los lineamientos para llevar a cabo las prácticas, impulsando la iniciativa de estandarizar los procesos en busca de beneficios para todos los usuarios y la Universidad.

El diseño del Reglamento Interno para los laboratorios de la Facultad permitió establecer disposiciones generales para el uso de las instalaciones y los recursos, normas acerca de la seguridad, definir los derechos y deberes de los usuarios, y las infracciones que son causales de amonestación o sanción según lo dispone el Reglamento Estudiantil de Pregrado.

Con relación a las prácticas de laboratorio, se especificaron los lineamientos a seguir en cuanto a programación, desarrollo y comprobación de aprendizaje. Este diseño operativo quedó plasmado en un procedimiento a través de las responsabilidades de los actores en la práctica. Adicionalmente, se establecieron normas para la estructura y presentación de los documentos como pre-informe, informe y guía de laboratorio, los cuales juegan un papel fundamental en el desarrollo de las prácticas, todo esto con el fin de unificarlas y simplificarlas, de tal manera que sea conveniente y benéfico para los actores de las prácticas.

La estandarización de los procesos de los laboratorios, dentro de un ciclo de mejoramiento continuo, tiene por objetivo proporcionar normas precisas para el uso de los laboratorios que permitan mejorar constantemente la calidad de las prácticas, por ello se considera motor de la innovación e incentivo para la creatividad de los actores, ya que los impulsa a buscar mejores maneras de hacer las cosas. Sus beneficios se verán reflejados en el favorecimiento de un ambiente seguro de cuidado de los laboratorios y uso eficiente de sus recursos, así como en la convivencia armónica entre los usuarios.

Cabe resaltar que el proyecto tuvo buena aceptación entre los usuarios entrevistados, de quienes se obtuvo la más valiosa colaboración.

BIBLIOGRAFÍA

CRUZ, Juan; VALENCIA, José. La formación práctica del ingeniero electrónico en el laboratorio. En: Revista Científica Guillermo de Ockham. Cali: Universidad de San Buenaventura. Enero-Junio, 2005, vol. 3, no. 1, p. 115-130.

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICO COMFENALCO. Reglamento laboratorios de Ingeniería. [Documento en internet] <http://www.tecnologicocomfenalco.edu.co/galeria/18/docs/reglamentos/RLABORATORIOS.pdf> [Consulta: Marzo de 2012]

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio, Enseñanza de las Ciencias. 1994. p. 299-313

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Trabajos escritos: presentación y referencias bibliográficas. NTC 5613. Bogotá D.C.: Contacto Gráfico Ltda., 2008.

MONTES, Willer. Prácticas de Laboratorio en Ingeniería: una estrategia efectiva de aprendizaje. En: Colombia. Actas Pedagógicas. 2005. vol. 3, fasc. 11, p. 82-90.

UNIVERSIDAD DE LA GUAJIRA. Reglamento Interno del Sistema Integral de los Laboratorios. 2010. [Documento en internet] http://www.uniguajira.edu.co/unigua/hermesoft/portal/home_1/rec/arc_2630.pdf [Consulta: Abril de 2012]

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. Reglamento General para Laboratorios y Talleres. Mayo, 2009. [Documento en internet] http://mecnica.uniandes.edu.co/recursos/documentos/Laboratorios/Reglamento_Laboratorios2010.pdf [Consulta: Abril de 2012]

UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN. Reglamento. Centro de Laboratorios. [Documento en internet] <http://www.udem.edu.co/UDEM/Servicios/CentroDeLaboratorios/reglamento.htm> [Consulta: diciembre de 2011]

UNIVERSIDAD DEL VALLE. Reglamento de los Laboratorios. 2011. [Documento en internet] <http://gicuv.univalle.edu.co/Laboratorios/REGLAMENTO%20DE%20LABORATORIOS.doc> [Consulta: Abril de 2012]

UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO. Lineamientos para las buenas prácticas de los Laboratorios de Docencia. Enero, 2010. [Documento en internet]. http://www.archivos.ujat.mx/dacbiol/docencia/lineamientos/laboratorios_docencia.pdf [Consulta: Abril de 2012]

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE ALTAMIRA. Lineamientos para el uso del laboratorio de ciencias básicas. Octubre, 2009. [Documento en internet] <http://www2.upalt.edu.mx/addline/images/000240nqc0np.pdf> [Consulta: Abril de 2012]

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA. Reglamento Interno de Laboratorios de Ingeniería Mecánica. 2011. [Documento en internet] <http://www.ustatunja.edu.co/mecanica/images/documentos/Reglamentos/regl%20lab.pdf> [Consulta: Abril de 2012]

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR. Estatuto Orgánico. Cartagena: 2009. p. 54.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR. Modelo Pedagógico. [Documento en internet]. http://www.unitecnologica.edu.co/sites/default/files/4-Modelo_pedagogico.pdf [Consulta: Febrero de 2012]

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR. Plan de desarrollo estratégico y prospectivo al 2015. Cartagena: 2011. p. 18.

Ibíd., p. 14.

Ibíd., p. 19.

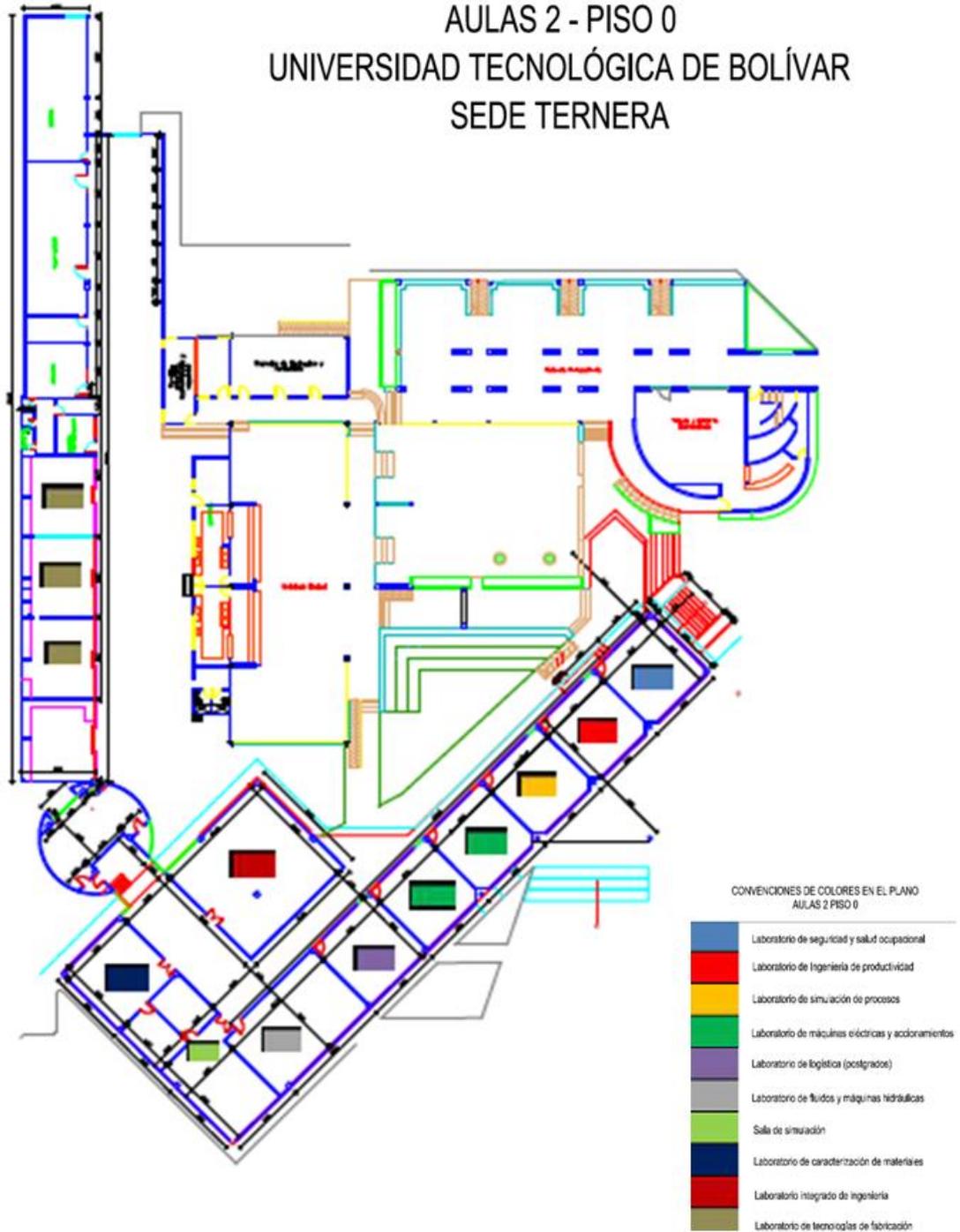
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR. Reglamento Estudiantil de Pregrado. Cartagena: 2006. p. 4.

Anexos



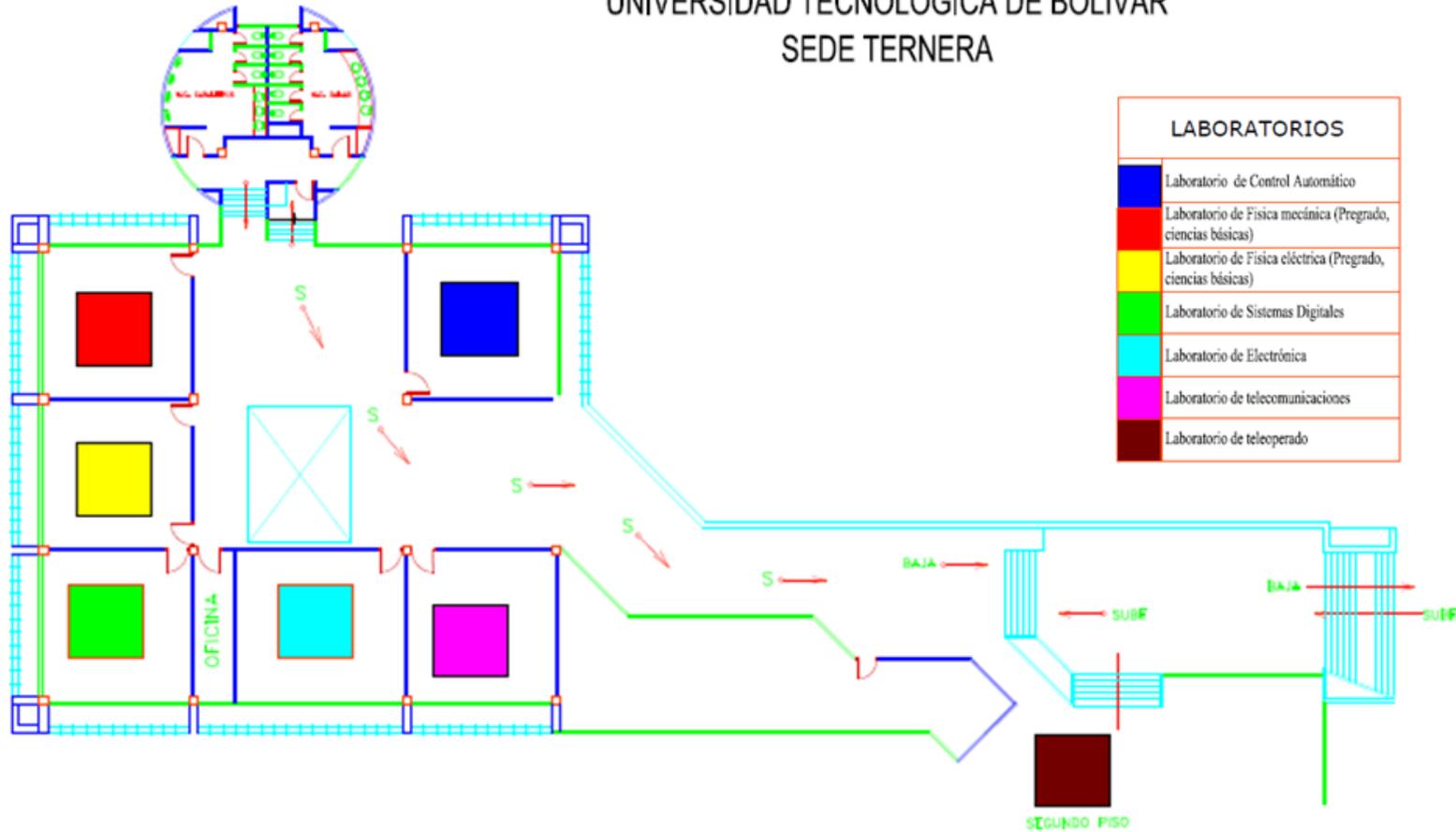
Anexo A. Edificio de Aulas 2 (A2), Nivel inferior

AULAS 2 - PISO 0 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR SEDE TERNERA



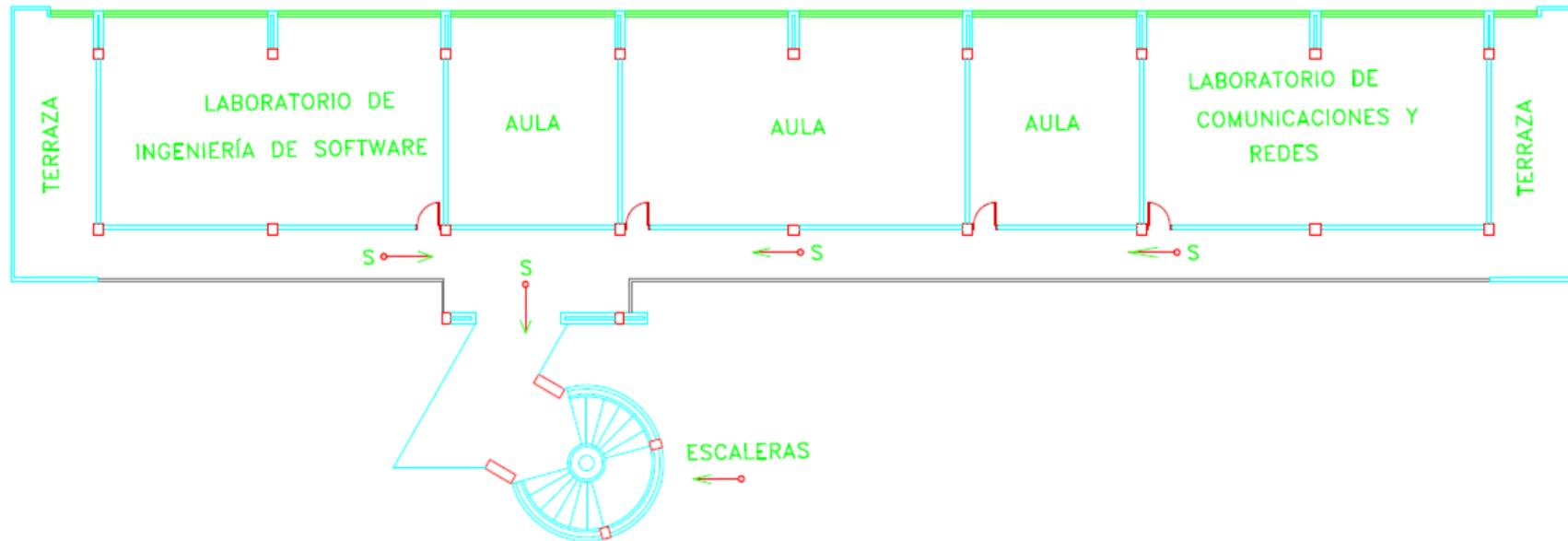
Anexo B. Edificio de Aulas 2 (A2), Primer nivel

AULAS 2 - PISO 1
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
SEDE TERNERA



Anexo C. Edificio de Aulas 1 (A1), Cuarto nivel

AULAS 1 - PISO 4
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
SEDE TERNERA



Anexo D. Documentos laboratorio de Resistencia de Materiales



LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

GUÍA PARA LA PRÁCTICA DE COMPRESIÓN EN METALES

**FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA
CARTAGENA DE INDIAS D. T. y C.**

2011

ENSAYO DE COMPRESIÓN EN METALES

1. OBJETIVOS

1.1. Objetivo general

Analizar el comportamiento de distintos materiales bajo carga de compresión uniáxica y determinar así sus propiedades mecánicas.

1.2. Objetivos específicos

- Adquirir habilidades en la interpretación de gráficas de Esfuerzo contra deformación unitaria en los ensayos de compresión.
- El estudiante debe mencionar dos más.

2. GENERALIDADES

Este ensayo se basa en la aplicación de una carga de compresión axial en los extremos de una probeta cilíndrica, lo cual produce una reducción en su longitud (figura 1.). Las probetas quedan limitadas a una longitud tal que el pandeo no influye en el ensayo.

Existen varias limitaciones para la realización de ensayo buscando obtener una deformación verdaderamente uniáxica en la probeta:

- La dificultad en aplicar una carga verdaderamente concéntrica o axial.
- El carácter relativamente inestable de este tipo de carga en contraste con la carga de tensión. Existe siempre una tendencia al establecimiento de esfuerzos flexionantes.
- La fricción entre los apoyos de la máquina y los extremos de la probeta, debido a la expansión lateral de ésta, puede alterar considerablemente los resultados del ensayo.
- Las áreas seccionales, relativamente mayores, de las probetas, para obtener un grado apropiado de estabilidad de la misma.

- Los extremos de la probeta deben ser planos y perpendiculares al eje de la probeta, a lo largo del cual se aplica la carga.



Figura 1. Probeta sometida a compresión

El uso de los ensayos de tensión y compresión no está limitado a la determinación de las propiedades del material en forma de probetas estandarizadas. Los ensayos de tamaño real de componentes estructurales se realizan comúnmente. La variedad de las piezas elaboradas y los miembros de tamaño real, a los cuales los ensayos de tensión y compresión pueden aplicarse es muy amplia. En muchos casos, los ensayos de esta clase son esencialmente iguales a los realizados con probetas estandarizadas. Por ejemplo, se usan aparatos y procedimientos de ensayos más o menos normalizados para determinar las propiedades de tramos seleccionados de alambre, varilla, tubería, barras de refuerzos, fibras, telas, cordeles y cables de alambre, en tensión; y ladrillo, azulejos, bloques para mampostería y ciertos tipos de fundiciones metálicas, en compresión.

El aspecto importante de otros ensayos de tamaño real es la duplicación, tan aproximada como sea posible de las condiciones de carga de servicio y la observación del desarrollo de las debilidades locales, así como de las cargas críticas.

Algunas de las piezas de tamaño real, sobre las cuales se realizan ensayos, con alguna frecuencia pueden mencionarse: barras tensoras, cadenas y ganchos para anclas, palancas y articulaciones remachadas y soldadas, en tensión; tubería de hierro fundido y de concreto, pilares compuestos, pedestales, columnas y secciones murales, en compresión.

Para obtener un esfuerzo uniforme en la probeta de compresión, una sección circular es preferible a otras formas. Sin embargo, es también posible utilizar probetas de sección cuadrada o rectangular.

Las probetas para ensayos de compresión en materiales metálicos se muestran en la figura 2. Las probetas cortas son para usarse con metales antifricción, las de longitud mediana para uso general y las largas para ensayos que determinen el módulo de elasticidad.

El esfuerzo axial σ en el espécimen de prueba (probeta) se calcula dividiendo la carga P entre el área de la sección transversal A :

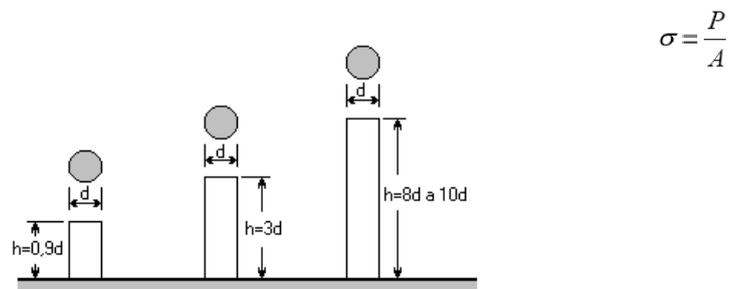


Figura 2. Probetas para ensayo de compresión en metales

Cuando en este cálculo se emplea el área inicial de la probeta, el esfuerzo resultante se denomina *esfuerzo nominal* (esfuerzo convencional o esfuerzo de ingeniería). Se puede calcular un valor más exacto del esfuerzo axial, conocido como *esfuerzo real*, al utilizar el área instantánea de la sección transversal de la probeta.

La deformación unitaria axial o nominal (ϵ), se determina a partir del acortamiento δ de la probeta al dividir entre la longitud inicial de la misma, L_0 :

$$\epsilon = \frac{\delta}{L_0}$$

Por otro lado, la ductilidad de un material a compresión puede caracterizarse por su acortamiento total y por el aumento de área en la sección transversal:

$$\%Elongación = \frac{L_o - L_f}{L_o} \times 100$$

donde L_o es la longitud inicial y L_f es la longitud final de la probeta. El incremento porcentual de área se define como sigue:

$$\%R_A = \frac{A_f - A_o}{A_o} \times 100$$

donde A_o es el área original de la sección transversal y A_f es el área final. En este ensayo las propiedades usualmente determinadas son: la resistencia a la fluencia, la resistencia a la compresión, la ductilidad y el módulo de elasticidad del material ensayado.

3. MATERIAL Y EQUIPO A UTILIZAR

- Máquina universal de ensayos.
- Aditamentos para ensayos a compresión.
- Calibrador.
- Probetas metálicas.

4. PROCEDIMIENTO

- Mida el diámetro y longitud de cada una de las probetas y anótelos en la tabla 1.
- Coloque la probeta centrada en los platos de compresión de la maquina universal. Previamente las caras de las probetas deben ser recubiertas con grasa.
- A través del software de control, programe la maquina universal para ejecutar un ensayo de compresión.
- Ejecute el ensayo.
- Retire la probeta de la máquina y proceda a colocar una nueva, repitiendo el procedimiento antes descrito.

5. ACTIVIDADES A REALIZAR

- De acuerdo a la velocidad de aplicación de carga, ¿cómo se clasifican los ensayos mecánicos?
- Compare las curvas esfuerzo-deformación para cada uno de los materiales ensayados. Haga una descripción del comportamiento de cada una de ellas.
- Determine el módulo de elasticidad en cada uno de los materiales ensayados con ayuda de la respectiva gráfica. Analice y Compare
- En el caso de material metálico determine el esfuerzo de fluencia utilizando la regla de 0.2%.
- Determine la resistencia a la fluencia en compresión en el material metálico ensayado. Analice y compare

TABLA 1. Medidas de las probetas

MATERIAL	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	A (mm²)
ACERO			
ALUMINIO			



LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

GUÍA PARA LA PRÁCTICA DE IMPACTO EN METALES

**FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA
CARTAGENA DE INDIAS D. T. y C.**

2011

ENSAYO DE IMPACTO EN METALES

INTRODUCCIÓN. *El estudiante debe expresar con sus propias palabras, el contenido del presente informe, la importancia del mismo y alguna apreciación personal.*

1. OBJETIVOS

1.1. Objetivo general.

Analizar el comportamiento de distintos materiales al ser sometidos a cargas de impacto.

1.3. Objetivos específicos

- Calcular la Resiliencia en cada uno de los materiales ensayados.
- Comparar el comportamiento de distintos materiales en cuanto a la capacidad para absorber energía

2. GENERALIDADES

La propiedad de un material en relación con el trabajo requerido para causar la ruptura ha sido designada como resiliencia. La resiliencia depende fundamentalmente de la resistencia y la ductilidad del material.

En el diseño de muchos tipos de estructuras y máquinas que deben recibir cargas de impacto, la meta es proveer margen para la absorción de tanta energía como sea posible, a través de la acción elástica y luego confiar en alguna clase de contención para disiparla.

Se da el nombre de resiliencia, en el ensayo dinámico, a la energía consumida para romper la probeta, que se expresa en Kg.m/cm^2 ó Lb.ft/plg^2 , según la

máquina que se utilice, considerándose como sección la correspondiente a la probeta en el lugar donde se encuentra la entalla.

La resiliencia (Re) se determina dividiendo la energía absorbida en el ensayo por la sección de la probeta en la zona de rotura:

$$Re = \frac{\text{Energía Absorbida}}{\text{Área de Rotura}}$$

El ensayo más comúnmente utilizado es el método Charpy, el cual emplea el principio del péndulo para la aplicación de la carga (ver figura 1). Normalmente se utilizan pequeñas probetas con entallas estandarizadas como se muestra en la figura 2. El estudiante debe estudiar este tipo de ensayo por la bibliografía recomendada.

El efecto de un golpe depende, en general, tanto de la masa de las partes que reciben el golpe como de la energía y la masa del cuerpo golpeante. Las partes principales de una máquina de impacto, pendular y de un solo golpe (figura 1), son: (1) una masa móvil, cuya energía cinética es suficiente para causar la ruptura de la probeta colocada en su camino; (2) un apoyo sobre el cual se coloca la probeta para recibir el impacto, y (3) un medio para medir la energía residual de la masa móvil después de que la probeta ha sido rota. Para indicar el balanceo del péndulo en la máquina Charpy después de que la probeta ha sido rota, un brazo fijado al péndulo mueve un señalador de fricción sobre un arco graduado en grados o en Kgf-m.

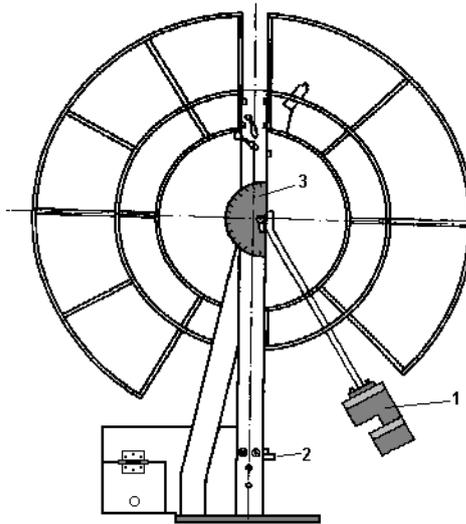
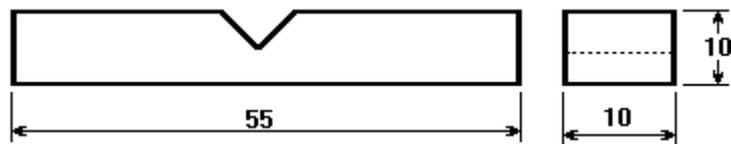


Figura 1. Máquina para ensayo de impacto



Medidas en milímetro

Figura 2. Probetas para ensayo Charpy

El péndulo es elevado hasta la posición más alta y sostenido por un tope ajustado para dar una altura de caída constante a todos los ensayos. Luego se le suelta y permite caer, fracturando la probeta.

En su movimiento ascendente, el péndulo lleva el indicador de fricción sobre una escala semicircular graduada en grados o en Kgf-m.

3. MATERIALES Y EQUIPOS A UTILIZAR

- Péndulo Charpy (Figura 1).
- Probetas de distintos materiales, una de acero y otra de Hierro fundido gris
- Calibrador.
- Termómetro.

4. PROCEDIMIENTO

- Tomar las medidas de las probetas a ensayar.
- Colocar el péndulo en la posición de energía potencial máxima, asegurándolo en dicha posición.
- Colocar la primera probeta en la base del péndulo, en el yunque, de modo que el percusor golpee la parte opuesta a la entalla.
- Liberar el péndulo mediante la respectiva palanca.
- Una vez que el péndulo actúa sobre la probeta detener su movimiento en el camino de regreso y asegurarlo, con mucho cuidado, en su posición inicial para evitar vibraciones que puedan alterar la lectura del indicador.
- Tomar la lectura del indicador (energía absorbida, E_A) y registrarla en la Tabla 1.
- Repetir el mismo procedimiento para cada probeta, teniendo en cuenta que se debe verificar la graduación de la máquina cada vez que se cambie de material.
- A partir de los datos obtenidos calcular la energía absorbida y la resiliencia de cada probeta.

5. ACTIVIDADES A REALIZAR

- Mencione tres factores que influyen en la Resiliencia de un material.
- ¿Depende la Resiliencia de la temperatura? Explique.
- ¿Qué influencia tiene el % de carbono del acero al carbono en la Resiliencia
- ¿Porqué las probetas deben estar estandarizadas en dimensiones para el ensayo de impacto?
- Calcule la resiliencia de cada material. Re
- ¿A qué se deben las diferencias en el comportamiento de los materiales ensayados? Explique.

- ¿Cómo habrán de cambiar los resultados obtenidos si estos ensayos se efectúan a temperatura de 60 °C? Explique.

Tabla 1. Datos registrados y calculados.

Material	Área(cm²)	E_A (Kgf-m)	R_E (Kgf-m)
Acero			
Hierro			
Aluminio			

6. BIBLIOGRAFÍA

- La Ciencia e Ingeniería de los Materiales / Donal R. Askeland, 1985
- Ciencia de Materiales para Ingeniería / Peter A. Thorton, 1987
- Fundamentos de la Ingeniería de Materiales/ Williams F. Smith., 1993.
- Metalurgia física. Estructura y Propiedades/ José A. Pero-Zanzelorz, 1992.
- Engineering Material. Properties and selection/ Kennet Budinski, 1992.
- Metalografía/ tomo I y II/ Guliaev A. P./ Moscú: Ed. Mir, 1978.
- Resistencia de Materiales /Stiopin P. A. / Ed. Mir. 1985.



LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

GUÍA PARA LA PRÁCTICA DE TRACCIÓN EN METALES

**FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA
CARTAGENA DE INDIAS D. T. y C.**

2011

ENSAYO DE TRACCIÓN EN METALES

INTRODUCCIÓN. *El estudiante debe expresar con sus propias palabras, el contenido del presente informe, la importancia del mismo y alguna apreciación personal.*

1. OBJETIVOS

1.1. Objetivo general

Analizar el comportamiento de diversos materiales metálicos al ser sometidos a un esfuerzo de tensión uniaxial.

1.2. Objetivos específicos

Calcular la resistencia a la tracción de cada uno de los materiales ensayados.

El estudiante debe mencionar tres objetivos específicos más. Ver actividades a realizar.

2. GENERALIDADES

El ensayo se realiza en una Máquina Universal (figura 1.1) y la operación consiste en someter una probeta (ver figura 1.2) a una carga monoaxial gradualmente creciente (es decir, estática) hasta que ocurra la falla.

Las probetas para ensayos de tensión se fabrican en una variedad de formas. La sección transversal de la probeta puede ser redonda, cuadrada o rectangular. Para la mayoría de los casos, en metales, se utiliza comúnmente una probeta de sección redonda. Para láminas y placas usualmente se emplea una probeta plana.



Figura 1. Máquina Universal de ensayos

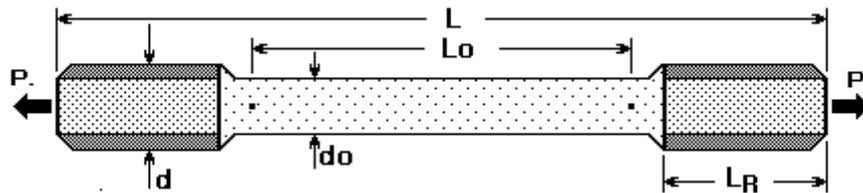


Figura 2. Probeta para ensayo de tracción

La transición del extremo a la sección reducida debe hacerse por medio de un bisel adecuado para reducir la concentración de esfuerzos causados por el cambio brusco de sección.

El esfuerzo axial σ en el espécimen de prueba (probeta) se calcula dividiendo la carga P entre el área de la sección transversal (A):

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Cuando en este cálculo se emplea el área inicial de la probeta, el esfuerzo resultante se denomina esfuerzo nominal (esfuerzo convencional o esfuerzo de ingeniería). Se puede calcular un valor más exacto del esfuerzo axial, conocido como esfuerzo real.

La deformación unitaria axial media se determina a partir del alargamiento medido " δ " entre las marcas de calibración, al dividir δ entre la longitud calibrada L_0 . Si se emplea la longitud calibrada inicial se obtiene la deformación unitaria nominal (ϵ).

$$\epsilon = \frac{\delta}{L_0}$$

Después de realizar una prueba de tensión y de establecer el esfuerzo y la deformación para varias magnitudes de la carga, se puede trazar un diagrama de esfuerzo contra deformación. Tal diagrama es característico del material y proporciona información importante acerca de las propiedades mecánicas y el comportamiento típico del material.

La relación lineal entre el esfuerzo y la deformación puede expresarse mediante la ecuación $\sigma = E\varepsilon$, donde E es una constante de proporcionalidad conocida como el módulo de elasticidad del material. El módulo de elasticidad es la pendiente del diagrama esfuerzo-deformación en la región linealmente elástica y su valor depende del material particular que se utilice.

La ecuación $\sigma = E\varepsilon$ se conoce comúnmente como **ley de Hooke**.

La elongación porcentual se define como sigue:

$$\text{Elongación} = \frac{L_f - L_o}{L_o} (100) \quad ,$$

donde L_o es la longitud calibrada original y L_f es la distancia entre las marcas de calibración al ocurrir la fractura.

La reducción porcentual de área mide el valor de la estricción que se presenta y se define como sigue:

$$R_A = \frac{A_o - A_f}{A_o} (100),$$

donde A_o es el área original de la sección transversal y A_f es el área final en la sección de la fractura.

Los materiales que fallan en tensión a valores relativamente bajos de deformación unitaria se clasifican como materiales frágiles.

En este ensayo las propiedades usualmente determinadas son: La resistencia a la cedencia (punto de cedencia), la resistencia a la tensión, la ductilidad (El

alargamiento y la reducción de área), el módulo de elasticidad y el tipo de fractura.

3. MATERIAL Y EQUIPO A UTILIZAR

- Máquina Universal (Figura 1.1).
- Aditamentos para el ensayo de tracción.
- Calibrador
- Marcador de trazo fino
- Pinzas, destornillador.
- Probetas metálicas.

4. PROCEDIMIENTO

- Prepare la máquina para ensayos a tracción. Encienda y espere 15 minutos hasta su calentamiento normal.
- Tome las dimensiones necesarias de las probetas a ensayar según tabla 1.1. Haga marcas en la zona de trabajo de la probeta, precisando L_0 (longitud calibrada)
- Monte la probeta en las mordazas de la máquina, con el apoyo del auxiliar del laboratorio.
- Ajuste en cero el sistema en carga y deformación
- Programe el ensayo automático utilizando el software del equipo
- Inicie el ensayo con aplicación lenta y gradual de la carga hasta que se presente la rotura.
- Observe durante el ensayo el indicador instantáneo de carga y trate de apreciar si existe fluencia física, con la detección o reducción de la rapidez de cambio de la carga en un corto período de tiempo. Anote el valor de fuerza observado
- Una vez rota la probeta y extraída de las mordazas, enfrente las partes rotas y determine L_f y el diámetro final en la zona de rotura d_f (para obtener A_f). Complete los datos de la tabla 1.1.

- Coloque una nueva probeta en la máquina y repita el ensayo.

5. ACTIVIDADES A REALIZAR

5.1. Antes de la práctica

- Clases de fracturas en materiales metálicos sometidos a tracción (Realice gráficas).
- Características del diagrama esfuerzo-deformación para materiales frágiles (Realice la gráfica). Compare con el diagrama para materiales dúctiles.
- ¿Influye la velocidad de aplicación de la carga en los ensayos? Explique.

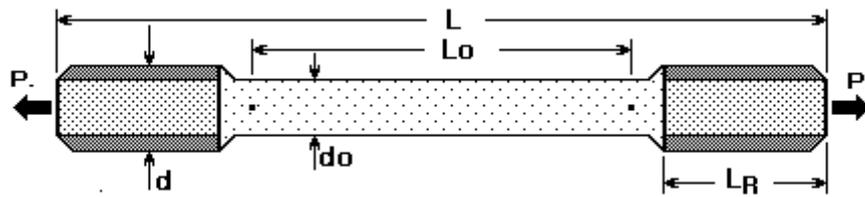
5.2. Otras

- Mencione tres objetivos específicos.
- Registre en la tabla 1.1 los datos de acuerdo con el procedimiento.
- ¿Influye la temperatura en los resultados de las pruebas de tracción? Explique.
- Describa el maquinado realizado en el taller de la UTB. para la obtención de las probetas a ensayar.
- ¿Cómo influye el % de carbono en las propiedades del acero?
- Calcule la ductilidad de cada uno de los materiales ensayados. Analice y compare.
- Calcule el módulo de elasticidad a cada uno de los materiales ensayados. Analice y compare.
- Compare los valores hallados para los módulos de elasticidad con los tabulados. Halle porcentaje de error y explique.
- ¿Qué clase de fractura presentaron los materiales ensayados?

Nota: Los valores de las propiedades a determinar se deben calcular para cada una de las probetas ensayadas y luego obtener el promedio de acuerdo a la cantidad de probetas.

Tabla 1.1. Medidas de las probetas

MATERIAL	L (mm)	d (mm)	L _R (mm)	L ₀ (mm)	d ₀ (mm)	d ₀ (Prom) (mm)	AREA (mm ²)





LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

GUÍA PARA LA PRÁCTICA DE FLEXIÓN EN METALES

**FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA
CARTAGENA DE INDIAS D. T. y C.**

2011

ENSAYO DE FLEXIÓN EN METALES

INTRODUCCIÓN. *El estudiante debe expresar con sus propias palabras, el contenido del presente informe, la importancia del mismo y alguna apreciación personal.*

1. OBJETIVOS

1.1. Objetivo general

Analizar el comportamiento de un metal sometido a carga flexionante.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar el máximo esfuerzo que puede soportar un metal cuando está sometido a cargas que le producen flexión.
- Analizar la deflexión de una viga debido a cargas flexionantes.

El estudiante debe mencionar tres objetivos específicos más. Ver actividades a realizar.

2. GENERALIDADES

Una viga es un miembro estructural o una parte de una máquina que soporta cargas transversales (perpendiculares al eje). La mayor parte de las vigas se colocan en una posición horizontal y las fuerzas actúan verticalmente sobre ellas. Ejemplos de vigas son las viguetas para el piso y para el techo, travesaños, etc.

Las vigas se clasifican de acuerdo con la forma en la cual se apoyan. Algunos de los tipos más comunes de vigas se muestran en la figura 1.

a) Viga en voladizo: es una viga que tiene un extremo fijo.

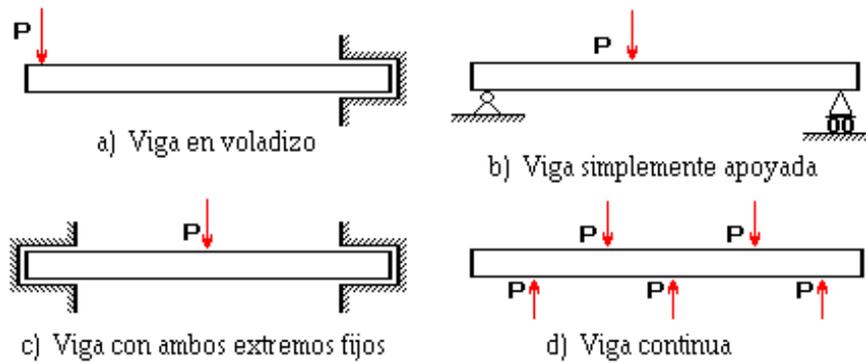


Figura 1. Tipos de vigas

- b) Viga simplemente apoyada: es una viga que está apoyada en cada extremo.
- c) Viga con ambos extremos fijos (estáticamente indeterminada).
- d) Viga continua: es una viga que se apoya en más de dos puntos.

Hay dos tipos de carga que se aplican muy comúnmente en las vigas: cargas concentradas o puntuales y cargas uniformemente distribuidas.

Una carga concentrada se extiende sobre una longitud muy corta de la viga y en los cálculos se considera que actúa sobre un punto (figura 2).

a) Una carga uniformemente distribuida es aquella en la cual la carga se distribuye sobre una longitud determinada o sobre la longitud total de la viga. El peso de una viga es un ejemplo de una carga uniformemente distribuida. La carga se representa como se muestra en la (figura 2).

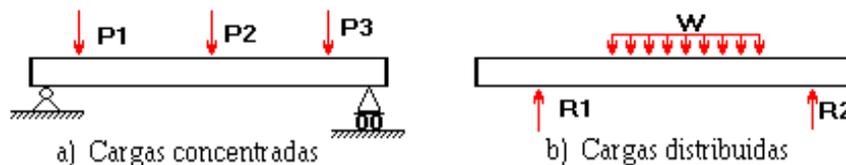


Figura 2. Clases de cargas

El momento de una fuerza con respecto a un punto o un eje se define como la tendencia de la fuerza a causar una rotación alrededor del punto o del eje. Si un cuerpo está en equilibrio bajo la acción de varias fuerzas, la suma de todos los momentos de esas con respecto a cualquier punto es igual a cero.

El ensayo de flexión consiste en someter una probeta de sección circular, rectangular o cuadrada, a una carga única situada en su punto medio. Esta carga debe aplicarse en forma continua, lenta y gradualmente (figura 3).

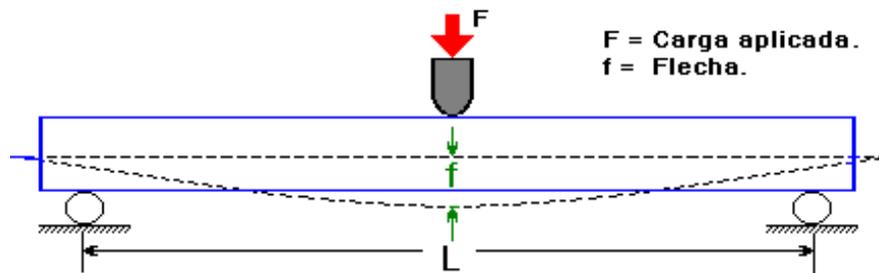


Figura 3. Probeta sometida a flexión

La prueba de flexión sirve para determinar:

- La flecha elástica bajo una carga dada.
- La carga correspondiente a una determinada flecha.
- La flecha correspondiente a la carga máxima aplicada durante la prueba.

Al realizar la prueba podemos comparar los valores de la flecha dados por la máquina con los calculados por la fórmula:

$$f = \frac{1}{48} \cdot \frac{FL^3}{EI}$$

donde E es el módulo de elasticidad e I es el momento de inercia de la sección transversal respecto al eje neutro. **Esta expresión se cumple sólo hasta el límite elástico.**

El ensayo de flexión permite determinar la curva de *flecha contra carga aplicada*, la cual es reportada por la máquina universal de ensayos.

El esfuerzo de flexión es el esfuerzo normal que se presenta en la sección recta de una viga cuando ésta se somete a cargas transversales; viene dado por la expresión:

$$\sigma_f = \frac{M}{S}$$

Donde σ_f es el esfuerzo de flexión, M es el momento flector y S es el módulo de la sección transversal respecto al eje neutro.

El plano neutro es la zona del material que no sufre deformación por no estar sometida a esfuerzos normales.

El máximo esfuerzo de flexión se calcula en el límite elástico, teniendo en cuenta la gráfica “caga contra flecha”, arrojada por la máquina.

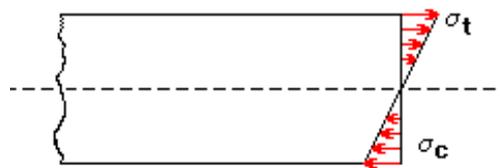


Figura 4. Distribución de esfuerzos

σ_t = Esfuerzos normales de tracción

σ_c = Esfuerzos normales de compresión

Para una probeta con sección rectangular:

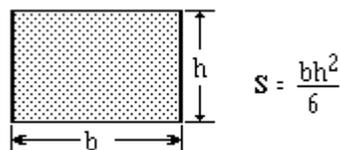


Figura 5. Sección de probeta rectangular

3. MATERIAL Y EQUIPO A UTILIZAR

- Máquina universal (ver figura 6)

- Apoyos para probeta
- Probetas metálicas.

4. PROCEDIMIENTO

- 4.1. Tome las medidas a las probetas y anótelas en la Tabla 1.
- 4.2. Tome la distancia (d) entre los puntos de apoyo y anótelas en la tabla 1.
- 4.3. Coloque la probeta centrada en los apoyos.
- 4.4. Accione la máquina hasta que haga contacto con la probeta.
- 4.5. A través del software de control, programe la máquina universal para ejecutar un ensayo de flexión en tres puntos.
- 4.6. Ejecute hasta sobrepasar el límite elástico.
- 4.7. Retire la probeta de la máquina y proceda a colocar una nueva, repitiendo el procedimiento antes descrito.



Figura 6. Máquina Universal de ensayos

5. ACTIVIDADES A REALIZAR

- 5.1. En qué consisten y para qué se utilizan las curvas de momento flector y cortante en una viga?
- 5.2. Cite ejemplos de piezas de maquinaria que trabajan como una viga (gráficas).
- 5.3. Determine la resistencia a la flexión para cada uno de los materiales ensayados.
- 5.4. Calcule el módulo de elasticidad para cada uno de los materiales ensayados. Compare con valores encontrados en la literatura y explique las diferencias.

5.5. Determine varios valores de deflexión (flecha) y compare con los arrojados por la máquina. Analice, compare y comente

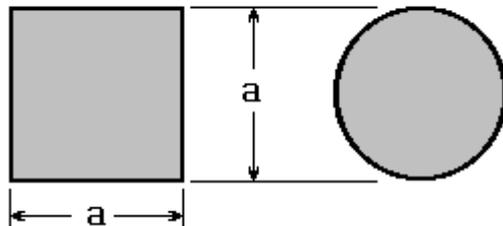
5.6. Mencione tres objetivos específicos.

5.7. Registre en las tabla 1 los datos medidos de acuerdo con el procedimiento.

TABLA 1. Medida de las probetas

MATERIAL	L (mm)	Base(mm)	d(mm)	Altura (mm)	A (mm²)

5.8. Dos vigas de igual longitud y secciones mostradas están sometidas a idénticas condiciones de carga, cuál soportará mayor carga a flexión y porqué.



6. CÁLCULOS TIPO

7. RECOMENDACIONES U OBSERVACIONES

8. CONCLUSIONES

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

GUÍA PARA LA PRÁCTICA DE COMPRESIÓN EN CONCRETO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA
CARTAGENA DE INDIAS D. T. y C.**

2011

ENSAYO DE COMPRESIÓN EN CONCRETO

INTRODUCCIÓN. *El estudiante debe expresar con sus propias palabras, el contenido del presente informe, la importancia del mismo y alguna apreciación personal.*

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo General

El objetivo principal del ensayo consiste en determinar la máxima resistencia a la compresión de un cilindro de muestra de un concreto frente a una carga aplicada axialmente.

1.2 Objetivos específicos

- Determinar el módulo de elasticidad del concreto
- Determinar la resistencia última del concreto ensayado

2. MATERIALES Y EQUIPOS

- Cilindro de concreto de longitud de 30cm con diámetro de 15cm.
- Maquina universal de ensayo.
- Flexómetro

3. GENERALIDADES.

La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica principal del concreto, dada la importancia que reviste esta propiedad, dentro de una estructura convencional de concreto reforzado, la forma de expresarla es, en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm² y con alguna frecuencia lb/pulg² (p.s.i). La equivalencia que hay entre los dos es que 1 psi es igual a 0.07kg/cm². Aunque hoy en día se ha acogido expresarla en MPa de acuerdo con el sistema internacional de unidades.

La forma de evaluar la resistencia del concreto es mediante pruebas mecánicas que pueden ser destructivas, las cuales permiten probar repetidamente la muestra de manera que se pueda estudiar la variación de la resistencia u otras propiedades con el paso del tiempo.

El ensayo de compresión es meramente lo contrario del de tensión con respecto a la dirección o el sentido del esfuerzo aplicado. Existen, sin embargo, varias limitaciones especiales del ensayo de compresión a las cuales se debe dirigir la atención: La dificultad de aplicar una carga verdaderamente concéntrica o axial; El carácter relativamente inestable de este tipo de carga en contraste con la carga tensiva; Existe siempre una tendencia al establecimiento de esfuerzos flexionantes y a que el efecto de las irregularidades de alineación accidentales dentro de la probeta se acentúe a medida que la carga prosigue; La fricción entre los puentes de la maquina de ensayo o las placas de apoyo y las superficies de los extremos de la probeta debido a la expansión lateral de esta. Esto puede alterar considerablemente los resultados que se obtendrían si tal condición de ensayo no estuviera presente; Las áreas seccionales, relativamente mayores de la probeta para ensayo de compresión para obtener un grado apropiado de estabilidad de la pieza. Esto se traduce en la necesidad de una maquina de ensayo de capacidad relativamente grande o probetas tan pequeñas y por lo tanto, tan cortas que resulta difícil obtener de ellas mediciones de deformación de precisión adecuada. Se supone que se desean las características simples del material y no la acción de los miembros estructurales como columnas, de modo que la atención se limita aquí al bloque de compresión corto.

El ensayo mas universalmente reconocido para ejecutar pruebas de resistencia mecánica a la compresión simple es el ensayo de probetas cilíndricas, las cuales se funden en moldes especiales de acero o hierro fundido que tienen 150 mm de diámetro por 300 mm de altura (relación diámetro: altura 1:2). Los procedimientos relativos a este ensayo se encuentran especificados en las

normas NTC 550 y 673 que hacen referencia a la confección de cilindros y al ensayo de resistencia compresión.

La resistencia a la compresión del concreto se mide con una prensa que aplica carga sobre la superficie del cilindro (Norma NTC 673). Generalmente esta superficie es áspera y no plana, lo cual puede conducir a concentraciones de esfuerzo que reducen considerablemente la resistencia real del concreto. Una falta de planicie de 0.25mm puede reducir a un tercio la resistencia. Para remediar esta situación, normalmente se hace un refrentado o cabeceado de las tapas del cilindro con materiales como yeso o mezclas compuestas de azufre, tal como se especifica en la norma NTC 504. La resistencia a la compresión, se acostumbra a dar en términos de esfuerzo o sea fuerza por unidad de área, en kg/cm^2

Los cilindros se deben centrar en la máquina de ensayo y cargados hasta completar la ruptura. Se debe anotar el tipo de ruptura. La fractura cónica es un patrón común de ruptura.

La resistencia del concreto se calcula dividiendo la máxima carga soportada por la probeta para producir la fractura entre el área promedio de la sección. ASTM C 39 presenta los factores de corrección en caso de que la razón longitud diámetro del cilindro se halle entre 1.75 y 1.00, lo cual es poco común. Se someten a prueba por lo menos dos cilindros de la misma edad y se reporta la resistencia promedio como el resultado de la prueba, al intervalo más próximo de 0.1 MPa.

La mayoría de las desviaciones con respecto a los procedimientos estándar para elaborar, curar y realizar el ensayo de las probetas de concreto resultan en una menor resistencia medida.

Los informes o reportes sobre las pruebas de resistencia a la compresión son una fuente valiosa de información para el equipo del proyecto para el proyecto

actual.

4. PROCEDIMIENTO

- Tome medidas de las probetas a ensayar
- Siga las indicaciones del auxiliar o del profesor del laboratorio.

5. ACTIVIDADES A REALIZAR

Investigue acerca del procedimiento que se sigue para la elaboración de las probetas de concreto

Determine el módulo de elasticidad del concreto ensayado, con ayuda de la respectiva gráfica arrojada por el programa. Analice y Compare

Determine la resistencia máxima del concreto.

Investigue acerca de los distintos tipos de concreto y sus principales características.

6. CONCLUSIONES

El estudiante saca sus propias conclusiones acerca de la práctica realizada.

No se deben incluir párrafos de textos o archivos.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Se debe anotar con detalle de dónde se extrae la información: páginas de texto, capítulos de libros, página de internet, archivo publicado en internet, etc.



LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

GUÍA PARA LA PRÁCTICA DE IMPACTO EN PLÁSTICOS

**FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA
CARTAGENA DE INDIAS D. T. y C.**

2011

ENSAYO DE IMPACTO EN PLÁSTICOS

INTRODUCCIÓN. *El estudiante debe expresar, con sus propias palabras, el contenido del presente informe, la importancia del mismo y alguna apreciación personal.*

1. OBJETIVOS

1.1. Objetivo general

Analizar el comportamiento de los plásticos sometidos a cargas de impacto y determinar sus principales características.

1.2. Objetivos específicos

Calcular la resiliencia en cada uno de los materiales ensayados.

2. GENERALIDADES

Los plásticos pueden definirse como materias artificiales o sintéticas formadas por macromoléculas de compuestos orgánicos, o bien por transformación de productos naturales.

La mayor parte de los plásticos son producto de la química orgánica, es decir, sus componentes principales son: el Carbono (C), el Nitrógeno (N), el Hidrógeno (H), el Oxígeno (O) y el Azufre (S).

Son producido predominantemente de petróleo y gas natural. Poseen gran resistencia al ataque de ácidos, bases y agentes atmosféricos, lo mismo que buenas propiedades mecánicas.

Los plásticos se pueden clasificar por su estructura química; de acuerdo a su comportamiento al calor (termoplásticos y termoestables); por su cristalinidad

(amorfos y cristalinos); por la presencia de monómeros (homopolímeros y copolímeros); y por su tacticidad (isotáctica, sindiotáctica y atáctica).

Teniendo en cuenta su origen se pueden clasificar en tres grupos:

- a) Plásticos derivados de productos naturales y animales (caucho natural, seda natural, etc.)
- b) Plásticos derivados de la celulosa (nitrato de celulosa, acetato de celulosa, etc.)
- c) Materias plásticas preparadas por vía sintética (urea-formaldehído, poliestireno, etc.)

Existen diferentes formas o sistemas de transformación de materiales plásticos en artículos terminados. Entre los más conocidos podemos mencionar los siguientes:

- a) Calandrado
- b) Casting
- c) Recubrimiento
- d) Extrusión
- e) Laminación
- f) Moldeo por soplado
- g) Moldeo por compresión
- h) Moldeo por inyección
- i) Conformado por vacío

En el ensayo de impacto se golpea y se rompe una probeta, como viga en voladizo (figura 1), usualmente ranurada (Figura 2) con extremos rectos o redondeados. Se efectúa en una máquina conocida con el nombre de Péndulo Izod (figura 3) y se mide la energía absorbida al romperse la probeta.

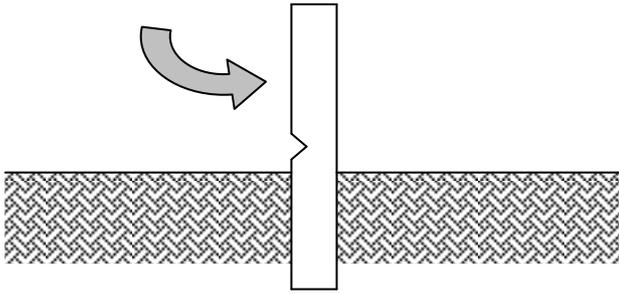


Figura 1. Esquema del ensayo

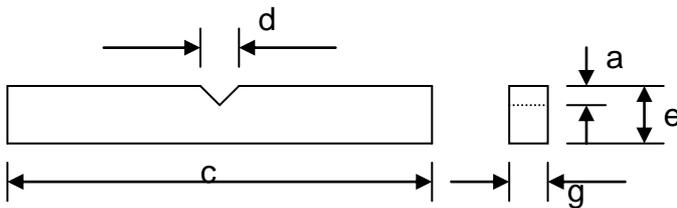


Figura 2. Forma de la probeta

Se da el nombre de *resiliencia* a la energía consumida para romper la probeta, que se expresa en Kg-m/cm^2 , N-m/mm^2 ó Lb-ft/plg^2 , según la máquina que se utilice, considerándose como sección la correspondiente a la probeta en el lugar donde se encuentra la entalla.

La resiliencia (Re) se determina dividiendo la energía absorbida en el ensayo por la sección de la probeta en la zona de rotura.

$$Re = \frac{\text{Energía absorbida}}{\text{Area de rotura}}$$

El Péndulo Izod consta de una base maciza sobre la cual se encuentra una prensa en donde se sujeta la probeta; un péndulo tipo martillo; un mecanismo de agarre y liberación; una escala para la lectura de energía.

3. MATERIAL Y EQUIPO A UTILIZAR

- Péndulo Izod (Fig. 3).

- Probetas de plástico o material compuesto
- Calibrador.

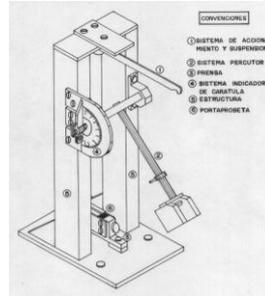


Figura 3. Péndulo Izod.

4. PROCEDIMIENTO

- 4.1. Tomar medidas de las probetas a ensayar teniendo en cuenta la figura 2 y registrarlas en la tabla 1.
- 4.2. Con el péndulo asegurado en su posición superior y una vez realizada la calibración del mismo, se procede a empotrar la probeta en la prensa.
- 4.3. Liberar el péndulo.
- 4.4. Una vez que el péndulo actúa sobre la probeta detener su movimiento en el camino de regreso y asegurarlo.
- 4.5. Tomar la lectura del indicador (energía absorbida por la probeta, E_a) y registrarla en la Tabla 2.
- 4.6. Repetir el mismo procedimiento para cada una de las probetas.

5. ACTIVIDADES A REALIZAR

5.1. Antes de la práctica

5.1.1. ¿Cómo se obtiene el polipropileno (incluir gráfica o esquema)?

5.1.2. ¿Qué son los termoplásticos y los termoestables? Cite ejemplos.

5.1.3. ¿En qué consiste el moldeo por inyección? Cite tres ejemplos de objetos producidos mediante este sistema.

5.2. Otras

5.2.1. Mencione tres objetivos específicos.

5.2.2. Registre en las tablas 1 y 2 los datos medidos de acuerdo con el procedimiento.

Tabla 1. Medidas de las probetas

MATERIAL		a	c	d	e	g
	1					
Acrílico	2					
	3					
	4					

Medidas en milímetros

Tabla 2. Energía absorbida y Resiliencia

MATERIAL		E_a N-m	Área sección rotura mm^2	R_e N-m/ mm^2	R_e (Prom.) N-m/ mm^2
	1				
	2				

Acrílico	3				
	4				

5.2.3. Calcule la resiliencia de los materiales ensayados, analice y compare.

5.2.4. Mencione la materia prima que se utiliza para la obtención de plásticos.

5.2.5. Qué es la celulosa y como se obtiene?

5.2.6. ¿En qué consiste la extrusión de piezas plásticas? Cite ejemplos.

6. CONCLUSIONES

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

8. ANEXOS

Anexo E. Prácticas a realizar en el laboratorio de tecnologías de fabricación

PRÁCTICAS A REALIZAR EN EL LABORATORIO DE TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN

No.	PRÁCTICA	SEMANA
0	Visión de conjunto del Laboratorio	1
1	Metrología	2 y 3
2	Mecanizado en el Torno	4 y 5
3	Mecanizado en la Fresadora	6 y 7
4	Mecanizado en el Torno Revolver y el Taladro	8 y 9
5	Soldadura de Arco Eléctrico	10 y 11
6	Soldadura y Corte Oxiacetilénica	12 y 13
7	Fundición en Arenas	14 y 15
8	Proyecto Final del Laboratorio	16

INFORME DE LA PRÁCTICA EN EL LABORATORIO DE TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN

(Tomado del Manual de la Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia)

Luego de realizada la práctica correspondiente en el Laboratorio, cada grupo deberá realizar un informe de la misma siguiendo las indicaciones contenidas en el guión. **El informe debe ser colocado en la Plataforma Virtual de Savio en el espacio destinado para tal fin una semana después de la fecha de realización del Laboratorio.** El profesor corregirá el informe y se lo retroalimentará en la Plataforma Virtual de Savio con los correspondientes comentarios y la calificación.

El informe de la práctica realizada en el Laboratorio de Tecnologías de Fabricación debe ser presentado en *hojas tamaño carta, Arial 12, interlineado a espacio simple, alineación justificada* y contener los siguientes puntos:

1) Portada

La portada u hoja de presentación debe establecer claramente la información de la práctica y de los experimentadores.

2) Tabla de Contenido

En una hoja indique que esta entregando, en el orden en que lo esta haciendo, esta tabla debe servirle para revisar si su informe esta completo.

3) Objetivo

El objetivo es un párrafo conciso en el que se exprese el propósito del experimento, generalmente escrito en tiempo pasado. Esta es una parte importante del reporte pues todo lo incluido en el reporte debe de cierta forma relacionarse con el objetivo descrito. **Esta sección debe responder a la pregunta *¿Por qué hizo lo que hizo?***

4) Marco Teórico

En general debe contener las bases teóricas necesarias para realizar y entender la práctica. Debe estar redactado de una forma sencilla presentando solamente la información relevante, no debe contener más de 3 hojas. La sección del marco teórico adicionalmente debe contener un desarrollo analítico completo de las ecuaciones pertinentes al experimento, y cómo estas ecuaciones son utilizadas en la obtención de los resultados a partir de los datos. Esta sección debe estar escrita en tercera persona.

5) Procedimiento

La sección de procedimiento debe contener un diagrama esquemático del montaje experimental incluyendo todo el equipo utilizado debidamente listado. Si se utilizan equipos, indique brevemente los principios de funcionamiento de estos relacionándolos a la teoría vista en clase. Liste claramente las etapas de su experimentación, de manera que cualquier persona pueda reproducirla. **Esta sección debe responder a la pregunta *¿Qué midió y cómo lo hizo?***

6) Resultados

La sección de resultados debe presentar un análisis de los datos obtenidos con tablas y/o gráficas (ver numeral de gráfica), dependiendo de lo que usted considere necesario para mostrar claramente los resultados de su experimento. En esta sección no debe dar su interpretación a los resultados, únicamente debe mostrarlos de las formas que considere adecuadas para realizar luego una interpretación clara de estos.

7) Conclusiones

Esta sección debe brindar una interpretación de los resultados explicando cómo el objetivo del experimento fue alcanzado. Al verificar expresiones analíticas, calcule los errores porcentuales* y mencione las posibles fuentes de estos. (* Error Porcentual: Existen diferentes maneras de definir un error porcentual, una de ellas es tomar la diferencia entre el valor teórico y experimental, dividirlo entre el teórico y multiplicarlo por 100. Sin embargo usted puede utilizar o crear otras definiciones, si lo hace presente claramente su definición).

Responda posibles preguntas que se le formulen en la guía de la práctica. Discuta las fortalezas y fallas de su experimentación. Sugiera mejoras y aplicaciones del experimento, a la vez recomiende posibles cambios necesarios para alcanzar mejor el objetivo. **Esta sección debe responder a la pregunta *¿Qué encontró y qué importancia puede tener este hallazgo, cumple los objetivos del experimento?***

8) Apéndices o Anexos

- 1) Hoja original de toma de datos.
- 2) Cálculos y procedimientos utilizados para obtener los resultados a partir de los datos.
- 3) Posibles curvas de calibración de los instrumentos.

9) Referencias Bibliográficas utilizadas

Cite artículos, libros o manuales utilizados para la experimentación y/o el marco teórico. Las referencias reconocen el trabajo de los demás y adicionalmente sirven al lector como fuentes de información adicional.

10) Gráficas

Las graficas ayudaran a visualizar rápidamente sus resultados. Estas pueden realizarse a mano o en computador, deben cumplir ciertas normas (Ver figura 1):

- Deben tener un marco limitando la zona de grafica.
- Los ejes deben presentar unidades y dimensiones
- Debe mostrar las líneas de división principales
- Los resultados experimentales se representan con puntos, mientras los resultados teóricos se representan por medio de curvas continuas. Esta diferencia debe ser evidente en sus graficas.
- En algunos casos es necesario mostrar en su gráfica la línea de tendencia que ajusta los resultados experimentales.
- El título debe dar una pequeña descripción de la información presentada.

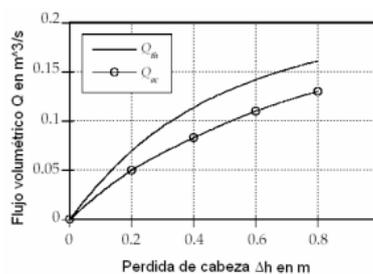


FIGURA 1. Tasa de flujo volumétrico actual y teórico a través de un medidor venturi. en función de la pérdida de cabeza.

Anexo F. Documentos laboratorio de Tecnologías de Fabricación



LABORATORIO DE TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN

GUÍA PARA LA PRÁCTICA DE INSTRUMENTACIÓN DE MEDICIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA
CARTAGENA DE INDIAS D. T. y C.**

2011

PRÁCTICA DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

INTRODUCCIÓN. El estudiante debe expresar, con sus propias palabras, el contenido del presente informe, la importancia del mismo y alguna apreciación personal.

1. OBJETIVOS

1.1 General

Conocer el uso y principio de los principales instrumentos de medición más utilizados en un taller industrial

1.2 Objetivos específicos

- Analizar la importancia del calibrador vernier y el tornillo micrométrico en el campo industrial, al momento de determinar medidas muy precisas.
- Adquirir habilidades para el buen uso de estos instrumentos de medición.
- Analizar y comprender las diferencias que existen entre los sistemas de medición (métrico – Ingles) utilizados en los instrumentos.

El estudiante debe mencionar dos objetivos específicos más. Ver actividades a realizar.

2. GENERALIDADES

2.1 El Calibrador

El calibrador, figura 1, también denominado cartabón de corredera o pié de rey, es un instrumento para medir dimensiones de objetos relativamente pequeños, desde centímetros hasta fracciones de milímetros (1/10 de milímetro, 1/20 de milímetro, 1/50 de milímetro).

En la escala de las pulgadas tiene divisiones equivalentes a 1/16 de pulgada, y, en su nonio, de 1/128 de pulgadas.

Consta de una "regla" con una escuadra en un extremo, sobre la cual se desliza otra destinada a indicar la medida en una escala. Permite apreciar longitudes de 1/10, 1/20 y 1/50 de milímetro utilizando el nonio.

Mediante piezas especiales en la parte superior y en su extremo, permite medir dimensiones internas y profundidades.

Posee dos escalas: la inferior, milimétrica y la superior, en pulgadas.

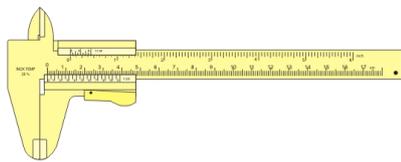


Figura 1. El calibrador

Componentes del pie de rey (figura 2)

Mordazas para medidas externas.

Mordazas para medidas internas.

Coliza para medida de profundidades.

Escala con divisiones en centímetros y milímetros.

Escala con divisiones en pulgadas y fracciones de pulgada.

Nonio para la lectura de las fracciones de milímetros en que esté dividido.

Nonio para la lectura de las fracciones de pulgada en que esté dividido.

Botón de deslizamiento y freno

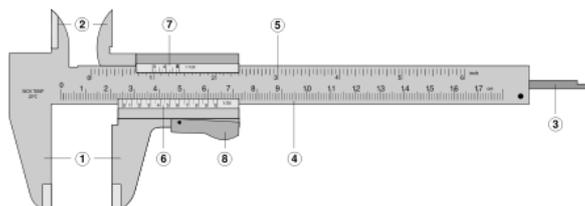


Figura 2. Componentes de un pie de rey

Otros tipos de pié de rey



Figura 3. Pié de rey digital

Cuando se trata de medir diámetros de agujeros grandes que no alcanza la capacidad del pie de rey normal, se utiliza un pie de rey diferente llamado de tornero, que solo tiene las mordazas de exteriores con un mecanizado especial que permite medir también los agujeros.

Cuando se trata de medir profundidades superiores a la capacidad del pie de rey normal existen unas varillas graduadas de diferente longitud que permiten medir la profundidad que sea.

Existen en la actualidad calibres con lectura directa digital.

El nonio o vernier es una segunda escala que algunos instrumentos de medición pueden tener, y que permite realizar la medición con mayor apreciación que las divisiones de la regla o escala principal del aparato de medida.

Historia

Pedro Nunes, conocido también por su nombre latino como Petrus Nonius (Alcácer do Sal, Portugal, 1492 - Coimbra, 1577), matemático, astrónomo y geógrafo portugués, del siglo XVI. Inventó en 1514 el nonio, un dispositivo de medida de longitudes que permitía, con la ayuda de un astrolabio, medir fracciones de grado de ángulos, no indicadas en la escala de los instrumentos.

Pierre Vernier (Ornans, 1580 - Ornans, 1637) matemático francés, es conocido por la invención en 1631 de la escala vernier para medir longitudes con gran precisión y basado en el de Pedro Nunes.

Dada la primera invención de Pedro Nunes (1514) y el posterior desarrollo de Pierre Vernier (1631), en la actualidad esta escala se suele denominar como nonio o vernier, siendo empleado uno u otro termino en distintos ambientes, en la rama técnica industrial suele ser más utilizado nonio, si bien el termino vernier es común en la enseñanza y en las ciencias aplicadas, aquí tomaremos el termino nonio al ser el más antiguo y por tanto el que aportó la idea original, considerando, en todo caso, nonio y vernier como términos sinónimos.

Principio de funcionamiento

El sistema consiste en una regla sobre la que se han grabado una serie de divisiones según el sistema de unidades empleado, y una corredera o carro móvil con un fiel o punto de medida, que se mueve a lo largo de la regla. (figuras 4 y 5)

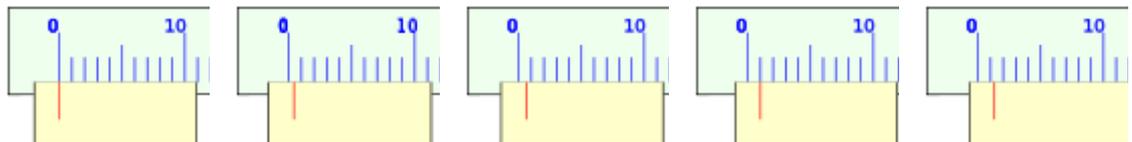


Figura 4. Regla graduada

Dada una escala de medida, podemos apreciar hasta su unidad de división más pequeña, siendo esta la apreciación con la que se puede dar la medición, es fácil percatarse que entre una división y la siguiente hay más medidas, que unas veces esta más próxima a la primera de ellas y otras a la siguiente.

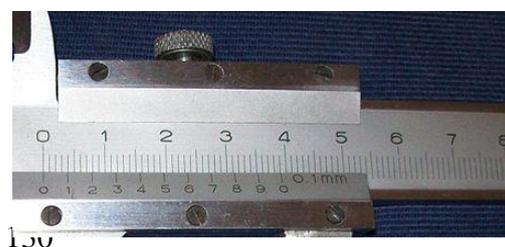
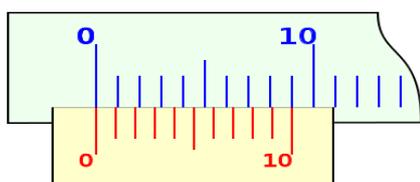


Figura 5. Nonio

2.2 El micrómetro (Investigar)

3. MATERIAL Y EQUIPO A UTILIZAR

- Calibradores
- Micrómetros
- Indicador de carátula
- Piezas de distinta forma y dimensiones

4. PROCEDIMIENTO

El auxiliar del laboratorio les indicará las actividades a desarrollar, la manera de organizarse para realizar los respectivos ejercicios.

Incluir procedimiento realizado. El estudiante debe tomar nota del procedimiento realizado y presentarlo en este ítem, incluyendo gráficas o fotos del mismo.

5. OTRAS ACTIVIDADES.

5.1 Antes de la práctica

Investigar sobre el micrómetro: Tipos, usos
¿Cómo se hace mediciones con rayo láser?

5.2 Después de la práctica

¿Qué dificultades se presentaron para la correcta lectura del calibrador?
¿En qué casos es posible medir tanto con el calibrador como con el micrómetro?

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Como todo trabajo, se deben sacar conclusiones y presentar recomendaciones técnicas con miras a mejorar la práctica realizada.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Incluir referencias bibliográficas precisas. Libro, autor, capítulo, páginas, edición.



LABORATORIO DE TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN

GUÍA PARA LA PRÁCTICA DE DUREZA EN METALES

**FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA
CARTAGENA DE INDIAS D. T. y C.
2011**

PRÁCTICA DE DUREZA EN METALES

INTRODUCCIÓN. *El estudiante debe expresar, con sus propias palabras, el contenido del presente informe, la importancia del mismo y alguna apreciación personal.*

1. OBJETIVOS

1.1 General

Determinar la dureza de metales utilizando distintos métodos

1.2 Objetivos específicos

- Realizar un ensayo de dureza Vicker
- Realizar un ensayo de dureza Rockwell C

El estudiante debe mencionar dos objetivos específicos más. Ver actividades a realizar.

2. GENERALIDADES

2.1 DUREZA

La dureza es una condición de la superficie del material, y está relacionada con las propiedades elásticas y plásticas del material. Si bien, es un término que nos da idea de solidez o firmeza, no existe una definición única acerca la dureza y se la suele definir arbitrariamente en relación al método particular que se utiliza para la determinación de su valor.

De esta manera algunas definiciones son

- 1) Resistencia a la indentación permanente bajo cargas estáticas o dinámicas (dureza por penetración)
- 2) Absorción de energía bajo cargas de impacto o dinámicas (dureza por rebote)
- 3) Resistencia a la abrasión (dureza por desgaste)

4) Resistencia al rayado (dureza por rayado).

Independientemente de las definiciones enumeradas, en general, se entiende por dureza la propiedad que tienen los materiales de resistir la penetración de un indentador bajo carga. En este sentido definiremos dureza como *la resistencia de un material a la deformación plástica localizada*.

Los diferentes métodos desarrollados para medir la dureza en general consisten en producir una deformación local, en el material que se ensaya, a través de un indentador. Los valores obtenidos son siempre dependientes del método y las condiciones en las que se ensaya por lo que para que un valor de dureza sea útil y permita su comparación debe estar acompañado de la indicación del método utilizado y las condiciones del ensayo.

Los diferentes métodos utilizados para obtener los valores de dureza se pueden clasificar en dos grandes grupos según la forma de aplicación de la carga:

Ensayos estáticos en lo que la carga se aplica en forma estática o cuasi-estática. En este caso un indentador se presiona contra la superficie de ensayo con una carga que se aplica en forma relativamente lenta. En general la medida de dureza en este tipo de ensayo resulta del cociente de la carga aplicada y el área de la huella que deja el indentador en la superficie, como es el caso de los métodos Brinell, Vickers y Knoop, o bien es una medida de la profundidad de la indentación como en el ensayo Rockwell.

Ensayos dinámicos en los que la carga se aplica en forma de impacto. En general el indentador es lanzado sobre la superficie a ensayar con energía conocida y el valor de dureza se obtiene a partir de la energía de rebote del penetrador luego de impactar en la muestra, como sucede en el método de Shore y en el de Leeb, ambos conocidos como métodos de dureza por rebote.

En general se puede utilizar la medición de dureza para:

- Evaluar la efectividad de un tratamiento térmico.
- Evaluar la resistencia al desgaste de un material

- Evaluar la maquinabilidad del material.
- Obtener una idea de la resistencia a la tracción de un material.

2.1.1 Dureza Brinell

El ensayo de dureza Brinell consiste en presionar la superficie del material a ensayar con una esfera de acero muy duro o carburo de tungsteno, produciéndose la impresión de un casquete esférico correspondiente a la porción de la esfera que penetra. Fig. 1.

El valor de dureza, número de Brinell HB , resulta de dividir la carga aplicada P por la superficie del casquete, por lo que

$$H_B = \frac{P}{\pi D h} \left[\frac{kg}{mm^2} \right] \quad (\text{Eq. 1})$$

La profundidad h del casquete impreso se mide directamente en la máquina, mientras la carga se mantiene aplicada de modo de asegurar un buen contacto entre la esfera y el material.

Otra manera de determinar el número HB es partiendo del diámetro d de la impresión, lo cual tiene la ventaja de que se pueden efectuar tantas mediciones como se estimen necesarias y en microscopios o aparatos especialmente diseñados para tal fin. En este caso el valor del diámetro de la impresión resultará del promedio de dos lecturas realizadas a 90° entre sí. Considerando que

$$h = \frac{D}{2} - \alpha = \frac{D}{2} - \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2} \quad (\text{Eq. 2})$$

reemplazando la Eq. 2 en la Eq. 1 se obtiene una expresión para el número de Brinell en función del diámetro de la huella

$$HB = \frac{2P}{\pi D \left(D - \sqrt{D^2 - d^2} \right)}$$

En la práctica el número de Brinell se puede tomar directamente de una tabla ingresando con el valor del diámetro de la impronta.

En algunos materiales la penetración de la esfera origina una caracterización, Fig. 2a y en otros una depresión, Fig 2b. En estos casos los valores obtenidos a partir de la medición de h no coinciden con los obtenidos en función de d , ya que la profundidad h medida no corresponde al casquete cuyo diámetro es d , sino al de diámetro $d1$, cuya determinación exacta en forma práctica es dificultosa.

Por todo esto se ha generalizado la determinación de HB a partir de d , ya que ofrece mayor seguridad de una determinación correcta. Ya sea en la determinación de h o en la de d , se requiere una precisión mínima de 0,01mm.

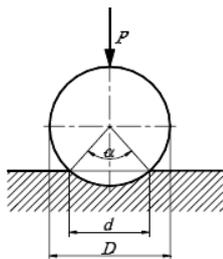


Figura 1. Esquema básico de un ensayo de dureza Brinell

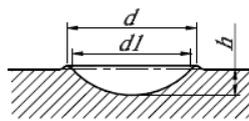


Figura 2.a. Craterización en la indentación

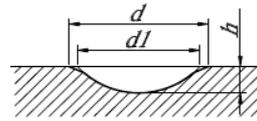


Figura 2.b Depresión en la indentación

Algunos durómetros modernos (Figuras 3 y 4) están dotados de sistemas electrónicos encargados de producir la indentación y determinar el valor de dureza automáticamente. Estos sistemas proveen el valor de dureza en forma directa, sin necesidad de realizar mediciones ni utilizar tablas. La determinación automática de la dureza se puede hacer de dos maneras: a través de sensores electrónicos que miden directamente la profundidad de penetración h , o bien mediante la determinación de las dimensiones de la huella a través de un microscopio de 20X o 40X incorporado en el aparato.

Estos sistemas automáticos permiten ciclos de medición muy rápidos, lo que los hace aptos para formar parte de una línea de producción en la que se requiere medir dureza en un alto número de piezas.



Figura 3. Durómetro Brinell portátil



Figura 4. Durómetro Brinell automático

En algunos casos es posible correlacionar el valor de dureza del material con el valor de resistencia estática del mismo. Así por ejemplo, para aceros ordinarios recocidos y con menos de 0,8% de carbono se tiene

$$\sigma_{ET} = 0,346HB \left[\frac{kg}{mm^2} \right]$$

Para aceros al cromo-níquel y algunas aleaciones de aluminio se adoptan valores entre 0,34 y 0,35; para fundición gris 0,1 *HB*.

2.1.2 Dureza Rockwell

Al igual que en el ensayo Brinell la dureza se determina en función del grado de penetración de la pieza a ensayar a causa de la acción del penetrador bajo una carga estática dada.

Difiere del ensayo Brinell en que las cargas son menores y los penetradores más pequeños por lo que la impronta será menor y menos profunda.

Además el ensayo Rockwell no requiere la utilización de fórmula alguna para la determinación de la dureza. Esta se obtiene directamente del dial indicador de la máquina ya que la misma está dada por el incremento de profundidad de penetración debido a la acción del penetrador, el cual puede ser una esfera de acero o un cono de diamante.

En la operación, la cual se muestra esquemáticamente en la Fig. 5, se aplica inicialmente una carga de 10 kg, la cual causa una penetración inicial *A* que pone el penetrador sobre el material y lo mantiene en posición. El indicador de la máquina se pone en cero, es decir se toma la línea de referencia a partir de la cual se medirá la indentación y se aplica la carga adicional, la que generalmente es de 50 o 90 kg cuando se utiliza como penetrador una esfera de acero y es de 140 kg cuando se utiliza el cono de diamante.

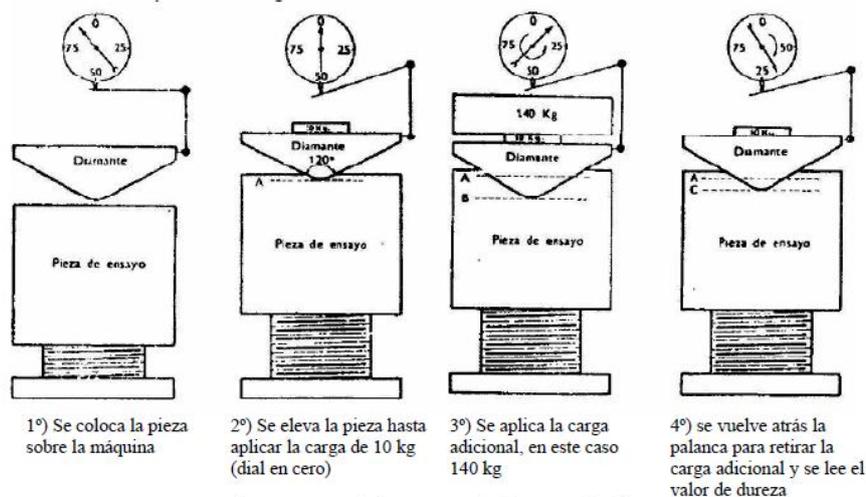


Figura 5. Secuencia de en ensayo de dureza Rockwell

Al aplicar la carga adicional el material fluye plásticamente, resultando una penetración total *B*. Posteriormente, se retira la carga adicional, permitiendo la recuperación elástica del material resultando una penetración final *C*. Una vez que la carga principal se retira, el valor de dureza se lee directamente del indicador de la máquina y dependerá de la penetración *h* dada por la diferencia entre la línea de referencia *A* y la línea final *C*.

En las máquinas con sistema de indicación analógico la carátula lleva dos grupos, que difieren por 30 números de dureza, en los que se agrupan las diferentes escalas correspondientes al método, véase la Fig. 6.

Uno de los grupos corresponde a las escalas que utilizan el penetrador esférico, mientras que el otro corresponde a las que utilizan el cono de diamante.

Las escalas Rockwell tienen divisiones de 0,002 mm, es decir la diferencia de penetración entre lecturas $HRB = 53$ y $HRB = 56$ es de 0,006 mm. Como las escalas están invertidas un número más alto implica mayor número Rockwell el cual está dado por

$$HR = E - h$$

Donde E es el número total de divisiones de la escala y h es el incremento de penetración

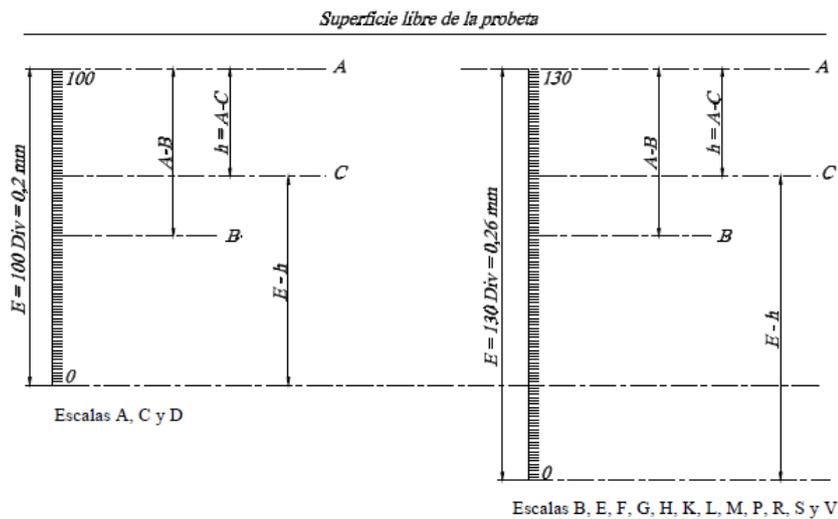


Figura 6. Grupos de escalas

2.1.3 Dureza Vickers

La determinación de la dureza Vickers es similar a la Brinell ya que se obtiene del cociente de la carga aplicada por la superficie de la impronta.

Sin embargo en este caso se utiliza una carga pequeña y el penetrador es un diamante en forma de pirámide, como se muestra en la Fig 9.

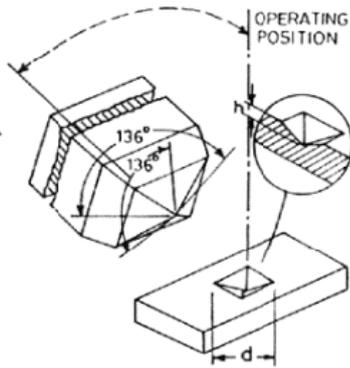


Figura 9. Penetrador Vickers

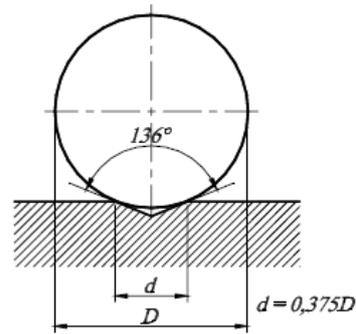


Figura 10. Angulo de las tangentes a la bola para la relación $d = 0,375D$

De esta manera el valor de dureza Vickers resulta:

$$HV = \frac{P}{8l^2} 2 \operatorname{sen} \left(\frac{136}{2} \right)$$

Dado que $l = d/2$ se puede obtener una expresión en función de la diagonal d , la cual resulta

$$HV = \frac{1,854 P}{d^2}$$

También es posible expresar el número Vickers en función de la profundidad de penetración h de la siguiente manera

$$HV = \frac{P}{4h^2 \tan \left(\frac{136}{2} \right) \sqrt{1 + \tan^2 \left(\frac{136}{2} \right)}}$$

Ya sea en la determinación de d o h se requiere una exactitud de 0,001 mm y el valor de d resultará del promedio de ambas diagonales.

Las cargas pueden variar de 1 a 100 kg según el espesor y tipo de material. En general las máquinas estándar proveen cargas de 1, 2.5, 5, 10, 20, 30, 50, 100 y 120 kg de las cuales las de 30 y 50 kg son las más usadas.

De esta manera para indicar las condiciones de ensayo solo es necesario indicar la carga, así $HV30$ significa dureza Vickers con una carga de 30 kg.

3. MATERIAL Y EQUIPO A UTILIZAR

- Durómetro

- Probetas metálicas

4. PROCEDIMIENTO

El auxiliar o profesor del laboratorio les indicará el procedimiento, las actividades a desarrollar y la manera de organizarse para realizar los respectivos ensayos

Incluir procedimiento realizado. El estudiante debe tomar nota del procedimiento realizado y presentarlo en este ítem, incluyendo gráficas o fotos del mismo.

5. CÁLCULOS

Determine el valor de dureza para cada uno de los materiales ensayados. Halle el valor promedio así como la desviación estándar

6. OTRAS ACTIVIDADES.

- Mencione dos objetivos específicos de la práctica.
- ¿En qué consiste el método Knoop para determinar dureza?
- ¿En qué consiste el método Shore para determinar dureza?
- Investigue acerca de la clasificación de los aceros respecto a su dureza
- Averigüe acerca de la conversión entre los valores de dureza utilizando distintos métodos.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Como todo trabajo, se deben sacar conclusiones y presentar recomendaciones técnicas con miras a mejorar la práctica realizada.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

Incluir referencias bibliográficas precisas: libro, autor, capítulo, páginas, edición.



LABORATORIO DE TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN

GUÍA PARA LA PRÁCTICA DE FUNDICIÓN EN METALES

**FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA
CARTAGENA DE INDIAS D. T. y C.
2011**

ENSAYO DE FUNDICIÓN EN METALES

INTRODUCCIÓN. *El estudiante debe expresar, con sus propias palabras, el contenido del presente informe, la importancia del mismo y alguna apreciación personal.*

1. OBJETIVOS

Desarrollar el proceso de fundición de una pieza metálica utilizando molde de arena

1.1 Objetivos específicos

- Adquirir conocimientos prácticos acerca del desarrollo de una fundición con molde de arena.
- Desarrollar habilidades para la elaboración de una pieza fundida
- Descubrir las ventajas y desventajas que tiene este método de fabricación de piezas

El estudiante debe mencionar dos objetivos específicos más. Ver actividades a realizar.

2. GENERALIDADES

2.1 Fundición. Se denomina fundición al proceso de fabricación de piezas, comúnmente metálicas, consistente en fundir un material e introducirlo en una cavidad, llamada molde, donde se solidifica. El principio de *fundición* es simple: se funde el metal, se vacía en un molde y se deja enfriar, sin embargo, existen todavía muchos factores y variables que se deben considerar para lograr una operación exitosa de fundición.

Este proceso se puede realizar con diferentes metales o hasta incluso plásticos. Uno de los materiales de mayor uso es el aluminio. El aluminio es un

metal que reúne una serie de propiedades mecánicas excelentes dentro del grupo de los metales no féreos, de ahí su elevado uso en la industria.

El aluminio se funde generalmente a una temperatura de 670°C. Para piezas relativamente grandes, se recomienda realizar la fundición en un horno por combustión. Para piezas de poco volumen, es posible utilizar hornos de resistencia eléctrica.

Para lograr la producción de una pieza fundida es necesario realizar las siguientes actividades:

- Diseño del modelo
- Fabricación del modelo
- Preparación del molde
- Calentamiento (fusión)
- Colada
- Enfriamiento y solidificación
- Desmolde
- Terminación

Es importante saber que mediante el sistema de fundición adecuado se pueden fundir piezas que pueden variar desde pequeñas piezas de prótesis dental, con peso de pocos gramos, hasta los grandes bastidores de máquinas de varias toneladas, de forma variada, sencilla o complicada, que son imposibles de fabricar por otros procedimiento convencionales, como forja, laminación, etc.

2.1.1 Moldeo en arena verde ó arena de construcción

En las técnicas de fundición, la más común es el moldeo en arena verde, que consiste en el uso de una matriz hecha en arena húmeda y, enseguida,

compactada. El Término “verde” significa que la humedad fue añadida en la arena y aglomerantes. Esa técnica es ampliamente utilizada debido a su facilidad de uso, bajo costo y abundancia de materia prima. La arena verde es la combinación de la arena sílica con los agentes aglomerantes, en general la arcilla, componentes éstos normalmente baratos.

Antes de moldear en arena verde es necesario determinar la resistencia mecánica de la arena, el formato del modelo, incluso el canal y la mazarota, así como el metal que está siendo utilizado y la calidad anhelada del fundido.

La arena es preparada a través de la adición de agua y de aglomerantes, formando la arena verde. La caja de moldeo (superior-inferior ó macho-hembra) es colocada sobre el modelo a ser moldeado y, enseguida, es rellenada con arena que es entonces compactada por medio de una de las varias técnicas de moldeo existentes. En caso de ser necesario el uso de machos, los mismos son colocados en esta fase. Juntándose las dos mitades de la caja de moldeo (caja superiora e inferior) se forma la matriz completa con las respectivas cavidades.

Después el vaciamiento del metal líquido en la cavidad, el metal es enfriado, lográndose la solidificación del mismo. Una vez terminado el proceso de enfriamiento, el fundido es removido de la matriz. La arena usada es reacondicionada para ser utilizada nuevamente en el proceso de moldeo.

Cabe resaltar que esta técnica no es adecuada para piezas grandes o de geometrías complejas, ni para obtener buenos acabados superficiales o tolerancias reducidas.

3. MATERIAL Y EQUIPO A UTILIZAR

- Arena de construcción, esta es especial debido a que contiene 0% de aglutinante. Figura 1

- Cemento. Figura 2
- Tamices de 6x6 y de 8x8 (medidas que indican el número de agujeros que hay por pulgada cuadrada). Figura 3
- Palustres. Figura 4
- Brocha. Figura 5
- Atacadores Metálicos. Figura 6
- Espátula. Figura 7
- Caja de Moldeo con una sección hembra y una macho. Figura 8.
- Splash o regadera. Figura 9
- Segueta. Figura 10
- Prensa de banco. Figura 11
- Crisol. Figura 12
- Pinzas y portacrisol. Figura 13
- Implementos de protección: Mangas, Delantal, Polainas y Guantes. Figura 14
- Equipo Oxiacetilénico. Figura 15
- Horno de resistencia eléctrica. Figura 16



Figura 1. Arena de construcción



Figura 2. Cemento



Figura 3. Tamices



Figura 4. Palustre



Figura 5. Brocha



Figura 6. Atacadores



Figura 7. Espátula



Figura 8. Caja de moldeo



Figura 9. Splash o regadera



Figura 10. Segueta



Figura 11. Prensa de banco



Figura 12. Crisol



Figura 13. Pinzas y portacrisol



Figura 14. Implementos de protección



Figura 15. Equipo oxiacetilénico



Figura 16. Horno de resistencia eléctrica

4. PROCEDIMIENTO

La práctica consiste en fundir una pieza de metal utilizando molde de arena.

El auxiliar del laboratorio les indicará las actividades a desarrollar, la manera de organizarse por equipos para realizar la respectiva práctica. Dicha práctica se divide en dos partes: la primera se relaciona con la preparación del molde necesario para obtener la pieza fundida; la segunda se orienta hacia la utilización del horno para fundir el respectivo material y luego vaciarlo en el molde correspondiente.

Incluir procedimiento realizado. El estudiante debe tomar nota del procedimiento realizado y presentarlo en este ítem, incluyendo gráficas o fotos del mismo.

5. OTRAS ACTIVIDADES.

5.1 Antes de la práctica

- ¿En qué situaciones se utiliza el moldeo con molde permanente?
- ¿Qué tipo de hornos se utilizan para fundir hierro? Incluya gráficas o esquemas
- ¿Qué tipo de hornos se utilizan para fundir bronce? Incluya gráficas o esquemas
- ¿En qué consiste la fundición a la cera perdida? Incluya gráficas o esquemas

5.2 Después de la práctica

- ¿Qué fallas se presentaron en el proceso de preparación del molde?
- ¿Qué fallas se presentaron en el proceso de fundición del material en el horno?
- ¿Por qué es importante el uso de implementos de seguridad en esta práctica?

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Como todo trabajo, se deben sacar conclusiones y presentar recomendaciones técnicas con miras a mejorar la práctica realizada.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Incluir referencias bibliográficas precisas: libro, autor, capítulo, páginas, edición.



LABORATORIO DE TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN

GUÍA PARA LA PRÁCTICA DE TORNADO EN METALES

**FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA
CARTAGENA DE INDIAS D. T. y C.**

2011

ENSAYO DE TORNEADO

INTRODUCCIÓN. *El estudiante debe expresar, con sus propias palabras, el contenido del presente informe, la importancia del mismo y alguna apreciación personal.*

1. OBJETIVOS

1.1 General

Adquirir conocimiento práctico acerca de las operaciones que se desarrollan en un torno

1.2 Específicos

- Identificar cada uno de los componentes que hacen parte de un torno convencional.
- Desarrollar habilidades para la elaboración de diferentes piezas en el torno

El estudiante debe mencionar dos objetivos específicos más.

2. GENERALIDADES

Se denomina torno (del latín *tornus*, y este del griego τόρνος, giro, vuelta) a un conjunto de máquinas-herramienta que permiten mecanizar piezas de forma geométrica de revolución. Estas máquinas-herramienta operan haciendo girar la pieza a mecanizar (sujeta en el cabezal o fijada entre los puntos de chales que quedan fuera del centro) mientras una o varias herramientas de corte son empujadas en un movimiento regulado de avance contra la superficie de la pieza, cortando la viruta de acuerdo con las condiciones tecnológicas de mecanizado adecuadas. Desde el inicio de la Revolución industrial, el torno (figura 1) se ha convertido en una máquina básica en el proceso industrial de mecanizado.

El torno es una máquina que trabaja en el plano porque solo tiene dos ejes de trabajo, normalmente denominados Z y X. La herramienta de corte va montada sobre un carro que se desplaza sobre unas guías o rieles paralelos al eje de giro de la pieza que se tornea, llamado eje Z; sobre este carro hay otro que se mueve según el eje X, en dirección radial a la pieza que se tornea, y puede haber un tercer carro llamado *charriot* que se puede inclinar, para hacer conos, y donde se apoya la torreta portaherramientas. Cuando el carro principal desplaza la herramienta a lo largo del eje de rotación, produce el cilindrado de la pieza, y cuando el carro transversal se desplaza de forma perpendicular al eje de simetría de la pieza se realiza la operación denominada refrentado.



Figura 1. El torno

Los tornos copiadores, automáticos y de Control Numérico llevan sistemas que permiten trabajar a los dos carros de forma simultánea, consiguiendo cilindrados cónicos y esféricos. Los tornos paralelos llevan montado un tercer carro, de accionamiento manual y giratorio, llamado *charriot*, montado sobre el carro transversal. Con el *charriot* inclinado a los grados necesarios es posible mecanizar conos. Encima del *charriot* va fijada la torreta portaherramientas.

2.1 Estructura del torno (figura 2)

El torno tiene cuatro componentes principales:

- **Bancada:** sirve de soporte para las otras unidades del torno. En su parte superior lleva unas guías por las que se desplaza el cabezal móvil o contrapunto y el carro principal.
- **Cabezal fijo:** contiene los engranajes o poleas que impulsan la pieza de trabajo y las unidades de avance. Incluye el motor, el husillo, el selector de velocidad, el selector de unidad de avance y el selector de sentido de avance. Además sirve para soporte y rotación de la pieza de trabajo que se apoya en el husillo.
- **Contrapunto:** el contrapunto es el elemento que se utiliza para servir de apoyo y poder colocar las piezas que son torneadas entre puntos, así como otros elementos tales como portabrocas o brocas para hacer taladros en el centro de los ejes. Este contrapunto puede moverse y fijarse en diversas posiciones a lo largo de la bancada.
- **Carros portaherramientas:** Consta del carro principal, que produce los movimientos de avance y profundidad de pasada y del carro transversal, que se desliza transversalmente sobre el carro principal. En los tornos paralelos hay además un carro superior orientable, formado a su vez por tres piezas: la base, el charriot y el porta herramientas. Su base está apoyada sobre una plataforma giratoria para orientarlo en cualquier dirección.
- **Cabezal giratorio o chuck:** Su función consiste en sujetar la pieza a maquinar, hay varios tipos como el chuck independiente de 4 mordazas o el universal mayormente empleado en el taller mecánico al igual hay chuck magnéticos y de seis mordazas.

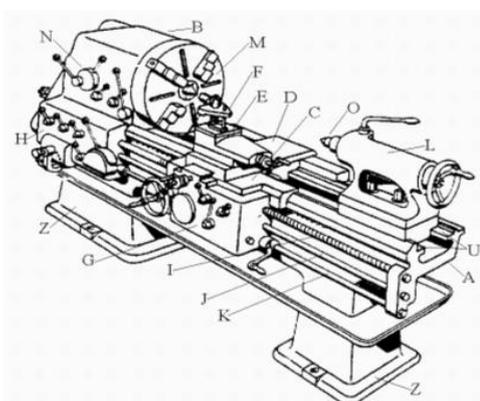


Figura 2. Partes principales del torno

A= La Bancada.
B= Cabezal Fijo.
C= Carro Principal de Bancada.
D= Carro de Desplazamiento Transversal.
E= Carro Superior porta Herramienta.
F= Porta Herramienta
G= Caja de Movimiento Transversal.
H= Mecanismo de Avance.
I= Tornillo de Roscar o Patrón.
J= Barra de Cilindrar.
K= Barra de Avance.
L= Cabezal Móvil.
M= Plato de Mordaza (Usillo).
N= Palancas de Comando del Movimiento de Rotación.
O= Contrapunta.
U= Guía.
Z= Patas de Apoyo.

3. Definición de Términos Básicos.

Refrentado: Se llama así a la realización de superficies planas en el torno. El refrentado puede ser completo, en toda la superficie libre, o parcial, en superficies limitadas. También existe el refrentado interior.

Avellanado: Ajustar los agujeros que se abren para que entren los tornillos taladrados.

Desbaste: Quitar las partes mas duras o ásperas de un material que se a trabajar.

Moleteado: Es la operación que tiene por objeto producir una superficie áspera o rugosa, para que se adhiera a la mano, con el fin de sujetarla o girarla más fácilmente. La superficie sobre la que se hace el moleteado normalmente es cilíndrica.

Taladrado: El taladrado es la operación que consiste en efectuar un hueco cilíndrico en un cuerpo mediante una herramienta de denominada broca, esto se hace con un movimiento de rotación y de alimentación.

Velocidad de Avance: Se entiende por Avance al movimiento de la herramienta respecto a la pieza o de esta última respecto a la herramienta en un periodo de tiempo determinado.

Velocidad de Corte: Es la distancia que recorre el "filo de corte de la herramienta al pasar en dirección del movimiento principal (Movimiento de Corte) respecto a la superficie que se trabaja: El movimiento que se origina, la velocidad de corte puede ser rotativo o alternativo; en el primer caso, la velocidad de, corte o velocidad lineal relativa entre pieza y herramienta corresponde a la velocidad tangencial en la zona que se esta efectuando el desprendimiento de la viruta, es decir, donde entran en contacto herramienta y, pieza y debe irse en el punto desfavorable. En el segundo caso, la velocidad relativa en un instante dado es la misma en cualquier punto de la pieza o la herramienta.

R.P.M: Revoluciones Por Minuto.

3. MATERIAL Y EQUIPO A UTILIZAR

- Torno paralelo
- Buriles
- Material para torneear

4. PROCEDIMIENTO

El auxiliar del laboratorio les indicará las actividades a desarrollar y la manera de organizarse para realizar los respectivos ejercicios.

Incluir procedimiento realizado. El estudiante debe tomar nota del procedimiento realizado y presentarlo en este ítem, incluyendo gráficas o fotos del mismo.

5. OTRAS ACTIVIDADES.

5.1 Antes de la práctica

¿Qué normas de seguridad se deben seguir para operar un torno?

¿En qué consiste un torno revólver?

5.2 Después de la práctica

¿Qué dificultades encontró para desarrollar con éxito las operaciones en el torno?

¿Qué aspectos debe tener en cuenta, como ingeniero, a la hora de mandar a fabricar una pieza en un torno?

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Como todo trabajo, se deben sacar conclusiones y presentar recomendaciones técnicas con miras a mejorar la práctica realizada.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

Incluir referencias bibliográficas precisas: Título, autor, capítulo, páginas, edición.



LABORATORIO DE TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN

GUÍA PARA LA PRÁCTICA DE SOLDADURA

**FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA
CARTAGENA DE INDIAS D. T. y C.**

2011

PRÁCTICA DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

INTRODUCCIÓN. *El estudiante debe expresar, con sus propias palabras, el contenido del presente informe, la importancia del mismo y alguna apreciación personal.*

1. OBJETIVOS

1.1 General

Adquirir conocimiento PRÁCTICO de soldadura, y tipos de soldadura

1.2 Objetivos específicos

Desarrollar la habilidad para realizar una soldadura con electrodo revestido, en distintas posiciones.

Adquirir conciencia acerca de la importancia de utilizar los elementos de seguridad para la realización de soldaduras.

El estudiante debe mencionar dos objetivos específicos más. Ver actividades a realizar.

2. GENERALIDADES

La soldadura es un proceso de fabricación en donde se realiza la unión de dos materiales, (generalmente metales o termoplásticos), usualmente logrado a través de la coalescencia (fusión), en la cual las piezas son soldadas fundiendo ambas (figura 1) y agregando un material de relleno fundido (metal o plástico), el cual tiene un punto de fusión menor al de la pieza a soldar, para conseguir un baño de material fundido (el *baño de soldadura*) que, al enfriarse, se convierte en una unión fuerte. A veces la presión es usada conjuntamente con el calor, o por sí misma, para producir la soldadura. Esto está en contraste con la soldadura blanda (en inglés *soldering*) y la soldadura fuerte (en inglés

brazing), que implican el derretimiento de un material de bajo punto de fusión entre piezas de trabajo para formar un enlace entre ellos, sin fundir las piezas de trabajo.

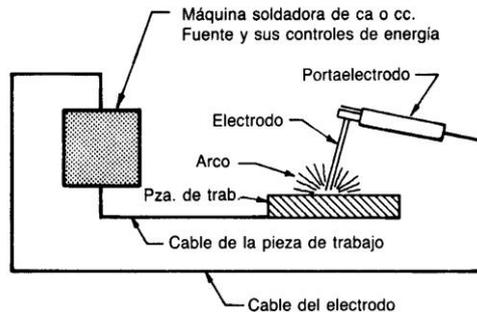


Figura 1. Esquema de soldadura por arco eléctrico

Muchas fuentes de energía diferentes pueden ser usadas para la soldadura, incluyendo una llama de gas, un arco eléctrico, un láser, un rayo de electrones, procesos de fricción o ultrasonido. La energía necesaria para formar la unión entre dos piezas de metal generalmente proviene de un arco eléctrico. La energía para soldaduras de fusión o termoplásticos generalmente proviene del contacto directo con una herramienta o un gas caliente.

Mientras que con frecuencia es un proceso industrial, la soldadura puede ser hecha en muchos ambientes diferentes, incluyendo al aire libre, debajo del agua y en el espacio. Sin importar la localización, sin embargo, la soldadura sigue siendo peligrosa, y se deben tomar precauciones para evitar quemaduras, descarga eléctrica, humos venenosos, y la sobreexposición a la luz ultravioleta.

Hasta el final del siglo XIX, el único proceso de soldadura era la soldadura de fragua, que los herreros han usado por siglos para juntar metales calentándolos y golpeándolos. La soldadura por arco y la soldadura a gas estaban entre los primeros procesos en desarrollarse tardíamente en el siglo, siguiendo poco después la soldadura por resistencia. La tecnología de la soldadura avanzó rápidamente durante el principio del siglo XX mientras que la Primera Guerra Mundial y la Segunda Guerra Mundial condujeron la demanda de métodos de

juntura confiables y baratos. Después de las guerras, fueron desarrolladas varias técnicas modernas de soldadura, incluyendo métodos manuales como la Soldadura manual de metal por arco, ahora uno de los más populares métodos de soldadura, así como procesos semiautomáticos y automáticos tales como Soldadura GMAW, soldadura de arco sumergido, soldadura de arco con núcleo de fundente y soldadura por electroescoria. Los progresos continuaron con la invención de la soldadura por rayo láser y la soldadura con rayo de electrones a mediados del siglo XX. Hoy en día, la ciencia continúa avanzando. La soldadura robotizada está llegando a ser más corriente en las instalaciones industriales, y los investigadores continúan desarrollando nuevos métodos de soldadura y ganando mayor comprensión de la calidad y las propiedades de la soldadura.

Se dice que es un sistema porque intervienen los elementos propios de este, es decir, las 5 M: mano de obra, materiales, máquinas, medio ambiente y medios escritos (procedimientos). La unión satisfactoria implica que debe pasar las pruebas mecánicas (tensión y dobléz). Las técnicas son los diferentes procesos (SMAW, SAW, GTAW, etc.) utilizados para la situación más conveniente y favorable, lo que hace que sea lo más económico, sin dejar de lado la seguridad.

2.1 Tipos de soldadura

Soldadura por arco eléctrico

Con electrodo revestido (SMAW)

Con arco protegido (TIG, TAG, MIG)

Con arco sumergido (SAW)

Soldadura a gas

Soldadura por resistencia

Soldadura de estado sólido (ultrasónica)

3. MATERIAL Y EQUIPO A UTILIZAR



Figura 2. Máquina de soldar



Figura 3. Guantes, careta, delantal, polainas

Electrodos de soldadura

4. PROCEDIMIENTO

El auxiliar del laboratorio les indicará las actividades a desarrollar y la manera de organizarse para realizar los respectivos ejercicios.

Incluir procedimiento realizado. El estudiante debe tomar nota del procedimiento realizado y presentarlo en este ítem, incluyendo gráficas, dibujos o fotos del mismo.

5. OTRAS ACTIVIDADES.

5.1 Antes de la práctica

Investigar sobre soldadura TIG y soldadura MIG

¿Qué son y para qué se utilizan las normas de soldadura?

5.2 Después de la práctica

¿Qué dificultades se presentaron para la correcta realización de un cordón de soldadura?

¿Cómo se verifica la calidad de una soldadura?

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Como todo trabajo, se deben sacar conclusiones y presentar recomendaciones técnicas con miras a mejorar la práctica realizada.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Incluir referencias bibliográficas precisas. Libro, autor, capítulo, páginas, edición.

Anexo G. Banco de ensayo de bombas centrífugas

INTRODUCCIÓN

Los buques tipo nodriza fluvial son buques de río diseñados y construidos en el Astillero COTECMAR de la ciudad de Cartagena de Indias y utilizadas principalmente por la Armada Nacional para la vigilancia y control del orden público a lo largo y ancho de los ríos del país. Estas embarcaciones para su explotación tienen como única fuente de energía primaria al combustible diesel. La energía química de este combustible se transforma en Energía Mecánica Rotacional para la propulsión del buque y en Energía Eléctrica, para satisfacer sus diferentes necesidades energéticas¹⁷.

Estas flotas son construidas con el fin de patrullar por las vías fluviales de Colombia durante grandes temporadas. Es indispensable que la tripulación a bordo del buque nodriza pueda permanecer cómoda durante el patrullaje (estadía). Es por eso que se debe climatizar el aire del buque bajo las condiciones de confort adecuadas. Una de las alternativas para la climatización en buques y barcos es utilizar un sistema de circulación de agua fría para refrigerante del aire en el buque, lo que implica la importancia de un sistema de bombeo para la distribución del agua fría.

Estudios previos a estos buques demostraron que el 79% del consumo total de energía eléctrica, dentro del buque en estudio, se concentra en los servicios de refrigeración y aire acondicionado (incluyen aire acondicionado, cuartos fríos y ventilación), iluminación y cocina con un 38%, 26% y 15% respectivamente. Como puede observarse los sistemas de refrigeración y aire acondicionado son los que más consumen energía. El sistema de circulación del agua fría consume el 22% de la energía generada por la embarcación. De este 22%, el 68% es consumido por la tubería y los accesorios y el 22% por los fan coil¹.

[1] ¹⁷ Sarría B, Lugo R Fajardo J, Rodríguez C, León K, Cruz J. 2008. *Diagnostico energético del sistema de circulación de agua Fría para el acondicionamiento del aire en buques tipo nodriza Fluvial*. Ciencia Y Tecnología De Buques 008 vol:1 fasc: 2 Colombia pp: 43 - 54

La bomba centrífuga seleccionada para esta operación es una IHM modelo 3X18SM, de fabricación nacional. En estudios previos¹⁸ se comprobó que la bomba opera con una eficiencia alrededor del 62%; la curva del fabricante muestra que el punto de mejor rendimiento de esta bomba se encuentra en un 70%.

Con base en lo anterior se puede afirmar que la eficiencia operacional de la bomba centrífuga mencionada está muy alejada del rango máximo de eficiencia por lo que se hace necesario construir un banco de ensayo de bombas centrífugas con el fin de caracterizar diferentes alternativas de impelente con el fin de mejorar la eficiencia de estas bombas centrífugas.

Banco de ensayo

A continuación se indican los diferentes pasos y materiales utilizados para la construcción del banco de ensayos así como los resultados obtenidos al realizar las diferentes pruebas de laboratorio y el análisis de las mismas.

1. Diseño y construcción del banco
2. Selección y Calibración de los instrumentos
3. Impelentes a ensayar
4. Ensayos y análisis comparativo

1. Diseño y Construcción del banco

Para la construcción del banco se utilizaron los siguientes elementos y materiales:

1. Dos (2) tanques de 5000 litros
2. Dos válvulas de cierre rápido de 2 pulgadas para la salida del fluido de los tanques.
3. Mangueras del 2 pulgadas de cuerpo de acero para la succión.
4. Tubería de presión de PVC de 1 ½ de pulgadas para la succión.
5. Tubería de presión de PVC de 1 ¼ de pulgadas para la descarga.
6. Válvula de regulación de 1 ¼ para la descarga.

[2] ¹⁸ León K y Cruz J, 2007. *Evaluación y diagnóstico para la optimización energética del sistema de circulación de agua fría en las embarcaciones tipo nodriza fluvial construidas por COTECMAR*, Tesis de Grado pp 229

7. Dos (2) Válvulas de cierre rápido para la descarga.
8. Dos (2) Medidores de presión
9. Medidor de flujo
10. Variador de velocidad
11. Tacómetro
12. Tarjeta National Instruments para adquisición de datos
13. Analizador de redes
14. Bomba IHM
15. Computador
16. Programa en LabView para el procesamiento de los datos.

Además de lo anterior se utilizaron diferentes accesorios en PVC como codos, Te, adaptadores, entre otros.

La medición de la presión, tanto para la succión como para la descarga, se realiza a una distancia de cinco (5) veces el diámetro de la respectiva tubería¹⁹. Para la instalación del flujómetro se siguieron las recomendaciones del fabricante por lo que se colocó a una distancia ** del codo.

2. Selección y Calibración de los instrumentos

Los instrumentos utilizados son los siguientes:

Medidor de presión: Para el banco se está utilizando dos sensores digitales de presión marca Autonics serie PSA.



Medidor de caudal.

Se utiliza en el banco de ensayos un transmisor de flujo Signet 8550-1.

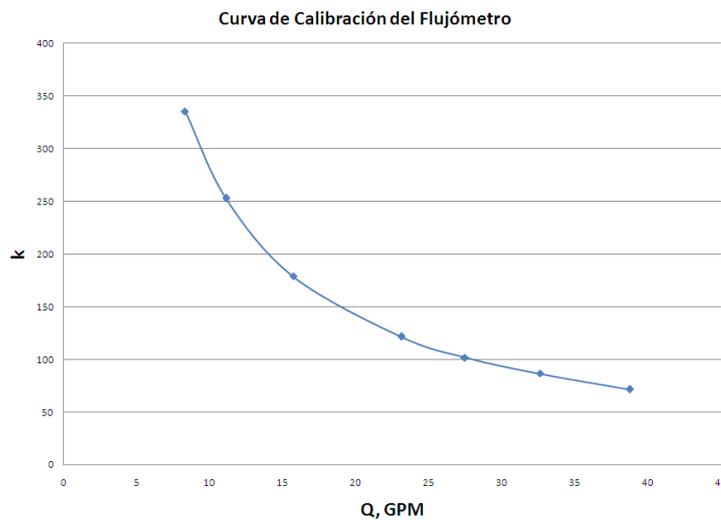
¹⁹ ASME PTC 8.2-1990. Centrifugal Pumps, Section 4.7



En la configuración del medidor de caudal es necesario introducir un factor k, pero no se contaba con dicho factor para la tubería utilizada razón por la cual fue necesario hallarlo, para ello se siguió el siguiente procedimiento.

Se realizaron treinta (30) mediciones en el flujómetro a flujo máximo para siete (7) valores definidos de k.

Se realizó una gráfica de caudal máximo contra la constante k y con ayuda del Excel se determinó la ecuación de K como una función de Q.



La función obtenida es:

$$K = 9.74627 * 10^{-7} Q^6 - 0.00018063 Q^5 + 0.013541455 Q^4 - 0.532968368 Q^3 + 11.9096428 Q^2 - 151.4751762 Q + 1019.087636$$

El flujo también se midió determinando el tiempo que tardaba en llenarse un tanque calibrado a 18,3 litros. El caudal obtenido fue de 30.91 GPM.

El caudal máximo se reemplazó en la función obtenida y se obtuvo el valor de la constante (k = 90.62) para la tubería instalada.

Se introdujo el valor de k en la configuración del flujómetro y se verificó el caudal para diferentes flujos medidos con el instrumento y con el balde calibrado.

Analizador de redes

El analizador utilizado es FLUKE 1735 Power Logger por medio del cual se puede realizar mediciones de tensión, corriente y potencia.



La configuración para el sistema se muestra en la siguiente figura.

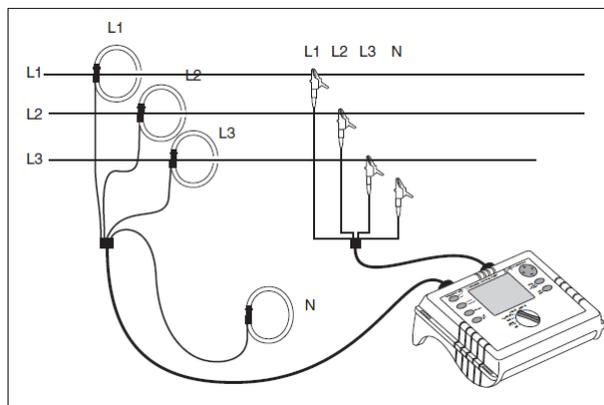


Figura 2. Delta trifásico²⁰

Tacómetro.

Se utiliza un tacómetro digital minipa MDT-2238^a.

²⁰ FLUKE 1735 Power Logger, Manual de uso



Este instrumento se utiliza para medir las revoluciones del motor cuyas características de chapa dicen que gira a 1700 RMP.

Impelentes a ensayar

El impelente original de la bomba centrífuga, el cual está construido en bronce, se digitalizó utilizando el programa SOLIDWORKS (figura 1) con el fin de construirlo en aluminio y así poder compararlos con otros impelentes que se construyeron también en aluminio y de esta forma estandarizar un poco las pérdidas debidas a la rugosidad del material.



Figura 1. Impelente actual digitalizado y construido en SOLIDWORKS
El plan experimental consiste en evaluar 4 impulsores correspondientes al impelente original y 3 prototipos construidos con las siguientes características.

Los impelentes o impulsores a evaluar son los siguientes:

Impulsor Original (o).

Número de álabes $z= 5$

Forma de la curvatura del álabe: Simple, atrasados.

Ángulo entre la velocidad tangencial y la velocidad relativa en la salida (Beta 2)= 30°

Prototipo A.

Número de álabes $z= 5$

Forma de la curvatura del álabe: Simple, atrasados.

Ángulo entre la velocidad tangencial y la velocidad relativa en la salida (Beta 2)= 20°

Prototipo B.

Número de álabes $z= 7$

Forma de la curvatura del álabe: Simple, atrasados.

Ángulo entre la velocidad tangencial y la velocidad relativa en la salida (Beta 2)= 20°

Prototipo C. Similar original pero en ALUMINIO con un acabado superficial de menor calidad.

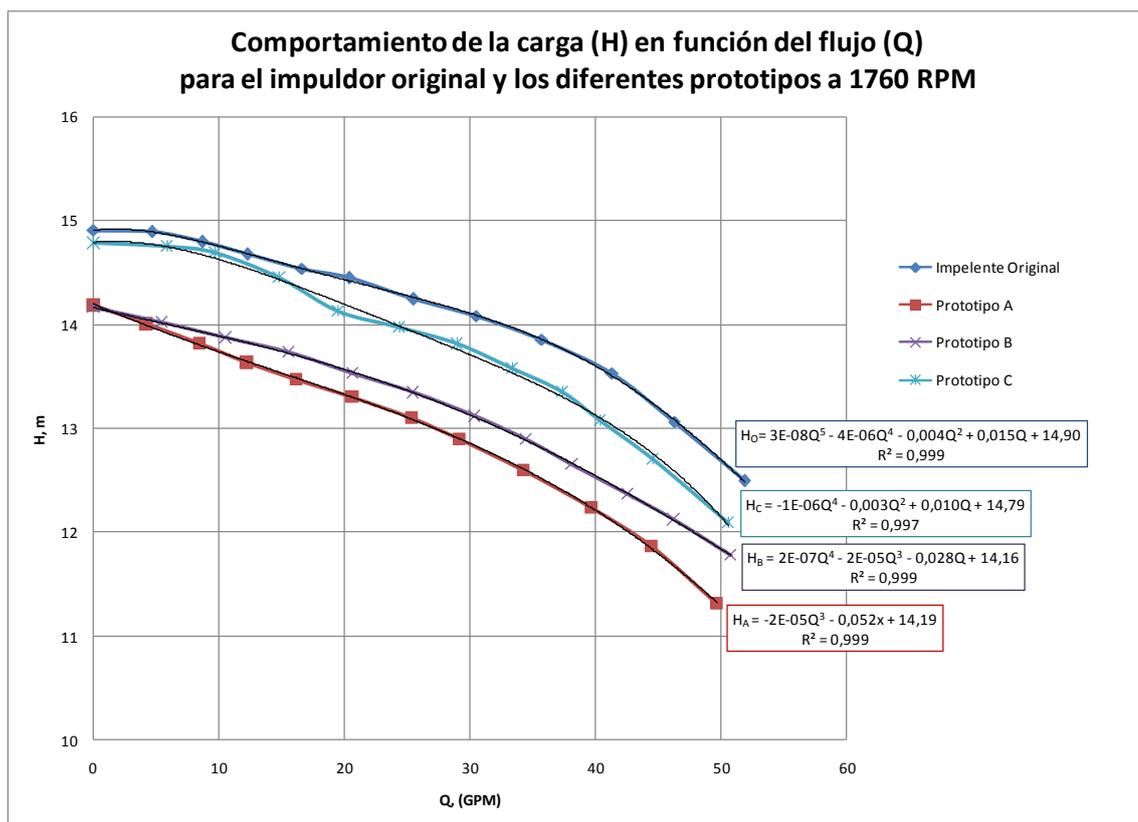
Número de álabes $z= 5$

Forma de la curvatura del álabe: Simple, atrasados.

Ángulo entre la velocidad tangencial y la velocidad relativa en la salida (Beta 2)= 30°

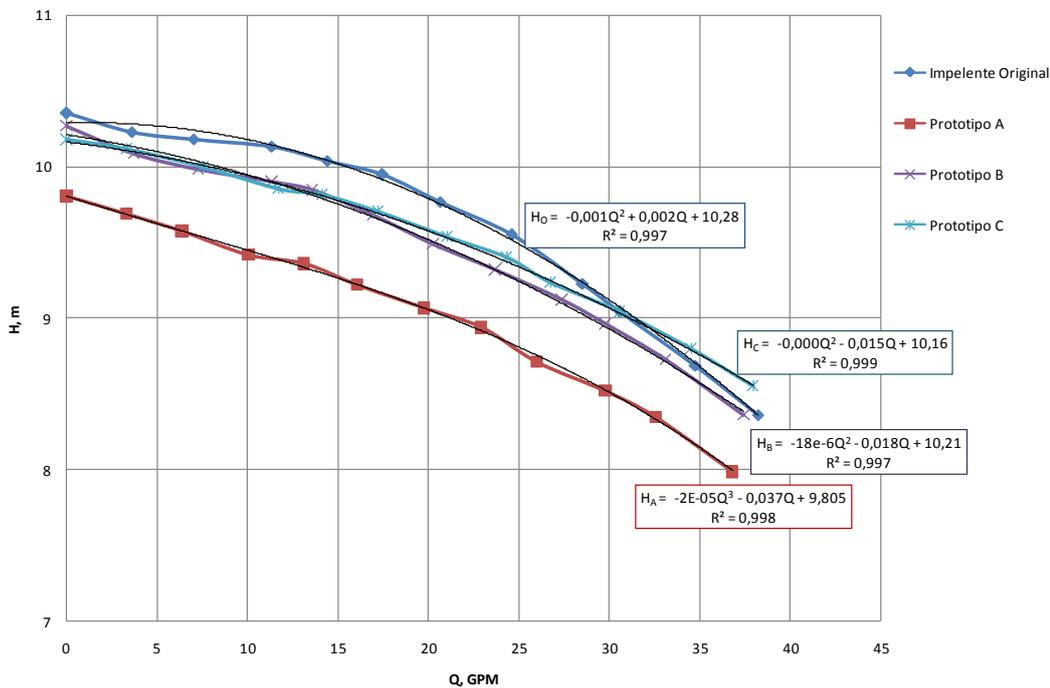
Ensayos y análisis comparativo

Al graficar los resultados obtenidos se obtuvieron las siguientes curvas de la carga contra el caudal:

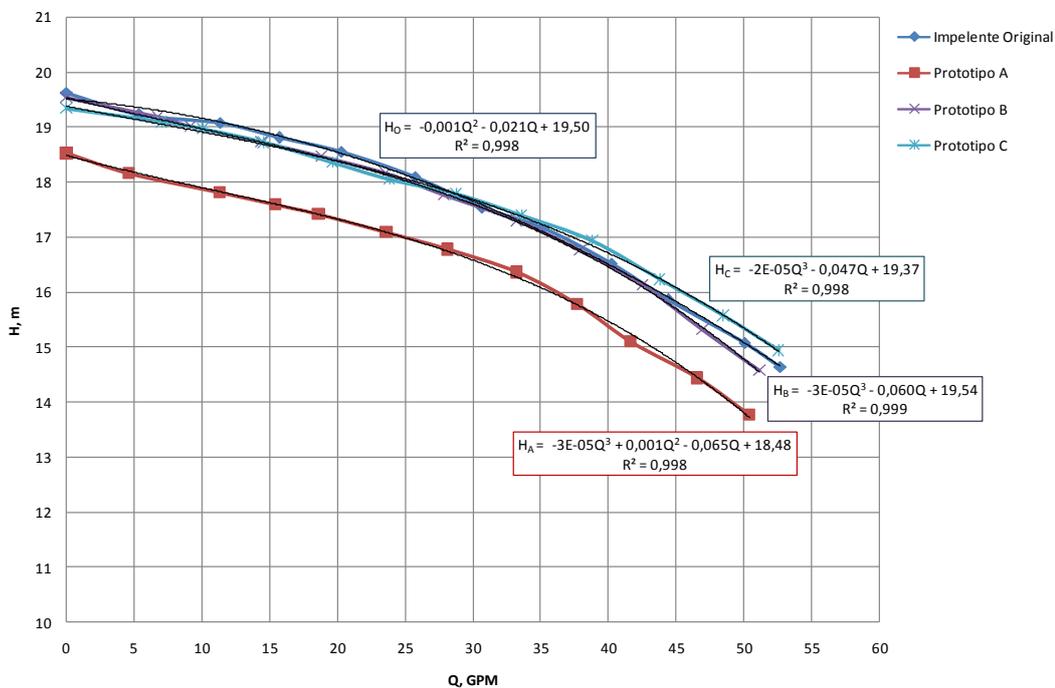


H_O , H_A , H_B , H_C – Carga desarrollada por los impulsores correspondientes al impulsor original, prototipo A, prototipo B y prototipo C.

Comportamiento de la carga (H) en función del flujo (Q) para el impulsor original y los diferentes prototipos a 1440 RPM



Comportamiento de la carga (H) en función del flujo (Q) para el impulsor original y los diferentes prototipos a 1970 RPM



Análisis comparativo.

De acuerdo al plan experimental el análisis comparativo se realiza de la siguiente forma tomando como base el gráfico anterior.

Comparación A. Entre el impulsor original y el prototipo C

Aunque aún no se ha realizado un análisis estadístico para demostrar si hay diferencias significativas pero se puede observar que el acabado superficial tiene influencias en las pérdidas de disco, incrementando las mismas con el incremento de la rugosidad. Por tal motivo el prototipo C tiene parámetros de carga inferiores al impelente original. Esto se observa más claramente a 1760 RPM. A 1440 RPM también se puede apreciar pero hasta un determinado punto, 30 GPM. A 1970 RPM se observa un comportamiento muy parecido.

Comparación B. Entre el prototipo A y el prototipo C.

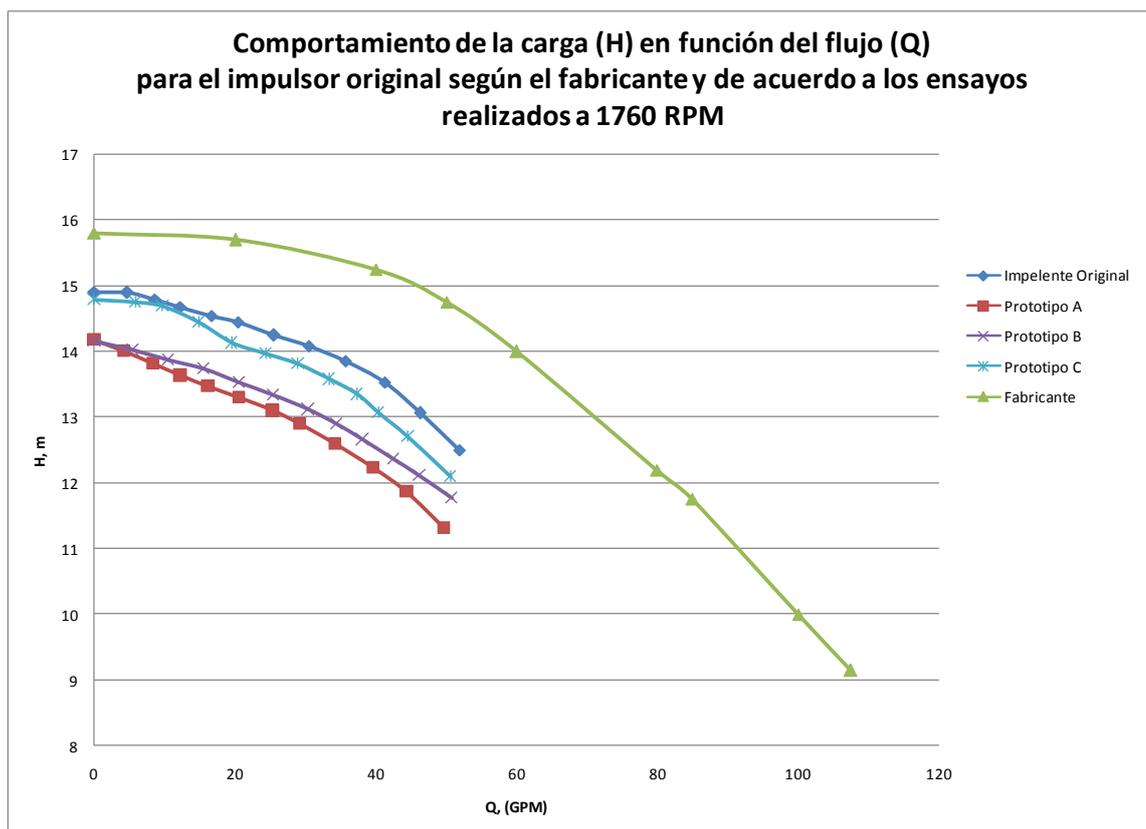
Se observa, tal como plantea la teoría sobre las máquinas de flujo centrífugas, que con el incremento del ángulo de salida entre la velocidad tangencial y la velocidad relativa en la salida del impulsor la carga incrementa. Esto sucede independientemente a las revoluciones por minuto a la que gira el impelente.

Comparación C. Entre el prototipo A y el prototipo B.

En este caso se puede observar el aumento de la carga para el impelente de 7 álabes en relación con el de 5. Este aumento es independiente al número de revoluciones del impelente.

Comparación D. Entre la curva entregada por el fabricante y los prototipos evaluados incluyendo el impelente original.

Incluyendo la curva entregada por el fabricante en las curvas obtenidas en el banco de ensayos se puede observar que hay una gran diferencia en el caudal que puede entregar realmente la bomba en relación con el indicado por el fabricante, aproximadamente un 50% menos.

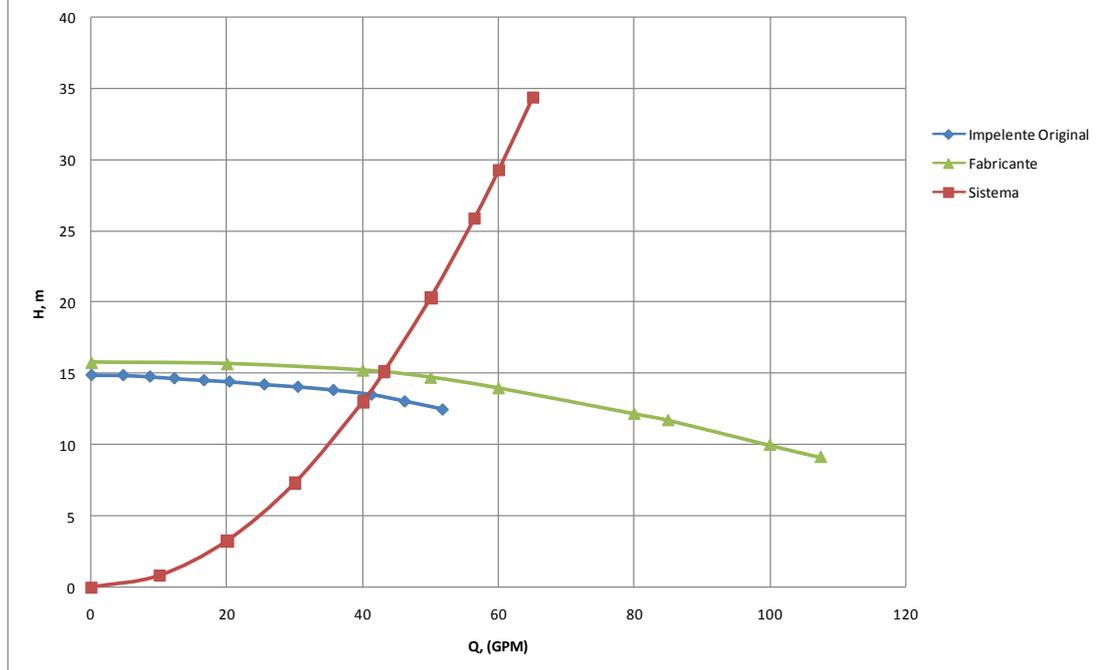


Análisis de la curva del sistema

Incluyendo la curva del sistema obtenida en un estudio previo²¹ se observa que la diferencia en el punto de operación obtenido a partir de las dos curvas, la del fabricante y la determinada en el laboratorio, es mínima.

²¹ León K y Cruz J, 2007. *Evaluación y diagnóstico para la optimización energética del sistema de circulación de agua fría en las embarcaciones tipo nodriza fluvial construidas por COTECMAR*, Tesis de Grado pp 229

Comportamiento de la carga (H) en función del flujo (Q) para el impulsor original según el fabricante y de acuerdo a los ensayos realizados y curva del sistema 1760 RPM



Anexo H. Fichas de laboratorios

SECCIÓN A	FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LABORATORIO		
Nombre del laboratorio:	Laboratorios de Salud Ocupacional y Seguridad Industrial		
Ubicación del laboratorio:	Edificio de aulas de ingeniería II, Aula 2 - LBIN 1		
Área en metros cuadrados:	49 metros cuadrados		
Capacidad en número de puestos para estudiantes:	24		
Objetivo:	Servir de apoyo a las actividades teórico - practicas que se desarrollen en el área de Seguridad y Salud ocupacional		
Prácticas o estudios que se realizan:	Seguridad industrial para evitar accidentes, manejo de elementos de protección personal, manejo de equipos contra incendios, señalizaciones, primeros auxilios, manejo de equipos e instrumentos.		
Usos:	Docencia Pregrado	Investigación	Actividades de proyección social
Programas académicos de pregrado que apoya:	Ingeniería Industrial		
Programas académicos posgrado que apoya:			
Especializaciones:			
Maestrías /Doctorado:			
Cursos que apoya:	Seguridad y salud ocupacional, Administración de la producción, Control de calidad, Apoyo al Desarrollo de la maestría de Ingeniería.		

SECCIÓN B		INVENTARIO DE RECURSOS					
No.	Nombre técnico del recurso	Cantidad	TIPO	Marca	Modelo	Serial	Material
		(Unidad)	(equipo, utensilio, reactivo)				
1	Sonómetro	1	Equipo	Quest	2200		Plástico
2	Detector de gases	1	Equipo	Quest	Multilog 2000		Plástico
3	Luxómetro	2	Equipo				Plástico
4	Maniqués	3	Utensilio				Plástico
5	Extintores	2	Utensilio				Metal
6	Tableros de señalizaciones	6	Utensilio				Madera y Plástico
7	Proyector de video beams	1	Equipo	SANYO			Plástico
8	Computador	1	Equipo	COMPAQ			Plástico

SECCIÓN A		FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LABORATORIO		
Nombre del laboratorio:	Laboratorio de Productividad y Calidad			
Ubicación del laboratorio:	Edificio de aulas de ingeniería II, Aula 2 - LBIN 2			
Área en metros cuadrados:	49 metros cuadrados			
Capacidad en número de puestos para estudiantes:	18			
Objetivo:	Servir de apoyo a las actividades teórico / practicas que se desarrollen en el área de ingeniería de productividad y calidad			
Prácticas o estudios que se realizan:	Curvas de aprendizaje, resistencia al cambio, cálculos de productividad, diagramas, estudio de tiempos.			
Usos:	Docencia Pregrado	Investigación	Actividades de proyección social	
Programas académicos de pregrado que apoya:	Ingeniería Industrial			
Programas académicos posgrado que apoya:				
Especializaciones:				
Maestrías /Doctorado:				
Cursos que apoya:	Ingeniería de productividad, Apoyo al Desarrollo de la maestría de Ingeniería.			

SECCIÓN B		INVENTARIO DE RECURSOS					
No.	Nombre técnico del recurso	Cantidad	TIPO	Marca	Modelo	Serial	Material
		(Unidad)	(equipo, utensilio, reactivo)				
1	Banda trasportadora	1	Equipo				Metal
2	Cronómetros	18	Equipo	Q&Q			Plástico
3	Cámara digital	1	Equipo	SONY			Plástico
4	Computadores	4	Equipo	COMPAQ			Plástico
5	Proyector de video beams	1	Equipo	SANYO			Plástico
6	Sillas	20	Equipo				
7	Stand	1	Equipo				
8	Tablero acrílico	1	Equipo				

SECCIÓN A		FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LABORATORIO		
Nombre del laboratorio:	Laboratorio de Simulación de Procesos			
Ubicación del laboratorio:	Edificio de aulas de ingeniería II, Aula 2 - LBIN 3			
Área en metros cuadrados:	49 metros cuadrados			
Capacidad en número de puestos para estudiantes:	20			
Objetivo:	Servir de apoyo a las actividades teórico / practicas que se desarrollen en el área de Simulación de Procesos.			
Prácticas o estudios que se realizan:	Simular procesos, análisis de datos numéricos, análisis óptimo de problemas.			
Usos:	Docencia Pregrado	Investigación	Actividades de proyección social	
Programas académicos de pregrado que apoya:	Ingeniería Industrial			
Programas académicos posgrado que apoya:				
Especializaciones:				
Maestrías /Doctorado:				
Cursos que apoya:	Simulación de procesos, Estadística I, Estadística II, Diseño de experimentos, Gerencia financiera, Apoyo al desarrollo de la maestría de Ingeniería			

SECCIÓN B		INVENTARIO DE RECURSOS					
No.	Nombre técnico del recurso	Cantidad	TIPO	Marca	Modelo	Serial	Material
		(Unidad)	(equipo, utensilio, reactivo)				
1	Computadores	20	Equipo	DELL			Plástico
2	Proyector de video beams	1	Equipo	SONY			Plástico
2	Software PROMODEL	1	Utensilio				
3	Software WIN QSB	1	Utensilio				
4	Software ARENA	1	Utensilio				
5	Software STATGRAPHIC	1	Utensilio				
6	Software SPSS	1	Utensilio				

SECCIÓN A		FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LABORATORIO		
Nombre del laboratorio:	Laboratorio de Ingeniería de Software e informática educativa.			
Ubicación del laboratorio:	Edificio de aulas de ingeniería I, aula A1-401			
Área en metros cuadrados:	98 metros cuadrados			
Capacidad en número de puestos para estudiantes:	25			
Objetivo:	Brindar soporte a los servicios de investigación de la línea de ingeniería de software e informática educativa.			
Prácticas o estudios que se realizan:	Ingeniería del software, modelado, RUP, sistemas expertos, sistemas multiagentes.			
Usos:	Docencia Pregrado	Investigación	Actividades de proyección social	
Programas académicos de pregrado que apoya:	Ingeniería de sistemas			
Programas académicos posgrado que apoya:				
Especializaciones:				
Maestrías /Doctorado:				
Cursos que apoya:	Ingeniería de software I y II, Bases de datos, Diseño WEB, Programación en JAVA, Tecnologías .NET			

SECCIÓN B		INVENTARIO DE RECURSOS					
No.	Nombre técnico del recurso	Cantidad	TIPO	Marca	Modelo	Serial	Material
		(Unidad)	(equipo, utensilio, reactivo)				
1	Dell Inc. OPTIPLEX 745	8	Equipo	DELL	OPTIPLEX 745		WORKSTATION
2	Dell Inc. OPTIPLEX 755	8	Equipo	DELL	OPTIPLEX 755		WORKSTATION
2	Dell Inc. POWEREDGE 2900	4	Equipo	DELL	POWEREDGE 2900		SERVER
3	Dell Inc. PRECISION WORKSTATION 470	1	Equipo	DELL	WORKSTATION 470		WORKSTATION
4	Dell Inc. OPTIPLEX GX520	5	Equipo	DELL	OPTIPLEX GX520		WORKSTATION

SECCIÓN A		FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LABORATORIO		
Nombre del laboratorio:	Laboratorio de Comunicaciones y redes			
Ubicación del laboratorio:	Edificio de aulas de ingeniería I, aula A1-406			
Área en metros cuadrados:	49 metros cuadrados			
Capacidad en número de puestos para estudiantes:	12			
Objetivo:	Brindar soporte de conectividad y servicios de redes telemáticas a los distintos proyectos de la línea de investigación en comunicaciones y redes de GRITAS (Grupo de Investigación en Tecnologías Aplicadas y Sistemas de Información); y ampliar y atender el portafolio de ofertas académicas a nivel de pregrado, posgrado y educación permanente.			
Prácticas o estudios que se realizan:	a) Comunicación y configuración de redes a nivel local (LAN) y de área amplia (WAN) b) Conectividad con diferentes tecnologías de comunicaciones como Giga Ethernet, Frame Relay, ADSL e inalámbricas, entre otras c) Uso de protocolos de comunicaciones IP, TCP, NETBEUI; d) Instalación y configuración de servicios de red con NOS (Network Operating System): Linux y Windows Server; e) desarrollo de aplicaciones web con herramientas como Java, JSP, ASP, PHP y aplicaciones móviles.			
Usos:	Docencia Pregrado	Investigación	Actividades de proyección social	
Programas académicos de pregrado que apoya:	Ingeniería de sistemas, Tecnología en sistemas e Ingeniería Electrónica en el minor.			
Programas académicos posgrado que apoya:				
Especializaciones:	Cursos de la Especialización de Telecomunicaciones del programa de Ingeniería Electrónica Desarrollo de proyectos de investigación en los campos de Redes de Nueva Generación y Calidad de Servicios			
Maestrías /Doctorado:				
Cursos que apoya:	Comunicaciones y Redes; Sistemas Operativos y Sistemas Distribuidos / Electivas de Comunicaciones y Redes: LAN & Switching; Redes de Acceso; Administración y Seguridad Informáticas; Gestión de Servicios con sistemas operativos de redes (Linux y Windows Server) / Cursos de Certificación en Redes Cisco: CCNA y CCNP / Curso de Certificación en Wireless LAN y Network Security / Curso de Certificación en Cableado Estructurado PANDUIT			

SECCIÓN B		INVENTARIO DE RECURSOS					
No.	Nombre técnico del recurso	Cantidad	TIPO	Marca	Modelo	Serial	Material
		(Unidad)	(equipo, utensilio, reactivo)				
1	Kit de Redes Cisco CCNA	6	Utensilio	Router Cisco	2811		Hardware
2	Kit de Redes Cisco CCNA	3	Utensilio	Switches Cisco	2960		Hardware
2	Kit Wireless: Redes inalámbricas	6	Utensilio	Tarjetas Interface	Aironet		Hardware
3	Kit Wireless: Redes inalámbricas	4	Utensilio	Antenas+AP	Aironet		Hardware
4	Kit Network Security	1	Utensilio	Cisco	Cisco 2811 Security Bundle		Hardware
5	Kit Cableado Estructurado PANDUIT	1	Utensilio	Panduit	UTP y Fibra Optica		Hardware
6	PCs y Servers	20	Utensilio	Dell	Core 2 Duo		Hardware
7	Software Simulador de Red y Monitoreo	15	Utensilio	Boson y Sniffer	Core 2 Duo	Versión 6.x	Software

SECCIÓN A		FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LABORATORIO		
Nombre del laboratorio:	Laboratorio Integrado de Ingeniería			
Ubicación del laboratorio:	Edificio de aulas de ingeniería II, Aula 2, Piso 0			
Área en metros cuadrados:	130 metros cuadrados			
Capacidad en número de puestos para estudiantes:	30			
Objetivo:	Ofrecer los servicios de docencia e investigación a CBAS, ICIV e IAMB			
Prácticas o estudios que se realizan:	Procesos Unitarios, Química, Química Orgánica, Microbiología, Termoquímica Ambiental			
Usos:	Docencia Pregrado	Investigación	Actividades de proyección social	
Programas académicos de pregrado que apoya:	En general a toda la facultad de Ingeniería, en especial a Ing. Civil y Ambiental.			
Programas académicos posgrado que apoya:				
Especializaciones:				
Maestrías /Doctorado:				
Cursos que apoya:	Química orgánica, Microbiología, Termoquímica ambiental			

SECCIÓN B		INVENTARIO DE RECURSOS					
No.	Nombre técnico del recurso	Cantidad	TIPO	Marca	Modelo	Serial	Material
		(Unidad)	(equipo, utensilio, reactivo)				
1	Cabina extractora de gases humos. Unidad de ventilación incluida. Scruber húmedo para lavado emisiones de gases ácidos.	1	Equipo	C4	Modelo Extractor MEX 120.		
2	Ducha de Emergencia Mixta con fuente lava ojos. Operación manual y pedal.	1	Equipo	C4			
3	Balanza Analítica Cap 120 g - 0.0001 g	1	Equipo	Bacco Alemania			
4	Balanza Electrónica Cap:600 g -0.0	1	Equipo	Bacco Alemania	ref: Bpis.		
5	Balanza analítica. Cap. 1200 gr- 0.1 g	1	Equipo	Mettler			
6	Peachimetro Digital portátil educativo	1	Equipo	Hanna	Ref: HI-8014		
7	Mufla Digital. Temp. 1200°C.	1	Equipo	INSIF	Ref. H363.		
8	Flocurdor 300 RPM de a puestos.	1	Equipo	E&Q	F4-299		
9	Destilador Automático. Borosilicato.3.2	1	Equipo	RAYPA			
10	Voltámetro de Hoffman	2	Equipo	ABC			
11	Placas de Calentamiento con agitación	2	Utensilio	Thermolyne			
13	Placas de Calentamiento sin agitación	3	Utensilio	Thermolyne			
14	Placa de Calentamiento	1	Utensilio	Parmer			
15	Baño de agua con agitación	1	Equipo	Reichert - Jung			
16	Colorímetro	1	Utensilio	Orbeco-Hellige			
17	Vibrador Mecánico	1	Equipo	Mag-Mix			
18	Medidor de Oxígeno en línea	1	Equipo	ONDYNE			

19	Timer Universal	1	Equipo	GRALAB			
20	Regulador de Voltaje. 0- 150 v	1	Equipo	Volt.Box			
21	Espectrofotómetro	1	Equipo	Spectronic 21			
22	Titulador Karl Fischer	1	Equipo	Karl Fischer			
23	Titulador Digital	1	Equipo	Hach			
24	Turbidímetro portátil	1	Equipo	Hach			
25	Termo reactor para DQO	1	Equipo	Hach			
26	Microscope Eclipse E99	2	Equipo	NIKON			

SECCIÓN A		FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LABORATORIO		
Nombre del laboratorio:	Laboratorio de Maquinas eléctricas y accionamientos			
Ubicación del laboratorio:	Edificio de aulas de ingeniería II, aula A2-004			
Área en metros cuadrados:	98 metros cuadrados			
Capacidad en número de puestos para estudiantes:	24			
Objetivo:	Conocer los maquinas eléctricas y accionamientos para realizar las practicas en el laboratorio.			
Practicass o estudios que se realizan:	Realizar prácticas de automatismos eléctricos y control de máquinas eléctricas.			
Usos:	Docencia Pregrado	Investigación	Actividades de proyección social	
Programas académicos de pregrado que apoya:	Ingeniería eléctrica y electrónica			
Programas académicos posgrado que apoya:				
Especializaciones:	Automatización y Control de Procesos Industriales			
Maestrías /Doctorado:	-			
Cursos que apoya:	Máquinas eléctricas, Automatismos			

SECCIÓN B		INVENTARIO DE RECURSOS					
No.	Nombre técnico del recurso	Cantidad	TIPO	Marca	Modelo	Serial	Material
		(Unidad)	(equipo, utensilio, reactivo)				
1	Motores de ½ HP	6	Equipo	HP			
2	Variadores de velocidad Micromaster 420	6	Equipo				
3	Motores de C.C. y C.A.	6	Equipo				
4	Sensores de proximidad inductivos, capacitivos y reflex.		Equipo				
5	Contactores, relés y pulsadores.		Equipo				
6	PLC S7200	6	Equipo				
7	Logo	6	Equipo				
8	Computadores con	4	Equipo				
9	Software MicroWin	1	Utensilio				Software
10	Software LogoSoft	1	Utensilio				Software

SECCIÓN A		FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LABORATORIO		
Nombre del laboratorio:	Laboratorio de Sistemas Digitales			
Ubicación del laboratorio:	Edificio de aulas de ingeniería II, aula A2-106			
Área en metros cuadrados:	49 metros cuadrados			
Capacidad en número de puestos para estudiantes:	24			
Objetivo:	Realizar prácticas de los cursos de Sistemas digitales, Microprocesadores, Microcontroladores, Señales y Sistemas y Procesamiento digital de señales.			
Prácticas o estudios que se realizan:	Análisis del proceso de los sistemas digitales.			
Usos:	Docencia Pregrado	Investigación	Actividades de proyección social	
Programas académicos de pregrado que apoya:	Ingeniería Eléctrica y Electrónica, e Ingeniería Mecatrónica.			
Programas académicos posgrado que apoya:				
Especializaciones:				
Maestrías /Doctorado:				
Cursos que apoya:	Sistemas digitales, Microprocesadores, Microcontroladores, Señales y sistemas, Procesamiento digital de señales			

SECCIÓN B		INVENTARIO DE RECURSOS					
No.	Nombre técnico del recurso	Cantidad	TIPO	Marca	Modelo	Serial	Material
		(Unidad)	(equipo, utensilio, reactivo)				
1	Computador	4	Equipo	COMPAQ			
2	Computador	4	Equipo	Dell Optiplex 170l			
3	Computador	8	Equipo	Ibm Net Vista			
4	Software Altium design 6	1	Utensilios				Software
5	Software Quartus II	1	Utensilios				Software
6	Software CircuitMaker 2000	1	Utensilios				Software
7	Software Matlab y Simulink	1	Utensilios				Software
8	Software Mplab	1	Utensilios				Software
9	Software Labview 8.0	1	Utensilios				Software

SECCIÓN A		FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LABORATORIO		
Nombre del laboratorio:	Laboratorio de Electrónica			
Ubicación del laboratorio:	Edificio de aulas de ingeniería II, aula A2-104			
Área en metros cuadrados:	70 metros cuadrados			
Capacidad en número de puestos para estudiantes:	24			
Objetivo:	Realizar prácticas para los cursos de Instrumentación Eléctrica y Electrónica, Electrónica I, Electrónica II y Electrónica de Potencia.			
Prácticas o estudios que se realizan:	Realizar prácticas de potencia para el análisis eléctrico y electrónico de los elementos			
Usos:	Docencia Pregrado	Investigación	Actividades de proyección social	
Programas académicos de pregrado que apoya:	Ingeniería de Eléctrica y Electrónica e Ingeniería Mecatrónica.			
Programas académicos posgrado que apoya:				
Especializaciones:				
Maestrías /Doctorado:				
Cursos que apoya:	Instrumentación eléctrica y electrónica, Electrónica I, Electrónica II, Electrónica de potencia			

SECCIÓN B		INVENTARIO DE RECURSOS					
No.	Nombre técnico del recurso	Cantidad	TIPO	Marca	Modelo	Serial	Material
		(Unidad)	(equipo, utensilio, reactivo)				
1	Computador	4	Equipo	Dell Optiplex 170l			
2	Computador	4	Equipo	Hp COMPAQ			
3	Fuente De Energía	5	Equipo	Gwinstek			
4	Fuente Eléctrica Regulada	5	Equipo	Gwinstek			
5	Osciloscopio Digital	1	Equipo	Tektronix			
6	Osciloscopio Digital	2	Equipo	TDS			
7	Osciloscopio Análogo	6	Equipo	Gwinstek			
8	Analizador Lógico	1	Equipo	Tektronix			
9	Generador de Señales Digital	5	Equipo	Gwinstek			
10	Taladro	1	Equipo	Resont			
11	Pinzas de potencia con puerto USB	6	Equipo				

SECCIÓN A	FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LABORATORIO		
Nombre del laboratorio:	Laboratorio de Telecomunicaciones		
Ubicación del laboratorio:	Edificio de aulas de ingeniería II, aula A2-105		
Área en metros cuadrados:	49 metros cuadrados		
Capacidad en número de puestos para estudiantes:	24		
Objetivo:	Realizar prácticas de las materias de Comunicaciones eléctricas, Ondas y líneas de transmisión y de la Especialización en Telecomunicaciones.		
Prácticas o estudios que se realizan:	Realizar análisis de ondas y líneas de transmisión con ayuda de los recursos del laboratorio		
Usos:	Docencia Pregrado	Investigación	Actividades de proyección social
Programas académicos de pregrado que apoya:	Ingeniería Eléctrica y Electrónica.		
Programas académicos posgrado que apoya:			
Especializaciones:			
Maestrías /Doctorado:			
Cursos que apoya:	Comunicaciones eléctricas, Ondas y líneas de transmisión		

SECCIÓN B		INVENTARIO DE RECURSOS					
No.	Nombre técnico del recurso	Cantidad	TIPO	Marca	Modelo	Serial	Material
		(Unidad)	(equipo, utensilio, reactivo)				
1	Osciloscopio Analógico	6	Equipo				
2	Osciloscopio Digital	6	Equipo				
3	Generadores de Señal	12	Equipo				
4	Fuentes triples reguladas	12	Equipo	Dc Gw Instek			
5	Milímetros digitales con puerto USB	12	Equipo	True rms			
6	Milímetros digitales	6	Equipo	Fluke			
7	Analizador de espectros de 3GHz	1	Equipo	Agilent			
8	Generadores de Señales RF	3	Equipo	Tektronix			
9	Medidor de potencia	1	Equipo	Tektronix			
10	Banco de experimentación de Comunicaciones	10	Equipo				
11	Pantalla Computador	1	Equipo	IBM			

SECCIÓN A		FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LABORATORIO		
Nombre del laboratorio:	Laboratorio de Control automático			
Ubicación del laboratorio:	Edificio de aulas de ingeniería II, aula A2-107			
Área en metros cuadrados:	49 metros cuadrados			
Capacidad en número de puestos para estudiantes:	24			
Objetivo:	Realizar prácticas de Control Automático, Control Digital y Procesamiento Digital de Señales y dar apoyo a los proyectos de investigación del grupo GAICO			
Prácticas o estudios que se realizan:	Diseño de estrategias de Control de procesos industriales, Identificación de procesos, Configuración de Redes industriales, Simulación de sistemas de control, Configuración de Sistemas SCADA, Adquisición de datos.			
Usos:	Docencia Pregrado	Investigación	Actividades de proyección social	
Programas académicos de pregrado que apoya:	Ingeniería de Eléctrica y Electrónica e Ingeniería Mecatrónica.			
Programas académicos posgrado que apoya:				
Especializaciones:	Automatización y Control de Procesos Industriales			
Maestrías /Doctorado:				
Cursos que apoya:	Control automático, Control digital, Procesamiento digital de señales			

SECCIÓN B		INVENTARIO DE RECURSOS					
No.	Nombre técnico del recurso	Cantidad	TIPO	Marca	Modelo	Serial	Material
		(Unidad)	(equipo, utensilio, reactivo)				
1	Computador	1	Equipo	IBM			Hardware
2	Computador	6	Equipo	Samsung			Hardware
3	Computador	1	Equipo	LG			Hardware
4	Tarjetas de adquisición de datos Advantech USB 4711A		Equipo				
5	Tarjetas de adquisición de datos national Instruments USB		Equipo				
6	Planta piloto de diferentes procesos (nivel en tanques, motor-generator, presión, intercambiadores, mezcla, flujo y temperatura)	8	Equipo				
7	PLC s7-200 con módulo de comunicaciones y módulo de entradas y salidas analógicas.	6	Equipo				
8	PLC s7-300	2	Equipo				
9	PLC ABB	1	Equipo				
10	Software Matlab y Simulink	1	Utensilios				Software
11	Software Labview	1	Utensilios				Software
12	Software Step 7-Professional	1	Utensilios				Software
13	Software Step 7-MicroWin	1	Utensilios				Software
14	Software WinCC V5.4	1	Utensilios				Software
15	Software Intouch V7.0	1	Utensilios				Software

SECCIÓN A	FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LABORATORIO		
Nombre del laboratorio:	Laboratorio Teleoperado		
Ubicación del laboratorio:	A2, Edificio de Investigaciones		
Área en metros cuadrados:	76 metros cuadrados		
Capacidad en número de puestos para estudiantes:	30		
Objetivo:	Realizar prácticas de los cursos de pregrado y dar apoyo a los jóvenes investigadores de los postgrados y los docentes que desarrollan trabajos de investigación asociados al grupo GAICO		
Prácticas o estudios que se realizan:	Investigaciones		
Usos:	Docencia Pregrado	Investigación	Actividades de proyección social
Programas académicos de pregrado que apoya:	Ingeniería Eléctrica y Electrónica.		
Programas académicos posgrado que apoya:			
Especializaciones:			
Maestrías /Doctorado:	Maestría de ingeniería, técnicas avanzadas de diseño		
Cursos que apoya:	Semillero de investigación (Extracurricular)		

SECCIÓN B		INVENTARIO DE RECURSOS					
No.	Nombre técnico del recurso	Cantidad	TIPO	Marca	Modelo	Serial	Material
		(Unidad)	(equipo, utensilio, reactivo)				
1	Computador	6	Equipo	Dell Optiplex			
2	Ups Apc 1500	1	Equipo				
3	Switch 3com	1	Equipo				
4	Up3 education kit "altera"	1	Equipo				Software
5	Software Matlab	1	Utensilio				Software
6	Software Labview	1	Utensilio				Software
7	Software Quartus	1	Utensilio				Software
8	Software Altium Design	1	Utensilio				Software

SECCIÓN A		FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LABORATORIO		
Nombre del laboratorio:	Laboratorio de Caracterización de Materiales de Ingeniería			
Ubicación del laboratorio:	Edificio A2 piso 0			
Área en metros cuadrados:	98 metros cuadrados			
Capacidad en número de puestos para estudiantes:	15			
Objetivo:	Conocer diferentes piezas para sus tratamientos			
Prácticas o estudios que se realizan:	Medir resistencia de materiales, composición y estructura y realizar tratamientos térmicos a piezas.			
Usos:	Docencia Pregrado	Investigación	Actividades de proyección social	
Programas académicos de pregrado que apoya:	Ingeniería industrial, mecánico, Mecatrónica, civil			
Programas académicos posgrado que apoya:				
Especializaciones:				
Maestrías /Doctorado:				
Cursos que apoya:	Materiales de Ingeniería, Tratamientos térmicos, Metalografía, Recuperación de piezas			

SECCIÓN B		INVENTARIO DE RECURSOS					
No.	Nombre técnico del recurso	Cantidad	TIPO	Marca	Modelo	Serial	Material
		(Unidad)	(equipo, utensilio, reactivo)				
1	SIILA METALICA CON ESPALDAR	7					
2	EXTRACTOR DE : PLASTICO KARLUZ LIGHTING	1					
3	TABLERO MOVIL	1					
4	CALIBRADOR PARA EXTENSOM						
5	DUROMETRO ELECTRONICO DI						
6	EXTENSOMETRO TIPO TRANSF						
7	MAQUINA DE ENSAYO UNIVER						
8	MICROCOMPUTADOR	2					
9	MICROMETRO						

SECCIÓN A		FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LABORATORIO		
Nombre del laboratorio:	Laboratorio de Tecnologías de Fabricación			
Ubicación del laboratorio:	Detrás de la cafetería alcatraz			
Área en metros cuadrados:	220 metros cuadrados			
Capacidad en número de puestos para estudiantes:	10			
Objetivo:	Conocer los procesos que hacen parte de las tecnológicas de fabricación de productos			
Prácticas o estudios que se realizan:	Procesos de secuencia que son manufactureros			
Usos:	Docencia Pregrado	Investigación	Actividades de proyección social	
Programas académicos de pregrado que apoya:	Ing., mecánica, Mecatrónica e industrial			
Programas académicos posgrado que apoya:				
Especializaciones:				
Maestrías /Doctorado:				
Cursos que apoya:	Tecnologías de Fabricación, Procesos de Fabricación			

SECCIÓN B		INVENTARIO DE RECURSOS					
N o.	Nombre técnico del recurso	Cantid ad	TIPO	Marca	Modelo	Serial	Materi al
		(Unida d)	(equipo, utensilio, reactivo)				
1	BALANZA DOBLE BRAZO DE 0.1 A 2610 GRS.	4					
2	CARETA PARA SOLDAR V/FIJA PROTECCION VISUAL	12					
3	CARETA TERMICA	10					
4	CASCO DE PROTECCION	8					
5	CRISOL	3					
6	MAQUINA PARA SOLDAR					4913700 0D	
7	PIQUETAS						
8	PRENSA HIDRAULICA CAROLINA MODELO:C			196PIE DE REY 150-001MM MITUTOYO	S:728201 CD-6CS		
9	YUNQUE DE 50 KG.			196MITUTOYO	S:0727616		
10	ALICATE Y/O PINZA						
11	ALICATE Y/O PINZA						
12	BANQUILLOS METALICOS	10					
13	CAJA HERRAMIENTAS	4					
14	CAJA HERRAMIENTAS	1					
15	CALIBRADOR "PIE DE REY"	16					
16	CALIBRADOR DE LAINAS EN PULGAD						
17	CALIBRADOR DE PROFUNDIDADES						

SECCIÓN A		FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LABORATORIO		
Nombre del laboratorio:	Laboratorio de Fluidos y maquinas hidráulicas			
Ubicación del laboratorio:	Edificio A2 Piso 0			
Área en metros cuadrados:	220 metros cuadrados			
Capacidad en número de puestos para estudiantes:	12			
Objetivo:	Conocer el transporte de fluidos en los diferentes equipos			
Prácticas o estudios que se realizan:	Prácticas de transporte de fluidos			
Usos:	Docencia Pregrado	Investigación	Actividades de proyección social	
Programas académicos de pregrado que apoya:	Ingeniería mecánica y Mecatrónica			
Programas académicos posgrado que apoya:				
Especializaciones:				
Maestrías /Doctorado:				
Cursos que apoya:	Fluidos			

SECCIÓN B		INVENTARIO DE RECURSOS					
No	Nombre técnico del recurso	Cantidad	TIPO	Marca	Modelo	Serial	Material
		(Unidad)	(equipo, utensilio, reactivo)				
1	DEROSMANGUERAS Y NIPLES DIFICIL PLAQUEO						
2	ARCHIVADOR VERTICAL	2					
3	ARCHIVADOR VERTICAL	4					
4	BANCO BASICO PARA HIDRODINAMIC				150	200898	
5	BANQUILLO EN MADERA - TIPO DIBUJANTE						
6	CAJA HERRAMIENTAS						
7	CALIBRADOR "PIE DE REY" DE 6"	4					
8	CALIBRADOR DIGITAL CODIGO:500-		196PIE DE REY 150-001MM MITUTOYO	S:728201			
9	CALIBRADOR DIGITAL CODIGO:500-		196MITUTOYO	CD-6CS S:0727616			
10	CALIBRADOR PARA ALAMBRE						
11	COMPRESOR DE AIRE						
12	DATA-SWITCH 2/P						
13	DEMOSTRADOR DEL EXPERIMENTO DE REYNOLDSREF. 150,18 200914						
14	DEMOSTRADOR DEL PRINCIPIO DE BERNOULLIREF. 150,07 SERIAL 200903						
15	ENGRASADORA						
16	EQUI. ESTUDIO DE BOMBAS EN SER						
17	EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO 4						
18	ESCRITORIO EN MADERA TIPO EJEC						
19	INDICADOR DE CARATULA						
20	JUEGO DE DESTORNILLADOR MEDIAN						
21	JUEGO LLAVE MIXTA 8-22						

22	MARCO PARA SEGUETA						
23	MESA METALICA REF.						
24	PANEL DE ESTUDIO DE LA FRICCIO						
25	PANEL DE PRINC.BASICOS DE LA M						
26	PERFORADORA PARA OFICINA						
27	PESO COLGANTE						

SECCIÓN A		FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LABORATORIO		
Nombre del laboratorio:	Laboratorio de bombas centrifugas			
Ubicación del laboratorio:	Al interior del laboratorio de fluidos y máquinas hidráulicas			
Área en metros cuadrados:	30 metros cuadrados			
Capacidad en número de puestos para estudiantes:	10			
Objetivo:				
Prácticas o estudios que se realizan:	Manejo de los fluidos del agua			
Usos:	Docencia Pregrado	Investigación	Actividades de proyección social	
Programas académicos de pregrado que apoya:	Ingeniería Mecánica			
Programas académicos posgrado que apoya:				
Especializaciones:				
Maestrías /Doctorado:	-			
Cursos que apoya:	Máquinas de flujo			

SECCIÓN B		INVENTARIO DE RECURSOS					
No.	Nombre técnico del recurso	Cantidad	TIPO	Marca	Modelo	Serial	Material
		(Unidad)	(equipo, utensilio, reactivo)				
1	Tanques de 5000 litros	2	Equipo				
2	Vasculas de cierre rapido						
3	Manguera de 2 pulgadas						
4	Tuberia de presion PVC						
5	Medidores de presión						
6	Vasculas de regulación						
7	Tacómetro		Equipo				
8	Variador de velocidad						
9	Bomba IHM	1	Equipo				
10	LabView						Software
11	Medidor de caudal						
12	Analizador de redes						
13	Caja de herramientas	1	Utensilios				
14	Tablero de control		Utensilios				
15	Escalera		Equipo				
16	Estantes para archivos	2	Equipo				
17	Escritorio	1	Equipo				
18	Mesa de trabajo	2	Equipo				
19	Silla giratorias	2	Equipo				
20	Silla de trabajo	2	Equipo				
21	Computador	2	Equipo				
22	Impresora	1	Equipo				

SECCIÓN A	FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LABORATORIO		
Nombre del laboratorio:	Sala de Simulación		
Ubicación del laboratorio:	Edificio Aulas 2 primer piso		
Área en metros cuadrados:	30 metros cuadrados		
Capacidad en número de puestos para estudiantes:	10		
Objetivo:	Simular numéricamente fenómenos mecánicos		
Prácticas o estudios que se realizan:	Prácticas en los software		
Usos:	Docencia Pregrado	Investigación	Actividades de proyección social
Programas académicos de pregrado que apoya:	Ingeniería Mecánica y Mecatrónica		
Programas académicos posgrado que apoya:			
Especializaciones:			
Maestrías /Doctorado:			
Cursos que apoya:	Diseño Mecatrónica, Diseño concurrente, Mecanismos, Diseño mecánico, Dinámica, Introducción al diseño, Resistencia de materiales		

SECCIÓN B		INVENTARIO DE RECURSOS					
No.	Nombre técnico del recurso	Cantidad	TIPO	Marca	Modelo	Serial	Material
		(Unidad)	(equipo, utensilio, reactivo)				
1	Computadores	10	Equipo	DELL			
2	Matlab,	1	Utensilio				Software
3	Octave,	1	Utensilio				Software
4	Maxima,	1	Utensilio				Software
5	SolidEdge,	1	Utensilio				Software
6	AutoCad	1	Utensilio				Software
7	Salome	1	Utensilio				Software
8	Step	1	Utensilio				Software

Anexo I. Recomendaciones generales de convivencia en el laboratorio

LIMPIEZA Y SEGURIDAD

Limpieza

Hay ciertas reglas de limpieza básica que el experimentador debe seguir en el laboratorio.

Cada pieza del laboratorio es delicada y se usa con frecuencia, al empezar su práctica limpie las piezas, verificando que no guarde mugre de prácticas anteriores o recolectadas durante su almacenamiento.

Deje los equipos y la zona de trabajo como le gustaría encontrarla, al finalizar su práctica cerciórese de limpiar el lugar y los equipos, a usted no le gustaría llegar y encontrar las cosas sucias, adicionalmente evitará accidentes al no dejar objetos o mugre en el piso.

Seguridad

El trabajo en un Laboratorio trae consigo ciertos riesgos y complicaciones, como pueden ser la congestión por el alto número de estudiantes, los posibles accidentes generados por el uso negligente de los equipos o simplemente riesgos por las características de las sustancias que se utilizan. Estas complicaciones y riesgos no traerán consecuencias negativas si se manejan ciertas normas y precauciones de seguridad.

Siempre maneje los equipos o montaje experimentales con cautela, tenga en cuenta que la mayoría de estos contienen partes móviles o funcionan a altas temperaturas, evite accidentes o situaciones peligrosas para usted y el resto de sus compañeros.

Reglas generales del Laboratorio de Ingeniería Mecánica

- 1) El uso del laboratorio es exclusivo para labores de carácter académico.

- 2) Podrán hacer uso de los servicios del Laboratorio: estudiantes, personal docente, administrativo o contratista (con previa autorización) de la Universidad.
- 3) Está PROHIBIDO FUMAR, INGERIR BEBIDAS O ALIMENTOS dentro de las instalaciones del laboratorio.
- 4) Las personas que utilicen los servicios del laboratorio tienen la obligación de limpiar los instrumentos, equipos, bancos y área de trabajo al finalizar su trabajo.
- 5) A pesar que no existe una normativa oficial sobre daños de equipos, aquellos daños que por EXTREMA NEGLIGENCIA, MAL USO O CUALQUIER OTRA CAUSA IMPUTABLE, sean causados por el usuario, deberá asumir las sanciones citadas en el Reglamento General de Estudiantes de Pregrado o en su defecto del Reglamento de Empleados.
- 6) En caso de robo o hurto de elementos del laboratorio por parte de algún usuario del mismo, este deberá asumir las sanciones citadas en el reglamento general de estudiantes de pregrado o en su defecto del reglamento de empleados.

Reglas sobre seguridad del Laboratorio de Ingeniería Mecánica

- 1) Todos los usuarios del servicio del laboratorio deberán observar y acatar las normas de seguridad indicadas en las instalaciones del laboratorio; la persona que no cumpla con estas normas, de manera que sus acciones pongan en peligro su seguridad o la de sus compañeros, será retirado de las instalaciones del laboratorio, por alguno de los técnicos.
- 2) El uso de bata u overol, pantalones largos y calzado cerrado es de carácter OBLIGATORIO desde el momento en que el usuario entra al laboratorio.
- 3) En otras áreas específicas del laboratorio el usuario deberá usar el equipo de seguridad adecuado (Gafas, guantes, tapabocas, protectores auditivos, etc.) de acuerdo a las actividades a realizar.

- 4) La operación de los equipos, instrumentos y maquinas herramientas se hará sólo con la autorización y supervisión del personal del laboratorio.
- 5) Los usuarios deben respetar las áreas asignadas para el uso de cada maquina, la cual esta demarcada alrededor de la misma.
- 6) En el caso especifico del uso de maquinas herramientas los usuarios no deben portar o vestir elementos sueltos (cabello largo, camisas o chaquetas de mangas largas, anillos, pulseras, corbata, etc.) que representen riesgo potencial para el usuario. Esta norma será EXIGIDA por el técnico y auxiliar del taller de mecanizado.
- 7) Está prohibido el uso de sustancias químicas diferentes a las permitidas en el laboratorio de materiales.

Anexo J. Procedimiento para préstamo de equipos en laboratorios

PRÉSTAMO DENTRO DE EL LABORATORIO

- El practicante debe solicitar al laboratorista el formato de préstamo de equipos
- El practicante encargado debe llenar junto con sus compañeros de grupo en el formato de préstamo de equipos los cuadros.
- El practicante entrega a el laboratorista el formato diligenciado junto con el carnet de cada una de las personas relacionadas en la columna NOMBRE
- El laboratorista escoge un banco o lugar de trabajo para que El practicante trabaje y le hace entrega de los elementos solicitados debidamente probados y verificados que se encuentran en buen estado delante de él practicante para que este los reciba y se haga responsable
- Una vez que El practicante ha terminado de trabajar le informa a el laboratorista para que el laboratorista reciba los elementos
- El laboratorista recibe y verifica que los elementos se encuentren en el mismo estado en que los presto
- Después de haber hecho la verificación y encontrar que los elementos prestados se encuentren en las mismas condiciones procede a devolver los carnet a el practicante encargado
- En caso de que el elemento ya no se encuentre en las mismas condiciones el laboratorista escribe en la observación ,retiene los carnets y da aviso a el director del programa para solicitar información sobre el siguiente procedimiento

PRÉSTAMO PARA TRABAJAR EN OTRO LABORATORIO DENTRO DE LA UNIVERSIDAD

- El practicante debe solicitar al laboratorista el formato de préstamo de equipos

- El practicante encargado debe llenar junto con sus compañeros de grupo en el formato de préstamo de equipos los cuadros.
- El practicante entrega a el laboratorista el formato diligenciado junto con el carnet de cada una de las personas relacionadas en la columna NOMBRE
- El laboratorista supervisa y verifica si el lugar de trabajo es el adecuado para el practicante y para el equipo
- El laboratorista recuerda a el practicante que el equipo debe ser llevado al almacén de laboratorios y devuelto antes que culmine el horario laboral y de atención en laboratorios
- Una vez que El practicante ha terminado de trabajar le informa a el laboratorista para que el laboratorista reciba los elementos
- El laboratorista recibe y verifica que los elementos se encuentren en el mismo estado en que los presto
- Después de haber hecho la verificación y encontrar que los elementos prestados se encuentren en las mismas condiciones procede a devolver los carnet a el practicante encargado
- En caso de que el elemento ya no se encuentre en las mismas condiciones el laboratorista escribe en la observación ,retiene los carnets y da aviso a el director del programa para solicitar información sobre el siguiente procedimiento

PRÉSTAMO PARA TRABAJAR FUERA DE LA UNIVERSIDAD

- El practicante debe solicitar al laboratorista el formato de préstamo de equipos y además el de autorización de salida de equipos y elementos de oficina
- El practicante encargado debe llenar junto con sus compañeros de grupo en los formatos de préstamo de equipos y autorización de salida, los cuadros.
- El practicante debe diligenciar las firmas requeridas en el formato de AUORIZACION DE SALIDA para que el proceso sea autentico

- El practicante debe entregar dejar una copia a el guarda de seguridad que autentica el proceso , a el guarda que vigila en portería y a el laboratorista que hace entrega de los elementos solicitados
- El practicante entrega a el laboratorista el formato de préstamos y una copia de el de autorización de salida diligenciados junto con el carnet de cada una de las personas relacionadas en la columna NOMBRE
- Una vez que El practicante ha terminado de trabajar y haya traído de vuelta los elementos le informa a el laboratorista para que el laboratorista reciba los elementos
- El laboratorista recibe y verifica que los elementos se encuentren en el mismo estado en que los presto
- Después de haber hecho la verificación y encontrar que los elementos prestados se encuentren en las mismas condiciones procede a devolver los carnet a el practicante encargado
- En caso de que el elemento ya no se encuentre en las mismas condiciones el laboratorista escribe en la observación ,retiene los carnets y da aviso a el director del programa para solicitar información sobre el siguiente procedimiento

DESCRIPCION DE ITEMS DE FORMATO DE PRÉSTAMO DE EQUIPOS

LABORATORIO: laboratorio donde va a realizar la practica con el equipo

FECHA: fecha del día en el que se hace el préstamo

HORA DE ENTREGA: la hora de entrega al alumno de los equipos

HORA DE DEVOLUCION: hora a la que es devuelto el equipo al laboratorista (llenado por el laboratorista)

NOMBRE: los nombres de los integrantes del grupo que va a laborar en el banco de trabajo designado por el laboratorista y que además serán responsables de todo lo relacionado en el ítem DESCRIPCION

CODIGO: los códigos de cada uno de los integrantes del grupo que va a laborar en el banco de trabajo designado por el laboratorista y que además serán responsables de todo lo relacionado en el ítem DESCRIPCION

PROGRAMA: el programa al cada uno de los integrantes del grupo que va a laborar en el banco de trabajo designado por el laboratorista y que además serán responsables de todo lo relacionado en el ítem DESCRIPCION está inscrito.

TELEFONO: los teléfonos de cada uno de los integrantes del grupo que va a laborar en el banco de trabajo designado por el laboratorista y que además serán responsables de todo lo relacionado en el ítem DESCRIPCION

FIRMA: la firma de cada uno de los integrantes del grupo que va a laborar en el banco de trabajo designado por el laboratorista y que además serán responsables de todo lo relacionado en el ítem DESCRIPCION

DESCRIPCION: nombre del equipo o del artículo prestado

CANTIDAD: cantidad de artículos o equipos iguales

NUMERO INVENTARIO: numero de inventario (llenado por el laboratorista)

OBSERVACIONES: lugar para escribir si hay alguna diferencia en el procedimiento.



**FORMATO
PARA LA ADMINISTRACIÓN DE ACTIVOS
FIJOS**

FR-ADQ-001-01
 Fecha emisión : 30/03/12
 Edición: 0
 Página : 1 de 1

Anexo K. Formato para la administración de activos fijos

Fecha: _____

Laboratorio: _____

Solicitud: Traslado de activos Descargar activo
 Dar de baja un activo Reportar robo del activo

ITEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	SERIE	No DEL INVENTARIO	UBICACIÓN ACTUAL	UBICACIÓN ANTERIOR	OBSERVACIONES

Firma del solicitante

Firma jefe inmediato

Reviso:	Aprobó:	Fecha de Aprobación:
----------------	----------------	-----------------------------



Universidad
Tecnológica
de Bolívar
CARTAGENA DE INDIAS



**FORMATO
PARA LA ADMINISTRACIÓN DE ACTIVOS
FIJOS**

FR-ADQ-001-01
Fecha emisión : 30/03/12
Edición: 0
Página : 1 de 1

Firma de quien recibe

Firma del jefe inmediato de quien recibe

Analista de inventario

Reviso:

Aprobó:

Fecha de Aprobación:

Anexo L. Formato de prácticas de laboratorio para los cursos de pregrado

TITULO:

OBJETIVO:

CONOCIMIENTOS PREVIOS:

RECURSOS:

PROCEDIMIENTO:

CUESTIONARIO:

DOCENTE

COORDINADOR DE ÁREA

Reviso:

Aprobó:

Fecha de Aprobación:

  <p>Universidad Tecnológica de Bolívar <small>CARTAGENA DE INDIAS</small></p> <p>ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE <small>Resolución MEN 1199 de 2011</small></p>	PROCEDIMIENTO PRÁCTICAS DE LABORATORIO	PR-F.ING-006 Fecha emisión :07/04/12 Edición: 0 Página : 1 de 7
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------

Anexo M. Procedimiento Prácticas de laboratorio

1. OBJETIVO

Establecer los lineamientos para la elaboración de prácticas de laboratorio en los cursos de pregrado de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Tecnológica de Bolívar.

2. ALCANCE

Este procedimiento aplica a todos los usuarios de los laboratorios en los cursos de pregrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Tecnológica de Bolívar.

3. DEFINICIONES

Guía de laboratorio

Documento de trabajo que orienta la realización de la práctica de laboratorio.

Laboratorio

Unidad de apoyo y práctica que brinda la universidad a los docentes, para que se les facilite a los estudiantes la asimilación de conceptos mediante el aprendizaje práctico.

Práctica de laboratorio

Espacio de aprendizaje donde el estudiante desarrolla y adquiere habilidades propias de los métodos de la investigación científica y destrezas prácticas que le permiten establecer criterios de ingeniería, comprobar, y en muchos casos entender, los conceptos teóricos que debe aprender respecto a las diferentes asignaturas, y sobre todo, establecer relaciones con otros conocimientos previos que ya posea. (Montes, 2004)

Reviso:	Aprobó:	Fecha de Aprobación:
----------------	----------------	-----------------------------

  <p>Universidad Tecnológica de Bolívar <small>CARTAGENA DE INDIAS</small></p> <p>ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE <small>Resolución MEN 1199 de 2011</small></p>	<p>PROCEDIMIENTO PRÁCTICAS DE LABORATORIO</p>	<p>PR-F.ING-006 Fecha emisión :07/04/12 Edición: 0 Página : 2 de 7</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

Procedimiento

Es la forma específica de llevar a cabo una actividad o un proceso.

Recurso

Todo equipo, herramienta y material que hace parte de la planta física del laboratorio.

4. GENERALIDADES

Todos los actores de las prácticas de laboratorio deben estar comprometidos con el seguimiento de los lineamientos para garantizar el aprovechamiento del espacio de aprendizaje y el uso efectivo de los recursos de los que dispone, orientando las actividades hacia las metas de mejoramiento continuo de los estándares de calidad establecidos por la institución dentro del proceso enseñanza-aprendizaje.

5. CONTENIDO

5.1. Responsabilidades de los actores

5.1.1. De los docentes

- Diseñar las prácticas de laboratorio, modificarlas cuando consideren necesario y presentarlas al Coordinador de área para su revisión y aprobación.
- Hacer la programación de las prácticas al iniciar el período académico y enviarla al auxiliar junto con los horarios respectivos a las actividades.
- Entregar al auxiliar de laboratorio el diseño de la práctica al inicio del semestre, lo cual incluye los recursos de los cuales va a hacer uso.
- Elaborar y entregar las guías de laboratorio a los estudiantes con ocho días de anterioridad a la práctica.
- Estar siempre presente durante la práctica de laboratorio para dirigir las actividades.

Reviso:	Aprobó:	Fecha de Aprobación:
----------------	----------------	-----------------------------

  <p>Universidad Tecnológica de Bolívar <small>CARTAGENA DE INDIAS</small></p> <p>ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE <small>Resolución MEN 1199 de 2011</small></p>	<p>PROCEDIMIENTO PRÁCTICAS DE LABORATORIO</p>	<p>PR-F.ING-006 Fecha emisión :07/04/12 Edición: 0 Página : 3 de 7</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

- Respetar el tiempo máximo asignado para la duración de la práctica.
- Asegurarse de que los estudiantes utilicen los elementos de seguridad que le fueran indicados específicamente para la práctica.
- Evaluar y retroalimentar el informe final de práctica entregado por el estudiante.
- Supervisar, controlar y evaluar las prácticas de los estudiantes, evitando la ocurrencia de actividades ajenas a éstas y la realización de experimentos diferentes a los indicados por él.
- Velar por la conservación del orden y disciplina dentro del laboratorio, así como por el uso adecuado de los recursos de éste.

5.1.2. De los auxiliares de laboratorio

- Llevar un cronograma con las solicitudes de los docentes para la realización de las prácticas de laboratorio.
- Asegurar la entrega oportuna del diseño de las prácticas, por parte del docente, que soporte la realización de todas las actividades académicas, y que permita planificar la preparación de cada práctica de laboratorio.
- Acompañar al docente durante la realización de la práctica y poner a su disposición todos los recursos que necesita.
- Exigir el buen comportamiento de los estudiantes en los laboratorios.
- Velar por mantener los recursos del laboratorio en buen estado y porque se cumplan las normas de seguridad dentro de las instalaciones.
- Verificar el estado físico y buen funcionamiento de los equipos, antes de que estos sean entregados a los usuarios y después de que se haya concluido la práctica, asegurándose que estén en las mismas condiciones físicas y de funcionamiento en las que fueron entregados.

Reviso:	Aprobó:	Fecha de Aprobación:
----------------	----------------	-----------------------------

- Asegurar que el estudiante que solicita los servicios de laboratorio para prácticas extraclase diligencie y firme el formato “Registro de entradas y salidas de laboratorio”.
- Controlar el préstamo de los elementos y equipos del laboratorio mediante el “Formato Préstamo de recursos”, que deben diligenciar los usuarios que soliciten el servicio, retener el carné estudiantil hasta tanto el usuario regrese el recurso.
- Llevar un control de pérdidas y daños de equipos y elementos, con el fin de mantener al día el inventario del laboratorio, para ello diligenciar el formato “Registro de pérdidas o daños de recursos de laboratorio”.
- Enviar a la Dirección de programa respectiva, los registros de pérdidas o daños de recursos de laboratorio que al finalizar el período académico se encuentren vigentes, anexando la cotización del recurso dañado o perdido para su posterior cobro por la Dirección Financiera.

5.1.2. De los estudiantes

- Elaborar el preinforme de la práctica de laboratorio a realizar, como preparación para ésta.
- Asistir al laboratorio en los horarios programados y utilizar los implementos de seguridad necesarios de acuerdo al tipo de laboratorio y práctica a realizar.
- Estar presente durante toda la práctica.
- Seguir las indicaciones del docente y del auxiliar de laboratorio.
- Contribuir al cuidado de los laboratorios y los recursos que en él se encuentran.
- Al terminar la práctica de laboratorio, debe devolver los recursos en las mismas condiciones en las que se le entregó.
- Debe dejar el área de trabajo limpia y ordenada al finalizar la práctica.

Reviso:	Aprobó:	Fecha de Aprobación:
----------------	----------------	-----------------------------

  <p>Universidad Tecnológica de Bolívar <small>CARTAGENA DE INDIAS</small></p> <p>ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE <small>Resolución MEN 1199 de 2011</small></p>	<p>PROCEDIMIENTO PRÁCTICAS DE LABORATORIO</p>	<p>PR-F.ING-006 Fecha emisión :07/04/12 Edición: 0 Página : 5 de 7</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

- Informar al docente y/o auxiliar de laboratorio, cualquier tipo de accidente.
- Restituir el material que rompa o deteriore, por otro de las mismas características a más tardar al final del semestre.
- Diligenciar y firmar el formato “Registro de entradas y salidas de laboratorio” cuando solicite los servicios de laboratorio para prácticas extraclase.
- Para el préstamo de equipos y elementos de laboratorio, diligenciar el “Formato de préstamo de recursos”, presentar y entregar, temporalmente, el carné estudiantil, el cual le será devuelto junto con la entrega del recurso prestado.
- Realizar el informe final después de ejecutada la práctica, con lo observado y aprendido. Entregarlo al docente en el plazo que éste disponga para ello.

5.2. Presentación de documentos

Los documentos que intervienen en el diseño de prácticas de laboratorio son: guía de laboratorio, preinforme e informe. Para la elaboración y presentación de las guías de laboratorio se debe seguir el procedimiento Norma Fundamental que hace parte del Sistema de Gestión de Calidad de la Universidad Tecnológica de Bolívar.

Por su parte, el preinforme y le informe deben elaborarse y presentarse teniendo en cuenta las normas ICONTEC para trabajos escritos.

5.2.1 Guía de laboratorio

Es el documento de trabajo que orienta la realización de la práctica de laboratorio. Es diseñada por el docente y entregada a los estudiantes, previo a la práctica. Debe contener los siguientes elementos:

- título;
- objetivo;

Reviso:	Aprobó:	Fecha de Aprobación:
----------------	----------------	-----------------------------

  <p>Universidad Tecnológica de Bolívar <small>CARTAGENA DE INDIAS</small></p> <p><small>ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE</small> <small>Resolución MEN 1199 de 2011</small></p>	<p>PROCEDIMIENTO PRÁCTICAS DE LABORATORIO</p>	<p>PR-F.ING-006 Fecha emisión :07/04/12 Edición: 0 Página : 6 de 7</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

- conocimientos previos (es la investigación que el estudiante debe hacer para ir preparado a la práctica);
- recursos (enunciar los elementos que serán utilizados durante la práctica);
- procedimiento, y
- cuestionario (plantear cuestionamientos que deben resolver los estudiantes luego de realizada la práctica).

5.2.2. Preinforme

Documento que sirve de preparación para la práctica de laboratorio. Promueve la investigación y la comprensión las actividades a realizar. Consta de:

- título;
- objetivos;
- marco referencial(teórico, conceptual, estado actual, entre otros, que responde a los conocimientos previos requeridos en la guía de laboratorio);
- recursos;
- procedimiento;
- tablas de recolección de datos (en blanco);
- resultados esperados, y
- bibliografía.

5.2.3. Informe

Es el documento final de la práctica, en el cual se presentan los resultados obtenidos. Puede incluir, entre otros:

- título;
- introducción;
- objetivos;

Reviso:	Aprobó:	Fecha de Aprobación:
----------------	----------------	-----------------------------

- marco referencial;
- datos obtenidos;
- análisis de resultados (incluye el desarrollo del cuestionario expuesto en la guía de laboratorio);
- conclusiones;
- bibliografía, y
- anexos (si es necesario).

6. REGISTROS

Para controlar el préstamo de recursos de laboratorio y el daño o pérdida de los mismos, actividades contempladas dentro de las responsabilidades del auxiliar de laboratorio, se debe registrar la información en formatos pertinentes.

Los datos previos que describen el manejo que se le da a los diferentes registros utilizados en el procedimiento son:

TABLA 1. FORMATOS UTILIZADOS EN EL PROCEDIMIENTO

NOMBRE	RECOLECCIÓN	LUGAR DE ARCHIVO	TIEMPO DE RETENCIÓN	DISPOSICIÓN
Préstamos de recursos de laboratorio	Auxiliar de laboratorio	Laboratorio	Hasta la devolución del recurso	
Pérdidas y daños de recursos de laboratorio	Auxiliar de laboratorio	Laboratorio	Hasta la reposición del recurso o el cobro del mismo.	

7. ANEXOS

Los siguientes son los registros que contempla el presente procedimiento.

Reviso:	Aprobó:	Fecha de Aprobación:
----------------	----------------	-----------------------------



Universidad
Tecnológica
de Bolívar
CARTAGENA DE INDIAS



ACREDITADA
INSTITUCIONALMENTE
Resolución MEN 1156 de 2011

FORMATO PRÉSTAMO DE RECURSOS DE LABORATORIO

FR-F.ING-000-02
Fecha emisión :07/04/12
Edición: 0
Página : 1 de 1

Anexo O. Formato préstamo de recursos de laboratorio

Nombre del laboratorio: _____

Fecha: Día Mes Año

RESPONSABLE DEL PRÉSTAMO

Estudiante Docente Otro: _____

Nombre: _____ Código: _____

Programa: _____

Fecha préstamo:

DD	MM	AAAA
----	----	------

 Fecha devolución:

DD	MM	AAAA
----	----	------

Por medio de este documento hago constar que recibí en calidad de préstamo el(los) recurso(s) que se me entrega(n), me comprometo a devolverlos en las mismas condiciones y en el término fijado. Asumo la responsabilidad por pérdida, daño o deterioro que pueda causar durante el período de préstamo.

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1			
2			
3			

Firma auxiliar de laboratorio

Firma del responsable

DEVOLUCIÓN DEL RECURSO

Firma auxiliar de laboratorio que recibe

Firma del responsable que entrega

Reviso:	Aprobó:	Fecha de Aprobación:
----------------	----------------	-----------------------------

Anexo P. Formato pérdidas o daños de recursos de laboratorio

Nombre del laboratorio: _____

Fecha: Día Mes Año

Pérdida Daño Otro: _____

RESPONSABLE DEL DAÑO O PÉRDIDA

Estudiante Docente Otro: _____

Nombre: _____ Código: _____

Programa: _____

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1			
2			
3			

Al firmar este documento me comprometo a restituir el material dañado o perdido por otro de las mismas características, a más tardar al finalizar el semestre, de lo contrario el costo del material me será cobrado por la Dirección Financiera en el siguiente período académico.

Firma auxiliar de laboratorio

Firma del responsable

REPOSICIÓN DEL RECURSO

Fecha de reposición:

DD	MM	AAAA
----	----	------

Firma auxiliar de laboratorio que recibe

Firma del responsable que entrega

Reviso:	Aprobó:	Fecha de Aprobación:
----------------	----------------	-----------------------------

Anexo Q. Ficha técnica de entrevista a usuarios de los laboratorios

FACULTAD DE INGENIERÍA FICHA TÉCNICA DE ENTREVISTA A USUARIOS DE LABORATORIOS

OBJETIVO: Conocer la percepción que tienen los usuarios de los laboratorios, acerca del estado actual de éstos, como base para el desarrollo del trabajo de grado titulado “Diseño del reglamento interno para los laboratorios de la Facultad de Ingeniería y lineamientos para la elaboración de prácticas de laboratorio en los cursos de pregrado”.

AUXILIARES

1. ¿Qué laboratorios tiene a cargo?
2. ¿Existen reglamentos para esos laboratorios?
3. ¿Cuál es el comportamiento (normas) que le exige usted a los estudiantes para mantener en buen estado los laboratorios?
4. ¿Cree usted necesario la existencia de un reglamento para los laboratorios?
5. Si su respuesta es *Si*, ¿Cuáles son las razones por las cuales lo cree necesario?
6. ¿Existen prácticas de laboratorio documentadas en los laboratorios que tiene a su cargo?
7. Si su respuesta es *sí*, ¿En cuál o cuáles laboratorios existen y cuántas hay en cada uno? ¿Qué tanto son utilizadas por los estudiantes para la realización de las prácticas de laboratorios?
8. ¿Cuál es el horario de atención de los laboratorios que tiene a su cargo?
9. ¿Qué normas de seguridad se siguen en los laboratorios?
10. ¿Cuáles elementos de protección personal son necesarios utilizar?
11. ¿Qué hace cuando un recurso se daña?
12. ¿Cuál es el procedimiento para darle de baja a un recurso?

13. ¿Qué procedimiento se lleva a cabo para el préstamo de recursos?
14. ¿Qué procedimiento se lleva a cabo cuando un usuario daña o pierde un recurso?
15. ¿Cuáles cree que son sus derechos y deberes para con los laboratorios?
16. ¿Cómo se lleva a cabo la programación de las prácticas de laboratorio?
17. ¿Qué procedimiento debe llevar a cabo un estudiante que necesite utilizar el laboratorio para su trabajo de grado?
18. ¿Hacen clasificación de residuos en los laboratorios?

DOCENTES

1. ¿Cuáles son los laboratorios a los que asiste como docente y con cuáles cursos de pregrado, de los que dicta, los utiliza?
2. ¿Existen reglamentos para los laboratorios a los cuales asiste?
3. ¿Qué normas de comportamiento tiene en cuenta para el manejo del curso dentro de las instalaciones del laboratorio?
4. ¿Cree usted necesario la existencia de un reglamento para los laboratorios?
5. Si su respuesta es *SI*, ¿Cuáles son las razones por las cuales lo cree necesario?
6. ¿Existen prácticas de laboratorio documentadas en los laboratorios a los cuales asiste?
7. Si su respuesta es *sí*, ¿en cuál o cuáles laboratorios existen y cuántas conoce en cada uno? ¿Qué tanto las utiliza para la realización de las prácticas de laboratorios?
8. ¿Ha participado en el diseño de prácticas de laboratorios documentadas?
¿De qué manera?
9. ¿Cree usted conveniente establecer normas que guíen el contenido de las prácticas de laboratorio? ¿Por qué?
10. ¿Qué normas de seguridad se siguen en los laboratorios?

11. ¿Cuáles elementos de protección personal son necesarios utilizar en las prácticas que dirige?
12. ¿Qué procedimiento se lleva a cabo cuando un usuario daña o pierde un recurso?
13. ¿Cuáles cree que son sus derechos y deberes para con los laboratorios?
14. ¿Cómo se lleva a cabo la programación de las prácticas de laboratorio?

ESTUDIANTES

1. ¿Qué laboratorios ha utilizado en la UTB?
2. ¿Alguna vez ha realizado prácticas de laboratorios con documentación suministrada por el docente o el auxiliar de laboratorio?
3. ¿Conoce alguna reglamentación establecida por la UTB para el buen funcionamiento de los laboratorios?
4. ¿Qué procedimiento se lleva a cabo para el préstamo de recursos?
5. ¿Qué procedimiento se lleva a cabo en caso de que dañe o pierda un recurso?
6. ¿Cuáles cree que son sus derechos y deberes para con los laboratorios?
7. ¿Qué normas de seguridad se siguen en los laboratorios?
8. ¿Cuáles elementos de protección personal son necesarios utilizar?

Anexo R. Reglamento interno para los laboratorios de la Facultad de Ingeniería



Primera Universidad privada de Cartagena
Fundada en 1970

REGLAMENTO INTERNO PARA LOS LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Este documento fue aprobado por el Consejo Académico de la Universidad Tecnológica de Bolívar, como consta en el Acta No. ___ de fecha día del mes del año y tiene vigencia a partir de la fecha de su aprobación.

Cartagena de Indias, D.T. y C., Abril de 2012

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	246
1. ASPECTOS GENERALES DE LA FACULTAD	247
1.1. MISIÓN.....	247
1.2. VISIÓN	247
2. DISPOSICIONES GENERALES.....	248
2.1. CLASIFICACIÓN	248
2.2. PRÁCTICAS DE LABORATORIO	248
3. SEGURIDAD EN LOS LABORATORIOS	250
4. RECURSOS DE LABORATORIO.....	251
5. DERECHOS DE LOS USUARIOS.....	252
6. DEBERES DE LOS USUARIOS	253
7. AMONESTACIONES Y/O SANCIONES.....	254
8. VIGENCIA.....	255



PRESENTACIÓN

La Universidad Tecnológica de Bolívar, en el mejoramiento continuo que tiene en los servicios de apoyo a la docencia, la investigación, la extensión y la calidad de todos los ambientes de la vida universitaria, y a su vez el afán de brindarle a los estudiantes de pregrado un espacio de aprendizaje que les permita la asimilación de conceptos a través de la práctica, se ha establecido el presente Reglamento Interno para los laboratorios de la Facultad de Ingeniería, con el fin de garantizar procesos seguros en los laboratorios y regular el uso de sus recursos.

Este reglamento contiene el conjunto de normas, deberes y derechos que apoyan el proceso práctico de enseñanza en los cursos de pregrado de los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Tecnológica de Bolívar, y su cumplimiento es obligatorio.



1. ASPECTOS GENERALES DE LA FACULTAD

1.1. MISIÓN

SOMOS una facultad de **formación integral de alta calidad** en ingeniería a nivel de pregrado y posgrado basada en la **investigación e innovación**, con vocación empresarial, comprometidos con el **desarrollo social** y el mejoramiento de la calidad de vida de nuestra ciudad y del Caribe. Nuestra comunidad académica se caracteriza por un amplio sentido del aprendizaje autónomo y permanente, una visión internacional, reconocidos como líderes, seres respetuosos y con disposición de servicio

1.2. VISIÓN

En el 2015 nos vemos como líderes en desempeño, logros, crecimiento, **internacionalización, investigación, proyección empresarial y social**. Como facultad modelo y referente entre las distintas universidades de la región, la de más alto reconocimiento e imagen ante la comunidad universitaria y la sociedad. Con **programas acreditados internacionalmente** y exportando productos académicos y servicios técnicos al exterior. Con una amplia oferta de nuevos programas de pregrado, posgrados, extensión académica, investigación, consultorías y en nuevos mercados geográficos.

2. DISPOSICIONES GENERALES

ARTÍCULO 1°. Los laboratorios en la Universidad Tecnológica de Bolívar son unidades de apoyo y práctica que brinda la universidad a los docentes, para que se les facilite a los estudiantes la asimilación de conceptos mediante el aprendizaje práctico.

ARTÍCULO 2°. Son usuarios de los laboratorios de la Facultad de Ingeniería los estudiantes, docentes, monitores, auxiliares de laboratorio, grupos de investigación y personas autorizadas por la Facultad, que hacen uso de las instalaciones y recursos de los laboratorios.

ARTÍCULO 3°. Cada laboratorio debe tener su Ficha de Laboratorio, que contiene, entre otros, su objetivo, los cursos que apoya y los recursos con los que cuenta. Es responsabilidad del auxiliar de laboratorio mantenerla actualizada.

ARTÍCULO 4°. El horario de atención del laboratorio debe estar publicado en un lugar visible para conocimiento de todos los usuarios.

ARTÍCULO 5°. Por ningún motivo se realizarán actividades dentro del laboratorio sin autorización o supervisión.

ARTÍCULO 6°. No está permitida la entrada de acompañantes, y en general de personal no autorizado previamente.

ARTÍCULO 7°. Los estudiantes que estén realizando su Trabajo de Grado podrán utilizar los servicios de los laboratorios previa autorización de la Dirección de Programa.

2.1. CLASIFICACIÓN

ARTÍCULO 8°. Los laboratorios de la Facultad de Ingeniería se clasifican de acuerdo al programa académico al cual pertenecen.

2.2. PRÁCTICAS DE LABORATORIO

ARTÍCULO 9°. Las prácticas de laboratorio se llevarán a cabo siguiendo el procedimiento Prácticas de Laboratorio, que la Facultad dispone.

ARTÍCULO 10°. Las prácticas de laboratorio deben ser programadas por el docente. Algún cambio en el cronograma debe ser informado al auxiliar de laboratorio con, al menos, un (1) día de anticipación para su reprogramación.

ARTÍCULO 11°. El docente debe poner el diseño de la práctica a disposición de los auxiliares de laboratorio como soporte para la realización de todas las actividades académicas.

ARTÍCULO 12°. El docente debe entregar a sus estudiantes la guía de cada actividad práctica con al menos ocho (8) días de anticipación, con el fin de evitar el mal uso y desperdicio de los recursos.

ARTÍCULO 13°. Es responsabilidad del docente decidir la cantidad, necesidad y pertinencia de los recursos a utilizar en la práctica, de acuerdo a los objetivos propuestos, tiempo disponible y cantidad de estudiantes.

ARTÍCULO 14°. Durante la práctica de laboratorio programada, el docente, o a quien este delegue para su desarrollo, será el máximo responsable material de todos los recursos. Cualquier irregularidad debe ser reportada oportunamente al auxiliar de laboratorio.

ARTÍCULO 15°. El docente y/o auxiliar de laboratorio deberán permanecer dentro del laboratorio durante todo el tiempo que dure la práctica, para evitar desorden y daños en los recursos utilizados.

ARTÍCULO 16°. El acceso al laboratorio de estudiantes ajenos al grupo que en el momento desarrolla la práctica, estará sujeto a la no interferencia en la misma y a la autorización del docente responsable del grupo.

ARTÍCULO 17°. Los estudiantes podrán realizar prácticas extraclase con autorización del auxiliar de laboratorio. Tienen la obligación de diligenciar el formato "Registro de entradas y salidas de laboratorio".



3. SEGURIDAD EN LOS LABORATORIOS

ARTÍCULO 18°. Las zonas de circulación dentro de los laboratorios deben mantenerse limpias y libres de obstáculos para facilitar la movilización dentro de éstos.

ARTÍCULO 19°. Las rutas de evacuación deben estar señalizadas en todos los laboratorios.

ARTÍCULO 20°. Cada laboratorio debe tener un extintor de incendios que responda a sus necesidades particulares.

ARTÍCULO 21°. El buen estado de los productos y materiales, así como su etiquetado debe comprobarse antes de su utilización.

ARTÍCULO 22°. Etiquetar adecuadamente los frascos y recipientes a los que se haya trasvasado o donde se hayan preparado mezclas. Identificar su contenido e informar sobre los riesgos inherentes a la sustancia.

ARTÍCULO 23°. La apertura de frascos que contienen sustancias químicas debe realizarse de forma lenta y cuidadosa.

ARTÍCULO 24°. El auxiliar de laboratorio determinará los elementos de protección personal que deben utilizar los usuarios, de acuerdo a los riesgos potenciales del laboratorio y práctica a desarrollar.

ARTÍCULO 25°. Los residuos deben ser depositados en las canecas para la basura que se encuentran en cada uno de los laboratorios.

4. RECURSOS DE LABORATORIO

ARTÍCULO 26°. Se entiende por “recurso” todo equipo, herramienta y material que hace parte de la planta física del laboratorio.

ARTÍCULO 27°. Los recursos de los laboratorios de la Facultad de Ingeniería no pueden ser modificados sin previa autorización del auxiliar de laboratorio.

ARTÍCULO 28°. Cada laboratorio debe garantizar la manipulación segura, almacenamiento, uso y mantenimiento de los recursos que posee, con el objetivo de asegurar su correcto funcionamiento y prevenir su deterioro.

ARTÍCULO 29°. Los recursos que estén defectuosos o no cumplan a cabalidad con su función deben ser identificados como fuera de servicio hasta que sean reparados o demuestren buen funcionamiento. Esta condición debe ser informada por el Auxiliar de laboratorio a la Dirección de Programa pertinente para que dé trámite al proceso de reparación o adecuación.

ARTÍCULO 30°. Los recursos que no tengan reparación o se consideren obsoletos deben darse de baja, para lo cual el Auxiliar de laboratorio debe diligenciar el Formato para la administración de activos fijos (FR-ADQ-001-01), y enviarlo a la Dirección de programa correspondiente, donde se evaluará la solicitud y el estado del recurso, y se enviará al Analista de Inventario la aprobación para culminar el proceso de baja.

ARTÍCULO 31°. Los usuarios que requieran utilizar los recursos de laboratorio y/o extraerlos de las instalaciones, en horario diferente a la práctica programada, deberán diligenciar el formato “Préstamo de recursos de laboratorio”, presentar y entregar temporalmente el carné, el cual se regresará al usuario una vez que el equipo, herramienta y/o material sea entregado al auxiliar de laboratorio sin daño alguno.

ARTÍCULO 32°. En caso de pérdida o daño de los recursos, los usuarios deberán llenar el formato “Registro de pérdidas o daños de recursos de laboratorio”, y restituir los recursos a más tardar al finalizar el semestre, de lo contrario le será cobrado por Dirección Financiera en el siguiente período académico.



5. DERECHOS DE LOS USUARIOS

ARTÍCULO 33°. Todos los usuarios de los laboratorios de la Facultad de Ingeniería tienen derecho a:

- a) Encontrar los laboratorios acondicionados con los recursos necesarios para el correcto desarrollo de sus actividades.
- b) Recibir los recursos de laboratorio en buen estado.
- c) Recibir la guía de laboratorio con anterioridad a la práctica.
- d) Ser atendido con respeto y amabilidad por el auxiliar de laboratorio.
- e) Recibir la información y orientación necesaria, por parte del auxiliar de laboratorio, con respecto a los servicios que brinda y los recursos con los que cuenta el laboratorio.
- f) Utilizar los recursos de laboratorio, bajo las normas dispuestas por el presente reglamento.
- g) Disponer de una instalación física segura, debidamente señalizada y con las condiciones de seguridad para la preservación de la vida y el medio ambiente.
- h) Disponer de equipos de seguridad, como extintores, en lugares visibles para su uso inmediato en caso de emergencia.
- i) Ser informado sobre los riesgos potenciales a los cuales está expuesto en el laboratorio.
- j) Conocer los horarios de atención.

6. DEBERES DE LOS USUARIOS

ARTÍCULO 34°. Son deberes de todos los usuarios de los laboratorios:

- a) Conocer y respetar el presente reglamento.
- b) Trabajar con máxima precaución y utilizar los elementos de protección personal determinados por el auxiliar de laboratorio, con el fin de evitar daños en los recursos y a sí mismos.
- c) En caso de requerir reactivos, utilizar sólo los que se encuentren bien etiquetados.
- d) Abstenerse de fumar y/o ingerir alimentos o bebidas dentro de los laboratorios.
- e) Abstenerse de usar teléfonos móviles, reproducir música y videos, ajenos al proceso práctico.
- f) Revisar que los recursos de laboratorio que entregue o reciba se encuentren limpios y en buenas condiciones de funcionamiento e integridad.
- g) Mantener un comportamiento respetuoso y disciplinado.
- h) Velar por la conservación de los recursos que utilicen para el desarrollo de las prácticas de laboratorio.
- i) Dejar el área y puesto de trabajo limpio y organizado, al momento de retirarse del laboratorio.
- j) Solicitar a los docentes o auxiliares de laboratorio, orientación sobre el uso adecuado de los recursos.
- k) No retirar recursos de laboratorio sin autorización.
- l) Informar al auxiliar de laboratorio, de manera clara y precisa, sobre los daños o anomalías presentados en los recursos.
- m) Cumplir con los horarios de atención establecidos por el laboratorio.

7. AMONESTACIONES Y/O SANCIONES

ARTÍCULO 35°. Tal como lo establece el Régimen Disciplinario del Reglamento Estudiantil de Pregrado, cuando un estudiante comete infracción de los principios éticos, de buenas costumbres o de cualquiera de las normas, reglamentos o disposiciones establecidas por la Universidad Tecnológica de Bolívar, se hace acreedor a una amonestación o a una sanción.

ARTÍCULO 36°. Se constituyen infracciones al presente reglamento:

- a) El comportamiento irrespetuoso e indisciplinado dentro del laboratorio.
- b) La pérdida o daño de los recursos de laboratorio, debido al uso no autorizado, descuido o imprudencia.
- c) El incumplimiento de las normas de seguridad, poniendo en riesgo la integridad de los demás usuarios y las instalaciones físicas.
- d) La no devolución del recurso prestado en la fecha establecida.
- e) La utilización de los laboratorios y los recursos que este posee, sin previa autorización.
- f) Si el recurso asignado para la práctica de laboratorio presenta fallas y el usuario no lo reporta inmediatamente, quedará como responsable de dichas fallas.



8. VIGENCIA

ARTÍCULO 37°. Este reglamento rige desde la fecha de su aprobación, que sólo podrá ser interpretado y modificado por el Consejo Académico de la Universidad Tecnológica de Bolívar, y anula los reglamentos anteriores.

PATRICIA MARTÍNEZ BARRIOS
Rectora

ROSARIO GARCÍA GONZÁLEZ
Secretaria General