

116
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
CIUDAD UNIVERSITARIA

DISPOSITIVO PARA ENSAYOS DE IMPACTO EN
MATERIALES NO METALICOS
ESTUDIO TECNICO

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

SAMUEL REYNA ECHANIZ

Director de Tesis : M. en C. Arturo Barba P.

TESIS CON
FALSA DE ORIGEN

México, D. F.

1992



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

INTRODUCCION	1
CAPITULO I	2
COMENTARIOS ACERCA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA EN MEXICO	3
I.1.- BOSQUEJO HISTORICO.....	3
Creación de institutos y centros de estudios superiores.....	4
Otras fuentes de progreso científico y tecnológico.....	4
El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.....	5
I.2.- DEPENDENCIA TECNOLOGICA.....	7
I.3.- SITUACION Y OBSTACULOS PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA EN MEXICO.....	10
Recursos para la ciencia y la tecnología.....	11
La infraestructura científica y tecnológica hasta la década de 1980.....	11
Situación actual de la Ingeniería en México.....	14
Perspectivas.....	16
1.4.-ALGUNAS REFLEXIONES RESPECTO A LA ENSEÑANZA EXPERIMENTAL DE LAS CIENCIAS.....	19
Ubicación de los materiales en la formación académica de carreras de ingeniería.....	21
La ciencia de los materiales	22
La tecnología de los materiales.....	23
Las organizaciones científicas y técnicas.....	25
Máquinas de ensayo.....	25

CAPITULO II	28
II.1.- ELABORACION DE UN PROYECTO	29
Identificación de las necesidades existentes.....	34
Acumulación de la información pertinente.....	34
Formulación de las soluciones posibles.....	34
Análisis de las soluciones	34
Valuación física y económica de las soluciones.....	35
Optimización de las soluciones.....	35
Diseño detallado del sistema.....	35
Valuación en el campo	37
Proyecto por evolución	37
Metodología para el desarrollo de proyectos.....	38
Detección de las necesidades	41
Definición del problema.....	43
Búsqueda de información.....	44
Generación de las soluciones posibles.....	45
Valuación Física.....	46
Valuación económica.....	47
Valuación financiera.....	47

CAPITULO III	48
III.1.- INTRODUCCION A LOS ENSAYOS Y SU UTILIDAD.....	49
Generalidades sobre los ensayos de impacto.....	52
Fundamentos.....	52
Aspectos del ensayo de impacto.....	53
Comportamiento de materiales bajo cargas de impacto.....	54
Alcance y aplicabilidad de los ensayos de impacto.....	55

Máquinas de impacto.....	57
Cálculo de relaciones energéticas.....	58
CAPITULO IV.....	58
IV.1.- DISEÑO DEL SISTEMA OPERATIVO.....	61
Definición de criterios para el diseño.....	61
Prueba de viga simple.....	63
Ecuaciones para el cálculo de energía	
del péndulo.....	64
Ensayos realizados.....	74
CAPITULO V.....	76
V.1.- FIABILIDAD Y VIDA DEL EQUIPO.....	77
Introducción	77
Vidas del equipo.....	77
Vida infantil	77
Vida útil.....	77
Vida probable.....	78
Vida promedio.....	78
Vida mediana.....	78
Vida extendida.....	78
Vida total.....	78
Factores que afectan a la vida económica..	79
Fiabilidad y deterioro.....	79
Papel del mantenimiento en la fiabilidad	
y vida del aparato.....	79
Conclusiones.....	83
Bibliografía.....	8

ANEXO A85

NORMA DE PRUEBAS PARA RESISTENCIA AL IMPACTO
EN CERAMICOS

Objetivo.

Tipos de ensayo.

Método tipo A.

Método tipo B.

Significado.

Notas.

Aparato.

Probeta.

Procedimiento para pruebas de impacto. de
cerámicos planos.

Procedimiento para pruebas de impacto de
cerámicos huecos.

Procedimiento para pruebas de impacto en el
arillo del cerámico hueco.

Procedimiento para pruebas de cortante.

Cálculos.

Reporte.

Exáctitud en los datos (precisión y exáctitud)

Pruebas realizadas (aplicación práctica)

ANEXO B.....97

TABLA DE EQUIVALENCIAS.

ANEXO C.....99

MANTENIMIENTO.

I N T R O D U C C I O N

La evaluación de las propiedades de los materiales constituye una parte importante en el control de calidad tanto de materias primas como de productos terminados, así como un elemento que permite cuantificar las capacidades reales de un material y poderlo obtener, seleccionar, sustituir, conocer, procesar y modificar de una manera más profunda.

Dada la compleja situación económica y tecnológica hacia la que se desenvuelve el país, se ha convertido en una necesidad más importante cada día el mejorar la calidad de los productos que se elaboran y allí juega un papel determinante el ensayo de materiales.

Por otro lado, la compra de equipos para realizar los ensayos se ha dificultado, de modo significativo entre otros, por el aspecto costo, por lo que resulta muy conveniente la construcción de equipos sencillos, por lo menos, en empresas e instituciones nacionales.

Partiendo de las consideraciones anteriores, este trabajo, presenta el desarrollo del diseño, construcción y prueba de un equipo simple para evaluar la resistencia al impacto de materiales cerámicos y plásticos, que se puede emplear básicamente con fines didácticos.

CAPITULO I

COMENTARIOS ACERCA DE LA CIENCIA Y TECNOLOGIA EN MEXICO

1.1 En vísperas de la Revolución Mexicana se creó la Universidad Nacional de México, que obtuvo su autonomía en 1929.

Como señala Justo Sierra en su discurso inaugural, la Universidad Nacional que abrió sus puertas en 1910 tenía poco que ver con la Real y Pontificia Universidad de México. Aquella había sido elitista, sirviendo sólo a los grupos acomodados de la población y dogmática en su actitud hacia el conocimiento.

La nueva Universidad fué concebida en términos modernos, para estar abierta a toda la población y a todas las corrientes de pensamiento. La libre búsqueda de nuevos conocimientos constituyó uno de sus objetivos básicos.

Durante el primer decenio del régimen revolucionario, se crearon otras cuatro universidades. La Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (1917), la Universidad de Yucatán (1922), la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (1923) y la Universidad de Guadalajara (1925). En 1924, la Escuela Nacional de Agricultura, creada en 1845, se trasladó a Chapingo e inició sus cursos.

Hasta la década de los años treinta, las universidades y centros de enseñanza superior funcionaban con grandes dificultades y pobreza. En ellos, la actividad principal era de docencia, realizándose poca investigación. Entre 1930 y 1948, surgen las universidades de Nuevo León, Puebla, Sonora, Sinaloa, Guanajuato, Colima y la Veracruzana.

Durante la presidencia de Lázaro Cárdenas (1934-1940) se creó el Instituto Politécnico Nacional (IPN) en 1937, institución concebida como la culminación de una serie de esfuerzos en el área de educación técnica, en la que se agruparon las escuelas superiores que dependían de la Secretaría de Educación Pública.

En los años posteriores creció la infraestructura de educación superior en forma constante. En 1965, había en total 82 instituciones de educación superior en el país. Al principio de la década de 1980 había 260.

Cuando el presidente Miguel Alemán propuso la construcción de la Ciudad Universitaria, que sería la nueva sede de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con una capacidad de 50,000 estudiantes, se creyó que pasaría mucho tiempo antes de que esos locales fueran ocupados plenamente. Hoy la UNAM tiene más de 300,000 estudiantes.

CREACION DE INSTITUTOS Y CENTROS DE ESTUDIOS SUPERIORES

La necesidad de expansión de las universidades, y las demandas cada vez más variadas y complejas del sector público, propiciaron la fundación de nuevos institutos y centros de estudios superiores, donde la calidad de la enseñanza debía forzosamente ser mejor.

El Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas (IMIT) fue creado en 1946 con el auspicio del Banco de México.

En 1949 se establecieron los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial.

En 1959 se fundó la Academia de la Investigación Científica, que agrupa aproximadamente 500 investigadores distinguidos de México en distintas áreas de la ciencia.

Durante la década de 1960, el Estado creó más centros de investigación. Se fundaron, así el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), el Instituto Nacional de Energía Nuclear (INEN), y el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CIEA) del IPN, y más recientemente, el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), y el Instituto Mexicano de Investigaciones Siderúrgicas (INIS), etc.

OTRAS FUENTES DE PROGRESO CIENTIFICO Y TECNOLOGICO

La llegada a México de inmigrantes con preparación científica y tecnológica avanzada revistió gran significación. Destacan la inmigración francesa durante la segunda mitad del siglo pasado, la libanesa en el presente siglo, la cuantiosa inmigración judía, sobre todo durante los años de la persecución nazi, y la inmigración republicana española.

Estas representaron para México la incorporación de varias decenas de miles de jefes de familia, que aportó al país un gran contingente de capital humano.

En resumen, las causas del avance científico y tecnológico registrado en México, durante lo que va del siglo son: los cambios sociales producidos por la Revolución Mexicana que rompió la rígida estructura de castas heredadas de las épocas prehispánica y colonial; las masivas migraciones del campo a las ciudades y a las nuevas zonas de riego; la creación de muchas nuevas universidades, unas buenas y otras

no tanto , y de institutos y centros de investigación; el paso de varios miles de mexicanos por universidades extranjeras, y la llegada al país de miles de inmigrantes altamente calificados que buscaban refugio de las persecuciones nazi y franquista. Todos estos sucesos contribuyeron poderosamente al desarrollo de una ciencia y una tecnología producidas en México sin las cuales no podría explicarse la expansión y el auge que con altibajas había mostrado la economía mexicana.

EL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

En 1935 el presidente Cárdenas creó el Consejo Nacional de Educación Superior y de la investigación Científica , que funcionó hasta 1938. La Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica fué creada en 1942, y el Instituto Nacional de la Investigación Científica , fundado en 1950 y reformado en 1961. Estas instituciones son antecedentes directas del actual Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

En 1971 el Instituto Nacional de Investigación Científica publicó su última obra. Política Nacional y Programa en Ciencia y Tecnología, en la que propuso la creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, institución que lo sustituiría y ampliaría sus funciones.

Propuso además una política nacional de ciencia y tecnología encaminada a resolver los problemas de entonces.

El CONACYT, que fué fundado a fines de 1970, nació no solo porque existía conciencia del atraso científico y tecnológico del país, que era y es considerable respecto a los países desarrollados, sino además como probable solución de una aguda necesidad política, observada al ocurrir los acontecimientos de 1968, cuando el Estado se dio cuenta de que el conflicto, se había exacerbado en gran medida debido a la falta de canales de comunicación institucional con la comunidad universitaria, científica y tecnológica es decir, los estudiantes y sus maestros

El CONACYT es un organismo descentralizado, no sectorializado, que depende directamente de la Presidencia de la República, y su Director General es el asesor científico del Presidente de la República .

Está regido por una junta directiva integrada por 15 miembros permanentes y cuatro temporales.

Son miembros permanentes ocho Secretarios de Estado, el Rector de la UNAM , el Director del IPN y el propio Director del Consejo.

Son miembros temporales dos rectores o directores de Universidades o Instituciones de enseñanza superior de diversos Estados de la República, el titular de un organismo del sector paraestatal, y un representante del sector privado. El CONACYT investiga las necesidades tecnológicas de los sectores productivo y educativo, y apoya las demandas y requerimientos de expansión de la comunidad científica, tecnológica y universitaria; además fomenta el desarrollo de la investigación y asesorará al gobierno en problemas que plantean la ciencia y la tecnología.

El consejo se liga a la comunidad científica mediante diversos Programas Indicativos a cargo de distinguidos científicos y técnicos, y funcionarios del Gobierno Federal actúan como enlace. El Consejo se convirtió en órgano ejecutor de los convenios de intercambio científico bilateral y multilateral que nuestro país tiene con otras naciones por medio de instituciones de fomento de la ciencia y la tecnología, tales como la National Science Foundation de los Estados Unidos o el Centre National de la Recherche Scientifique de Francia, y con organismos internacionales con la FAO, la UNESCO, y la CEPAL.

Estas relaciones varían desde el intercambio de científicos en determinadas áreas hasta la cooperación en estudios conjuntos por ejemplo de sismología, oceanografía, contaminación ambiental y percepción remota.

En 1978, el CONACYT elaboró el Programa Nacional de Ciencia y Tecnología (PROCONACYT) Este programa subraya nueve áreas prioritarias: investigación básica, sector agropecuario y forestal, pesca, nutrición y salud, energéticos, industria, construcción transporte y comunicaciones, desarrollo social y administración pública.

El programa propone como meta elevar el gasto global en ciencia y tecnología. Señala también la necesidad de atender la formación y capacitación de los recursos humanos; la de identificar, seleccionar y evaluar las tecnologías de procedencia extranjera; la de desarrollar instrumentos que estimulen al sector productivo a promover la innovación tecnológica; la de adoptar tecnologías congruentes con la magnitud y las características de los recursos humanos y naturales del país y la de difundir información accesible y suficiente sobre ciencia y tecnología.

1.2. DEPENDENCIA TECNOLÓGICA

La dependencia científico-tecnológica se ha convertido, en los años recientes, en uno de los principales obstáculos al desarrollo económico de las formaciones capitalistas "subdesarrolladas". Esta dependencia se funda en la generación y en la posesión desigual del conocimiento científico-tecnológico, que permitan una producción y apropiación desigual de la riqueza a escala mundial, ha producido una nueva división internacional del trabajo, en la que los países altamente industrializados se reservan la producción científica y de bienes intensivos en tecnología, mientras que el desarrollo de las fuerzas productivas de los países "periféricos" depende cada vez más de la importación de estos productos. Este hecho ha introducido rasgos particulares que han dificultado la acumulación interna de capital en los países dependientes y el desarrollo de sus fuerzas productivas.

Uno de los efectos de este proceso es la creciente descapitalización de los países dependientes por concepto de pagos correspondientes a costos tecnológicos y una pérdida de control interno de las actividades productivas en favor de una gestión creciente de las empresas transnacionales a las que viene aparejada la importación de tecnología. Sin embargo, esta descapitalización es producida por el intercambio desigual entre los bienes tecnológicos importados y los bienes primarios exportados; la falta de controles fiscales en los países dependientes ha favorecido la transferencia contable de la sobreganancia de las empresas transnacionales, haciéndolas aparecer como gastos tecnológicos. Al no tener éstos un precio fijado por la competencia del mercado, parecían menos cuestionables; además, el poder del poseedor de la tecnología le permitió condicionar su venta a la adquisición de otros bienes de capital e intermedios, a precios que excedían en distintos grados a los fijados en el mercado internacional. En varios estudios se ha encontrado que la descapitalización por concepto de sobreprecios es mucho mayor que las salidas debidas al pago de regalías por conceptos tecnológicos, y mayores aún que las utilidades dejadas.

Se auguró que la atracción de capitales extranjeros se debió a los altos aranceles impuestos por la política de sustitución de importaciones en el proceso de industrialización de los países latinoamericanos, pero en realidad un factor determinante fue la falta de una infraestructura científico-tecnológica para soportar dicha estrategia de desarrollo.

Uno de los últimos adelantos legislativos en materia política-tecnológica lo constituye la reforma realizada en 1976, a la ley de Propiedad Industrial vigente de 1942, con la promulgación de la ley de Inversión y Marcas que regulan el control que sobre la producción ejercen los propietarios de patentes de invenciones, innovaciones y marcas comerciales. Entre las disposiciones más importantes se encuentran el no patentamiento de procesos relacionados con ciertos sectores fundamentales como son: la salud, la alimentación, la producción agrícola y energética. Al mismo tiempo, toda patente registrada en el país que no es explotada, esto es, que no sea realizada permanentemente en la producción del artículo comprendido por la patente, será revocada en beneficio de cualquier otra persona o empresa que demuestre capacidad técnica y económica suficientes para producir dichos artículos. Con esto se pretende evitar que el registro de una patente extranjera se convierta en un privilegio que permita a su propietario frenar la producción nacional de algún producto para asegurarse un mercado cautivo de exportación, así como el control de ciertos sectores estratégicos. Sin embargo, esta ley no es un mecanismo que estimule en sí una mayor capacidad inventiva de los mexicanos ni una capacidad técnica propia que acelere la asimilación de la tecnología importada. Por sí sola no implica una disminución de la tecnológica y cultural del extranjero.

La importancia creciente de la ciencia y la tecnología moderna ha modificado las políticas estatales en cuanto al desarrollo nacional de investigación. Algunos sectores de la "comunidad científica" han puesto en duda la producción y aplicaciones de conocimientos para el desarrollo de las fuerzas productivas en un contexto social de opresión y explotación, planteando la alternativa de una ciencia y una tecnología de la transformación social.

Se ha acentuado la preocupación entre los hombres de ciencia mexicanos por adaptarse separándose de las líneas de investigación que, por ser muy teóricas o por atender problemas prácticos derivados de las ciencias de los países altamente industrializados, tienen poca importancia en la resolución de los problemas urgentes del subdesarrollo. La desarticulación entre la producción científica y los problemas sociales del país ha cuestionado también el papel social del científico mexicano.

Lo anterior ha dado origen a diferentes corrientes entre los científicos. Algunos reafirman la importancia del trabajo científico y la necesidad de apoyarlos tanto en los niveles básicos como en los teóricos hasta la derivación de conocimientos prácticos o aplicados. Otros expresan cierto desdén hacia la ciencia como actividad política muchos en fin, padecen confusiones en cuanto a la capacidad que puede tener la ciencia para resolver los problemas del subdesarrollo.

Estas son diferentes visiones de la importancia de la ciencia en la dinámica social.

Las diferentes orientaciones y efectos de las actividades de investigación y las diferentes posiciones políticas de científicos y tecnologías en cuanto a la producción y aplicación de los conocimientos rompen la imagen de una comunidad científica como un grupo social homogéneo. Sus prácticas le permiten participar en forma diferenciada en el proceso de reproducción o transformación de nuestra formación social.

En muchos casos, el adiestramiento que adquieren los científicos va conformando normas de pensamiento y conducta que impiden la comprensión de la dialéctica social y de los efectos de una aplicación mimética y acrítica de dichos conocimientos. En este sentido la formación científica puede convertirse en un instrumento ideológico del proceso de producción de un modelo capitalista y tecnocrático de desarrollo. Pero ello no significa que la autodeterminación científico-tecnológica o la dependencia nacional impliquen la necesidad de generar nuevos principios científicos adecuados a nuestra sociedad y ambiente social. Los principios constructivos de las diferentes ciencias no reconocen tales fronteras nacionales. Lo que es importante es reconocer los límites de aplicación de estos principios dentro del territorio de cada ciencia, así como la aplicación de dichos conocimientos de la innovación de modelos tecnológicos que determinan la conformación de las diferentes formas de organización social posible.

Ahí es donde entra en juego un amplio margen para la orientación de la innovación científico-tecnológica articulada al proceso político de desarrollo de las fuerzas productivas y de transformación de nuestro país.

I.3 SITUACION Y OBSTACULOS DEL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA EN MEXICO.

La planeación y los estímulos durante el período que nos ocupa se basaron en diversos diagnósticos que identificarón los obstáculos que han frenado el desarrollo de la ciencia y la tecnología en el país.

Los obstáculos identificados fueron: la deficiente articulación entre la ciencia y la tecnología y la producción de bienes y servicios; la ausencia de mecanismos efectivos de cooperación internacional; la transferencia de tecnología inadecuada, la falta de una infraestructura informativa satisfactoria que facilite la toma de decisiones en la selección de tecnologías; la relativa escasez de recursos humanos capacitados para la investigación y el desarrollo experimental; lo reducido del gasto nacional en estas actividades, y la dificultad para adquirir y dar mantenimiento al equipo científico.

La capacidad tecnológica es heterogénea, presenta fuertes diferencias dentro de las diversas ramas industriales y entre las distintas áreas. Así, existe una razonable capacidad técnica y de ingeniería en las industrias de proceso, y una casi nula en el área de manufacturas de equipo. Hay, además, divergencias considerables entre la capacidad de ingeniería de detalle y la de ingeniería básica, y una correlación muy baja entre los volúmenes de producción de la industria manufacturera de capital mexicano y su correspondiente esfuerzo de investigación tecnológica. Cabe destacar que en el área de ingeniería civil y tecnológica de la construcción prevalece un alto grado de desarrollo y autosuficiencia, y que los grandes industriales del país comienzan a instalar unidades propias de investigación y desarrollo.

A pesar de que la demanda de tecnología de procesos, de conocimientos técnicos, de asistencia técnica, y de ingeniería básica ha favorecido la investigación y el desarrollo experimental internos, aún predomina la transferencia de tecnología extranjera en la forma de paquetes tecnológicos, controlados por el proveedor del equipo o del proceso generalmente patentados.

RECURSOS PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA

Otro importante obstáculo es el número reducido de recursos humanos capacitados de que dispone el país. A este respecto, la situación es a la vez de severo déficit y de acelerado crecimiento.

Así la fuerte expansión de la educación superior plantea la necesidad de formar, al año aproximadamente 4000 profesores universitarios, de los cuales el 30% debería tener una formación de posgrado, y todos ellos, experiencia y un nivel de especialización superior a la licenciatura.

En cuanto al personal dedicado a la investigación y al desarrollo experimental, basta con comparar las cifras de investigadores de México con las de otros países, para comprobar el déficit. Este déficit se da también en forma muy notoria en el sector industrial no solo en lo referente a investigadores, sino también en el nivel de técnicos y obreros calificados.

LA INFRAESTRUCTURA CIENTIFICA Y TECNOLOGICA HASTA LA DECADA DE 1980.

La infraestructura científica y tecnológica hasta la década de los ochentas en México podría definirse como el siguiente conjunto de elementos: -Universidades, institutos de educación superior y tecnológicos .

- Institutos y centros de investigación y servicios industriales .
- Laboratorios de certificación, control de calidad y metrología.
- Centros especializados de información técnica.
- Empresas de ingeniería y consultoría.
- Unidades de investigación y desarrollo de las empresas.
- Infraestructura jurídico-legal en materia de ciencia y tecnología.

De acuerdo a un estudio realizado por el grupo de Sociología de la Ciencia del Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM, entre los elementos que limitan la elaboración y aplicación de una política de ciencia en el país, se encuentra, principalmente, la falta de apoyo económico gubernamental; la desvinculación de los objetivos de la política de la ciencia de aquellos otros objetivos que orientan el desarrollo general del país; mala canalización de la demanda de conocimientos científicos que se generan en el país, ya que ésta no se dirige a las instituciones nacionales de investigación científica, sino que se satisface con la transferencia de conocimientos del exterior; agudización del aislamiento de los centros de enseñanza superior, donde se desarrollan fundamentalmente las actividades de investigación científica, de los demás sectores de la sociedad; identificación de la mayoría de los científicos mexicanos con problemas "de moda" en el exterior, mas bien que con los locales, aunque sean de urgencia: formación de élites de científicos que se han agrupado fundamentalmente en los organismos gubernamentales de la política de la ciencia.

Estos factores no sólo limitan la formulación de políticas gubernamentales para el desarrollo científico y sus aplicaciones sino que también son elementos que explican la situación actual que sufre el científico mexicano y las características que adoptan sus actividades de difusión y comunicación. Dichos elementos estructurales impiden, la formación de una conciencia social sobre la importancia que tiene la actividad científica en el país.

En la actualidad la actividad científica se desarrolla en unidades de investigación que dependen del Sector Enseñanza Superior del Gobierno Federal, de empresas descentralizadas y de la iniciativa privada.

En 1968 México tenía por cada 100,000 habitantes 9 personas dedicadas a investigación y desarrollo experimental; en 1974 esta cifra se incrementó a 16 por cada 100,000 habitantes, en tanto que en Argentina había 28, en Estados Unidos 259 y en la Comunidad de Estados Independientes 527; para esa misma fecha (1974) CONACyT, a través de su Inventario Preliminar de Recursos Humanos, registró 449 instituciones de Enseñanza Superior e Investigaciones Científicas en las que trabaja un total de 8,595 personas dedicadas a Investigación y Desarrollo experimental; de ellas 21 % son mujeres. El gasto en esa actividad

representa el 0.22 % del Producto Interno Bruto y se financió fundamentalmente por el sector público. La cifra de 0.22 % está más a la que invierten la mayoría de los países de la región, y más o menos 10 veces menos que lo que invierten los países desarrollados. Del total de personas relacionadas con la actividad científica el 22 % realiza investigación básica, encaminada al conocimiento teórico, el 62 % realiza investigación con un objetivo práctico en última instancia, el 16 % restante utiliza los resultados de la investigación básica y aplicada con la finalidad expresa de darle forma de desarrollo tecnológico.

En países industrializados los recursos dedicados a la ciencia básica oscilan entre el 10 y el 20 % y aquellos otorgados al desarrollo experimental superan el 50 %. La situación de México, es característica de un país latinoamericano en vías de desarrollo. La distribución por sector de dependencia de los recursos humanos dedicados a la investigación básica o teórica es el siguiente: 53% en Enseñanza Superior, 43% en el sector Público y solo 4% en el Sector privado.

Un notable, y quizás único, organismo científico mexicano es la Academia de la Investigación Científica. Es único porque, hasta donde sepamos, no hay ninguna otra Academia en la región que insista tanto en ser "investigador en activo" para poder ser considerado como miembro. Los estatutos entran, incluso, en detalles precisos sobre el tema cuando mencionan como condición indispensable "que el candidato tenga trabajos de investigación publicados que lo acrediten como investigador independiente y que por lo menos tres de ellos hayan aparecido dentro de los tres últimos años en una revista o publicación de reconocimiento científico" o cuando menciona que aquellos titulares que "dejan de ser investigadores activos por un periodo mayor de cinco años", pasarán a ser "miembros honorarios".

Los objetivos de la Academia son propiciar que la investigación científica sea de mejor calidad, difundir la ciencia, y fomentar la comunicación entre la comunidad científica y los organismos públicos y privados, y entre los usuarios y patrocinadores de la ciencia.

En el aspecto social de la ciencia, la insistencia sobre la productividad es significativa, pues revela una preocupación por la identificación de quien es un "investigador", así como la importancia de la publicación de cierta calidad como credencial y posiblemente la inquietud por la poca productividad académica del país. El esfuerzo continúa

do más importante con que ha contado México en materia de investigación, formación de hombres y mujeres para responder a la necesidad del país con nacionales capacitados en los más altos niveles, se ha realizado en la UNAM. Esta ha sido la institución donde se ha concentrado la más importante infraestructura de investigación del país y el mayor número de profesionales y científicos de alto nivel.

Este crecimiento de la UNAM la ha llevado a convertirse no solamente en el centro que ha realizado el principal esfuerzo autossostenido de investigación del país, sino también en origen de presiones políticas y sociales que han marcado en el tiempo el desarrollo de la vida nacional.

SITUACION ACTUAL DE LA INGENIERIA EN MEXICO.

La situación de la ingeniería en México es el resultado de un número de condiciones que a lo largo de nuestra historia se han conjugado para producir el estado en que nos encontramos. Si comparamos esta situación con la que algunos otros países que en los albores de nuestra vida independiente se encontraban en disposición similar e inclusive desventajosa, pero que al presente nos tabasan notablemente como son los casos de Japón, Rusia y China, uno no puede menos que preguntarse porque ha sucedido y lo que más debe preocuparnos es el incremento del nivel de nuestra ingeniería. Como es natural en estos casos, se trata de hallar causas aisladas para justificar el hecho de que nuestra ingeniería en general está subdesarrollada, de que nuestros ingenieros están subdesarrollados, subdesempleados y en pocas palabras de que el país es un país subdesarrollado. Con frecuencia se escucha y más a últimas fechas que nuestros ingenieros salen mal preparados para el trabajo en la industria, que no tienen los suficientes conocimientos básicos, etc., etc., pero no se precisa en que consisten estas deficiencias. Claro que hay que reconocer que tradicionalmente la Universidad y la Industria han estado desvinculadas, cada cual atendiendo a la solución de sus propios problemas interpretando desde un punto de vista simplista de las necesidades y requerimientos de la sociedad en que nos desenvolvemos, pero de hecho esto no es el único factor relevante que afecta la situación de la ingeniería en México.

Para explicar esta situación del subdesarrollo, no se puede considerar única y exclusivamente la preparación que se da a los estudiantes ni la relación de las industrias y la universidad, sino que es necesario analizar cual es la posición del industrial mexicano y la trayectoria que ha seguido desde que se empezaron a dar los grandes pasos para la industrialización del país, la cual fué planeada como la solución a los problemas que desde aquel entonces se presentaba. La industria en general del país, con muy raras excepciones, esta dominada por las transnacionales tiene una gran concentración de la producción en grandes unidades; utiliza perfectamente tecnologías de mano de obra; tiene una fuerte dependencia de la tecnología de origen externo, de lo cual se acentúa por la debilidad tanto de la oferta como de la demanda de conocimientos tecnológicos producidos en el país (CONAC yT, 1976). Para dar una idea del grado de cada una de estas características, vale citar lo siguiente:

En 1970, el 0.5% de los establecimientos industriales, controlaba el 30% del capital total invertido y el 24% del valor agregado de la industria manufacturera.

Existe otro factor importante, este es como lo anterior contribuye en no escaso porcentaje al desarrollo ingenieril y a la sociedad que consume los productos de nuestra industria. Aquel sector de la sociedad que puede adquirir artículos que van más allá de lo necesario para la subsistencia acusa un colonialismo cultural que se refleja en sus hábitos y preferencias en los artículos que desandan. Cuando se sabe que el 60% de los contratos presentados al Registro Nacional de la Transferencia de Tecnología incluyen marca registrada y en ocasiones éste renglón la única causa del contrato, se tiene una idea de que nuestra dependencia no sólo es tecnológica sino también cultural. A esto contribuyen los medios de difusión en forma cada vez más efectiva con el consiguiente detrimento para nuestro desarrollo integral.

Debido a esto, no debe juzgarse en forma drástica que el estado establezca un proteccionismo paternal sobre la industria, pues nuestra sociedad tiene tan poca confianza en ella misma, que una libertad excesiva sobre este aspecto solo contribuiría a empeorar una situación de por sí deteriorada.

Por lo anterior y aunque existen más causas que concurren a producir un estado de subdesarrollo de nuestra ingeniería, podemos resumir las causas principales que contribuyen al subdesarrollo ingenieril:

Las escuelas de ingeniería y sus relaciones con la industria.

La industria con sus características dependientes y su falta de iniciativa para tomar riesgos.

La sociedad consumidora con patrones culturales ajenos que afectan la propia idiosincrasia.

PERSPECTIVAS

Por desalentadora que parezca la ingeniería en México, no debe amilanarnos para atacar el problema con coraje y decisión.

Es más, esta situación abre unas puertas con perspectivas de desarrollo sólo limitadas por nuestra capacidad creativa, nuestra confianza y nuestra habilidad.

Como se ha dicho, siendo un país de carencias de todas clases, las perspectivas de desarrollo, las siguientes serian algunas de las carencias que se podrían satisfacer en su oportunidad:

- desarrollo de tecnología para el aprovechamiento de desechos y desperdicios industriales.
- desarrollo de la capacidad de ingeniería en empresas mexicanas
- desarrollo de productos y procesos que permitan el abaratamiento de bienes básicos.
- desarrollo de tecnologías adecuadas para la explotación de maderas duras y semiduras.
- desarrollo de la capacidad de consultoría e ingeniería y el establecimiento de formas de organización que hagan llegar estos servicios a empresas medianas.
- desarrollo y producción de máquinas y herramientas.
- diseño y construcción de maquinaria y equipo adecuado para la pequeña y mediana industria.
- diseño de maquinaria y herramienta sencilla para la agricultura tradicional.
- la desalinización comercial de agua de mar.

- investigación orientada al desarrollo de tecnologías de bajo costo para aprovechar las fuentes de energéticos tradicionales y de investigación de nuevas fuentes como desechos orgánicos para satisfacer necesidades no industriales de localidades y usuarios pequeños.
- desarrollo de sistemas eficientes de transporte colectivo e individual.

En fin esta lista no es exhaustiva, sino sólo depende de ensanchar el panorama de las perspectivas de desarrollo en la ingeniería nacional.

La difusión de los principios conceptuales de las ciencias así como de la delimitación del campo científico en la que tiene validez, es indispensable para elevar la calidad y mejorar la distribución de la cultura científica en el pueblo mexicano. Esta educación científica debe incluir la formación de un pensamiento crítico hacia las ciencias que evite que los principios de las ciencias exactas y naturales que convierten en un medio de análisis, que sirva para legitimar una realidad social de explotación y diferencias sociales que es transformable por la praxis política.

Este proyecto de educación científica permitiera que la participación política de grupos cada vez más amplios de la población en acciones y decisiones concernientes al desarrollo y uso de la ciencia y la tecnología fueran más concientes. Sin embargo, para crear las condiciones de generar una capacidad científico-tecnológica propia como medio de promover un desarrollo autodeterminado de nuestra fuerza productiva, es necesario que la transmisión de estos principios de la ciencia se articulen a una práctica científica cada vez mayor de todo el pueblo mexicano.

La educación científica no es simplemente un instrumento técnico cuyo valor estaría dado por la eficiencia en el control de la naturaleza y de la sociedad. Ante todo, la ciencia es un conocimiento teórico y crítico de la realidad física y social que abre la posibilidad de nuevas prácticas productivas y nuevos modelos culturales. De esta forma, el desarrollo del conocimiento permite planear nuevas opciones en la organización productiva en las que se conjuga el desarrollo de las fuerzas productivas con una estructura social menos polarizada y menos fundada en la explotación del trabajo.

Los efectos de la práctica científica en la producción o transformación social no son unidireccionales. Dependen del proceso de la lucha de clases en que se inscribe la producción y aplicación de conocimientos. Es cierto que la ciencia, además de ser el mayor poder para el desarrollo de las fuerzas productivas en manos de unas cuantas empresas, se ha convertido en un medio ideológico de legitimación social en la actual estructura. Pero esto no debe implicar un rechazo como medio de estimular el desarrollo social de los pueblos y de las clases trabajadoras. El problema fundamental para orientar la práctica científica en este sentido estriba en lograr una capacidad propia en la producción de conocimientos científicos y en difundir en toda la población como un medio de producción y apropiación de la riqueza, así como de una crítica constante frente al uso de la ciencia como medio de explotación y sujeción de los grupos mayoritarios de la sociedad.

I.4 ALGUNAS REFLEXIONES RESPECTO A LA ENSEÑANZA EXPERIMENTAL DE LAS CIENCIAS.

La enseñanza-aprendizaje de la ciencia consiste en hacer que el alumno:

- memorice
- aprenda
- verifique
- sepa
- y aplique

Pero no es todo, ni lo más importante.

Enseñar-aprender ciencia es proporcionar al alumno experiencias de aprendizaje:

- interesantes
- novedosas para él
- traescentes

con las que el alumno adquiera el hábito de observar sistemáticamente los fenómenos que tienen lugar en la naturaleza,

-que el alumno adquiera el hábito de preguntarse sobre los fenómenos que observa.

-que el alumno intente, por sí mismo, encontrar respuestas a sus preguntas.

La enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales consiste esencialmente en interesar, guiar y asesorar, en forma sistemática, la indagación que sobre el comportamiento de la naturaleza hace el alumno.

La motivación es la mejor garantía de un aprendizaje de las ciencias experimentales porque: no se puede olvidar que la persona, y el alumno tienen necesidades que deben satisfacerse, de donde se genera el interés. Así, en la medida en que el alumno cobra conciencia de la manera en que el aprendizaje de las ciencias experimentales puede ayudarlo a satisfacer sus necesidades, aumenta su interés por llevarlo a cabo.

Por otro lado, en la misma medida en que el aprendizaje de las ciencias experimentales es significativo en la vida del alumno, se logra la máxima atención, esfuerzo, la plena participación en dicho proceso de enseñanza-aprendizaje.

La dinámica misma de la motivación, pone de manifiesto la íntima relación que existe entre la necesidad, interés, atención, esfuerzo y satisfacción que surgen consecuentemente en esta confluencia de estímu-

-los externos y fuerzas íntimas.

Cuando el alumno está convencido de que las ciencias experimentales son en sí mismas interesantes, útiles y necesarias, y por lo tanto vale la pena su aprendizaje, está convencido de los objetivos propuestos, los escribe con claridad, los hace suyos y se propone lograrlos.

Y no solo esto, sino que cuando en su vida diaria distingue la realidad de la fantasía, indaga la causa de los hechos que observa, usa con cautela los términos "nunca" y "siempre", analiza las diferentes posibilidades que existen. Cuando preguntamos a los alumnos sobre el porqué de la preferencia que muestran hacia determinada materia, hacen comentarios que ponen en manifiesto la responsabilidad que tiene el profesor en elevar el nivel motivacional de los alumnos. Por ello, es posible afirmar que la motivación se puede y se debe activar. Así tenemos que motivar, es activar motivos en los alumnos, es decir, despertar en ellos necesidades, intereses, deseos, curiosidades para que busquen y obtengan satisfacciones significativas y aplicables a su vida personal.

De aquí que la motivación deba ser permanente y no sólo un momento del curso o de la clase.

Los objetivos de aprendizaje implican cambios de conducta en el alumno, a lograrse mediante las respectivas experiencias de aprendizaje. Estos cambios pueden referirse de manera fundamental a tres áreas estrechamente vinculadas entre sí:

I) Área cognoscitiva.

En ella, de manera esencial, se hace referencias a productos de aprendizaje relacionados con las funciones mentales; las categorías taxonómicas que la integran son:

- a) conocimiento-recuerdo
- b) comprensión
- c) aplicación
- d) análisis
- e) síntesis
- f) evaluación-juicio

II) Area afectiva.

Las categorías taxonómicas están relacionadas básicamente con las modificaciones conductuales operadas en valores, sentimientos, interés, actitudes, etc., dichas categorías son:

- a) recepción
- b) respuesta
- c) valoración
- d) organización
- e) caracterización

III) Area sicomotriz

Se presentan a continuación las categorías taxonómicas:

- a) imitación
- b) manipulación
- c) precisión
- d) control
- e), automatización

UBICACION DE LOS MATERIALES EN LA FORMACION ACADEMICA DE LAS CARRERAS DE INGENIERIA

El desarrollo de la tecnología en el presente siglo en el que ha influido significativamente el campo de los materiales, contribuyen do a su rápido desarrollo, ha ocasionado paralelamente la necesidad del progreso de la investigación científica orientada a los problemas de su constitución y comportamiento bajo diferentes condiciones. De esta manera la concepción, diseño, construcción y control de las estructuras se encuentran hoy íntimamente vinculadas al conocimiento de los materiales, habiéndose perdido ya las fronteras que anteriormente separaban a estos procesos.

Todo ello ha ocasionado una verdadera revolución en la ingeniería que posteriormente ha generado impacto en las antiguas concepciones de la enseñanza de los materiales.

Se hace necesario así, estudiar las bases que guían la enseñanza de los distintos cursos, los que, por encima de las diferentes denominaciones que adoptan, podemos equipararlos en aquellos que tratan de la ciencia, la tecnología y el ensayo de materiales.

LA CIENCIA DE LOS MATERIALES

La ciencia de los materiales corresponde a la categoría de ciencias técnicas, íntimamente ligadas a las ciencias naturales, y en relación directa con la economía, a través de la cual interviene en las ramas fundamentales de la industria.

Las ciencias técnicas o aplicadas se encuentran vinculadas generalmente a una determinada ciencia de la naturaleza, pero en el caso de la ciencia de los materiales requiere de la aplicación simultánea de todo un conjunto de ellas. La ciencia de los materiales toma el nombre de la rama de las actividades prácticas productivas a la que corresponde más directamente.

La ciencia de los materiales constituye la aplicación práctica de la física del estado sólido, recoge los conocimientos alcanzados en la mecánica, la física, la físico-química y la químico-física, la química y la geoquímica.

El estudio de los materiales se ha desarrollado en forma acelerada en los últimos cincuenta años, basándose cada vez más en la ciencia, por el empleo del método científico en la investigación. Este proceso tiene su inicio en la revolución continúa dando nuevas posibilidades a materiales tradicionales y creando otros. Paralelamente nuevos requerimientos son planteados, no solamente en el orden de resistencia, sino en su más amplia interpretación, considerándose de esa manera: deformaciones de muy pequeña magnitud, su modificación y permanencia, sea en cuerpos libres de cargas o cuando éstas actúan en diferentes magnitudes, como sollicitaciones unitarias o repetidas, en forma estática o dinámica. Por otra parte, se requiere no solo contemplar las deformaciones, sino también la estabilidad y otros parámetros.

Finalmente en la ingeniería, las estructuras no se construyen únicamente para resistir cargas, sino fundamentalmente para cumplir con determinadas condiciones de servicio, tales como protección del hombre sus bienes y procesos de producción. Varias ramas de la ciencia física han estudiado independientemente los fenómenos expuestos, ellos son principalmente la física de la materia y la físico-química. La primera ha intervenido cada vez más en los materiales de construcción, pues estos han devenido casi en su totalidad como el fruto de procesos industriales de procesos de fabricación. La física de la materia y especialmente la física del estado sólido, más desarrollado, han ofreci

-do las hipótesis necesarias para explicar el comportamiento de los materiales de acuerdo a su estructura.

El estudio de los materiales tiene hoy planteada una nueva perspectiva. Sus aplicaciones más cercanas en el campo de los metales y materiales habrán de contribuir en el próximo siglo a nuevas conquistas.

LA TECNOLOGIA DE LOS MATERIALES

La enseñanza de la ingeniería como toda aquella que es destinada a la formación profesional, capacita a los estudiantes para un determinado "saber hacer", que puede consistir en la concepción, planteamiento, planeamiento, deseción y auscultación de obras. Los conocimientos científicos de base, constituyen la teoría explicativa de los procesos tecnológicos y facilitan al estudiante la obtención por sus propios medios de otros conocimientos técnicos demasiado especializados o que habrán de desarrollarse en el futuro. El "saber hacer" que la sociedad exige al ingeniero, determina que la enseñanza de la profesión partiendo de una base científica, sea fundamentalmente tecnológica. Ello diferencia la formación del estudiante de ciencia de la del estudiante de ingeniería en el área de los materiales. El conocimiento Tecnológico, no solo es necesario para su actividad profesional sino también para la comprensión de otros cursos.

El ingeniero debe determinar los materiales más convenientes para cada proyecto, los procedimientos de control e inspección, dirige las técnicas propias de la puesta en obra, distintas según el tipo de material. En muchos casos, es el ingeniero quien fabrica los materiales. Por lo tanto requiere conocer los diferentes materiales que puede utilizar; las propiedades de cada uno de ellos; la vinculación de dichas propiedades con los requisitos de servicio de la estructura; la economía relativa de cada material en función de las características de las piezas; la incidencia de los métodos de manufactura en las propiedades; las especificaciones.

En lo que respecta al sentido de la enseñanza, conviene vincular el concepto material con el aspecto práctico, para facilitar una concepción más cabal al estudiante y hacer más fácil el aprendizaje.

Los cursos de ensayo de materiales en líneas generales tratan del conocimiento y operación de la maquinaria y el equipo de ensayo, de las operaciones, el proceso y marcha de las mismas; la correcta in-

-interpretación y exposición de los resultados en informes razonados. Pero el objetivo básico es dar a conocer los propósitos del ensayo y el significado de los datos estadísticos, de manera que el alumno interprete y conozca el sentido de las especificaciones de compra y los métodos de control, así como la interpretación de los requisitos de inspección.

Dándole al alumno la capacidad para determinar convenientemente los ensayos necesarios ante condiciones específicas, vale decir que se le proporciona capacidad suficiente para influir en la marcha de los acontecimientos, evitando el ser arrastrado por los mismos.

Varios profesores, han expresado al respecto que un curso de ensayo de materiales tiene un puesto obligado en todos los currículum de los colegios de ingeniería precisando entre sus aportes a la formación profesional los siguientes: adiestramiento en métodos de observación, conocimiento de métodos de prueba, apreciación del significado de los resultados de los ensayos, ilustración de primera mano del significado de las propiedades de los materiales comunes, ejemplificación de los elementos estudiados en resistencia de materiales, conocimiento de tipos y especificaciones, orientación sobre literatura técnica periódica y otras fuentes, antecedentes sobre propiedades de materiales y prácticas para redactar informes conteniendo investigaciones.

Igualmente la práctica industrial, apremiada para producir elementos sin defectos, llevó al desarrollo de métodos de examen y medida que permitieran probar los materiales sin perjudicar su empleo futuro. Se trataba de esta manera de obtener una mayor seguridad de calidad de elementos con coeficientes de trabajo vecinos a sus máximas posibilidades y lograrlo con poco costo y reducido tiempo de operación.

Estos métodos presentan la ventaja adicional de permitir el control de materiales en las sucesivas fases de elaboración. Como estos procesos son tratados en las asignaturas de ensayo de materiales en forma sucinta, la especialización de algunas carreras de ingeniería han llevado a la creación de asignaturas autónomas sobre estas materias. Se piensa que debe distinguirse claramente aquellas asignaturas que sirven propósitos didácticos como los que ilustran determinadas propiedades de los materiales, para hacer más provechosa a la enseñanza de la tecnología, muestran principios de la resistencia de los materiales o mediante modelos apropiados ayudan en la enseñanza del diseño de lo que se comprende como ensayo de materiales.

LAS ORGANIZACIONES CIENTIFICAS Y TECNICAS

La necesidad de poder comparar las características de los materiales sujetos a especificaciones y normas llevó a uniformar los ensayos en cada país. Este desarrollo ha sido largo y en el campo de la ingeniería se ha realizado con bastante retardo si se compara con otros .

En los Estados Unidos el ASTM, Sociedad Americana para Ensayo de Materiales fué fundada en 1898.

La Institución de normas Británicas data de 1901, BEI. La organización Alemana DIN fué fundada en 1917. En Francia , el primer organismo se creó en 1918 y la Asociación Francesa de Normalización AFNOR, tiene origen en 1926.

En el campo internacional, se creó en 1926 la federación Internacional de Asociaciones Nacionales de Normalización reuniendo 22 países. Al término de la segunda guerra mundial esta institución fué reorganizada creándose la Organización Internacional de Normalización ISO . Dentro del cuadro de esta organización los países americanos han creado al Comité Panamericano de Normas para facilitar la puesta en marcha del mercado común latinoamericano. El desarrollo de los organismos, los trabajos que ellos han realizado han contribuido positivamente a la producción industrial de los materiales, a su uso extensivo y han facilitado al ingeniero la formulación de proyectos y el control de calidad.

MAQUINAS DE ENSAYO

Los primeros ensayos de materiales realizados por Galileo y posteriormente por Hooke, Mariotte y Coulumb contribuyeron a sentar la base de la mecánica de los materiales. Sin embargo, los primeros ensayos sistemáticos fueron producto de la creación de los primeros laboratorios a mediados del siglo XIX que permitieron superar el conocimiento que se tenía de los materiales que descansaban hasta esa época en determinaciones empíricas de su resistencia a la corrosión y de flexión en las maderas.

Las modernas máquinas de ensayo han evolucionado no solamente en el sentido de ampliar en mucho la capacidad de carga aplicable a elementos de mayores dimensiones, sino también en la creación de dispositivos que permiten fijar las velocidades de carga o deformación conveniente a cada material.

En la misma medida se ha avanzado en el registro automático de las fuerzas y las deformaciones que ellas generan y en el conocimiento de la reacción entre la máquina y los especímenes que son ensayados. Las máquinas de ensayo actuales permiten solicitaciones biaxiales o triaxiales, de carácter estático y alternativo, para cargas dinámicas o solicitaciones repetidas, con variaciones de amplitud y frecuencia o de números de ciclo de carga, así mismo, las solicitaciones son impuestas en combinación con las condiciones de servicio que son reproducidas sean de carácter térmico, químico o físico. El conocimiento de los procesos de fragilización de los metales iniciados por ensayos de tracción e impacto se ha acrecentado con la introducción de pruebas de prototipos en condiciones de servicio y por análisis de las fracturas con la ayuda del microscopio electrónico.

El estudio de las deformaciones permanentes de los materiales sometidos a cargas prolongadas, iniciados por Weber en 1835 y continuadas posteriormente por Bauschinger y otros, en materiales sujetos a alta temperatura, se han desarrollado a raíz del diseño de estructuras con reducidos márgenes de seguridad.

SOBRE LA ENSEÑANZA DE LOS MATERIALES:

El estudiante universitario debe recoger durante su vida académica un determinado "conocer" y "saber hacer" que constituye su formación profesional. Esta clasificación del conocimiento trata de indicar la diferencia existente entre aquel que sirve de base a la tecnología y las técnicas mismas.

En los países subdesarrollados, la anterior clasificación admite un replanteamiento. En efecto, dichos países deben procurar la formación de profesionales del más alto nivel con sólidos conocimientos científicos que les permitan seguir adquiriendo en el curso de su vida el saber que brinda el progreso de la investigación, así como el conocimiento de la tecnología más avanzada que pueda ser aplicable al desarrollo del país. Pero la medida y la dirección de este conocimiento tiene que estar en relación con las características concretas de la economía de cada país. Si bien la ciencia es universal, las posibilidades de aplicación de la tecnología son variables y esto obliga a la Universidad al estudio de la realidad económico-social donde el profesional va a ejercer y para estructurar así el plan de estudios más conveniente.

No significa este planteamiento coincidencia alguna con la teoría de las "tecnologías intermedias" que contribuyen a acentuar la distancia entre países subdesarrollados y los más desarrollados, pero para vencer el subdesarrollo deberá el ingeniero afrontar un reto por medio de la adaptación de las tecnologías más avanzadas a la realidad y a la economía concretas, y mediante el análisis científico encontrar nuevas soluciones.

Las posibilidades del empleo de materiales por el ingeniero requiere establecer los conocimientos de la ciencia aplicada y la tecnología que se requiere en este campo. Luego será necesario diferenciarias por asignaturas de materiales con aquellas otras que son necesarias como base y las que la requieren como pre-requisito.

El impacto de la nueva ciencia de los materiales, la revaluación de la enseñanza tecnológica y la función del ensayo de materiales repercuten actualmente en la estructura de los estudios universitarios.

CAPITULO II

ELABORACION DE UN PROYECTO

Conocemos que una de las funciones de la ingeniería es la que se denomina proyecto.

La palabra proyecto ha adquirido muchos significados a través de la evolución constante de la ingeniería. Es una palabra que se aplica, a veces sin propiedad, a numerosas actividades. Por eso existen muchas opiniones sobre lo que es un proyecto y cual es la actividad de proyectar.

En la ingeniería se dice que "Un proyecto es el conjunto de cálculos, especificaciones y dibujos que sirven para construir un aparato o un sistema". Esta es una definición válida, sin embargo, el concepto de ingeniería de proyectos debe ser más amplio y debe igualmente describir la esencia misma de esta actividad. La definición que proporcionamos enseguida tiene la característica de describir cual es la actividad fundamental desarrollada en el proyecto.

"Un proyecto es una actividad cíclica y única para tomar decisiones, en la que el conocimiento de las bases de la ciencia de ingeniería, la habilidad matemática y la experiencia se conjugan para poder transformar los recursos naturales en sistemas y mecanismos que satisfagan las necesidades humanas".

Conviene examinar con más detenimiento esta definición. Definimos la ingeniería como una actividad científica de transformación económica de los recursos naturales. Se dice que un proyecto es una actividad cíclica porque se repite muy frecuentemente con el fin de alcanzar la meta prefijada.

Esta es una característica importante. Es muy raro, en efecto, el caso en el cual se alcanza un resultado con una única exposición de los criterios. Sería casi imposible obtener el proyecto óptimo de un generador de vapor después del primer análisis de las necesidades que deben satisfacerse. El proceso se repite una y otra vez para ir modificando cierto elemento del conjunto, mientras los demás elementos se mantienen constantes. De esta manera se logra un mejor proyecto que satisfaga las necesidades hasta lograr alcanzar el punto óptimo. El proyecto también es una actividad única puesto que los criterios, los cálculos y las especificaciones que sirven de base para obtener un sistema o un mecanismo, no se utilizarán en su forma original para otro proyecto.

A veces se usan las palabras proyecto y diseño indistintamente.

Esta es una práctica que convendría rechazar, puesto que la actividad de diseño es sólo una fase del conjunto de la actividad que forma el proyecto. Proyectar es una actividad que encierra conceptos más complejos como se ha visto.

Existen dos tipos de proyectos que se utilizan en el ejercicio profesional. Uno, es el proyecto por evolución, el otro es el proyecto por innovación.

El proyecto por evolución es una actividad que predominaba anteriormente, pues no existía la gran demanda tecnológica de la actualidad. Una vez que se establecía cierto sistema éste evolucionaba poco a poco con mejoras hasta alcanzar el nivel deseado en un momento específico. Esta evolución era lenta porque la iniciaban los consumidores que querían que algún sistema incluyera ciertas modificaciones. Aún existe este tipo de proyectos, pero es menos importante que el segundo y responde cada vez menos a las demandas de la vida moderna.

Durante mucho tiempo la construcción de casas y edificios se efectuó por evolución. Los primeros moradores de la tierra se resguardaron del frío utilizando las cuevas y cavernas que encontraban en la región; posteriormente empezaron a construir albergues con pieles y paja el adobe se utilizó más tarde; la roca cortada vino después, el tabique cocido fué un paso más en este proyecto por evolución llegando hasta el concreto armado y los plásticos de la civilización actual.

El proyecto por innovación requiere una mayor disciplina mental. Es por lo tanto, una actividad que se encuentra más dentro de nuevas definiciones de ingeniería. Se recordará pues, que la ingeniería es una actividad creativa y por consecuencia, intelectual. Lo único que se puede ver son los resultados de la ingeniería, pero no la ingeniería en sí. El proyecto por innovación tiene su origen en las actividades de los ingenieros mediante un estudio previo de las necesidades del mercado, pero no basado exclusivamente en ellas.

Los ingenieros tienen cierta sensibilidad que les permite prever con mucha anticipación cuáles serán las necesidades futuras del hombre, y, por lo tanto proyectan con esta idea en la mente.

Proyectar es un proceso complejo que al ingeniero novel le parece una barra invencible en muchos casos. Sin embargo este proceso puede metodizarse y dividirse en ciertas actividades y en distintas etapas para lograr una solución mejor. Proyectar es una de las actividades fundamentales de la ingeniería, puesto que es la que más se

ajusta al objetivo de la misma de manera económica, a los recursos para el uso del hombre, como dijimos anteriormente. Lo que produce esta transformación no es el proyecto en sí, sino la aplicación cuidadosa de los resultados obtenidos durante este proceso.

Para poder proyectar se necesita utilizar totalmente la capacidad del ingeniero. En un proyecto se utiliza a su máximo los conocimientos académicos y la experiencia. Es, en consecuencia, una actividad exigente. Pero la satisfacción que de ella se obtiene bien vale el esfuerzo que se le ha aplicado.

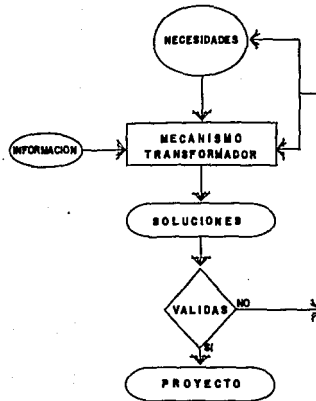
Hemos visto, a grandes rasgos, lo que es un proyecto. Conviene ahora ver cuáles son sus características y modalidades.

Existe un axioma de ingeniería que se puede simbolizar en cuatro letras: E B S B, cuyo significado es el siguiente:

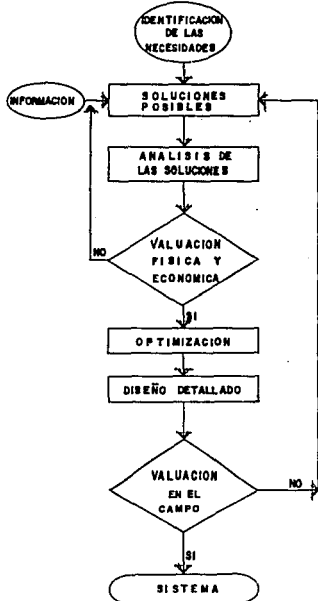
Si entra basura, sale basura.

Esto quiere decir que los resultados que se obtienen son tan válidos como la información que se utilizó para obtener tales resultados. Si la calidad de la información es muy baja, los resultados de cualquier proceso serán, consecuentemente de calidad igualmente baja. Esto sucederá a pesar de que sean muy complejas las manipulaciones que se hagan para llegar al resultado deseado. Es, por lo tanto, muy necesario tener una fuente de información válida para poder solucionar un problema. Valga decir aquí que el método simplificado consiste en introducir ciertos elementos a un aparato cuyo contenido ignoramos, pero que transforma esos elementos y produce una solución. Este mecanismo simplificado se puede ver en la figura 1.

Las características básicas del proyecto son las siguientes: identificación de las necesidades existentes, acumulación de información pertinente, formulación de las soluciones posibles, análisis de estas soluciones, valuación física y económica de las soluciones, optimización de las mismas con miras a encontrar una solución específica con base a ciertos criterios, diseño detallado del sistema, valuación en el campo, y proyecto por evolución. Examinemos cada una de estas características, que aparecen en la figura 2.



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA		
	<small>Ciudad Universitaria</small>		
<small>TESIS</small>	DISPOSITIVO PARA ENSAYOS DE IMPACTO EN MATERIALES NO METALICOS.		
<small>DESAROLLO</small>	<small>NUMERO</small>	<small>TITULO</small>	<small>SECCION</small>
	<small>SAMPOL DE VITA</small>	MECANISMO SIMPLIFICADO	<small>SECCION</small>
<small>UNIDAD</small>	<small>FECHA</small>	PARA OBTENER SOLUCIONES	<small>SECCION</small>
	<small>FECHA DE 1988</small>		<small>NUMERO</small>



FACULTAD DE INGENIERIA <small>CIVIL Y AERONAUTICA</small>			
UNAM	DISPOSITIVO, PARA ENSAYOS DE IMPACTO EN MATERIALES NO METALICOS.		
	CIVIL	TITULO	CICLO
1970	DISEÑO DE UN DISPOSITIVO	CARACTERISTICAS BASICAS DEL PROYECTO	1970
1970	FECHA	FECHA	FECHA

IDENTIFICACION DE LAS NECESIDADES EXISTENTES

Este es el primer elemento de un proyecto y quizá el más importante. Un estudio de mercado o una tendencia identificada por un ingeniero son el punto inicial de un proyecto. Es importante cuantificar estas necesidades porque la ingeniería está sometida a un criterio económico, y una falsa identificación puede traer consigo soluciones que no satisfagan las necesidades reales del consumidor provocando algún fracaso económico.

ACUMULACION DE LA INFORMACION PERTINENTE

Recordemos lo que se dijo al principio de esta sección acerca de la basura. La información permitirá desarrollar validamente un proyecto, siempre y cuando esta información sea útil. Esta etapa puede parecer tediosa y es a veces difícil de llevar a cabo por la aparente falta de información. No es raro que exista información sobre cualquier tema menos del que se busca específicamente. Sin embargo, cuando el ingeniero logra obtenerla verá recompensado ampliamente su esfuerzo en esta actividad, pues le permitirá cuantificar mejor sus resultados y obtener mayor validez en los mismos .

FORMULACION DE LAS SOLUCIONES POSIBLES

La tendencia a proporcionar una solución única a un problema determinado es, por lo general, muy fuerte. Esta tendencia, sin embargo, debe evitarse, puesto que al iniciar un proyecto el ingeniero no se encuentra en posición de valorar todos los criterios que la rigen. Mediante la formulación de múltiples soluciones se podrá alcanzar un nivel más elevado y más satisfactorio de un proyecto. Estas soluciones no deben caer dentro de los marcos conocidos únicamente, sino que debe darse vuelo a la imaginación y no eliminar ninguna de antemano como poco factible por más inverosímil que parezca.

La etapa de eliminación vendrá después.

ANALISIS DE LAS SOLUCIONES

Este es el primer proceso eliminatorio de las soluciones. El análisis debe hacerse tomando como base los criterios establecidos en la identificación de las necesidades existentes . A menudo se da el caso en que se piensa que una solución satisface estas necesidades, cuando en

realidad sólo refleja un deseo de satisfacerlas. Un análisis cuidadoso, en función de las necesidades, eliminará algunas de las soluciones propuestas.

VALUACION FISICA Y ECONOMICA DE LAS SOLUCIONES

A veces se ha dicho que cualquier proyecto se puede realizar si existe bastante dinero y bastante tiempo para efectuarlo. Este no es un caso común, sino por el contrario, siempre hay limitaciones de tiempo y de dinero. Por eso las soluciones deben valorarse desde el punto de vista de su realización física, es decir, si es posible construir el sistema con los materiales existentes y si, además, tiene justificación desde el punto de vista económico.

Aquí conviene preguntarse si la inversión que se piensa hacer en un sistema determinado rendirá beneficios económicos y como se puede financiar esa inversión. En este paso se eliminarán de nuevo algunas soluciones, como se ven en la figura 3.

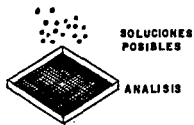
OPTIMIZACION DE LAS SOLUCIONES

Las técnicas modernas de optimización son muy numerosas. Conviene por lo tanto, utilizar estas herramientas de la ingeniería para solucionar los problemas. Con este fin se conceptúa un modelo matemático que represente los parámetros más importantes de cada sistema y ese modelo se optimiza basándose en ciertos criterios para estar así en la posibilidad de escoger una solución entre las que se presentan en los pasos previos.

DISEÑO DETALLADO DEL SISTEMA

Una vez que se obtiene una solución optimizada se puede proceder a elaborar el diseño detallado, que consta del trazado de los planos correspondientes y la enumeración del conjunto de especificaciones necesarias para la realización del sistema. Como se dijo anteriormente, un sistema es un conjunto ordenado de cosas que funcionan en cierta forma para lograr un fin. En esta etapa, por lo tanto, cada ingeniero contribuye con sus conocimientos específicos dentro de su especialización para obtener el sistema más adecuado.

Conjuntamente con esta etapa, se hace un estudio económico más



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA		
	<small>Ciudad Universitaria</small>		
TESIS			
DISPOSITIVO PARA ENSAYOS DE IMPACTO EN MATERIALES NO METALICOS. (ESTUDIO TECNICO).			
<small>FECHA</small>	<small>INSTITUTO</small>	<small>TITULO</small>	<small>SEMESTRE</small>
	INGENIERIA	VALUACIONES DE LAS	1968
<small>ANEXO</small>	<small>FECHA</small>	SOLUCIONES	<small>DIAS</small>
	FEBRERO 1968		1

detallado de la solución, especificando todas las erogaciones necesarias para la construcción o la producción del proyecto, analizando cuidadosamente el plan de financiamiento y asignando el tiempo y el dinero necesario para la buena administración del proyecto. El resultado de un proyecto es un sistema, la representación física de ese sistema o mecanismo es un prototipo. El conjunto de planos y especificaciones son la representación simbólica del sistema que no existe aún, para convertirlo en una realidad hay que construirlo. Cuando los planos y las especificaciones se entregan a un taller para su construcción, el primer sistema físico que se obtiene es un prototipo. En algunos, el prototipo es la última etapa del proyecto, como resulta en la construcción de un puente, ya que ese mismo puente no podrá duplicarse en su forma original. En la ingeniería industrial o de producción, en donde un sistema físico se repite numerosas veces, al prototipo es muy costoso, alcanzando varios millones de pesos, como en el caso de un automóvil. Quedan aún dos etapas que son de la competencia del ingeniero proyectista aunque él no las ejecute personalmente.

VALUACION EN EL CAMPO

Una vez obtenido el sistema físico o prototipo, es necesario efectuar la valuación bajo condiciones reales, con el fin de identificar las ventajas y las fallas de su comportamiento. Ningún proyecto puede comportarse de modo ideal, debido a las limitaciones de tiempo, dinero y a las impuestas por condiciones especiales. Por ello esta valuación es muy necesaria para acumular los datos que servirán como base práctica para la elaboración de futuros proyectos.

PROYECTO POR EVOLUCION

En base a las evaluaciones llevadas a cabo en la etapa anterior se podrá mejorar el sistema por evoluciones modificando aquellos criterios que se aplicarán y que se comprobarán que no serán totalmente válidos. Mediante este procedimiento se logrará acercarse al punto óptimo de satisfacción de la primera etapa. Esto concluye las características de un proyecto. Las modalidades variarán en función del tipo de proyecto efectuado y de la experiencia del ingeniero proyectista.

Ejemplos de proyectos :

Proyectar es crear soluciones a problemas pertinentes al campo de la ingeniería. Por lo tanto, cualquier actividad que tenga como meta la

creación o la transformación de ciertos elementos para el uso del hombre, se encuentra dentro del campo de proyectos. Los ejemplos que a continuación se dan en los distintos campos de la ingeniería son los resultados de esta actividad. Ningún proyecto utiliza solamente los conocimientos de un campo de la ingeniería, sino que es una combinación de varios campos. Un puente necesita ingenieros en estructuras, ingenieros mecánicos, electricistas o ingenieros en cimentaciones, entre otros. Una planta mezcladora de concreto usa igualmente, una variedad de ingenieros en su proyecto exclusivamente en función de los campos de ingeniería. En los siguientes ejemplos se verá la interacción de estos campos.

Planta de manufactura de muebles. Si se identifica la necesidad de desarrollar una zona rica en recursos forestales para la transformación de árboles en madera utilizable y en muebles acabados, entonces una planta que cumpla con estas dos funciones satisfará necesidades establecidas.

Para proyectarla tendrán que hacerse estudios del mercado, analizando el consumo de muebles y de madera en distintas regiones del país, es decir, el mercado potencial para el producto de la planta. Habrá que hacer estudios de las comunicaciones y de los costos de transporte, de la mejor manera de procesar la madera, de las medidas utilizadas, de las normas exigidas en la calidad de la madera.

Después se hará un estudio de las máquinas necesarias para esa transformación, del consumo de energía previsto, del consumo de agua, de la mano de obra especializada existente en esa región, etc. Si esa planta está alejada de un centro urbano de importancia, habrá que otorgar facilidades de alojamiento a los trabajadores. Finalmente, se hará un estudio económico de la planta para justificar la inversión y poder obtener el financiamiento necesario. Todos estos criterios formarán un modelo matemático que podrá optimizarse usando alguna de las técnicas. En este tipo de proyectos intervienen ingenieros de muchas especialidades.

METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS

En el tema anterior vimos en qué consistía un proyecto. Veamos ahora con mayor detalle la metodología apropiada para desarrollar un proyecto de principio a fin.

En todo proyecto es necesario establecer un orden sistemático de los distintos pasos que hay que efectuar. Este orden permite un trabajo más efectivo y eficiente, a la vez que la obtención de resultados que satisfagan las necesidades establecidas dentro de los límites más exigentes.

Cada uno de los pasos de la metodología es una unidad semi-independiente que tiene vida propia y su personal especializado para efectuarlo. En los grandes proyectos, como la construcción de una presa o de un ferrocarril metropolitano, existe un equipo administrador que controlan especialistas cuando ésto es necesario.

La mayoría de los autores establecen tres grandes pasos o etapas en un proyecto:

- 1.- Un estudio de viabilidad
- 2.- Un proyecto preliminar
- 3.- Un diseño final o detallado

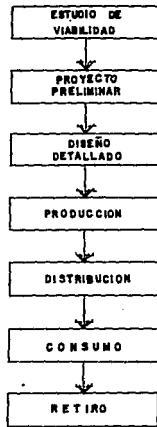
Para obtener una idea del orden de magnitud necesario se puede considerar que el estudio de viabilidad en un proyecto puede tardar un mes y ocupar 10 personas; el proyecto preliminar puede tardar 3 meses y ocupar 50 personas y el diseño final puede tardar un año y ocupar 100 personas o más.

Es necesario tener en mente que en un proyecto complejo sólo el equipo administrador está en contacto con cada etapa. A medida que van haciendo las diferentes síntesis y análisis, el equipo administrativo va llamando a equipos especializados como consultores del proyecto. Se puede tener, por ejemplo, equipos de estructuras, equipos de estudios económicos, equipos de ingenieros electricistas, arquitectos, sociólogos y otros técnicos, cuyos conocimientos contribuyen estrechamente a la obtención de un mejor resultado.

Las tres etapas enumeradas anteriormente constituyen el ciclo primario de un proyecto. En ellas se lleva el proyecto desde el punto en el que se establecen las necesidades hasta una serie de planos y especificaciones que permiten construir el sistema que vendrá a satisfacer las necesidades establecidas.

Ademas del ciclo secundario de un proyecto llamado por algunos autores "Ciclo de Consumo Producción". En este segundo ciclo se parte del diseño detallado y se examina la manera más adecuada para producirlo, es decir para fabricarlo, para distribuirlo, para lograr su consumo efectivo y para retirarlo de la circulación una vez que se han vislumbrado nuevas necesidades. La figura 4 muestra estos dos ciclos y la relación que existe entre ambos.

En este trabajo se describe el ciclo consumo-producción solamente, ya que esta actividad comprendida básicamente en la ingeniería de proyectos trata específicamente del análisis y síntesis del ciclo primario, es decir: el estudio de viabilidad, el proyecto preliminar y el diseño final.



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA <small>CIVIL Y UNIVERSITARIA</small>		
	TCIR: DISPOSITIVO PARA ENSAYOS DE IMPACTO EN MATERIALES NO METALICOS.		
<small>ALUMNO</small>	<small>GRUPO</small>	<small>TITULO</small>	<small>ESCALA</small>
<small>APUNDO</small>	<small>NUMERO DE LA ESCALA</small>	<small>CICLO</small>	<small>FECHA</small>
	<small>FEBRERO 1988</small>	CONSUMO - PRODUCCION .	<small>SEÑAL</small>

Existen desde luego, varios métodos para elaborar un proyecto, algunos han sido desarrollados específicamente para ciertas ramas de la ingeniería y sus aplicaciones se ven limitadas. Cada ingeniero, cada consultor o cada empresa de ingeniería, tienen el suyo propio y lo aplican una y otra vez porque los resultados obtenidos han sido satisfactorios en el pasado.

En este capítulo se establece un método general paso por paso describiendo cada una de las actividades necesarias para garantizar el éxito del proyecto con un nivel de confiabilidad adecuado. Algunos pasos requieren un estudio más amplio y cuidadoso.

Cada vez que sea necesario en el texto, se darán ejemplos para aclarar un punto. Podemos pasar ahora a la primera etapa de la metodología de un proyecto de ingeniería: El estudio de viabilidad es la primera etapa del ciclo primario del proyecto. El estudio de viabilidad permite determinar si el proyecto que se ha iniciado contiene suficientes elementos para garantizar la vida posterior del proyecto ya que dio inicio antes de que se tome la decisión de asignar más recursos económicos y humanos para proseguir a la segunda etapa. Por esto el estudio de viabilidad tiene una importancia vital en el proyecto. Elementos malos o imprecisos que llevan a un juicio equivocado comprometerán el dinero y el tiempo para un proyecto cuyo fracaso será casi seguro. De ahí que sea necesario formular cada uno de los pasos de esta etapa con sumo cuidado. Los pasos del estudio de viabilidad se señalan en la figura 5., estos pasos son siete: 1.- Detección de las necesidades

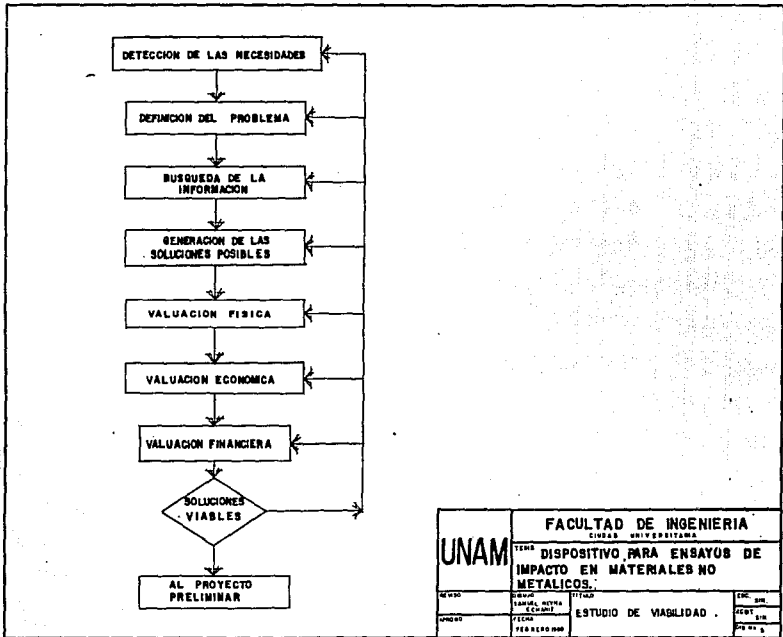
- 2.- Definición del problema
- 3.- Búsqueda de la información
- 4.- Generación de las soluciones posibles
- 5.- Valuación física
- 6.- Valuación económica
- 7.- Valuación financiera

Al final de estos siete pasos se tiene un conjunto de soluciones viables que forman la base para la elaboración del proyecto preliminar.

DETECCION DE LAS NECESIDADES

Este primer paso es el gatillo del proyecto. Gracias a el se puede iniciar, y si los resultados lo garantizan, se puede continuar.

La detección de las necesidades consiste en examinar el ambiente socio-económico que nos rodea, las exigencias de la vida moderna y el grado de desarrollo de la tecnología para determinar si existe o no



UNAM				FACULTAD DE INGENIERIA			
				<small>CINCUENUEVE AVENIDA</small>			
TEMA				DISPOSITIVO PARA ENSAYOS DE IMPACTO EN MATERIALES NO METALICOS.			
				ESTUDIO DE VIABILIDAD .			
<small>GRUPO</small>	<small>GRUPO</small>	<small>TITULO</small>	<small>ENC.</small>	<small>DIR.</small>	<small>SECRET.</small>	<small>SECRET.</small>	<small>SECRET.</small>
<small>GRUPO</small>	<small>FECHA</small>	<small>FECHA</small>	<small>FECHA</small>	<small>FECHA</small>	<small>FECHA</small>	<small>FECHA</small>	<small>FECHA</small>

una necesidad evidente o parcialmente evidente para algo que puede ser muy variado: un producto nuevo, un proceso nuevo, un programa nuevo, o la modificación de algún procedimiento obsoleto o poco eficiente. El rango de producto, programas, procesos o procedimientos es sumamente amplio y no está forzosamente limitado a la necesidad de un sacacorchos más eficiente, por ejemplo, o de un nuevo tipo de cerillos que no se apaguen fácilmente con el viento.

Muchas personas pueden intervenir en la detección de las necesidades: los industriales al requerir un proceso, herramientas o programas; pero todo se canaliza hacia el ingeniero o los ingenieros encargados de elaborar el proyecto. El ingeniero se encuentra frente a una necesidad básica, ya sea detectada por él o por otros y debe encontrar una manera de satisfacer esa necesidad. La satisfacción se logra mediante la creación del sistema que subsane dicha necesidad de una forma óptima utilizando los recursos a su alcance.

DEFINICION DEL PROBLEMA

La necesidad detectada lleva a una definición del problema que se pretende solucionar. Este paso es de suma importancia, pues el planteamiento del problema debe hacerse de una manera clara y concisa, incluyendo todos los elementos necesarios para delimitar específicamente cada una de las características del problema. Se puede definir la necesidad de calentar agua de una forma más eficiente, pero inmediatamente vienen a la mente varias preguntas.

¿Para qué fin(industrial, comercial, casero)?

¿En qué región(en el trópico, en el polo norte)?

¿Qué características(método fácil de transportar, método estacionario)?

¿Qué demanda existe(una unidad, un millón)?

¿Qué límite de precio(\$,\$\$,\$\$\$)?

Todos estos factores son el resultado de un análisis de las necesidades efectuado con cuidado y con reflexión. Se ha dicho que la ingeniería, la definición es el 90% del problema. Conviene recordar esto en el momento de definirlo, puesto que de esta forma se asegura un buen inicio del proyecto y se evitan problemas posteriores.

BUSQUEDA DE INFORMACION

En este paso es necesario enfocar el problema como en todos los pasos del proyecto, de una forma sistemática. Es conveniente plantear así varias preguntas:

- ¿ Qué información se va a buscar ?
- ¿ Con que fin ?
- ¿ En que se puede encontrar ?
- ¿ Hasta que límite ?

Estas preguntas son esenciales porque permiten un enfoque racional del problema. La información que se va a buscar debe estar orientada hacia varios aspectos: determinar si no existe el producto, programa o proceso en algún otro sector o en algún otro país, para evitar la creación de un proyecto o la resolución de un problema ya resuelto anteriormente; establecer el tipo de la información necesaria para la elaboración del proyecto en función de estudios efectuados previamente, información estadística, técnica, científica, social y económica. La información que se considera necesaria tiene como fin el crear un acervo de datos que puedan ser útiles para las etapas posteriores del proyecto. Las fuentes de información deben seleccionarse cuidadosamente. Es normal que no siempre exista toda la información que se requiere pero ésta limitación no impide al ingeniero tratar de obtener el máximo de información útil. Algunas fuentes de información son:

- Bibliotecas
- Centros de documentación de algunos organismos internacionales
- Asociaciones industriales
- Fabricantes de productos
- Centros de investigación
- Dependencias gubernamentales

La ingeniería de proyectos es, en gran parte, un proceso de búsqueda de información. El tener la información adecuada permite la elaboración de un proyecto con mayor facilidad, pero es conveniente recordar que nunca se tiene suficiente información para proyectar, pues al aparecer un nuevo elemento informativo, es necesario tomar decisiones que modifiquen parcial o totalmente algunos aspectos del proyecto.

GENERACION DE LAS SOLUCIONES POSIBLES

En un párrafo anterior hablamos dicho que la ingeniería es una profesión creativa. En este paso ese aspecto de la ingeniería adquiere una preponderancia vital. ¿Cómo puede un ingeniero crear soluciones a problemas que no habían existido o no habían surgido antes? ¿Qué mecanismo se debe utilizar para crear estas soluciones?.

Estas son preguntas que ingenieros, científicos, artistas y sicólogos se plantean constantemente. El paso de la generación de soluciones posibles es un paso de intensa actividad creativa. Es esencial, como primer enfoque, no limitar conscientemente las soluciones posibles. El objeto que se persigue es obtener un conjunto de soluciones posibles, que sean satisfactorias de las necesidades establecidas anteriormente.

El ingeniero al llegar aquí conoce las necesidades planteadas, ha recopilado y valorado la información existente y debe proponer todas las ideas que se le ocurran como posibles soluciones.

La manera de generar soluciones puede ser individual o en grupo. Si es individual, las soluciones posibles habrán sido pensadas por el ingeniero. Si es en grupo, la discusión y la interacción entre los distintos miembros del grupo puede generar un mayor número de soluciones posibles.

¿Cómo se afecta el proceso creador? ¿En qué consiste la creatividad? Los sicólogos han estado intrigados por estas preguntas durante mucho tiempo. Basándose en testimonios de hombres de ciencia profundamente creadores, se reconoce que existe un momento único, un punto trascendental que los lleva a encontrar la solución a un problema. Este instante está precedido y seguido por otras etapas.

Este conjunto es el siguiente:

- Preparación
- Incubación o gestación
- Iluminación
- Verificación

Aunque una idea parece surgir de pronto, el hecho es que se han efectuado investigaciones o se han hecho estudios antes del momento de la iluminación. Esta preparación previa consiste en experiencias tenidas, en estudios realizados o en información adquirida. De ahí la importancia del paso denominado "Búsqueda de la información".

Becquerel descubrió la radiactividad cuando vió una placa fotográfica velada por las radiaciones. Pero es evidente que estaba trabajando con compuestos de uranio y que tenía placas fotográficas en su laborato

-rio. Este conocimiento y estas experiencias previas lo llevaron a su descubrimiento.

Esta última etapa es importante, al comprobar que el concepto creador tiene en efecto, una aplicación o que es válido. Así en estas cuatro etapas, se llega a crear soluciones ó necesidades aparentemente complejas.

El ingeniero crea con su mente, pero requiere de papel y lápiz para apuntar sus ideas o para hacer bosquejos sencillos y conceptuales de éstas.

Siguiendo estos pasos y estando conciente del proceso creador, las soluciones que se pueden proponer son múltiples. Una vez efectuado esto, es necesario valorarlas desde tres puntos de vista: el físico, el económico y el financiero.

VALUACION FISICA

El ingeniero tiene un conjunto de soluciones que pueden o no ser viables. La primera valuación que debe hacer es la física. Consiste en examinar las posibilidades de cada una de las soluciones factibles pueda realizarse físicamente.

Para esto debe tomar en cuenta el estado actual de la tecnología y considerar, entre otros, los siguientes aspectos:

- ¿ Es posible se realicen desde el punto de vista estructural?
- ¿ Existen los materiales necesarios para construir la solución?
- ¿ Si no existen, se pueden crear o fabricar?
- ¿ El volúmen del proyecto, si parece de dimensiones poco usuales, está dentro de los límites aceptables?; existen procedimientos de fabricación que permitan su construcción, o se puede implantar nuevos procedimientos?.
- ¿ Hay alguna limitación de carácter físico que impida la realización ?.

Esto permite determinar cuál o cuales de todas las soluciones posibles pueden realizarse, será necesario regresar a la generación de soluciones y proponer nuevos conceptos.

VALUACION ECONOMICA

Al conjunto de soluciones físicamente realizables le aplicamos una valuación económica. Esto puede parecer un tanto difícil a este nivel y muy amplio para ser aplicado a cada una de las soluciones posibles, pero es posible hacer un análisis económico de orden de magnitud que nos permita comparar las distintas soluciones y determinar si su costo está dentro de las limitaciones establecidas en las necesidades inicialmente detectadas y en la definición del problema.

VALUACION FINANCIERA

Aquellas soluciones realizables físicamente y económicamente válidas, pasan a ser valoradas desde el punto de vista financiero, las que no sean económicamente válidas desde el punto de vista mencionado se rechazan y no se analizan más. Las soluciones se examinan para determinar si existen medios adecuados de financiamiento para la creación del proyecto, teniendo un análisis económico de los costos de las distintas soluciones, y tomando en cuenta los recursos que es necesario asignar para implantación de producción, se buscan las fuentes apropiadas de financiamiento. Entre éstas se puede nombrar a:

- Clientes previamente establecidos
- Industrias del ramo
- Dependencias gubernamentales
- Organismos internacionales
- Financieras
- Bancos
- Inversionistas privados
- Institutos de investigación
- Bolsa de valores

Aquellas soluciones que son válidas desde el punto de vista financiero, pasan a ser el conjunto de soluciones viables del inciso de la segunda etapa del ciclo primario del proyecto.

CAPITULO III

INTRODUCCION A LOS ENSAYOS Y SU UTILIDAD

La selección de un material para una aplicación estructural específica depende de sus propiedades mecánicas. La capacidad de un material para soportar una carga estática puede determinarse mediante la prueba de tensión o compresión. De las pruebas de dureza se deduce su resistencia a deformarse permanentemente; de las de impacto se determina la tenacidad de un material a las cargas de choque. Cuando estas pruebas se hacen sobre un intervalo de temperaturas, pueden aprovecharse para determinar la existencia de cualquier transición de comportamiento ductil a frágil.

Las pruebas de fatiga miden el período de vida útil de un material sometido a cargas cíclicas; las de fluencia y ruptura bajo carga se efectúan para evaluar el comportamiento de un material sometido a una carga y una temperatura elevada por un período largo.

Al igual que los metales, el comportamiento mecánico de los materiales cerámicos depende principalmente en la estructura macroscópica y microscópica que a su vez, es función de la composición química.

Estos materiales pueden formarse comúnmente a partir de la sinterización de polvos. En algunos casos son débiles a la tensión, y en ocasiones poseen una resistencia notable a la compresión.

Puede también ser de gran utilidad por su resistencia a la fluencia a temperaturas elevadas, su resistencia a la oxidación y a la corrosión y su capacidad de aislamiento térmico y eléctrico.

La mayoría de los materiales cerámicos son frágiles, sin embargo, bajo condiciones experimentales cuidadosamente controladas, ciertos materiales pueden ser bastante dúctiles. En la mayoría de los materiales cerámicos el número de sistema de deslizamiento independiente es insuficiente para producir una deformación general y al mismo tiempo su estructura puede ser tan compleja que el movimiento de dislocaciones sea difícil, sin embargo el factor que limita la ductilidad es la facilidad con que se producen las grietas y su crecimiento, si éste puede suprimirse, los materiales cerámicos cristalinos se deforman plásticamente cuando la influencia de los refuerzos elevados desplaza las dislocaciones a otro sistema de deslizamiento.

La mayoría de las piezas cerámicas se producen directamente del material fundido, o por consolidación de los polvos de materiales cerámicos. En este último proceso, los polvos son comprimidos por compactación

mecánica o por vaciado y una suspensión de polvo se vacía en un molde poroso.

El molde absorbe el líquido y el material restante forma una masa sólida de polvos que tiene cierta resistencia.

La porosidad residual en ambos tipos de vaciado se reduce al sintetizar a temperaturas elevadas. En algunos casos puede usarse una compactación en caliente, la cual combina las operaciones de compactación y sinterización; en ésta se puede tener componentes sólidos o líquidos dependiendo del material que se desee fabricar.

Cuando son sólidos, la porosidad se reduce por medio de transporte difusional de masa, el cual modifica el tamaño y la forma de los poros, sin embargo, es casi imposible eliminar completamente la porosidad.

En la mayoría de los metales, ésta se elimina por deformación en frío y recocido, así como por deformación en caliente, estos métodos no pueden emplearse en los materiales cerámicos.

Si los materiales cerámicos se sinterizan durante largo tiempo, la porosidad disminuye lentamente una vez que ocurrió la consolidación inicial, pero en este proceso puede producirse un crecimiento anormal de grano, durante el cual unos cuantos granos empiezan a crecer mucho más rápido que los demás.

Cuando se forma una fase líquida durante el sinterizado es imposible eliminar completamente la porosidad. La densificación se produce por medio de una nueva ordenación de partículas, así como procesos de difusión.

Debido a la dificultad de nuclear una fase sólida a partir del líquido, en materiales cerámicos, la microestructura resultante de una sinterización en presencia de una fase líquida por lo general contiene

una fase sólida enclavada en una matriz vítrea.

Los poros en los materiales sinterizados, pueden originar concentraciones de esfuerzos en las cuales inicia la fractura frágil. Si la porosidad se elimina por un sinterizado en presencia de una fase líquida, la inevitable presencia de una fase vítrea continua conduce a la fragilidad.

Debido a la sensibilidad a la presencia de muescas, así como a la dificultad de producir deformación plástica o viscosa a bajas temperaturas, la resistencia de los materiales cerámicos sometidos a cargas de tensión es, por lo general, baja y difícil de producir, sin embargo, la mayor parte de estos materiales exhiben resistencias elevadas a la compresión y los diseñadores usan esta cualidad para someterlos a cargas elevadas.

La fluencia a temperaturas elevadas, observada en algunos materiales cerámicos, es el resultado de la activación térmica de sistemas de deslizamiento secundarios, así como procesos tales como el escalamiento de las dislocaciones, difusión inducida por esfuerzo, y deslizamiento en los límites de grano. Sin embargo, por lo general, un material cerámico tiene una resistencia a la fluencia mucho mayor que un metal con un punto de fusión semejante.

GENERALIDADES SOBRE LOS ENSAYOS DE IMPACTO

La prueba de impacto mide la energía necesaria para romper una barra con muesca patrón por una barra bajo impulso y, por lo tanto, es un indicio de la tenacidad en presencia de muescas, de un material no metido a cargas de choque.

En este aparato, la probeta se coloca transversalmente a unas qui jadas paralelas que forman parte del mecanismo de prueba, un péndulo es liberado desde una altura conocida, golpea y rompe la probeta antes de continuar su oscilación ascendente. Conociendo la masa del péndulo y la diferencia entre la altura inicial y final, se puede calcular la energía que se absorbe en la fractura; la presencia de la muesca en la probeta y la naturaleza instantánea del impacto aumentan la severidad de la prueba. La concentración de esfuerzo en la base de la muesca produce una fractura con muy poca deformación plástica. La prueba de impacto indica la sensibilidad a la presencia de muescas de un material, la cual resulta por la existencia de zonas de concentración de esfuerzos internos tales como, inclusiones en los límites de grano, fi suras internas y fases secundarias.

1.- Fundamentos.

A menudo muchas máquinas y parte de ellas, están sometidas a cargas dinámicas.

Para estimar el comportamiento en condiciones de seguridad, de estructuras y máquinas o sus partes, es necesario involucrar el análisis para determinar la reacción general de la estructura o máquina y consi derar las propiedades de los materiales bajo dichas cargas.

El comportamiento de los materiales bajo cargas dinámicas puede diferir, y en mucho, cuando se tienen cargas estáticas o lentamente aplicadas.

Un tipo importante de carga dinámica es el que se aplica subi-

tamente como es el caso del impacto de una masa en movimiento.

Cuando se cambia la velocidad de un cuerpo al golpear, ocurre una transferencia de energía; se realiza trabajo sobre las partes que reciben el golpe. La mecánica del impacto involucra la cuestión de los esfuerzos incluidos y además una consideración de la transferencia de energía y la absorción y disipación de la misma energía.

La energía de un golpe puede absorberse de varias maneras: a través de las deformaciones plásticas de las partes, a través de la deformación elástica de los miembros y las partes de un sistema, a través de la acción friccional entre partes y a través de los efectos de la inercia de las partes en movimiento.

El efecto de una carga de impacto que produzca esfuerzo, depende de la cantidad de energía utilizada en causar la deformación. Para el diseño de estructuras y máquinas que deban recibir cargas de impacto, el objetivo es proveer márgenes 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.

En la mayoría de los ensayos para determinar las características de absorción energéticas de los materiales bajo cargas de impacto, el objeto es utilizar la energía del golpe para causar la ruptura de la probeta.

2.- Aspectos del ensayo de impacto.

En algunos ensayos se hacen mediciones limitadas de la deformación o la deflexión bajo la carga de impacto, pero en los ensayos de impacto más comunmente usados, como son los de barra ranurada, solamente se determina la energía para producir la ruptura.

En estos ensayos un objetivo consiste en obtener una medida relativa de la tendencia a exhibir la fractura con la disminución de la

temperatura, especialmente cuando resulta afectada por la presencia de constituyentes menores o pequeñas variaciones de composición o estructura de un metal particular u otro material.

Se está descubriendo que la falla de los materiales en algunas condiciones puede explicarse en términos de comportamiento de su micro-estructura. La comprensión del comportamiento de los metales en forma de barras ranuradas bajo la carga al impacto, requiere tener conocimiento del mecanismo de la fractura incluida por una estructura polii-cristalina.

3.- Comportamiento de materiales bajo cargas de impacto.

La propiedad de un material en relación con el trabajo requerido para causar la fractura sobre éste, se llama tenacidad. La tenacidad depende fundamentalmente de la resistencia y la ductilidad y parece ser independiente del tipo de carga que se le aplique. No todos los materiales responden de la misma manera a las variaciones de velocidad para la aplicación de la carga; algunos materiales presentan lo que se llama sensibilidad a la velocidad en un grado más alto que otros.

Existen ejemplos de materiales que tienen un comportamiento radicalmente diferente bajo cargas a altas y bajas velocidades de impacto, uno de ellos es el vidrio ordinario, el cual es perforado con un agujero bien hecho por una bala con alta velocidad, pero con una carga de baja velocidad se estrella, y un caso contrario al vidrio es el lacre, que teniendo una barra ésta se rompe como si fuera quebradizo con un golpe rápido, pero en forma lenta se cuelga plásticamente bajo su propio peso, si se le apoya como una viga. La tenacidad al ser determinada por la carga de impacto no es necesariamente mayor que la determinada por la carga estática; en el caso del acero al cromo-niquel

la tenacidad por impacto es menor que la tenacidad estática. En el caso de un material dado, la tenacidad no varía mucho sobre un rango considerable a velocidad de acometida, pero arriba de alguna velocidad crítica, la energía requerida para fracturar un material parece disminuir rápidamente según el aumento de velocidad. Esta velocidad se ha descubierto que está asociada al ritmo de propagación de la deformación plástica y es afectada por la longitud de la pieza sometida a la carga de impacto.

Además del efecto de la velocidad, la forma de una pieza puede mostrar un marcado efecto sobre su capacidad para resistir las cargas de impacto. A temperaturas normales una barra simple de metal dúctil no se fracturará bajo una carga de impacto en flexión, para poder fracturarla de un solo golpe, las probetas de un material dúctil se ranuran. El uso de una ranura causa altas concentraciones de esfuerzos localizados, restringe la acción de estiramiento (tiende a reducir artificialmente la ductilidad) causa que la mayor parte de la energía de ruptura sea absorbida en una región localizada de la pieza, y tiende a inducir un tipo frágil de fractura.

La tendencia de un material dúctil a comportarse como un material quebradizo al romperse en forma de una probeta ranurada es lo que se conoce como sensibilidad a la ranura.

4.- Alcance y aplicabilidad de los ensayos de impacto.

El ensayo de impacto ideal sería uno en el cual toda la energía de un golpe se transmitiera a la probeta, pero en la realidad esto nunca ocurre ya que siempre se pierde alguna energía debido a la fricción, por deformación de los apoyos y la masa que golpea, y por vibración de la máquina de ensaye.

En algunos ensayos, es imposible obtener una medida realmente exacta de la energía absorbida por la probeta. Los valores particulares obtenidos de un ensayo de impacto dependen mucho de la forma de la probeta usada. Estos hechos requieren una estrecha atención a la normalización de los detalles de cualquier tipo de ensayo si han de obtenerse resultados concordantes.

Cada tipo de ensayo de impacto posee su propio campo de uso especializado, y su aplicabilidad depende en gran parte de la satisfactoria correlación con el desempeño bajo condiciones de servicio. Existen varias maneras de cargas de impacto las cuales son de flexión, tensión, compresión y torsión. La carga flexionante es la más común, las cargas de compresión y torsión se usan en casos especiales.

El impacto puede lograrse mediante el uso de una pesa que cae, en péndulo oscilante, o un volante rotatorio. Existen ensayos para fracturar la pieza con un solo golpe; otros emplean golpes repetidos. Los ensayos de impacto más comúnmente usados para los aceros son los de : Charpy, La probeta es apoyada como una viga simple; en el Izod, se apoya en voladizo. En estos ensayos, una gran parte de la energía absorbida se acumula en una región inmediatamente adjunta a la ranura, y con frecuencia se induce un tipo de fractura frágil.

Los resultados parecen ser muy sensibles a las variaciones de la estructura del acero según resulta, afectado por el tratamiento térmico, por ciertos cambios menores de composición que tienden a causar fragilidad, tales como las variaciones en el contenido de azufre o fósforo, y por varios elementos aleantes, estos ensayos, al realizarse sobre probetas a bajas temperaturas, han resultados útiles al indicar si se mantienen o no una resistencia adecuada a esas temperaturas.

El ensayo de impacto de tensión ofrece la oportunidad de estudio del comportamiento de los materiales dúctiles bajo cargas de impacto sin las complicaciones introducidas mediante el uso de una ranu

ra, aunque las probetas ranuradas en tensión también han sido usadas en algunos ensayos.

5.- Máquinas de impacto.

Los aspectos principales de una máquina de impacto son:

1) una masa móvil cuya energía cinética es suficiente para causar la ruptura de la probeta colocada en su camino,

2) un yunque y 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.

La energía cinética es determinada y controlada por la masa del péndulo y la altura de la caída libre, medidas con respecto al centro de la masa.

$$E_c = wh$$

donde : w = peso del péndulo

h = altura vertical que

recorre al caer el péndulo

El péndulo debe suspenderse de tal manera que caiga en un plano vertical sin posibilidad de desviación, y los rodamientos deben ser tales que la fricción sea mínima, además debe ser suficientemente fuerte para que las vibraciones excesivas no causen variaciones serias a los resultados. El mecanismo de liberación del péndulo no debe influir en el libre movimiento del rodamiento sin causar efecto de atoramiento, aceleración o vibración.

El yunque debe ser suficientemente pesado en relación con la energía del impacto para que no se pierda una cantidad indebida de energía por la deformación o vibración. El dispositivo para apoyar la probeta debe ser tal que la probeta quede sujeta en posición antes del instante del impacto.

El percutor del péndulo debe coincidir con una línea vertical a través del centro de rotación cuando el péndulo cuelga libremente. Para indicar el balanceo del péndulo de las máquinas de tipo Charpy e Izod, después de que la probeta ha sido rota, un brazo fijado al péndulo mueve un señalador de fricción cuyo eje de rotación coincide con el del péndulo, es simplemente un brazo graduado en libras-pie o grados. El indicador de fricción cuyo eje de rotación coincide con el del péndulo, es igualmente otro brazo que puede girar sobre un rodamiento de perno con una presión tal que impida que el indicador cambie de posición bajo su propio peso, la presión de empuje debe ajustarse a un mínimo que impida que el péndulo se pase o caiga.

6.- Cálculo de relaciones energéticas

La resistencia al impacto o energía absorbida al romper la probeta es igual a la diferencia entre la energía del péndulo antes y después del impacto. La diferencia de energía es una función de la disminución de la velocidad de rotación y puede calcularse por el peso y la altura de la caída del péndulo antes del impacto y la altura de elevación después.

Sin considerar las pérdidas, la energía usada al fracturar una probeta puede calcularse de la siguiente manera :

$$\text{Energía inicial} = W H (1 - \cos A) \quad W R$$

$$\begin{aligned} \text{Energía despues} \\ \text{de la fractura} &= W H' (1 - \cos B) \quad W R \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Energía para} \\ \text{fracturar la probeta} &= W (H - H') \end{aligned}$$

$$= (\cos B - \cos A) W R$$

donde: W = peso del péndulo
 H = altura de la caída del centro de gravedad del péndulo
 H' = altura de elevación del centro de gravedad del péndulo
 A = ángulo de caída
 B = ángulo de elevación
 R = distancia del centro de gravedad del péndulo al eje de rotación O

Los resultados por lo general se dan en libras/pie o en Kilogramos/ metro sin referencia al volumen de metal involucrado.

CAPITULO IV

DISEÑO DEL SISTEMA OPERATIVO

Definición de criterios para el diseño:

a) Formulación del problema:

Diseño de un dispositivo para la medición de resistencia al impacto en materiales cerámicos y de ser posible, algunos plásticos.

b) Análisis del problema:

Se tiene la necesidad de conocer y estudiar las variaciones de tenacidad de un cerámico, o un polímero sometidos a carga de impacto. Para ello, se requiere diseñar y construir un dispositivo que mida dicha tenacidad, el cual deberá ser accesible (en el proceso de enseñanza) a cualquier estudiante debiendo tener facilidad de operación, manejo, lectura de resultados y mantenimiento, así como un bajo costo.

c) Búsqueda de solución:

Se recurrió a recopilar información de dispositivos similares en los siguientes textos:

-Ensayo e inspección de los materiales en Ingeniería

Harmer Davis

George Troxell

CECSA

-Introducción a la metalurgia Física

Avner

Mc Graw-Hill

-Materiales de Ingeniería y sus aplicaciones

Richard Flinn

Mc Graw-Hill

-Norma ANSI/ASTM c 368-77

-Principios Fundamentales para el Diseño de Herramientas

ASTM

CEGSA

-Pruebas mecánicas y propiedades de los metales

V. Zolotarevski

Mir Moscu

d) Decisión:

Evaluando todas las características, se llegó a la conclusión de tomar como base la norma: ANSI/ASTM c 368-77

e) Especificación:

Estas especificaciones se tienen ya escritas, del texto que se tradujo de la norma ASTM (ver anexo)

f) Funcionalidad:

Deberá dar la medición exacta en cada ensayo. El operario deberá tener control directo del dispositivo. El dispositivo deberá contener los elementos necesarios para un buen resultado en el ensayo.

Que el manejo sea sencillo y cómodo.

Que los elementos que lo constituyen puedan ser intercambiables.

Debe haber un equilibrio entre robustez y ligereza.

g) Resistencia:

Que no sea frágil, esto es, debido al trabajo al que lo pueden someter un grupo de personas que lo desconozcan totalmente, además de la naturaleza de la prueba de ensayo.

h) Resultados reproducibles:

Esto implica la posibilidad que de un ensayo a otro se obtengan resultados iguales a fin de caracterizar como confiable la máquina.

i) Didáctico:

Deberá ser fácil de comprender el funcionamiento del dispositivo, esto se obtendrá con la fácil lectura de resultados, con una limitación en el tipo de probeta y por la interpretación de la fractura ocasionada por el ensayo.

j) Económico:

Las partes de impacto deberán ser de acero; la base también puede ser de acero para reducir los costos de dicho dispositivo. Es necesario que los elementos constitutiva se reduzcan en una cantidad mínima de piezas sueltas.

PRUEBA DE VIGA SIMPLE

Aparato

La máquina consistirá de una base donde se montarán un par de soportes para detener la probeta la cual estará conectada a través, de una armadura rígida y baleros, y un péndulo.

El péndulo tiene una energía inercial apropiada para usarse particularmente con la probeta sometida a prueba, tendrá un pasador y un indicador en la carátula para marcar los remanentes de energía en el péndulo, después de frenar en la probeta.

Un soporte posicionador, gráficas, tablas para ayudar en los cálculos y las correcciones por fricción también serán incluidas.

Los requerimientos específicos son dados en gráficas.

La zona que golpea el péndulo será hecha con un acero, disminuido hasta tener un ángulo de $45^{\pm 2}$ (grados) será redondeada con un radio de $3.17^{\pm} 0.12$ (m.m.). Esta será alineada, cuando el péndulo este libre en la cara cilíndrica del golpeador, que tendrá, su eje vertical tangente al frente de la cara de un rectángulo de tamaño estandar dentro de 0.025 mm.. En la Posición libre, del centro de percusión del péndulo estará dentro de 2.54 mm. de la mitad de la línea de contacto, fabricada para golpear con la nariz en la cara de la probeta estandar de la sección transversal cuadrada.

La máquina está provista de un péndulo capaz de liberar una energía de $2.710^{\pm} 0.135$ (J) .

Ecuaciones para el cálculo de energía del péndulo.

De la figura No 8

$$L-h = L \cos \beta \quad (1)$$

La energía potencial del péndulo es :

$$E_p = h W_p G \quad (2)$$

combinando las ecuaciones (1) , (2)

$$h = E_p / W_p G ; \quad L - E_p / W_p G = L \cos \beta \quad (3)$$

La máxima energía del péndulo es la energía potencial al inicio del ensayo, y es:

$$E_m = H_m W_p G \quad (4)$$

La energía potencial generada por el péndulo es E_p , y relacionando la ecuación para la absorción de energía de la probeta en:

$$E_m - E_s = E_p \quad (5)$$

Combinando las ecuaciones (3), (4) y (5) resulta :

$$E_p = W_p G L (1 - \cos \beta)$$

$$E_m - E_s = W_p G L (1 - \cos \beta)$$

$$E_m - E_s = (E_m L / h_m) (1 - \cos \beta)$$

$$E_m - E_s / E_m = (L / h_m) (1 - \cos \beta)$$

$$1 - E_s / E_m = (L / h_m) (1 - \cos \beta) \quad (6)$$

Despejando β

$$\beta = (1 / \cos) (1 - (h_m/L) (1-E_s/E_m)) \quad (7)$$

Ver figura No 7

De la figura No 7; la energía total corregida esta dada por:

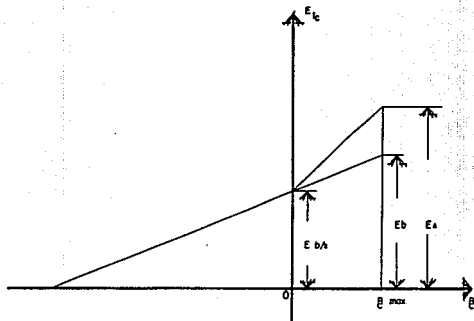
$$E_t c = m \beta + b \quad (8)$$

Para el punto inicial, la energía potencial del péndulo es

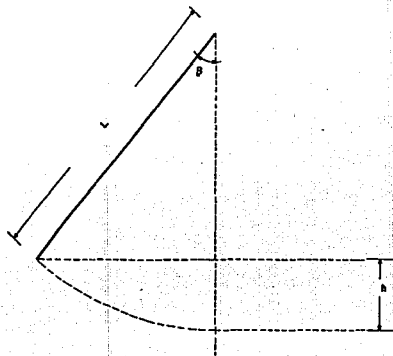
$$E_b / 2 = m (c) + b \quad (9)$$

$$b = E_b / 2 \quad (10)$$

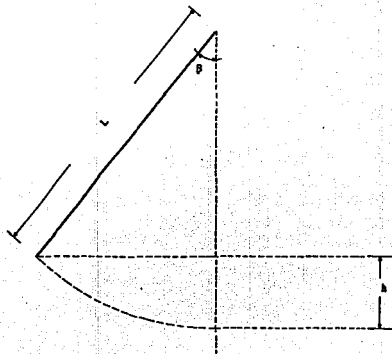
La energía corregida E_a , en el primer giro del péndulo ocurre



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA <small>CIVIL Y UNIVERSITARIA</small>		
	TITULO: DISPOSITIVO PARA ENSAYOS DE IMPACTO EN MATERIALES NO METALICOS.		
DISEÑO: FECHA:	DISEÑADOR: RAFAEL REYNA SANCHEZ FECHA: FEBRERO - '88	TITULO: GRAFICA ANGULO- ENERGIA TOTAL CORREGIDA	ESCALA: 1/1 1/1 1/1



UNAM		FACULTAD DE INGENIERIA	
		CINCUENARIA UNIVERSITARIA	
TITULO		DISPOSITIVO PARA ENSAYOS DE IMPACTO EN MATERIALES NO METALICOS.	
REVISTA:	REVISTA	TITULO	GRAFICA PARA EL CALCULO DE ENERGIA DEL PENDULO.
APROBADO:	FECHA:	FECHA:	NO. DE PAGINAS:
	1968		1



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA <small>Ciudad Universitaria</small>	
	DISPOSITIVO PARA ENSAYOS DE IMPACTO EN MATERIALES NO METALICOS.	
<small>REVISOR:</small>	<small>PROF. JUAN CARLOS VILLALBA</small>	<small>TITULO:</small>
<small>APROBADO:</small>	<small>FECHA:</small>	<small>GRAFICA PARA EL CALCULO DE ENERGIA DEL PENDULO</small>
	<small>FEBRERO '80</small>	<small>DE 14</small>

en el ángulo máximo del péndulo $\beta\beta$ máx.

Sustituyendo en la ecuación (8)

$$E_a = m \beta \text{ máx} + E_b / 2 \text{ (11)}$$

Cambiando las ecuaciones (8) y (11)

$$E_{tc} = (E_a - E_b / 2) (\beta / \beta_{\text{máx}}) + E_b / 2 \text{ (12)}$$

Nomenclatura

b - intercepción de la energía corregida

E_a - energía corregida incluyendo la fricción del péndulo más la fricción de la carátula

E_b - energía corregida unicamente por la fricción del péndulo

E_m - energía máxima del péndulo (al iniciar el ensayo)

E_p - energía potencial desde la posición de apoyo del péndulo

E_s - energía de fractura de la probeta

E_{tc} - energía total corregida ganada por la energía de fractura

G - aceleración de la gravedad en m / s^2

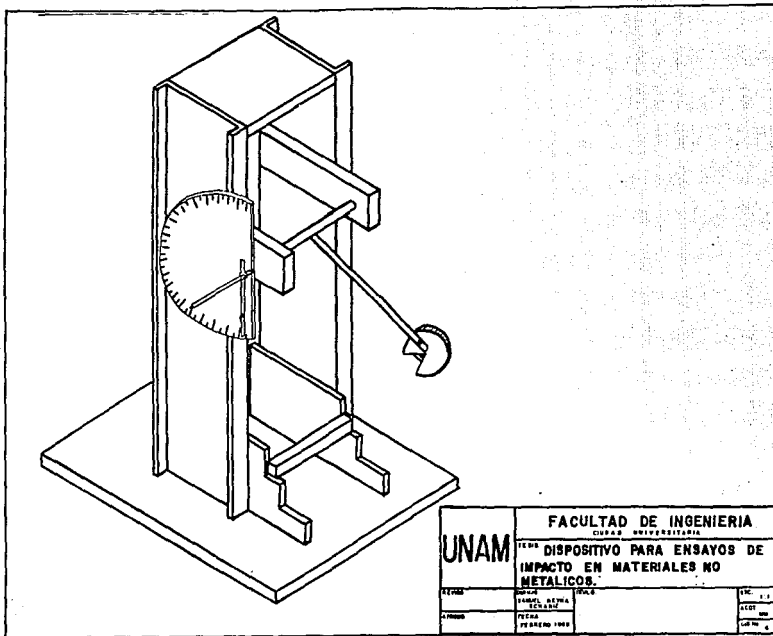
h - diferencia de longitudes del péndulo, desde el centro de gravedad o posición, hasta el máximo giro del péndulo después de haber fracturado la probeta

hm - altura máxima del centro de gravedad del péndulo

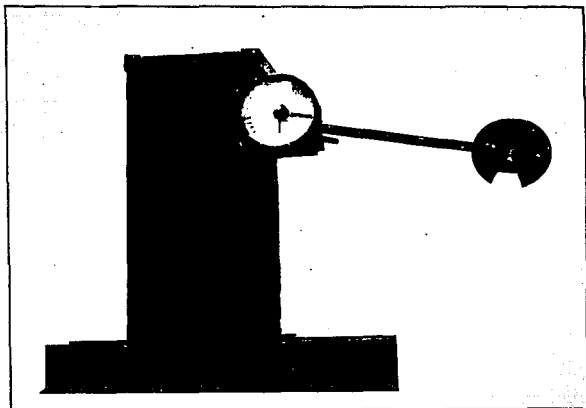
m - pendiente de la capacidad de energía corregida

L - distancia desde el punto de apoyo al centro de gravedad del péndulo

β - ángulo que forma el péndulo desde la posición inicial hasta el final del giro

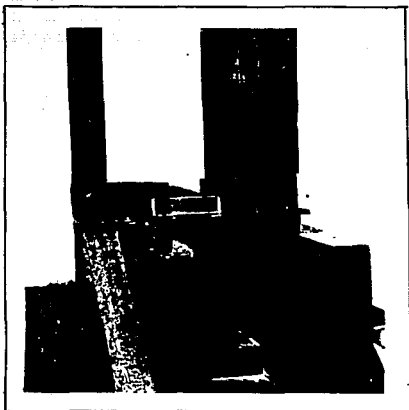


FACULTAD DE INGENIERIA			
<small>CUNAH UNIVERSITARIA</small>			
UNAM			
DISPOSITIVO PARA ENSAYOS DE IMPACTO EN MATERIALES NO METALICOS.			
FECHA	UNIVERSIDAD	PROFESOR	ESCUELA
FECHA	UNIVERSIDAD	PROFESOR	ESCUELA
FECHA	UNIVERSIDAD	PROFESOR	ESCUELA

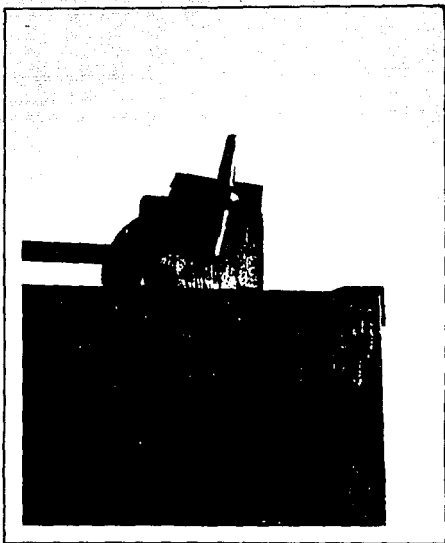


FOTOGRAFIA No 1

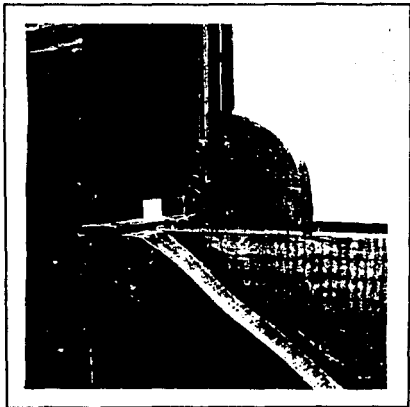
FOTOGRAFIA DEL PROTOTIPO TERMINADO
(Brazo en posición inicial)



FOTOGRAFIA No 2
Muestra centrada en el soporte.

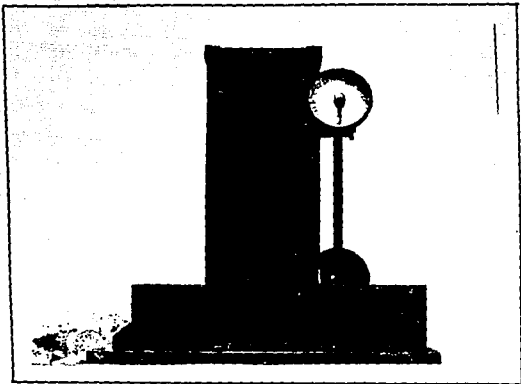


FOTOGRAFIA No 3
Vista del seguro del péndulo.



FOTOGRAFIA No 4

Forma en que es golpeada la muestra.



FOTOGRAFIA No 5

Se muestra el nivel de energía utilizado para
fracturar una muestra.

ENSAYOS REALIZADOS

Para obtener una primera verificación del funcionamiento del prototipo construido se ensayarán muestras de ladrillo refractario y ladrillo de construcción.

Para efectuar dichos ensayos se eleva el brazo hasta la posición inicial (fotografía No 1). Previamente colocada la muestra, centranse la dola en el soporte (fotografía No 2) y liberando el seguro mostrado en la fotografía No 3. Así pues, el brazo cae y golpea la muestra.

La fotografía No 4 presenta una vista de la ubicación del martillo percutor respecto a la muestra y la forma en la que esta es golpeada.

El valor del ángulo que refleja el nivel de energía necesario para fracturar las muestras se lee directamente en la carátula instalada (fotografía No 5).

De manera semejante se ensayarán las muestras restantes. Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla.

PRUEBAS REALIZADAS			
MATERIAL	DIMENSIONES	No ENSAYO	RESULTADO ángulo(°) (J)
Ladrillo refractario	3x5x6.5	1	16 0.1059
		2	14 0.0812
		3	14 0.0812
		4	19 0.1489
		5	14 0.0812
		6	17 0.1194
		7	18 0.1338
Ladrillo de construcción	1x1x5	1	19 0.1489
		2	21 0.1815
		3	19 0.1489
		4	15.5 0.0594
		5	12 0.0597
		6	28 0.3200
		7	22 0.1990
		8	28 0.3200
		9	20 0.1648

Como se puede observar, se obtuvieron resultados semejantes, particularmente en el caso de los ladrillos refractarios dada la condición muy parecida de fabricación de ellos. En el caso de los ladrillos de construcción la variación en la composición de los ladrillos origina mayor variación de los datos. Sin embargo, con excepción de las muestras No 5, 6, 8; existe homogeneidad en los resultados. Para poder llegar a la valoración o valoraciones más completas se requiere a futuro probar otro tipo de cerámicos, plásticos, vidrios, hueso, minerales, etc., que permitan obtener una información más amplia acerca de la confiabilidad del equipo.

CAPITULO V

FIABILIDAD Y VIDA DEL EQUIPO

Introducción

La fiabilidad es la probabilidad de que un producto o sistema funcione sin detrimento de sus niveles ni fallas, con rendimiento, disponibilidad, eficiencia, seguridad, etc., esperados, cuando recibe el mantenimiento prescrito y se usa en los trabajos y condiciones para los que se diseñó.

Una faceta importante de la fiabilidad es la que estudia las fallas que ocurren en un producto o sistema.

VIDAS DEL EQUIPO.

Los principios generales que aquí se tratan son aplicables al equipo pieza, subensamble, (instalación, sistema o subsistema, y a todos se les llamará producto).

El objetivo fundamental de la función mantenimiento es prolongar, hasta donde resulte económico, la vida de un producto. Por tanto, es elemental tener clara idea de que se entiende por vida.

En un equipo se tienen las siguientes vidas:

a) Vida infantil

Lapso de asentamiento en el comportamiento del producto. En este período las fallas son más probables que en lapsos posteriores ya que la mayoría de los defectos de calidad se manifiestan aquí. Es importante que en este lapso no se abuse del equipo, aunque conviene probarlo en todos sus rangos de capacidad y rendimiento.

b) Vida útil

Es aquella en que el equipo mantiene fiabilidad más o menos alta y estable, situándose entre la vida de prueba o vida infantil y

el lapso en que el desgaste se acentúa o la fiabilidad empieza a decrecer con rapidez. En esta vida el mantenimiento es más o menos constante en sus parámetros de costos, frecuencias y esfuerzos.

c) Vida probable

Se debe entender como vida probable a la modal, se tiene que hacer la analogía con las curvas de distribución normal.

d) Vida promedio

Del párrafo anterior se deduce que esta vida es el promedio de las vidas a la falla.

e) Vida mediana

Es aquella en que la mitad de las piezas han fallado.

f) Vida extendida

Es el lapso en cual se opera un equipo en contra de toda razón técnica aparente, es decir, se demuestra que no conviene económicamente seguir operándolo, pero con condiciones de emergencia, prestigio, (y aún capricho de alguien) se sigue usando. La responsabilidad de la persona encargada del mantenimiento del equipo es hacer notar (por escrito y con copia a quién se requiera) que la condición encontrada es antieconómica absurda o impropcedente.

g) Vida Total

El plazo termina al retirar de operación el equipo por cualquier causa.

h) Vida económica

Es el concepto más interesante de manejar; la dificultad reside en dominarlo al menos medianamente. Realizarlo es complejo, ya que intervienen, además de todos los conceptos tecnológicos, industriales, otros muchos campos que se deben conocer. La vida económica principia a ser diferente de la vida útil desde el momento siguiente al proyecto inicial, ya que las condiciones empiezan a cambiar.

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

La vida económica es el lapso en el cual es costeable operar el equipo en lugar de desecharlo, sustituirlo, reconstruirlo, venderlo, etc.

FACTORES QUE AFECTAN A LA VIDA ECONOMICA

Todo producto depende por completo del tiempo y del espacio.

Fiabilidad y deterioro

Para entender el comportamiento de un producto a lo largo del tiempo se considera primero lo que pasa con un elemento que no requiere nunca de mantenimiento.

En forma estricta, la curva de fiabilidad no es la inversa en su coordenada vertical con la curva de la vida económica, pero en términos comunes la probabilidad de falla es el comportamiento de la fiabilidad.

PAPEL DEL MANTENIMIENTO EN LA FIABILIDAD Y VIDA DEL APARATO

A la gran mayoría de los productos, sistemas, piezas, equipos, se les da mantenimiento o servicio. Este puede ser desde despolvar hasta rehabilitar o sustituir componentes.

Como ya se mencionó, una tarea, operación, acción de mantenimiento es el trabajo para restituir parcialmente la fiabilidad perdida por deterioro.

Las tareas de mantenimiento resultan muy caras, ya que el deterioro de las partes va más allá del calculado en diseño llegando a sustituir componentes a los cuales de haberseles proporcionado mantenimiento antes, solo hubieran requerido un reajuste.

El mantenimiento adecuado o económico considera el estudio de probabilidad de falla, oportunidad de paro para efectuar las tareas, riesgos por falla, necesidad de continuidad de operación, factores po

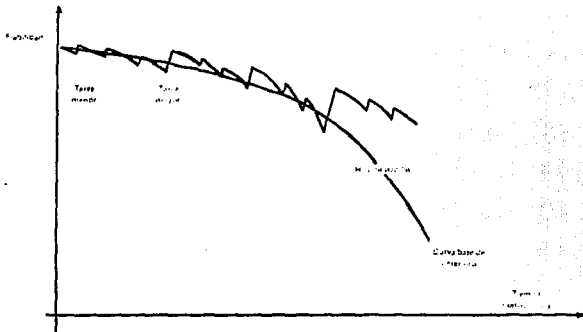
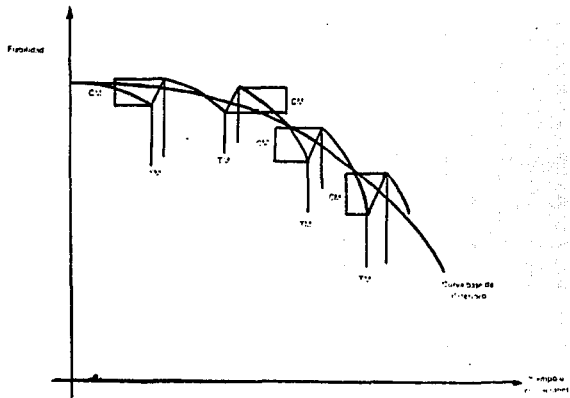


Figura 1. Curva de energía de impacto vs. temperatura.

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA		
	DISPOSITIVO PARA ENSAYOS DE IMPACTO EN MATERIALES NO (ESTUDIO TECNICO)		

-líticos o de imagen, costo o disponibilidad de refacciones, etc.

Se propone en el anexo C una carta de mantenimiento o servicio, para el aparato diseñado; aclarando que el usuario tendrá el mejor programa y la disponibilidad necesaria, para la conservación del mismo.



Construya también en milímetros de espesor

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	
	DISPOSITIVO PARA ENSAYOS DE IMPACTO EN MATERIALES NO FERROSOS (ESTUDIO TECNICO)	

CS
Pu

CONCLUSIONES

Como se mencionó en la introducción, el presente trabajo nos muestra las etapas básicas para el desarrollo de un equipo que sirva como soporte en el conocimiento de una parte de lo extenso que son los materiales usados en ingeniería. Esto es, se ha construido y realizado una primera prueba de un prototipo de equipo para evaluar la resistencia al impacto de algunos materiales no metálicos de bajo costo.

Por otra parte se establece o se pretende establecer que el instrumento desarrollado sea de fácil operación, para que realmente sea un apoyo tanto educativo, como en la pequeña y mediana industria, ya que su construcción no requiere materiales ni accesorios sofisticados ni de importación.

En el capítulo V se establece el procedimiento para efectuar pruebas con el equipo y cabe mencionar que la aplicación es ilimitada, debido al potencial que existe en la industria de la transformación, para el estudio de los materiales no metálicos utilizados en ella; como ejemplo mencionaremos los siguientes:

El material refractario utilizado en el recubrimiento interno de los generadores de vapor y, las modificaciones que sufre con la temperatura; las piedras de desbaste de los esmeriles; los sellos de grafito utilizados en cigüeñales como retenes; los moldes para fundición; el caso mostrado aquí que es el ladrillo de construcción; los bujes plásticos en rodillos, en ejes, pegamentos poliméricos, y un sin número de piezas y dispositivos, que se pueden desarrollar, mejorar, controlar, con estudios de este tipo complementados con otros ensayos. Sería recomendable llevar a cabo pruebas adicionales a fin de realizar las modificaciones necesarias que permitan mejorar el equipo construido.

Se introdujo un capítulo de mantenimiento, por considerar que los lectores interesados puedan encontrar en este estudio, un apoyo para la conservación del equipo, y cumpla la función de un manual operativo, sin perder de vista que el mantenimiento es fundamental en el beneficio-costeo de todo bien.

Sólo falta agradecer a la Universidad Nacional Autónoma de México, la oportunidad que brinda, por ser el instrumento para que, cada vez más personas encontremos el camino que dignifique nuestro paso en la sociedad y retribuir a la misma, que nos ha dado razón y motivo .

A N E X O A

Norma ANSI/ASTM c 368-77
(NORMA DE PRUEBAS PARA RESISTENCIA DE IMPACTO EN CERAMICOS)

1.- INTRODUCCION

Esta norma cubre la determinación de la resistencia a la ruptura debida al impacto de una masa que cae, formando parte de un péndulo, para materiales cerámicos.

Estos materiales cerámicos, para la medición, en ocasiones es necesario hacer una entalladura al material, ya que para el método Charpy e Izod, la entalladura o muesca produce una concentración de esfuerzos el cual facilita la fractura. El resultado de la medición se reporta en términos de la energía absorbida por unidad de espesor.

2.- Tipos de ensayo

Existen dos métodos de prueba básicamente, el método A (tipo Izod) y el método B (tipo Charpy). Estos métodos se diferencian por el diseño de la máquina, la probeta, y la forma para el martinete.

3.- Método A

En este método, la probeta está en posición de cantiliver verticalmente y es fracturada por un golpe sencillo del péndulo, con la línea de contacto inicial en una distancia de la probeta fijada por la mordaza de la línea central y por la misma cara de la ranura.

4.- Método B

Aquí la probeta es soportada horizontalmente y fracturada por un golpe sencillo del péndulo el cual hace contacto en la parte opuesta de la ranura y exactamente en la mitad de la probeta.

Para materiales cerámicos se utiliza una probeta cilíndrica.

5.- Significado

La energía excedente del péndulo, en el ensayo de impacto indica la energía necesaria para romper la probeta de tamaño especificado bajo condiciones estipuladas del montaje de dicha probeta, ranura y velocidad de impacto del péndulo. La energía perdida por el péndulo durante el rompimiento de la probeta es la suma de la energía requerida;

- a) para iniciar la fractura de la probeta
- b) la propagación de la grieta a través de la probeta
- c) el movimiento libre del péndulo después de la fractura
- d) al doblar la probeta
- e) al producir vibración o movimiento horizontal de la base o estructura de la máquina
- f) al separarse la fricción en el soporte del péndulo y en el exceso de energía indicado por el mecanismo, y la superación de la fricción del aire
- g) al detentar o deformar plásticamente la probeta en la línea de impacto
- h) al superar la fricción causada por el roce del golpeteo sobre la cara curvada de la probeta

Para materiales relativamente frágiles, la energía para propagar la fractura es pequeña en comparación con la energía necesaria para iniciar dicha fractura, en materiales dúctiles.

6.- Objetivo

Esta norma cubre las siguientes pruebas:

- a) Prueba de impacto en el centro de cerámicos planos cristalinos y cóncavos
- b) Prueba de impacto en el borde de cerámicos cóncavos.

- c) Prueba de cortante en el borde del cerámico plano. Los especímenes pueden ser cristalinos o no.

7.- Notas

7.1.- La prueba de impacto en el centro de la probeta se utiliza para determinar:

- a) La magnitud de un golpe que produce la fractura inicial
- b) La energía total necesaria para producir fractura completa. En el primer caso, la fractura inicial muestra sobre el lugar de la pieza contraria desde el nivel inicial, y aparece en función del cuadrado del espesor y de la fragilidad inherente del cuerpo, una combinación del cuerpo cristalino, esto es relativamente independiente del diseño, y la medida de la probeta. El segundo factor es más independiente sobre el diseño y frecuentemente es sujeta a amplias variaciones en un grupo determinado de piezas.

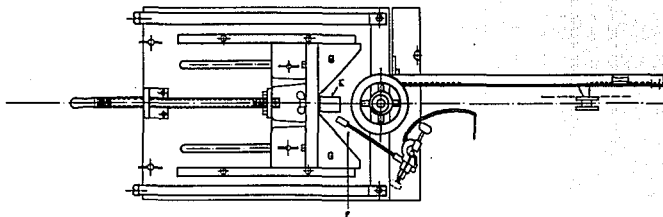
7.2.- La prueba de impacto en el borde del cerámico hueco es similar a la prueba cortante, y el tipo de fractura obtenida es usada en la evaluación de la figura del objeto.

7.3.- En adición a los esfuerzos inherentes del cuerpo los resultados de la prueba cortante son grandemente afectados por el contorno del borde y exento por el menor espesor del mismo, inclinación de hoja y la conveniente cristalización.

8.- Aparato

8.1.- Ensayador de impacto, tipo péndulo.

El aparato para la prueba de impacto (fig.9) mostrada consiste de un dispositivo con los siguientes puntos ini-



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA CIUDAD UNIVERSITARIA		
	TITULO: DISPOSITIVO PARA ENSAYOS DE IMPACTO EN MATERIALES NO METALICOS.		
NOMBRE: CARRERA: FECHA:	DISEÑÓ: JAVIER ALFONSO FERNANDEZ '68	TITULO: APARATO PARA PRUEBA DE IMPACTO PLANO DE ENSAMBLE.	ESC. AB: NOV 1968 DIB. NO. 8

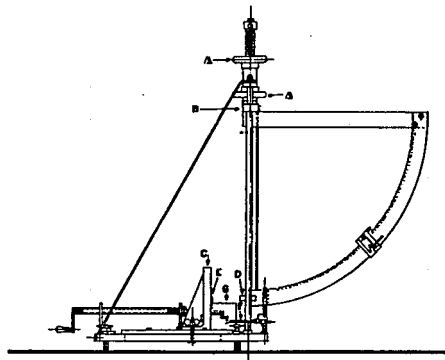
-ciales :

- a) Una almadana de acero de medida específica y dureza rockwell C- 55
- b) Soporte para la almadana suspendido en V.
- c) Prevenir fallas por medio de un disparador fijo los cuales deben dar resultados reproducibles independientemente del operario.
- d) Cuidar de tener probetas en las quijadas de resorte frente al soporte metálico rígido
- e) Micrometro para mediciones de espesor de probetas que debe dar lecturas de 0.03mm. (0.01 pulg.)

9.- Probeta

Al seleccionar la probeta cuidar que sea representativa de un lote de muestras existentes. En general, la prueba de impacto deberá ser basada sobre un mínimo de 10 probetas y en las últimas 5 realizar pruebas de cortante. Las probetas serán seleccionadas acústicamente y por defectos físicos obvios antes de las pruebas.

- 10.- Procedimiento para pruebas de impacto. en cerámicos planos
Se monta el tubo cilíndrico mostrado en la fig. 11 (nota 4) sobre el rebotador C, fig. 10 y el lugar debe ser con una altura tal como 3 rodamientos de balas montadas al final del tubo cilíndrico en contacto y simétrico con la porción central del espécimen el cual debe estar parado sobre el borde de la base del plato. El espécimen puede ser probado con uno u otro (carr o revés del percusor); en general, una falla de bajo valor se obtiene cuando la cara se nivela. Ajustando el paro del regresador como la cara esférica.



- A. PERILLAS .
- B. BARRA SOPORTE DEL PENDULO .
- C. RESGRESADOR .
- D. TUP .
- E. ANGULO DE QUIJADA .
- F. POSICIONADOR DE LOS BRAZOS .
- G. SOPORTE DE FUNCION TRIANGULAR PARA PROBETAS .

UNAM		FACULTAD DE INGENIERIA	
		CINCUENUEVE UNIVERSIDAD	
TITULO		DISPOSITIVO PARA ENSAYOS DE IMPACTO EN MATERIALES NO METALICOS.	
PROFESOR	ASISTENTE	ALUMNO	FECHA
	GABRIEL REYNA	ALVARO PARA PRUEBA DE IMPACTO	1950
PROFESOR	PEREZ	VISTA ELEVADA DE ENSAMBLE	1:10

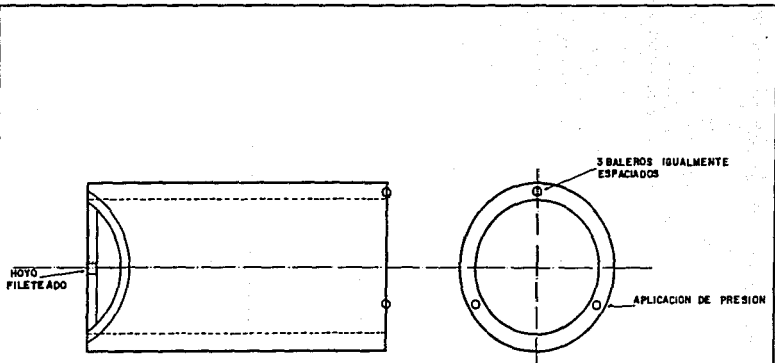
del tup. D, toca justo la superficie del espécimen cuando el tup esta colgando libremente. Apretar las dos tuercas de mariposa en la base del regresador.

NOTA 4.- En esta parte de la prueba el tubo cilíndrico reemplaza el ángulo de agarre, se muestra en posición sobre el rebotador C, en la fig. 10

4.1.- Ajustando los brazos posicionadores, F, teniendo en posición retrasada por medio de su llave de chaveta dado que, la orilla anterior de la manga de la pieza coincide .

Ajustando los sujetadores de pinzas de la posición vertical después del espécimen, el péndulo deberá golpear en la misma falla; esto es, arriba de la mitad. Ajustando los brazos a la cubierta de goma, en la superficie en el ángulo correcto esto es el vastago tendrá contacto con el arillo de la muestra; moviendo la llave de chaveta para permitir la posición de los brazos, sujetando el espécimen nuevamente al tubo cilíndrico. Ajustando la barra soporte del péndulo B, y cerrando en posición por medio de las perillas A, el tup deberá golpear al centro del espécimen.

4.2.- Con los ajustes preliminares completos, se sujeta el espécimen a un programa con inicios de impacto en 0.027 J ($0.02 \frac{lb}{ft} - 16 \frac{lb}{ft}$) e incrementos de 0.014 J ($0.01 \frac{lb}{ft} - 16 \frac{lb}{ft}$), utilizando la fractura inicial, y en incrementos de $0.02 \frac{lb}{ft} - 16 \frac{lb}{ft}$ esto será posterior a la falla.



TUBO DE ACERO .

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA <small>CARRERAS DE INGENIERIA</small>		
	TITULO. DISPOSITIVO PARA ENSAYOS DE IMPACTO EN MATERIALES NO METALICOS.		
<small>REV. NO.</small>	<small>GRUPO</small>	<small>TITULO</small>	<small>FECHA</small>
<small>SEM. NO.</small>	<small>PROFESOR</small>	TUBO PARA SOPORTAR PROBETAS	<small>SCOTT</small>
<small>FECHA</small>	<small>RESERVA. NO.</small>		<small>NO. DE</small>

NOTA 5.- La prueba puede ser diseñada para sujetar la porción del liberador del mecanismo esto se situa debajo de la esfera de la carátula inclinando un segmento de la mitad del dedo hacia abajo (de la mano derecha) y regresándolo correctamente para que de inmediato el tup se libere. Atrapando el péndulo al rebote con la mano izquierda, volviendo a inclinar el tup, dentro de las quijadas liberadas de las pinzas controlando con la mano derecha, y siguiendo nuevamente la secuencia de operación hasta que ocurra la falla del espécimen.

5.1.- Procedimiento para pruebas de impacto en el centro de cerámicos huecos.

Siguiendo el procedimiento descrito para cerámicos planos de la sección 4, excepto el movimiento al tubo cilíndrico (fig. 11) y las dos fundiciones coladas, G, formando la V para permitir al arillo del espécimen estar en contacto con la superficie del regresador. Golpeando la probeta en el centro y partiendo de la posición de los brazos en contacto al espécimen en la base del arillo.

6.- Procedimiento para pruebas de impacto en arillo de cerámicos huecos.

6.1.- Coloque la probeta en el aparato apoyándola V para dos prismas triangulares con el perno sujeto por el ángulo de las pinzas E, soportando ligeramente sobre el arillo y por las dos posiciones de los brazos ajustandolos de modo que sus líneas de presión se ejerzan radialmente y de modo que la presión ejercida hacia abajo no sea apreciable sobre el arillo.

- 6.2.- Ajuste el péndulo de la barra soporte de modo que el contacto entre el final del tup y el arillo del espécimen sea en el centro de la superficie esférica.
- 6.3.- Con los ajustes preliminares completos, se somete el espécimen a una serie de impactos iniciando en 0.027 J (0.021b/fb - 16 lb/fb) e incrementando en 0.014 J (0.011b/fb - 16 lb/fb). El resultado será una fractura recta o una fractura curva simétrica si la prueba se desarrolla correctamente.
- 7.- Procedimiento para pruebas de cortante.
- 7.1.- Se desarrolla de manera similar a la descrita en el título anterior excepto por el uso del fin del tup que es cilíndrico y cónico en su superficie y moviendo el mango del mismo, posicionando los brazos anteriores para coincidir con las quijadas. Se ajusta después el regresador ensamblado en el borde del espécimen tocando la superficie del tup, apretando las tuercas mariposa del regresador.
- 7.2.- Ajustando el péndulo de la barra soporte y asegurando la posición de modo que en el centro del tup quede en contacto con la orilla del espécimen (deberá intentarse con la orilla de la probeta).
- 7.2.1.- Repitiendo el golpe rolado del espécimen sobre la orilla del percusor incrementando la fuerza hasta que ocurra la falla, empezando con un golpe inicial de (0.136J) (0.101b/fb - 0.016 lb/fb) e incrementos de 0.027 J (0.021b/fb - 0.016lb/fb) en cada golpe sucesivo.
- 7.2.2.- La probeta de borde llano se somete como se describe, exceptuando los golpes iniciales que deberán ser 0.027J (0.021b/fb - 0.016lb/fb) con incrementos de 0.14 J

8.- Cálculos.

8.1.- Los factores de esfuerzos para cerámicos planos son calculados de la siguiente manera:

$$s = 12 (I / E^2)$$

donde: s - factor de esfuerzo, (psi)

I - promedios de impacto que producen fractura inicial (J)

E - promedios de densidad de espécimenes en el punto de impacto (mm)

9.- Reporte

9.1.- El reporte deberá incluir lo siguiente:

9.1.1.- Designación del material aprobado incluyendo información sobre el tipo, forma y si es cristalizado o no.

9.1.2.- Método de selección de probetas.

9.1.3.- Identificación del tipo de aparato usado.

9.1.4.- Datos cerrados (exactos) que muestren:

9.1.4.1.- Forma y dimensiones esenciales de una probeta representativa.

9.1.4.2.- Pruebas de programa empleado, esto es, energía e incrementos subsiguientes.

9.1.4.3.- Impactos de energía individuales y promediados que producen fractura inicial.

9.1.4.4.- Espesores de probetas en puntos de impacto y un promedio de ellos.

9.1.4.5.- Para cerámicos planos el factor de esfuerzo calculado, desde el promedio de energía de impacto y espesor del espécimen (secc.8).

9.1.4.6.- Energía de impacto individual y promediada que produce fallas, y descripción del tipo de las mismas.

9.1.4.7.- Fallas cortantes y tipo de la forma de corta con localización en cada probeta del promedio del valor de las fallas.

9.1.4.8.- Espesores representativos de los arillos.

9.2.- El reporte también debe incluir:

9.2.1.- Resumen de las diferencias observadas y características inusuales entre espécimenes.

10.- Precisión y exactitud.

10.1.- No se justifica que los métodos utilizados para el informe den resultados diferentes en las pruebas, si se conforman los criterios utilizados, especificados en este método; exceptuando la precisión y exactitud con que sean realizadas las pruebas.

Los resultados encontrados indican que para este dispositivo, los resultados se puedan producir para diferentes tipos de materiales, y se puede apreciar que no existe gran diferencia en energía absorbida por cada probeta, a pesar de que las dimensiones y los procesos de fabricación de dichos materiales, son diferentes.

La razón de que la probeta de ladrillo refractario sea de 5x5x6.5 cm. es debida a que el material es demasiado frágil y no soporta el esfuerzo de habilitación dimensional de una probeta estándar.

A N E X O

TABLA DE EQUIVALENCIAS
(GRADOS - JOULES)

1°	- 0.0004164
2°	- 0.00166
3°	- 0.00374
4°	- 0.00666
5°	- 0.01044
6°	- 0.01497
7°	- 0.02037
8°	- 0.0266
9°	- 0.0336
10°	- 0.04153
11°	- 0.0502
12°	- 0.0597
13°	- 0.0700
14°	- 0.08121
15°	- 0.0931
16°	- 0.1059
17°	- 0.1194
18°	- 0.1338
19°	- 0.1489
20°	- 0.1548
21°	- 0.1615
22°	- 0.1990
23°	- 0.2173
24°	- 0.2363
25°	- 0.2561
26°	- 0.2767
27°	- 0.2979
28°	- 0.3200
29°	- 0.3427
30°	- 0.3662
31°	- 0.3905
32°	- 0.4154
33°	- 0.4410
34°	- 0.4674
35°	- 0.4944
36°	- 0.5221
37°	- 0.5505
38°	- 0.5795
39°	- 0.6092
40°	- 0.6396
41°	- 0.6706
42°	- 0.7022
43°	- 0.7344
44°	- 0.7673
45°	- 0.8007

46°	- 0.8348
47°	- 0.8694
48°	- 0.9046
49°	- 0.9403
50°	- 0.9766
51°	- 1.0134
52°	- 1.0509
53°	- 1.0896
54°	- 1.1270
55°	- 1.1659
56°	- 1.2051
57°	- 1.2449
58°	- 1.2852
59°	- 1.3259
60°	- 1.3670
61°	- 1.4085
62°	- 1.4504
63°	- 1.4928
64°	- 1.5355
65°	- 1.5795
66°	- 1.6220
67°	- 1.6657
68°	- 1.7098
69°	- 1.7542
70°	- 1.7989
71°	- 1.8439
72°	- 1.8891
73°	- 1.9346
74°	- 1.9804
75°	- 2.0264
76°	- 2.0726
77°	- 2.1190
78°	- 2.1656
79°	- 2.2592
90°	- 2.2592

EQUIVALENCIAS INTERMEDIAS

1.5 ^o	- 0.00093
2.5 ^o	- 0.0026
3.5 ^o	- 0.0050
4.5 ^o	- 0.0084
5.5 ^o	- 0.0125
6.5 ^o	- 0.0175
7.5 ^o	- 0.0233
8.5 ^o	- 0.0300
9.5 ^o	- 0.0374
10.5 ^o	- 0.0457
11.5 ^o	- 0.0548
12.5 ^o	- 0.0648
13.5 ^o	- 0.0755
14.5 ^o	- 0.0870
15.5 ^o	- 0.0994
16.5 ^o	- 0.1125
17.5 ^o	- 0.1265
18.5 ^o	- 0.1412
19.5 ^o	- 0.1568
20.5 ^o	- 0.1731
21.5 ^o	- 0.1902
22.5 ^o	- 0.2081
23.5 ^o	- 0.2267
24.5 ^o	- 0.2461
25.5 ^o	- 0.2663
26.5 ^o	- 0.2872
27.5 ^o	- 0.3099
28.5 ^o	- 0.3313
29.5 ^o	- 0.3544
30.5 ^o	- 0.3783
31.5 ^o	- 0.4028
32.5 ^o	- 0.4281
33.5 ^o	- 0.4541
34.5 ^o	- 0.4808
35.5 ^o	- 0.5082
36.5 ^o	- 0.5362
37.5 ^o	- 0.5649
38.5 ^o	- 0.5943
39.5 ^o	- 0.6243
40.5 ^o	- 0.6550
41.5 ^o	- 0.6863
42.5 ^o	- 0.7182

43.5 ^o	- 0.750
44.5 ^o	- 0.7940
45.5 ^o	- 0.8177
46.5 ^o	- 0.8520
47.5 ^o	- 0.8869
48.5 ^o	- 0.9224
49.5 ^o	- 0.9584
50.5 ^o	- 0.9949
51.5 ^o	- 1.0320
52.5 ^o	- 1.0696
53.5 ^o	- 1.1077
54.5 ^o	- 1.1463
55.5 ^o	- 1.1854
56.5 ^o	- 1.2250
57.5 ^o	- 1.2650
58.5 ^o	- 1.3055
59.5 ^o	- 1.3464
60.5 ^o	- 1.3877
61.5 ^o	- 1.42
62.5 ^o	- 1.4716
63.5 ^o	- 1.5141
64.5 ^o	- 1.5570
65.5 ^o	- 1.6002
66.5 ^o	- 1.6438
67.5 ^o	- 1.6877
68.5 ^o	- 1.7320
69.5 ^o	- 1.7765
70.5 ^o	- 1.8214
71.5 ^o	- 1.8665
72.5 ^o	- 1.9119
73.5 ^o	- 1.9575
74.5 ^o	- 2.0034
75.5 ^o	- 2.0495
76.5 ^o	- 2.0958
77.5 ^o	- 2.1422
78.5 ^o	- 2.1889
79.5 ^o	- 2.2358
80.5 ^o	- 2.2828
81.5 ^o	- 2.329
82.5 ^o	- 2.3771
83.5 ^o	- 2.4245
84.5 ^o	- 2.472

ACTIVIDAD	PERIODO		IMPORTANCIA	
Limpieza General			SC	P
Aplicación de pintura en onas críticas			SC	
PARTES QUE SE DEBEN REVISAR PARA SER REEMPLAZADAS DESPUES DE CIERTO TIEMPO				
Angulo de quijada E)			SC	
Tup D)			SC	
PARTES QUE DEBEN LUBRICARSE PERIODICAMENTE				
Tornillo de ajuste y avance de las perillas A)	+			P
Manivela de ajuste de soporte de fundición triángular G)	+			P
Todas las tuercas de mariposa	+		SC	P
Posicionador de los brazos F)	+			P
PARTES QUE DEBEN REAPROXIMARSE				
Perillas A)		"	SC	
Barra soporte del péndulo B)		"	SC	
Angulo de quijada E)		"		
Soporte de fundición triángular para probetas G)		"		

PERIODO	Mensual	+
	Semestral	"

IMPORTANCIA	Según criterio	SC
	Prioritario	P

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Apuntes de la materia Ingeniería y Sociedad
Departamento de Ciencias Básicas Universidad
Autónoma Metropolitana - U. Azcapotzalco.
- 2.- Introducción a la Ingeniería de Proyectos
Miguel Angel Corzo
Limusa.
- 3.- Introducción a la Metalurgia Física
Sydney H. Avner
Mc. Graw-Hill.
- 4.- Materiales de Ingeniería y sus Aplicaciones
Richard A. Flinn/Paul K. Trojan
Mc. Graw-Hill.
- 5.- Principios Fundamentales para el Diseño
de Herramientas
A S T M
cecsa.
- 6.- Norma ANSI/ASTM c 368-77
- 7.- Diseño en Ingeniería Mecánica
Joseph Edward Shigley
Mc. Graw-Hill.
- 8.- Fundamentos de Mantenimiento
Rubén Avila Espinoza
Limusa.
- 9.- Ensaye e Inspección de los Materiales en Ingeniería
Harmer E Davis/George Troxell
cecsa.
- 10.- Pruebas Mecánicas y Propiedades de los Metales
V. Zolotarevski
MIR Moscú.