



ACOFI

ASOCIACIÓN COLOMBIANA
DE FACULTADES DE INGENIERÍA

Contenidos Programáticos Básicos para Ingeniería

Primera Versión

Ingeniería Agrícola
Ingeniería de Alimentos
Ingeniería Ambiental
Ingeniería Civil
Ingeniería Eléctrica
Ingeniería Electrónica
Ingeniería Geológica
Ingeniería Industrial
Ingeniería de Materiales
Ingeniería Mecánica
Ingeniería Metalúrgica
Ingeniería de Minas
Ingeniería Química
Ingeniería de Sistemas
Ingeniería de Telecomunicaciones

PACOF-104
MFN-1631

ASOCIACIÓN COLOMBIANA
DE FACULTADES DE INGENIERÍA -ACOFI
Carrera 50 No. 27-70 Edificios Camilo Torres
Bloque C Módulo 7 piso 4 Bogotá, D.C.
Teléfonos: 57-1-2215438 - 221 9898 Fax: 221 8826
E-mail: 104721.21@epm.net.co <http://www.acofi.edu.co>

Presidente

Ing. Roberto Enrique Montoya Villa
Decano Académico Facultad de Ingeniería - Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá

Vicepresidente

Ing. Jaime Salazar Contreras
Decano Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

Consejeros:

Ing. Germán Santos Granados	<i>Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito</i>
Ing. Jorge Ignacio Vélez Múnera	<i>Universidad Militar Nueva Granada</i>
Ing. Javier Páez Saavedra	<i>Universidad del Norte</i>
Ing. Alberto Ocampo Valencia	<i>Universidad Tecnológica de Pereira</i>
Ing. Crisóstomo Barajas Ferreira	<i>Universidad Industrial de Santander</i>
Ing. Jairo A. Lopera Pérez	<i>Universidad Pontificia Bolivariana/Medellín</i>
Ing. Héctor Cadavid Ramírez	<i>Universidad del Valle</i>

Director ejecutivo

Ing. Eduardo Silva Sánchez *Profesor Titular Escuela Colombiana de Ingeniería*

Contenidos Programáticos Básicos

1ª versión

ISBN: 958-680-048-2

Editado y Compilado por:

Director del Proyecto ECAES Ingeniería 2003:

Ing. Eduardo Silva Sánchez

Coordinador Académico ECAES Ingeniería 2003:

Ing. Álvaro Enrique Pinilla Sepúlveda

Coordinador Administrativo ECAES Ingeniería 2003:

Ing. Luis Alberto González Araujo

Consejo Académico Ad – hoc ECAES Ingeniería 2003:

Ing. Alfonso Parra Coronado – Ingeniería Agrícola

Ing. Lena Prieto Contreras – Ingeniería de Alimentos

Ing. María del Pilar Arroyave Maya – Ingeniería Ambiental

Ing. Félix Hernández Rodríguez – Ingeniería Civil

Ing. Sandra Ximena Campagnoli M. – Ingeniería Civil

Ing. José Antonio Abadía Narváez – Ingeniería Eléctrica

Ing. Jairo Augusto Lopera Pérez – Ingeniería Eléctrica

Ing. Francisco Viveros Moreno – Ingeniería Electrónica

Ing. David Fernández Mc Cann – Ingeniería Electrónica

Ing. Moisés Oswaldo Bustamante Rua – Ingeniería

Geológica, Ingeniería de Minas

Ing. Rodrigo Alberto Barbosa Correa – Ingeniería Industrial

Ing. Carlos Antonio Meisel Donoso – Ingeniería Industrial

Ing. Jorge Zambrano Payares – Ingeniería de Materiales,

Ingeniería Metalúrgica

Ing. Waldo Lizcano Arias – Ingeniería Mecánica

Ing. Álvaro Ramírez García – Ingeniería Química

Ing. Rodrigo Cardoso Rodríguez – Ingeniería de Sistemas

Ing. Juan Guillermo Lalinde Pulido – Ingeniería de Sistemas

Ing. Pedro Vera Vera – Ingeniería de Telecomunicaciones

Apoyo ECAES Ingeniería 2003

Ing. Simón Andrés De León Novoa

Ing. José Miguel Solano Araujo

Producción gráfica: Opciones Gráficas Editores Ltda.

Impreso en Bogotá - Colombia

Marzo 2004

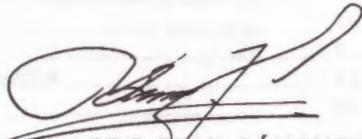
Este documento está dirigido a los profesores, estudiantes y directivos de la comunidad académica de la Ingeniería Colombiana. En éste encontrarán las especificaciones del examen ECAES de Ingeniería 2003 y se aclara que constituye una primera versión de la mencionada recopilación y el primer volumen sobre contenidos programáticos de las 15 denominaciones básicas o tradicionales contenidas en el decreto 792/01.

No sobra precisar que los Consejeros Académicos del Examen 2003 enfatizaron que tales especificaciones constituyeron un primer acuerdo nacional sobre los contenidos básicos y que a pesar de lo significativo de este avance es necesario progresar en varios aspectos como, por ejemplo, en una propuesta de "Contenidos adicionales deseables", "Contenidos para evaluar su pertinencia", "Contenidos o recomendaciones sobre las líneas de profundización", "Competencias asociadas a las diferentes áreas de cada programa", "Homologación de contenidos y número de créditos para el contexto internacional", "Criterios para las asignaturas de contexto" y "Criterios sobre flexibilización", entre otras opciones.

Sobre la base de lo anteriormente dicho, este libro propone una retroalimentación procedente de los profesores y estudiantes, directivos y asociaciones gremiales y para ello, en forma poco ortodoxa pero quizás con algún sentido práctico, se solicita a sus lectores que las hojas en blanco que se agregan al final de cada denominación sirvan para el envío a ACOFI de sus aportes, los cuales, a través de los Consejeros Académicos se pondrán en común para una segunda versión.

Otros estudios basados en la información de este documento se pondrán en acción directamente por la Asociación. Entre ellos, por ejemplo, la puesta en común de la formación en Matemáticas y Ciencias Naturales.

Esperamos que este material sea útil y gracias de antemano por hacerlo obsoleto a corto plazo.



Ing. EDUARDO SILVA SÁNCHEZ
Director Ejecutivo ACOFI

TABLA DE CONTENIDO

PRESENTACIÓN	3
PLAN BÁSICO DE ESTUDIOS	9
ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS	10
Subárea de Matemáticas	10
Subárea de Física	14
Subárea de Química	16
Subárea Biología	18
Cuadro Resumen temas por especialidad	20
ÁREA DE FORMACIÓN COMPLEMENTARIA	22
Subárea de Humanidades	22
Subárea Económico – Administrativa	23
INGENIERÍA AGRÍCOLA	25
CONTENIDOS BÁSICOS DE LA INGENIERÍA AGRÍCOLA	25
ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA	25
Subárea de Mecánica	25
Subárea de Termodinámica y Fluidos	26
Subárea de Biología y Suelos Agrícolas	30
Subárea Interdisciplinaria	32
ÁREA DE INGENIERÍA APLICADA	35
Subárea de Ingeniería de Recursos de Agua - Suelo	35
Subárea de Ingeniería de Poscosecha de Productos Agrícolas	36
Subárea de Maquinaria Agrícola, Mecanización y Fuentes de Potencia	38
Subárea de Construcciones Agropecuarias	40
TENDENCIAS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS AGRÍCOLAS EN COLOMBIA	41
RECOMENDACIONES	45
INGENIERÍA DE ALIMENTOS	47
CONTENIDOS BÁSICOS DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS	47
ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA	47
Subárea Interdisciplinaria	47
Subárea de Fenómenos de Transporte y Termodinámica	47
ÁREA DE INGENIERÍA APLICADA	49
Subárea de Operaciones de Conservación	49
Subárea de Industrias Alimentarias	50
TENDENCIAS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS DE ALIMENTOS EN COLOMBIA	52
RECOMENDACIONES	55
INGENIERÍA AMBIENTAL	57
ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA	57
Subárea de Fluidos y Recursos Hidráulicos	57
Subárea de Suelos	59
Subárea Recursos Biológicos	60
Subárea Interdisciplinaria	62
ÁREA DE INGENIERÍA APLICADA	64
Subárea de Diagnóstico Ambiental	64
Subárea de Diseño Técnico	66
Subárea Gestión Ambiental	67
TENDENCIAS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS AMBIENTALES	69
RECOMENDACIONES	75

INGENIERÍA CIVIL	77
CONTENIDOS BÁSICOS DE LA INGENIERÍA CIVIL	77
ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA	77
Subárea de Mecánica	77
Subárea de Materiales de Construcción	80
Subárea Interdisciplinaria	83
Subárea Ciencias Naturales Básicas	85
ÁREA DE INGENIERÍA APLICADA	87
Subárea de Saneamiento Ambiental	87
Subárea de Estructuras	88
Subárea de Construcción	89
Subárea de Geotecnia	90
Subárea de Hidráulica	92
Subárea de Vías y Transporte	94
TENDENCIAS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS CIVILES EN COLOMBIA	95
RECOMENDACIONES	99
INGENIERÍA ELÉCTRICA	101
CONTENIDOS BÁSICOS DE LA INGENIERÍA ELÉCTRICA	101
ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA	101
Subárea de Circuitos Eléctricos	101
Subárea de Campos Electromagnéticos	102
Subárea de Conversión de Energía Electromecánica	103
Subárea de Electrónica	105
Subárea Interdisciplinaria	107
ÁREA DE INGENIERÍA APLICADA	109
Subárea de Sistemas de Potencia	109
Subárea de Líneas y Redes	110
Subárea de Control	111
Subárea Centrales y Subestaciones	112
TENDENCIAS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS ELÉCTRICOS	113
RECOMENDACIONES	117
INGENIERÍA ELECTRÓNICA	119
CONTENIDOS BÁSICOS DE LA INGENIERÍA ELECTRÓNICA	119
ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA	119
Subárea Interdisciplinaria	119
Subárea de Circuitos	120
Subárea de Señales y Sistemas	121
Subárea de Electrónica	122
ÁREA DE INGENIERÍA APLICADA	123
Subárea de Técnicas Digitales	123
Subárea de Instrumentación y Mediciones	124
Subárea de Telecomunicaciones	125
Subárea de Control	127
TENDENCIAS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS ELECTRÓNICOS	128
RECOMENDACIONES	131
INGENIERÍA GEOLÓGICA	133
CONTENIDOS BÁSICOS DE LA INGENIERÍA GEOLÓGICA	133
ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA	133
Subárea de Ciencias Básicas de Geología	133
Subárea de Geología General	133
Subárea Interdisciplinaria	135
Subárea de Ciencias Básicas de Ingeniería	139
Subárea de Expresión Gráfica	141
ÁREA DE INGENIERÍA APLICADA	142
Subárea de Geología Económica	142
Subárea de Geingeniería	145

TENDENCIAS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS GEÓLOGOS	146
RECOMENDACIONES	149
INGENIERÍA INDUSTRIAL	151
CONTENIDOS BÁSICOS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL	151
ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA	151
Subárea de Probabilidad y Estadística	151
Subárea de Materiales y Procesos	152
Subárea de Expresión Gráfica	152
Subárea de Diseño y Gestión de Operaciones	153
ÁREA DE INGENIERÍA APLICADA	155
Subárea de Métodos Cuantitativos	155
Subárea de Organizaciones y Gestión Empresarial	156
FORMACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES EN COLOMBIA	159
RECOMENDACIONES	163
INGENIERÍA DE MATERIALES	165
CONTENIDOS BÁSICOS DE INGENIERÍA DE MATERIALES	165
ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA	165
Subárea de Mecánica de los Materiales	165
Subárea de Cristalografía	167
Subárea de Físicoquímica	167
Subárea Interdisciplinaria	169
ÁREA DE INGENIERÍA APLICADA	171
Subárea de Materiales	171
Subárea de Procesos	173
Subárea de Degradación y Protección de Materiales	174
TENDENCIAS EN LA FORMACIÓN DE LOS INGENIEROS DE MATERIALES	175
RECOMENDACIONES	179
INGENIERÍA MECÁNICA	181
CONTENIDOS BÁSICOS DE LA INGENIERÍA MECÁNICA	181
ÁREAS DE CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA E INGENIERÍA APLICADA	181
Subárea de Mecánica y Diseño de Elementos de Maquinas	181
Subárea de Termodinámica y Fluidos	184
Subárea de Materiales de Ingeniería	186
Subárea de Procesos de Manufactura	188
Subárea Interdisciplinaria	191
TENDENCIAS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS MECÁNICOS	195
RECOMENDACIONES	197
INGENIERÍA METALÚRGICA	199
CONTENIDOS BÁSICOS DE INGENIERÍA METALÚRGICA	199
ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA	199
Subárea de Mecánica de los Materiales	199
Subárea de Cristalografía	201
Subárea de Físicoquímica	201
Subárea Interdisciplinaria	203
ÁREA DE INGENIERÍA APLICADA	205
Subárea Procesos y Control	205
Subárea de Metalurgia Extractiva	207
Subárea de Metalurgia Física	208
TENDENCIAS EN LA FORMACIÓN DE LOS INGENIEROS DE METALURGIA	211
RECOMENDACIONES	215
INGENIERÍA DE MINAS	217
CONTENIDOS BÁSICOS DE INGENIERÍA DE MINAS	217
ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA	217
Subárea de Ciencias de la Tierra	217

Subárea Interdisciplinaria	219
Subárea de Mecánica Aplicada	222
Subárea de Termodinámica	224
Subárea de Expresión Gráfica	225
Subárea de Geomecánica y Macizos Rocosos	226
ÁREA DE INGENIERÍA APLICADA	227
Subárea de Geología de Minas	227
Subárea de Técnicas de Explotación Minera	228
Subárea de Beneficio de Minerales	230
TENDENCIAS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS DE MINAS EN COLOMBIA	231
RECOMENDACIONES	235
INGENIERÍA QUÍMICA	237
CONTENIDOS BÁSICOS DE INGENIERÍA QUÍMICA	237
ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA	237
Subárea Interdisciplinaria	237
Subárea de Termodinámica	238
Subárea de Balances de Materia	239
Subárea de Fenómenos de Transporte	239
ÁREA DE INGENIERÍA APLICADA	240
Subárea de Cinética y Diseño de Reactores	240
Subárea de Operaciones Unitarias	240
Subárea de Control	241
Subárea de Diseño y Análisis de Procesos	242
TENDENCIAS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS QUÍMICOS	242
RECOMENDACIONES	247
INGENIERÍA DE SISTEMAS	249
Contenido BÁSICOS DE LA INGENIERÍA DE SISTEMAS / INFORMÁTICA	249
ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA	249
Subárea Interdisciplinaria	249
Subárea de Matemáticas Discretas	250
Subárea - Programación y Algorítmica	252
Subárea de Informática Teórica	253
ÁREA DE INGENIERÍA APLICADA	255
Subárea de Arquitectura y Funcionamiento del Computador	255
Subárea de Redes y Comunicaciones	256
Subárea de Administración de Información	257
Subárea de Sistemas y Organizaciones	258
Subárea de Ingeniería de Software	258
ANEXO - LENGUAJE PARA ESPECIFICACIÓN DE LOS ALGORITMOS	259
TENDENCIAS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS DE SISTEMAS EN COLOMBIA	264
RECOMENDACIONES	273
INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES	275
CONTENIDOS BÁSICOS DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES	275
ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA	275
Subárea Interdisciplinaria	275
Subárea de Circuitos Eléctricos	276
Subárea de Circuitos Electrónicos	278
ÁREA DE INGENIERÍA APLICADA	280
Subárea de Radiocomunicaciones	280
Subárea de Redes y Sistemas de Telecomunicaciones	281
Subárea de Sistemas y Señales	284
RECOMENDACIONES	287
BIBLIOGRAFÍA	289

PLAN BÁSICO DE ESTUDIOS

Basado en la resolución No. 2773 del 13 de noviembre de 2003(anexo 1), en su Artículo 2, en la parte correspondiente a Aspectos Curriculares se describe la división de los contenidos curriculares de la siguiente manera:

ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS

Integrada por los cursos de ciencias naturales y matemáticas. Área sobre la cual radica la formación básica científica del Ingeniero. Estas ciencias suministran las herramientas conceptuales que explican los fenómenos físicos que rodean el entorno. Este campo es fundamental para interpretar el mundo y la naturaleza, facilitar la realización de modelos abstractos teóricos que le permitan la utilización de estos fenómenos en la tecnología puesta al servicio de la humanidad. Este campo de formación incluye la matemática, la física, la química y la biología. Las áreas de química y biología tienen diferentes intensidades de acuerdo con la especialidad.

Se describen los temas y contenidos generales para cada una de las subáreas que componen las ciencias básicas. Al final de cada subárea se incluye un cuadro donde se muestra para cada una de las 15 especialidades de ingeniería, que temas incluyen para esta área.

ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA:

Tiene su raíz en la Matemática y en las Ciencias Naturales lo cual conlleva un conocimiento específico para la aplicación creativa en Ingeniería. El estudio de las Ciencias Básicas de Ingeniería provee la conexión entre las Ciencias Naturales y la matemática con la aplicación y la práctica de la Ingeniería

La información correspondiente a esta área se muestra para cada especialidad

ÁREA DE INGENIERÍA APLICADA:

Esta área específica de cada denominación suministra las herramientas de aplicación profesional del Ingeniero. La utilización de las herramientas conceptuales básicas y profesionales conduce a diseños y desarrollos tecnológicos propios de cada especialidad.

La información correspondiente a esta área se muestra para cada especialidad

ÁREA DE FORMACIÓN COMPLEMENTARIA:

comprende los componentes en Economía, Administración, Ciencias Sociales y Humanidades.

El programa desarrollará las competencias comunicativas básicas en una segunda lengua.

Para el caso de ingeniería industrial el componente de economía y administración se encuentra contenido dentro de las áreas de formación en ciencias básicas de ingeniería e ingeniería aplicada, por la naturaleza de esta especialidad

A continuación se indica la estructura con que se presenta la publicación:

- Área de las ciencias básicas: común para las 15 especialidades de ingeniería. Al final se muestran cuadros por cada subárea donde se muestran las diferencias entre ellas
- Área de formación complementaria: común para las 15 especialidades de ingeniería
- Descripción para las áreas de ciencias básicas de ingeniería e ingeniería aplicada. Finalmente se muestran las tendencias en la formación de ingenieros para los programas donde se realizó la actualización curricular. La información se muestra en el siguiente orden:
 - Ingeniería Agrícola
 - Ingeniería de Alimentos
 - Ingeniería Ambiental
 - Ingeniería Civil
 - Ingeniería Eléctrica
 - Ingeniería Electrónica
 - Ingeniería Geológica
 - Ingeniería Industrial
 - Ingeniería de Materiales
 - Ingeniería Mecánica
 - Ingeniería Metalúrgica
 - Ingeniería de Minas
 - Ingeniería Química
 - Ingeniería de Sistemas
 - Ingeniería de Telecomunicaciones

ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS

SUBÁREA DE MATEMÁTICAS

OBJETIVO GENERAL

Las matemáticas tienen como objetivos fundamentales en la formación de un ingeniero:

- Proporcionar los conocimientos y desarrollar las habilidades y destrezas que le permitan plantear y resolver problemas prácticos y teóricos propios de las diferentes áreas de actividad de su profesión, mediante la formulación e interpretación de modelos en términos matemáticos.
- Desarrollar un pensamiento objetivo, dando mayor importancia al razonamiento y a la reflexión, antes que a la mecanización y memorización.
- Desarrollar capacidades para simular, estructurar, razonar lógicamente y valorar datos intuitivos y empíricos.
- Apropiarse un lenguaje y unos simbolismos propios, que le permitan al estudiante comunicarse con claridad y precisión, hacer cálculos con seguridad, manejar instrumentos de medidas, de cálculo y representaciones gráficas para comprender el mundo en que vive.

Son herramientas para la aplicación de conocimientos mediante la formulación, interpretación y análisis de fenómenos propios de la Ingeniería y las ciencias relacionadas.

TEMA – ÁLGEBRA

JUSTIFICACIÓN

El Álgebra proporciona a los ingenieros los conocimientos necesarios para manejar y aplicar expresiones matemáticas con variables en el planteamiento y solución de ecuaciones de frecuente utilización en el ejercicio profesional. Se considera al Álgebra como la herramienta fundamental para el planteamiento y desarrollo de conceptos que permitan entender y asimilar conocimientos de casi todas las áreas de la Ingeniería aplicada.

CONTENIDO

- Sistemas numéricos.
- Teoría básica de conjuntos.
- Expresiones algebraicas. Potenciación y radicación. Productos y cocientes notables. Descomposición factorial.
- Fracciones algebraicas: operaciones con fracciones, reducción de fracciones.
- Ecuaciones de primer grado: sistemas de ecuaciones simultáneas, ecuaciones con tres incógnitas, resolución gráfica, resolución por determinantes.
- Ecuaciones de segundo grado en una variable: desigualdades, relaciones y funciones, gráficas.

TEMA – TRIGONOMETRÍA

JUSTIFICACIÓN

El conocimiento y manejo de las funciones trigonométricas, tanto gráfica como analíticamente, es de gran utilidad en todos los campos de la ingeniería. El uso de las relaciones trigonométricas permite la simplificación de diversas expresiones matemáticas complejas y la solución de múltiples problemas de ingeniería que requieren el uso de funciones trigonométricas.

CONTENIDO

- Magnitudes trigonométricas: ángulos y medida de ángulos, relaciones entre ángulo, arco y radio, aplicaciones de la medida en radianes.
- Funciones trigonométricas: funciones seno, coseno, tangente, cotangente, secante, cosecante. Valores, signos, ángulos. Reducción al primer cuadrante. Ángulos negativos.
- Gráficas de las funciones trigonométricas: funciones periódicas, funciones pares e impares, amplitud, periodo, desfase, aplicaciones de la trigonometría a fenómenos periódicos.
- Identidades trigonométricas: identidades básicas, suma y diferencia de ángulos, funciones con ángulo doble y mitad.
- Funciones trigonométricas inversas.
- Ecuaciones trigonométricas.
- Aplicaciones: resolución de triángulos, triángulos rectángulos, triángulos cualesquiera, ley del seno, ley del coseno, área de un triángulo, cálculo de elementos secundarios en el triángulo, otras aplicaciones trigonométricas.
- Nociones sobre el cálculo de las funciones trigonométricas.
- Números complejos: representación geométrica; multiplicación, división y potenciación de números complejos.

TEMA - GEOMETRÍA ANALÍTICA

JUSTIFICACIÓN

Por medio del estudio de la Geometría Analítica, el estudiante de Ingeniería adquiere los fundamentos necesarios para resolver problemas prácticos y teóricos de su profesión, mediante la aplicación de rectas, planos y curvas, referidos a un sistema de coordenadas, desde el punto de vista geométrico y analítico. Así mismo, adquiere destreza en el trazado correcto de curvas y gráficos, los cuales tienen amplia aplicación en muchos campos de la Ingeniería.

CONTENIDO

- Gráfica de una ecuación y lugares geométricos: sistemas de coordenadas, distancia, construcción de gráficas.
- La recta: pendiente, perpendicularidad y paralelismo; ecuaciones de la recta, aplicaciones.
- La circunferencia: ecuación ordinaria, forma general, aplicaciones.

- Secciones cónicas: parábola, elipse, hipérbola; definiciones, ecuaciones, focos, vértice, centro, directriz, excentricidad. Trazado de las gráficas, aplicaciones.
- Coordenadas polares: sistema de coordenadas, trazado de curvas en coordenadas polares, aplicaciones, ecuaciones paramétricas.

TEMA - ÁLGEBRA LINEAL

JUSTIFICACIÓN

El Álgebra Lineal es de importancia fundamental en el campo de la Ingeniería aplicada. Una gran variedad de problemas y aplicaciones de Ingeniería pueden ser resueltos con conocimientos de vectores, matrices y sistemas de ecuaciones lineales. Su aplicación específica se encuentra en casi todas las áreas de formación profesional del ingeniero tales como : Estática, Resistencia de Materiales, Mecánica de Fluidos, Termodinámica, Investigación de Operaciones, etc.

Numerosos paquetes de computación requieren que el usuario conozca y comprenda bien los conceptos básicos de Álgebra Lineal, para que pueda aplicarlos correctamente en la solución de sistemas de ecuaciones, matrices y vectores.

CONTENIDO

- Ecuaciones lineales y matrices: planteamiento y solución de sistemas de ecuaciones lineales y matrices, inversa de una matriz, aplicaciones.
- Determinantes, solución de sistemas de ecuaciones lineales por determinantes.
- Vectores: definición, operaciones vectoriales (suma y resta), componentes de un vector, vector unitario, vectores en R^2 , R^3 , ángulos directores y cósenos directores de un vector, aplicaciones.
- Producto interior o producto interno: propiedades, proyecciones ortogonales, ángulo entre vectores, aplicaciones.
- Producto vectorial: propiedades, cálculo del producto vectorial, aplicaciones.

TEMA - CÁLCULO DIFERENCIAL

JUSTIFICACIÓN

El Álgebra y la Trigonometría sirven para estudiar los objetos que se mueven con velocidad constante, pero si la velocidad es variable y la trayectoria es irregular se necesita el Cálculo. Una descripción rigurosa del movimiento requiere definiciones precisas de velocidad y aceleración, usando uno de los conceptos fundamentales de cálculo: la derivada.

El poder y la flexibilidad del Cálculo hacen éste útil en muchos campos de estudio. Entre algunas de las casi infinitas aplicaciones de la derivada en el campo de la Ingeniería, se pueden mencionar: el análisis de vibraciones de un sistema mecánico, la medición de los campos instantáneos de velocidades y aceleraciones, los cambios instantáneos de una corriente eléctrica, etc.

El concepto de derivada es útil para resolver problemas de máximos y mínimos, como ayuda para el análisis gráfico de funciones complicadas. Puede afirmarse que la derivada se aplica en casi todas las ramas del conocimiento y, con particular énfasis, en las Ingeniería.

CONTENIDO

- Funciones y sus gráficas, límites, concepto de continuidad, aplicaciones.
- Derivada y diferenciación: recta tangente y derivada, derivada numérica, movimiento rectilíneo, derivada como tasa de variación, derivadas de funciones básicas, aplicaciones.
- Comportamiento de las funciones y de sus gráficas: valores máximos y mínimos, funciones crecientes y decrecientes; concavidad, puntos de inflexión y criterio de la segunda derivada; trazado de las gráficas de funciones y de sus derivadas; aplicaciones para trazar gráficas de una función.
- Aplicaciones generales.

TEMA – CÁLCULO VECTORIAL

JUSTIFICACIÓN

El futuro ingeniero debe tener un conocimiento sólido de cálculo en varias variables, o cálculo vectorial, pues es cálculo que modela los fenómenos físicos en dos o tres dimensiones. Además, este tema es esencial para el modelaje de los fluidos y por lo tanto constituye el soporte del área de fluidos y termodinámica.

CONTENIDO

- Ecuaciones paramétricas o vectoriales de curvas: gráficas, velocidad y aceleración vectoriales, tangentes a curvas parametrizadas, longitud de arco.
- Coordenadas polares, cilíndricas y esféricas: ecuaciones de curvas y superficies en estas coordenadas.
- Campos escalares: curvas de nivel, derivadas parciales, gradiente, plano tangente, máximos y mínimos.
- Integración de funciones de varias variables: integrales múltiples, integrales de línea y de superficie, integrales de trabajo y de flujo.
- Campos vectoriales: rotacional y divergencia, campos conservativos, campos irrotacionales y la relación entre los dos conceptos, aplicaciones de los Teoremas de Green, Stokes (o del rotacional) y Gauss (o de la divergencia)

TEMA - CÁLCULO INTEGRAL

JUSTIFICACIÓN

Otro de los conceptos fundamentales del Cálculo es el de la integral derivada o, simplemente, integral. Las integrales definidas se utilizan en campos tan diversos como las derivadas. Sólo como ejemplos de algunas de sus aplicaciones se pueden mencionar: localizar el centro de masa o el momento de inercia de un sólido, determinar el trabajo requerido para enviar una nave espacial a otro planeta, etc. También se usan integrales definidas para investigar conceptos matemáticos tales como áreas de superficies curvas y muchos otros.

CONTENIDO

- Integral definida e integración: concepto de antiderivada, ecuaciones diferenciales, área, integral definida, volumen de sólidos.
- Sucesiones y series. Criterios de convergencia.
- Series de potencias y series de funciones.
- Funciones logarítmicas, exponenciales, trigonométricas, inversas e hiperbólicas.
- Aplicaciones de la integral definida.

TEMA - ECUACIONES DIFERENCIALES

JUSTIFICACIÓN

El campo de acción de la Ingeniería requiere que los profesionales de esta disciplina conozcan las técnicas de resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias y que interpreten las soluciones obtenidas. El ingeniero debe tener suficiente conocimiento y manejo de las ecuaciones diferenciales, de modo que, a partir de los enunciados de problemas típicos de su campo profesional, pueda establecer las ecuaciones diferenciales que simulan matemáticamente los comportamientos.

CONTENIDO

- Conocimiento general de ecuaciones diferenciales de primer orden: solución general, particular y singular; análisis cualitativo de las soluciones, aplicaciones de ecuaciones diferenciales de primer orden (geométricas, mecánicas).
- Conocimiento general de ecuaciones diferenciales de segundo orden y orden n : aplicaciones de ecuaciones diferenciales lineales de segundo orden (vibraciones libres, amortiguadas, forzadas y resonancia).
- Sistemas de ecuaciones. Fundamentos.

SUBÁREA DE FÍSICA

OBJETIVO GENERAL

La subárea de Física tiene como objetivo desarrollar en el futuro ingeniero la capacidad para entender los fenómenos físicos que tendrá que manejar durante su formación avanzada y su posterior ejercicio profesional. A través de esta área se debe formar en el ingeniero una sólida base de conocimientos y habilidades para que éste pueda aplicar los principios fundamentales de la física y entender cómo y por qué funcionan las cosas. Así mismo, a través de la realización de experimentos físicos el estudiante debe comprender el papel fundamental de la experimentación en la generación y consolidación de conocimientos, así como la relación entre teoría y práctica.

TEMA - FÍSICA MECÁNICA

JUSTIFICACIÓN

En este tema se estudian los principios de la Física que constituyen la base para comprender y

profundizar subáreas relacionadas con el campo de formación profesional del ingeniero, tales como la Mecánica (Estática y Dinámica), los Mecanismos y la Mecánica de Fluidos.

CONTENIDO

- Mediciones: cantidades físicas, patrones, unidades, el sistema internacional de unidades, análisis dimensional básico.
- Movimiento unidimensional: cinemática de una partícula, velocidad promedio, velocidad instantánea, movimiento acelerado y aceleración constante, cuerpos en caída libre.
- Vectores: vectores y escalares, componentes. Suma de vectores, multiplicación de vectores.
- Movimiento en dos y tres dimensiones: posición, velocidad y aceleración; movimiento circular uniforme, movimiento relativo.
- Fuerzas y las leyes de Newton, aplicaciones de las leyes de Newton.
- Dinámica de las partículas: fuerzas de rozamiento, dinámica del movimiento circular uniforme.
- Trabajo y energía: trabajo con fuerza constante y fuerza variable, energía cinética, concepto de potencia.
- Conservación de la energía, energía potencial.
- Dinámica de la rotación.
- Equilibrio de cuerpos rígidos: aplicaciones, conceptos básicos de elasticidad.
- Ondas. Oscilaciones, movimiento armónico simple, aplicaciones.
- Gravitación, ley de la gravitación universal.
- Estática de los fluidos, presión y densidad, principios de Pascal y de Arquímedes.
- Dinámica de fluidos: ecuación de continuidad, ecuación de Bernoulli, aplicaciones.

TEMA - FÍSICA TÉRMICA

JUSTIFICACIÓN

Este tema provee los conceptos y conocimientos necesarios para poder asumir el estudio de algunas subáreas del campo profesional del ingeniero, como son la Termodinámica y la Transferencia de calor.

CONTENIDO

- Temperatura: medición y escalas de temperatura, dilatación térmica, aplicaciones.
- Teoría cinética y el gas ideal: ecuación de estado, trabajo sobre un gas ideal, trabajo a volumen constante, presión constante y temperatura constante; energía interna de un gas ideal.
- Calor y la primera ley de la termodinámica, equivalente mecánico del calor, capacidad calorífica y calor específico, aplicaciones de la primera ley de la termodinámica.
- Entropía y la segunda ley de la termodinámica: concepto de entropía, procesos reversibles

e irreversibles, máquinas térmicas, ciclo de Carnot, escala de temperatura.

TEMA - FÍSICA: ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

JUSTIFICACIÓN

Este tema provee los conocimientos fundamentales de la Física para acceder al estudio de subareas correspondientes a la formación complementaria del ingeniero, como son las de Electricidad y Electrónica.

CONTENIDO

- Carga eléctrica, ley de Coulomb, aplicaciones.
- Campo eléctrico, ley de Gauss, aplicaciones; materiales eléctricos.
- Potencial eléctrico, energía y campo eléctrico, capacitores, aplicaciones.
- Corriente eléctrica, conductores, semiconductores, aplicaciones, resistencia y ley de Ohm, circuitos eléctricos, instrumentos de medición, fuerza electromotriz.
- Campo magnético, materiales magnéticos, ley de Gauss, ley de Biot-Savart, ley de Ampere, aplicaciones.
- Inducción electromagnética, inductancia y energía magnética.
- Circuitos de corriente alterna.

TEMA - FÍSICA MODERNA

JUSTIFICACIÓN

Los contenidos incluidos en este tema no tienen una aplicación directa en la actividad profesional de la gran mayoría de los ingenieros, pero se considera que deben hacer parte de la formación científica de éste.

CONTENIDO

- Ecuaciones de Maxwell y ondas electromagnéticas.
- Teoría de la relatividad, conceptos básicos.
- Luz y materia, ondas, partículas.
- Mecánica cuántica, principios básicos.
- Física atómica, principios básicos.
- Superconductividad, conceptos básicos.

TEMA - FÍSICA ÓPTICA

JUSTIFICACIÓN

Este tema provee los conceptos y conocimientos necesarios para poder asumir el estudio de algunas subáreas del campo profesional del Ingeniero, relacionadas con el comportamiento de los fenómenos de la luz, lentes e imágenes.

CONTENIDO

Las Ondas y teorías de la luz
Reflexión, y refracción de la luz
Lentes e imágenes
Cuerpos opacos, cuerpos translucidos y cuerpos transparentes

TEMA - FÍSICA ACÚSTICA

JUSTIFICACIÓN

Para algunos profesionales de la ingeniería deben saber interpretar y operar la naturaleza de los fenómenos de acústica, como parte de su ejercicio profesional

CONTENIDO

- Acústica: naturaleza, recepción y características del sonido; efecto Doppler

SUBÁREA DE QUÍMICA

OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del área de Química en la formación de los ingenieros se sintetiza en los siguientes aspectos:

Ofrecer a los futuros ingenieros un esquema amplio y coherente de la Ciencia Química: su lenguaje, sus principios básicos, sus métodos experimentales y sus formas de abordar problemas teóricos y prácticos.

Garantizar una formación científica básica que, además de ser formativa, proporcione herramientas suficientes para abordar un ejercicio profesional actualizado.

Cualquier ingeniero debe estar en capacidad de identificar y manejar con propiedad los conceptos básicos de Química General, Química Inorgánica y Química Orgánica.

Mediante los conocimientos generales de Química, el ingeniero podrá diferenciar y utilizar las características y propiedades físicas y químicas de la materia en sus diferentes estados de agregación, teniendo la capacidad para aplicarlas a los diferentes tipos de materiales y fenómenos de importancia en Ingeniería, realizando cálculos relacionados con las leyes que los rigen.

Podrá comprender, aplicar, predecir y controlar las transformaciones que ocurran en los materiales de Ingeniería que utilizará en los diseños y construcción.

TEMA - CONCEPTOS FUNDAMENTALES

JUSTIFICACIÓN

El aprendizaje de los conceptos fundamentales de la Química, tal como se presentan a continuación,

pretende que el estudiante de Ingeniería disponga de un soporte para el aprovechamiento de asignaturas posteriores, y para una comprensión adecuada de su entorno y de su campo profesional. Le será de gran utilidad en la comprensión de las propiedades y los fenómenos que ocurren en los materiales, campo fundamental de su actividad profesional.

CONTENIDO

- Definiciones: química, masa, peso, energía, trabajo. Sustancias homogéneas y heterogéneas. Elementos y compuestos. Cambios físicos y químicos. Leyes de conservación de la masa y la energía. Ley de las proporciones definidas, ley de las proporciones múltiples, ley de los pesos equivalentes.
- Teoría atómica de Dalton. Átomos y moléculas.
- Escala de masas atómicas, concepto de mol. Masa atómica, masa molecular, masa molar. Fórmulas empírica, molecular y estructural.
- Partículas fundamentales del átomo, número atómico, número de masa. Isótopos. Estructura electrónica de los átomos, concepto actual del átomo. Estructura atómica y propiedades químicas, estructura atómica y valencia.
- Tabla periódica; electrones de valencia. Propiedades físicas y químicas periódicas.
- Potencial de ionización, electronegatividad. Tipos de enlace químico: covalente, iónico, metálico. Número de oxidación. Tipos de iones.
- Nomenclatura de compuestos inorgánicos.
- Disposiciones y arreglos atómicos: estructuras moleculares, estructuras cristalinas, estructuras no cristalinas (amorfos)

TEMA - PROPIEDADES Y ESTADOS DE LA MATERIA

JUSTIFICACIÓN

Una de las formas de identificar o caracterizar las sustancias es por sus propiedades físicas, las cuales difieren sustancialmente según su estado. El estudio de los sólidos, sus propiedades, su comportamiento, la forma como se encuentra asociada su estructura con sus propiedades, es de fundamental importancia para el ingeniero, pues buena parte de su actividad profesional se desarrolla alrededor de los materiales. De igual forma, al profesional le será de mucha utilidad el estudio de los gases y la forma en que interactúan variables tales como presión, temperatura, volumen y compresibilidad.

CONTENIDO

- Grados de cohesión. Cambios de estado. Calor de fusión y de vaporización. Comparación de los tres estados.
- El estado sólido. Tipos de sólidos: cristalinos y amorfos. Sistemas cristalinos. Sólidos iónicos, moleculares, metálicos. Metalurgia, propiedades de los metales, aleaciones, diagramas de fases.
- Gases. Propiedades generales, compresibilidad, expansibilidad, difusión, permeabilidad, medición de los gases. Leyes de Boyle, de Charles, de Amontons, de presiones parciales de Dalton. Teoría cinética de los gases. Principio de Avogadro, ecuación de estado, gases ideales y reales, constantes críticas, ley de Van Der Waals.

- Líquidos. Propiedades generales, fuerzas intermoleculares. Presión de vapor, punto de ebullición. Diagramas de fases. Densidad, viscosidad, tensión superficial.

TEMA – SOLUCIONES

JUSTIFICACIÓN

Muchos de los fenómenos de la naturaleza y de los procesos de la Ingeniería están relacionados con las soluciones. La generación de vapor, la corrosión, el tratamiento de aguas, los fenómenos de contaminación, la oclusión de hidrógeno en metales, entre otros, enfrentan al ingeniero con problemas para cuya solución debe apoyarse en el conocimiento de las soluciones y sus propiedades.

CONTENIDO

- Soluciones. Definición. Solute, solvente. Clases de soluciones, propiedades de las soluciones. Clases de solutos: electrolitos y no electrolitos. Leyes de Faraday, postulados de Arrhenius. Ácidos, bases, sales. Oxidantes y reductores. Disolución de compuestos iónicos, ionización de compuestos covalentes. Ionización de ácidos débiles y fuertes.
- Unidades de concentración, fracción molar, molaridad, molalidad, ppm, normalidad. Solubilidad. Propiedades coligativas de las soluciones.

TEMA - ESTEQUIOMETRÍA, CINÉTICA Y EQUILIBRIO QUÍMICO

JUSTIFICACIÓN

Una reacción química representa no solamente las sustancias que reaccionan y los productos formados, sino también los pesos de los materiales envueltos en la reacción. En diversos procesos de la Ingeniería se dan reacciones químicas que el profesional debe estar en capacidad de resolver.

CONTENIDO

- Generalidades en reacciones químicas. Tipos de reacciones, reacciones ácido-base. Reacciones de oxidación-reducción. Balanceo de ecuaciones.
- Cálculos basados en las ecuaciones químicas. Reactivo límite, punto estequiométrico, rendimiento.
- Velocidad de reacción, factores que afectan la velocidad. Ecuación de velocidad, constante de velocidad. Orden de la reacción.
- Cambios de energía en las reacciones. Calor de reacción, calor de combustión, calor de formación. Mecanismos de reacción.
- Equilibrio químico. Constante de equilibrio, factores que afectan el equilibrio. Principio de Le Chatelier. Equilibrios homogéneos y heterogéneos. Equilibrios en fase gaseosa. Equilibrio en soluciones acuosas.

TEMA - QUÍMICA ORGÁNICA, COMBUSTIÓN Y QUÍMICA NUCLEAR

JUSTIFICACIÓN

El conocimiento de la Química Orgánica, así sea en forma general, es de gran importancia para cualquier rama de la Ingeniería. Para el ingeniero, comprender el comportamiento de los polímeros en los procesos de transformación, dependerá de unos conocimientos adecuados de Química Orgánica.

Los procesos de combustión que el ingeniero encontrará en su ejercicio profesional hacen necesario que desde la etapa de su formación básica adquiera los fundamentos para su posterior desarrollo.

La utilización de los ensayos no destructivos, tanto en el control de calidad como en las técnicas de inspección en el mantenimiento predictivo, hace necesario que el ingeniero conozca los fundamentos de la Química Nuclear.

CONTENIDO

- Hidrocarburos: parafinas, olefinas, naftenos, aromáticos.
- Petróleo y sus derivados.
- Polímeros: estructura, enlaces, propiedades, clasificación. Polimerización: fundamentos, grados de polimerización.
- Principios de combustión. Combustibles: sólidos, líquidos, gaseosos. Calores de combustión, análisis de gases de combustión.
- Radioactividad, materiales radioactivos, periodo de vida media.
- Isótopos e isóbaros.

SUBÁREA BIOLÓGÍA

OBJETIVO GENERAL

Reconocer los conceptos básicos de la biología que explican los fundamentos de los mecanismos que ocurren en los diferentes procesos orgánicos de los seres vivos, su evolución, adaptaciones y niveles de organización. Reconocer la importancia que tienen los seres vivos y propender por su conservación y uso sostenible, para ser aplicados en las actividades de cualquier profesional de la ingeniería.

TEMA RECURSOS BIOLÓGICOS

CONTENIDO

- Características de los seres vivos.
- Estructura y función de las diferentes partes de la célula.
- Procesos de transporte de sustancias: difusión, ósmosis, transporte activo, endocitosis, exocitosis.
- Reproducción celular: Mitosis, meiosis. Tipos y características de las células en que se presenta cada uno. Células haploides y diploides.
- Genética: gen, alelos, locus, código genético. Estructura y reproducción del ADN y ARN. Características heredadas y adquiridas. Organismos homocigóticos y heterocigóticos. Fenotipo y Genotipo. Leyes de Mendel, dominancia, codominancia, mutación, interacción genes y ambiente.

- Los cinco reinos vivos: Monera, Fungi, Protista, Plantae y Animalia. Principales características y diferencias entre sí a nivel celular y orgánico. Nutrición: organismos autótrofos y heterótrofos.
- Morfología y anatomía de tallo, raíz y hoja.
- Fisiología vegetal: Transpiración. Transporte de nutrientes. Fotosíntesis. Respiración. Reguladores de crecimiento.
- Características y ciclo de vida de los siguientes grupos vegetales: Briófitas, Plantas vasculares sin semilla, Plantas vasculares con semilla: Gimnospermas, Angiospermas
- Reproducción asexual y sexual de las plantas. Polinización. Fertilización.
- El reino animal: Características generales, morfología, fisiología, metabolismo, comportamiento, evolución, importancia ecológica, estrategias adaptativas, vulnerabilidad, importancia en la salud pública y bioindicadores. Grupos: protozoos, esponjas, cnidarios, anélidos, platelmintos, moluscos, artrópodos equinodermos, peces anfibios, reptiles, aves y mamíferos
-

TEMA - ECOLOGÍA

JUSTIFICACIÓN

La ecología es el estudio de las relaciones de los seres vivos con su medio ambiente. Las actividades humanas pueden alterar estas relaciones de tal manera que los organismos vivos se vean afectados directa o indirectamente. Por lo tanto, el ingeniero requiere adquirir un entendimiento de estas relaciones en condiciones naturales, identificar las principales alteraciones a los procesos ecológicos y proponer soluciones a los problemas ambientales locales y globales.

CONTENIDO

- Hábitat y nicho ecológico.
- La Energía en los sistemas ecológicos: Flujo de Energía. Cadenas tróficas. Pirámides ecológicas. Biomasa. Productividad primaria y secundaria.
- Ciclos biogeoquímicos: Ciclo del carbono, nitrógeno, azufre, fósforo. Alteraciones de estos ciclos. Biomagnificación de contaminantes.
- Ecología de las poblaciones: Propiedades: densidad, regulación de la densidad: capacidad de carga. Factores limitantes. Crecimiento de las poblaciones.
- La comunidad ecológica: Interacciones intra e inter específicas: Cambios en las comunidades: Sucesión ecológica.
- Clasificación de ecosistemas. Concepto de bioma. Tipos de biomas: Tundra, taiga, bosque templado deceduo, bosque húmedo tropical, bosque deceduo tropical, praderas, sabanas, desiertos.
- Zonas de vida: Introducción a la clasificación de las zonas de Holdridge; el diagrama de las zonas de vida. Parámetros de clasificación. Determinación de las zonas de vida

Dentro de la formación de algunos ingenieros como los de Alimentos y los Ambientales se cuentan con cursos adicionales de biología como son estudios detallados de la célula, la microbiología, entre otros, que son propios de su especificidad.

CUADRO RESUMEN TEMAS POR ESPECIALIDAD

SUBÁREA DE MATEMÁTICAS

Denominación	Tema							
	Álgebra	Trigonometría	Geometría Analítica	Algebra Lineal	Cálculo Diferencial	Cálculo Vectorial	Cálculo Integral	Ecuaciones Diferenciales
Agrícola	x	x	x	x	x	x	x	x
Ambiental	x	x	x	x	x	x	x	x
Alimentos	x	x		x	x		x	x
Civil	x	x	x	x	x	x	x	x
Eléctrica	x	x	x	x	x	x	x	x
Electrónica	x	x	x	x	x	x	x	x
Geológica	x	x	x	x	x	x	x	x
Industrial			x	x	x	x	x	x
Materiales	x	x	x		x	x	x	x
Minas	x	x	x	x	x	x	x	x
Mecánica	x	x	x	x	x	x	x	x
Metalúrgica	x	x	x		x	x	x	x
Química	x	x	x	x	x	x	x	x
Sistemas	x	x	x	x	x		x	
Telecomunicaciones	x	x	x	x	x	x	x	x

SUBÁREA DE FÍSICA

Denominación	Tema					
	Mecánica	Electricidad y Magnetismo	Moderna	Térmica	Óptica	Acústica
Agrícola	x	x		x		
Ambiental	x			x		
Alimentos	x			x		
Civil	x	x	x	x		
Eléctrica	x	x	x			
Electrónica	x	x	x			
Geológica	x	x	x		x	
Industrial	x	x		x	x	
Materiales	x	x	x			
Minas	x	x	x		x	
Mecánica	x	x	x	x		
Metalúrgica	x	x	x			
Química	x	x	x	x		
Sistemas	x	x	x			
Telecomunicaciones	x	x	x			x

SUBÁREA DE QUÍMICA

Denominación	Tema				
	Conceptos Fundamentales	Propiedades y estados de la materia	Soluciones	Estequiometría, Cinética Y Equilibrio Químico	Química Orgánica, Combustión Y Química Nuclear
Agrícola					
Ambiental					
Alimentos	x	x	x	x	
Civil	x	x			
Eléctrica					
Electrónica					
Geológica	x	x	x	x	
Industrial	x	x	x		
Materiales	x	x	x		
Minas	x	x	x	x	
Mecánica	x	x	x	x	x
Metalúrgica	x	x	x		
Química	x	x	x	x	x
Sistemas					
Telecomunicaciones					

SUBÁREA DE BIOLOGÍA

Denominación	Tema
	Biología
Agrícola	
Ambiental	X
Alimentos	x
Civil	
Eléctrica	
Electrónica	
Geológica	
Industrial	
Materiales	
Minas	
Mecánica	
Metalúrgica	
Química	
Sistemas	
Telecomunicaciones	

ÁREA DE FORMACIÓN COMPLEMENTARIA

SUBÁREA DE HUMANIDADES

OBJETIVO GENERAL

Las Humanidades son una subárea formativa básica dentro de las ingenierías en el mismo sentido en que lo son las Matemáticas, la Física o la Biología. Por esta razón, las preguntas de esta subárea deben ser relevantes y formativas. Deben evaluar conceptos básicos y generales que involucren la capacidad de comprensión y análisis de conocimientos sociales, éticos y culturales relevantes del futuro ingeniero en tanto ser humano y ciudadano e individuo y particularmente en cuanto futuro profesional colombiano de comienzos del siglo XXI.

Se espera que los conocimientos evaluados en el área de Humanidades correspondan no a un mero especialista, sino al profesional con una formación amplia, que le posibilite el acceso a otros conocimientos más allá de la formación fáctica y específica de su profesión. En esta área se evalúan los siguientes temas.

TEMA - CULTURA GENERAL

JUSTIFICACIÓN

No es posible desarrollar una labor profesional sin comprender el entorno donde el profesional se desempeñará. Es por esto necesario que el ingeniero contextualice su quehacer dentro del mundo cultural, social, político, geográfico y económico contemporáneo, para que comprenda la problemática de su profesión y opte por soluciones acordes con la realidad nacional e internacional. Por lo anterior, el estudiante de Ingeniería debe mantenerse informado, de manera extracurricular, respecto a los principales acontecimientos nacionales e internacionales que tengan alguna influencia sobre su profesión y su ejercicio profesional.

CONTENIDO

- Hechos sociopolíticos
- Desarrollos científicos y tecnológicos.
- Historia, Artes y Letras

TEMA – IDIOMA EXTRANJERO

JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de la ciencia, de la ingeniería, los nuevos avances, la tecnología que se aplica hoy proviene principalmente de países donde otros idiomas, especialmente el inglés se han impuesto como medio para comunicar este tipo de actividades. Es necesario que el ingeniero comprenda otro idioma haciendo énfasis en la comprensión de lectura de textos técnicos o relacionados con su profesión. Aunque el inglés es hoy, sin duda, el idioma más importante desde el punto de vista científico y tecnológico, se puede considerar la alternativa de un segundo idioma, diferente de éste, en la formación de los ingenieros.

CONTENIDO

- Comprensión de textos escritos, técnicos y relacionados con la profesión.

TEMA - CONSTITUCIÓN Y DEMOCRACIA

JUSTIFICACIÓN

El conocimiento de la estructura del Estado colombiano, del funcionamiento de sus diversos estamentos, la concepción política del mismo, así como el sentido de la Constitución Política, son aspectos fundamentales para cualquier profesional que quiera insertarse en la sociedad como un miembro comprometido con su desarrollo y permanencia.

CONTENIDO

- Las tres ramas del poder: funciones de cada una.
- La concepción del Estado, la Constitución Política, Estado y democracia.

SUBAREA ECONÓMICO – ADMINISTRATIVA

OBJETIVO GENERAL

Proporcionar a los estudiantes de ingeniería los conocimientos básicos en las subáreas de economía y administración, de manera que tenga herramientas y habilidades que le permitan acometer eficazmente su trabajo profesional en el mundo empresarial y tecnológico, habilitándolo para el análisis y toma de decisión de inversiones en el contexto de la economía y en el mercado, a nivel nacional e internacional.

TEMA – FUNDAMENTOS DE ECONOMÍA

JUSTIFICACIÓN

Contribuir a la formación integral del estudiante, que le facilite comprender el entorno económico en el cual se desempeña, interpretar su problemática e interactuar con él.

CONTENIDO

- Principios económicos básicos
- Problemas económicos de la sociedad
- Teoría de la demanda y oferta
- Teoría de la Producción
- Teoría del consumidor
- Valor de mercancías minerales
- Costos de exploración, explotación y extracción de minerales
- Mercado de minerales en el mundo
- Introducción ala microeconomía de empresas mineras

TEMA – ANÁLISIS FINANCIERO

JUSTIFICACIÓN

Desarrollar habilidades y destrezas para la gestión, elaboración y evaluación de proyectos introduciendo al estudiante en los conceptos básicos del análisis financiero y en la toma de decisiones.

CONTENIDO

- Fórmula para cálculo del valor del dinero en el tiempo
- Concepto y tasa de interés simple, compuesto, anticipado, vencido
- Relaciones de equivalencia: Valor presente, futuro, anualidades, gradientes
- Evaluación Financiera de Proyectos
- Modelos de evaluación de proyectos financieros.
- Análisis de Reemplazo
- Análisis de inversiones en condiciones de riesgo e incertidumbre

INGENIERÍA AGRÍCOLA

- **CONTENIDOS BÁSICOS DE LA INGENIERÍA AGRÍCOLA**

ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA

SUBÁREA DE MECÁNICA

OBJETIVO GENERAL

Aportar al estudiante de Ingeniería Agrícola los conocimientos, métodos y destrezas técnicas que lo capaciten para el diseño de estructuras y construcciones agropecuarias, así como para el diseño de equipos mecánicos utilizados para la producción y para el manejo poscosecha de los productos agrícolas, de tal manera que sean eficientes, seguros, económicos y de aplicación en los diferentes tipos de agroindustrias.

TEMA – ESTÁTICA

JUSTIFICACIÓN

La Estática, como parte de la Mecánica que estudia los cuerpos en reposo y las fuerzas que actúan sobre ellos, así como sus conceptos y fundamentos, resulta necesaria para que el ingeniero agrícola pueda acceder a varias de las subáreas pilares de la Ingeniería Agrícola, como son el Diseño de Elementos de Máquinas y el Diseño de Estructuras Agropecuarias.

CONTENIDO

- Fuerzas: representación, composición, descomposición. Efectos físicos producidos por las fuerzas. Momento alrededor de un punto y de un eje, momento de un par de fuerzas.
- Sistemas equivalentes. Traslado de fuerzas, reducción a fuerza única, torsor.
- Equilibrio. Determinación, estabilidad, reacciones, diagrama de cuerpo libre.
- Centros de masa. Centroides. Teorema de ejes paralelos. Circulo de Mohr. Momentos de inercia de masa. Hidrostática.
- Estructuras. Tipos de estructuras, análisis de armaduras por el método de los nudos, método de las secciones, armaduras en el espacio.
- Marcos y máquinas, marcos rígidos y no rígidos.
- Vigas con cargas concentradas, cargas distribuidas, fuerza cortante, momento flector, relaciones entre fuerza cortante y momento flector.
- Cables y fricción. Cables con cargas concentradas, cables con cargas distribuidas, catenaria. Fricción seca, coeficiente de fricción, ángulo de rozamiento. Aplicaciones: cuñas, tornillos, correas, fricción por rodadura.

TEMA – RESISTENCIA DE MATERIALES

JUSTIFICACIÓN

En este tema se busca presentar al estudiante los conceptos fundamentales que permiten establecer o predecir el comportamiento de los cuerpos deformables, para lo cual se estudian algunas propiedades físicas y mecánicas de los materiales que los conforman, sometidos a diferentes estados de carga.

CONTENIDO

- Esfuerzos y deformaciones. Propiedades mecánicas de los materiales, ley de Hooke, relaciones entre las constantes elásticas.
- Tensión y compresión. Esfuerzo y deformación bajo carga axial y por cambios de temperatura. Energía de deformación por tensión y compresión. Fatiga y concentración de esfuerzos.
- Torsión. Esfuerzo y deformación por torsión para barras circulares. Esfuerzo y deformación en cortante puro. Tubos de pared delgada. Torsión de elementos no circulares.
- Flexión. Esfuerzo y deformación por flexión. Energía de deformación. Flexión en vigas: vigas compuestas, vigas doblemente simétricas con cargas inclinadas, vigas asimétricas. Flexión elastoplástica. Flexión no lineal. Flexión en elementos no prismáticos.
- Carga transversal. Esfuerzos cortantes en elementos prismáticos.
- Transformación de esfuerzos y deformaciones. Esfuerzo plano: esfuerzos principales y esfuerzos cortantes máximos. Circulo de Mohr para deformación unitaria plana.
- Deflexión en vigas. Método de integración, método de superposición, método área de momento.
- Columnas. Pandeo y estabilidad. Columnas con carga axial concéntrica. Columnas con carga axial excéntrica, comportamiento elástico e inelástico, vigas-columnas.

TEMA – MECÁNICA DE SUELOS

JUSTIFICACIÓN

Para el uso del suelo como material de fundación, contención o construcción para obras civiles (vivienda rural, bodegas para almacenamiento de productos, embalses, obras para conservación de suelos agrícolas, etc.), es necesario conocer los fundamentos que permitan establecer su comportamiento mecánico desde el punto de vista de ingeniería.

CONTENIDO

- Origen y formación de los suelos. Mineralogía de los suelos, estructura y propiedades ingenieriles.
- Relaciones de fase en los suelos. Densidad relativa en suelos granulares. Nomogramas para el cálculo de las relaciones de fase en suelos.
- Propiedades índice y clasificación de suelos. Granulometría y límites de consistencia de los suelos finos. Clasificación USCS y AASHTO.

- Esfuerzos y deformaciones en la masa de suelo. Esfuerzos en el continuo, estado de esfuerzos en un punto, esfuerzos en la masa de suelo. Esfuerzos: totales, efectivos, geostáticos. Circulo de Mohr de esfuerzos.
- Flujo de agua a través de los suelos. Capilaridad y ascenso capilar, ley de Darcy, ecuación general de flujo, flujo unidimensional permanente en suelo isotrópico, flujo bidimensional permanente en suelo anisotrópico.
- Relaciones esfuerzo-deformación-tiempo. Suelos cohesivos. Teoría de la consolidación unidimensional de Terzaghi. Curvas de compresibilidad y consolidación. Suelos no cohesivos. Cálculo de asentamientos.
- Resistencia al corte de los suelos. Ensayos triaxiales en arcillas. Consolidado drenado y no drenado. No consolidado no drenado. Procesos de carga en geotecnia y métodos de análisis.
- Mecánica de suelos aplicada. Cimentaciones superficiales, excavaciones, estabilidad de taludes, estructuras de contención.

SUBÁREA DE TERMODINÁMICA Y FLUIDOS

OBJETIVO GENERAL

El área de Térmicas y Fluidos comprende los conceptos y habilidades requeridos por los ingenieros agrícolas para el análisis y el diseño de sistemas en los que intervienen la transmisión y la conversión de energía y en donde se utiliza una sustancia de trabajo (aire, agua).

Por tanto, el objetivo básico del área es proporcionar al estudiante de Ingeniería Agrícola los conocimientos necesarios y la habilidad para calcular las propiedades termodinámicas de dichas sustancias, así como la capacidad para aplicar los principios fundamentales que rigen el comportamiento de los sistemas de conversión de energía hidráulica y térmica en mecánica y viceversa.

TEMA – TERMODINÁMICA

JUSTIFICACIÓN

En las aplicaciones de Ingeniería Agrícola se realizan muchos procesos en los que se presentan cambios de estado de una sustancia, tales como en los sistemas de refrigeración mecánica y en el secado de productos agrícolas. La termodinámica proporciona los fundamentos básicos para poder trabajar con procesos donde se presentan fenómenos de transferencia de calor y realización de trabajo, permitiendo identificar cuales procesos son posibles o imposibles, reversibles o irreversibles, a la vez que permite analizar el funcionamiento térmico de motores y de los equipos de conversión de energía en general.

CONTENIDO

- Estado, proceso y ciclo; sistemas termodinámicos y su clasificación; equilibrio; ley cero de la termodinámica.
- Sustancias puras y sus propiedades. Ecuaciones de estado y tablas de propiedades.
- Calor y Trabajo. Trabajo en sistemas termodinámicos y su determinación. Calor latente y calor sensible. Proceso adiabático.
- Primera ley de la termodinámica. Energía almacenada e interna. Energía cinética y potencial.

Primera ley para un sistema abierto (volumen de control). Evaluación de la entalpía y energía interna. Calores específicos. Energía interna y entalpía de los gases ideales. Aplicación de la primera ley a sistemas especiales (flujo estacionario, estrangulación, coeficiente de Joule – Thompson, flujo y estado uniformes).

- Segunda ley de la termodinámica. Enunciados de Kelvin-Planck y de Clausius. Fuente térmica y sumidero de calor, máquina térmica, refrigerador y bomba de calor. Eficiencia térmica y coeficiente de comportamiento. Ciclo de Carnot para las máquinas y refrigeradores totalmente reversibles. Ciclo de Carnot irreversible externamente. Diagrama de Mollier. Procesos adiabáticos y politrópicos reversibles.
- Ciclos de refrigeración por compresión de vapor. Fluidos de trabajo para sistemas de refrigeración. Ciclo de refrigeración por absorción.

TEMA – TRANSFERENCIA DE CALOR

JUSTIFICACIÓN

Aunque la primera ley de la termodinámica se puede utilizar para determinar la cantidad de calor transferido en un proceso, no permite conocer la rapidez con la cual ocurre este fenómeno de transferencia. Este tema trata el fenómeno de la rapidez de la transferencia de calor relacionado con diferencias de temperatura entre las partes de un sistema.

La transferencia de masa es un fenómeno que se encuentra presente en muchos procesos relacionados con la ingeniería Agrícola, tales como el secado y deshidratación, rehidratación de sustancias y manejo ambiental de estructuras agrícolas. La transferencia de masa se presenta como consecuencia de la diferencia de concentración de las sustancias entre dos puntos (diferencia de densidades). Este tema proporciona los principios fundamentales de la transferencia de masa.

CONTENIDO

- Modos de transferencia de calor: conducción, convección, radiación, mecanismos combinados.
- Propiedades térmicas de los alimentos: calor específico, calor latente, calor sensible, conductividad térmica. Ecuaciones para su determinación.
- Conducción de calor en estado estacionario. Flujo unidimensional, pared plana, cilindro, carcasas esféricas y paralelepípedas. Estructuras compuestas. Sistemas con fuentes de calor. Trayectorias en serie y paralelo.
- Conducción de calor en estado inestable. Cuerpos semi-infinitos, cuerpos en dos y tres dimensiones.
- Transferencia de calor por convección. Mecanismos de transporte de energía, módulo de Nusselt, cálculo de los coeficientes de transferencia de calor por convección. Correlaciones empíricas. Convección libre en espacios cerrados.
- Convección forzada dentro de tubos y ductos. Efectos del número de Reynolds y del número de Prandtl, efectos de entrada. Analogía entre la transferencia de calor y la transferencia de la cantidad de movimiento. Convección forzada sobre superficies exteriores.
- Transferencia de calor por radiación. Transmisión de calor entre dos superficies por efectos de la radiación electromagnética. Radiación térmica. Ley de Stefan-Boltzman. Propiedades de las superficies radiantes. Cuerpos negros y cuerpos grises. Intercambio de calor entre superficies grises. Factor de forma. Radiación solar.

- Aplicaciones de transferencia de calor. Intercambiadores de calor, métodos para el cálculo de intercambiadores. Colectores solares planos y su uso en el secado de productos agrícolas.
- Principios de transferencia de masa. Difusión molecular y difusión turbulenta, difusión en sólidos y líquidos. El coeficiente de transferencia de masa.

TEMA - MECÁNICA DE FLUIDOS

JUSTIFICACIÓN

Los ingenieros agrícolas requieren conocimientos que les permitan predecir el comportamiento de fluidos estáticos y en movimiento con el fin de evaluar los cambios de presión, las tasas de flujo, las fuerzas sobre superficies, las fuerzas de arrastre y la sustentación sobre objetos, así como determinar las potencias requeridas para hacer mover una determinada masa de fluido por un sistema, y otras variables relacionadas con este campo.

CONTENIDO

- Propiedades físicas de los fluidos. Fluidos newtonianos. Viscosidad y su dependencia de la presión y de la temperatura. Flujo laminar y flujo turbulento. Clasificación de los fluidos. Ecuación de estado de los gases y el número de Mach. Fluidos ideales y fluidos reales.
- Hidrostática. Ecuación fundamental de la estática de fluidos. Teorema diferencial. Principio de Pascal y prensa hidráulica. Paradoja hidrostática. Piezómetros, manómetros, barómetros, manómetro diferencial. Fuerzas sobre superficies. Principio de Arquímedes, empuje, estabilidad de flotación.
- Cinemática de los fluidos. Variables de Euler y de Lagrange. Aceleración local. Flujo permanente y flujo no permanente. Flujo rotacional y flujo no rotacional. Teorema de Stokes. Caudal de volumen y caudal de masa. Sistema y volumen de control. Teorema de Gauss. Ecuación de continuidad. Flujo potencial y flujo bidimensional.
- Hidrodinámica. Ecuación de Bernoulli. Línea de energía y línea piezométrica. Potencia hidráulica. Ecuación de Bernoulli con bombas y turbinas. Potencia de una bomba y de una turbina. Problemas de aplicación: tubo de Pitot, Tubo de Pitot-Prandtl, sifón, venturi y orificio de descarga. Momentum. Coeficiente de Boussinesq. Flujo permanente.
- Análisis dimensional y similitud. Funciones dimensionalmente homogéneas. Conjunto de productos adimensionales. Teorema de Buckingham.- matriz dimensional. Cálculo de productos adimensionales. Similitud y modelos. Aplicaciones.

TEMA – HIDRÁULICA

JUSTIFICACIÓN

Uno de los campos de acción fundamentales del ingeniero agrícola está directamente relacionado con el diseño y montaje de redes de riego, ya sea por medio de tuberías o por redes de canales. Los principios básicos y las herramientas necesarias para cumplir con esta labor, son suministrados por la Hidráulica.

CONTENIDO

- Medidores de caudal en conductos forzados. Orificios, orificios de descarga libre, tiempo de vaciado. Venturímetro, ecuaciones, coeficientes.
- Maquinaria hidráulica. Bombas, clases y funcionamiento. Elementos básicos de una estación de bombeo. Ecuación de Euler para una turbomáquina. Curvas características de una bomba. Análisis de pérdidas. Potencia de la bomba y potencia al freno, eficiencia. Leyes de similitud aplicadas a las bombas centrífugas. Clasificación de las bombas de acuerdo a la velocidad específica. Ecuación de Chezy. Selección del coeficiente de rugosidad de Manning. Factores de sección para flujo uniforme.
- Diseño de canales no erosionables. Velocidad mínima permisible, pendiente del canal, borde libre, la mejor sección hidráulica. Dimensionamiento de un canal no erosionable para flujo uniforme.
- Medidores de caudal en canales abiertos. Clasificación de vertederos, compuerta de pared delgada, canaleta parshall.
- Flujo gradualmente variado. Ecuación general, tipos de perfiles. Método de integración gráfica y método de integración numérica. Método de pasos y método general.
- Flujo rápidamente variado. Ecuación de resalto hidráulico, eficiencia del resalto. Disparador de energía, tipos, diseño. Diseño de transiciones.
- Diseño de canales de riego. Análisis de la succión. Condiciones que producen cavitación. Cabeza de succión positiva (NPSH). MPS requerido y MPS disponible.
- Flujo uniforme en canales. Clases de canales. Elementos geométricos de la sección de un canal. Distribución de velocidades en la sección de un canal. Coeficiente de Coriolis. Distribución de presiones en la sección de un canal y efecto de la pendiente. Aplicación de la ecuación de Bernoulli. Energía específica, fuerza específica y su aplicación al resalto hidráulico y a la compuerta. Tipos de resalto. Cálculo del flujo crítico por el método gráfico y algebraico. Características del flujo uniforme.

TEMA – HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA

JUSTIFICACIÓN

El conocer los métodos cuantitativos y cualitativos para la solución de problemas hidrológicos, así como la capacitación en la adquisición, análisis, y aplicación de información hidrológica, permiten al ingeniero agrícola tener elementos de juicio para una mejor comprensión y aprovechamiento de los cursos relacionados con adecuación de tierras. Estos conocimientos son proporcionados por el tema de Hidrología y Climatología.

CONTENIDO

- Definición de hidrología, climatología. Objeto general de la hidrología. Recursos hídricos. Ciclo y balance hidrológico. Ramas de la hidrología y campos de aplicación. Modelamiento en hidrología. Hidrología estocástica e hidrología determinística.
- La estación meteorológica, instrumentos meteorológicos formas de utilizarlos, mediciones. Radiación solar, vientos, temperatura, humedad relativa, evaporación, lluvia. Cuenca hidrográfica. Características físicas: Longitud, áreas, factores de forma, Sistemas de drenaje, Pendiente.
- Modelos Matemáticos en Hidrología y Climatología. Modelos de regresión aplicados a las relaciones fisiográficas y variables hidrometeorológicas. Modelos probabilísticos:

Distribuciones comúnmente usadas, métodos de estimación de parámetros.

- Precipitación. Tipos de precipitación, Instrumentos de medición, Precipitación media de la cuenca, Análisis de tormentas, Estimación de datos faltantes, Análisis de consistencia de información, Análisis probabilístico.
- Evaporación. Factores físicos de la evaporación y de la transpiración, Métodos de estimación, Aplicación de los métodos, Balance hídrico. Infiltración. Etapas de la infiltración, movimiento del agua en el suelo, Métodos de estimación de la infiltración.
- Escurrimiento Superficial. Generalidades: Aparato de medida de niveles de un río. Método de aforo de corrientes superficiales. Aforo con correntómetros. Relación nivel - caudal. Determinación de caudales a partir de registros de precipitación. Interpretación de hidrogramas. Análisis y separación de los componentes de hidrograma, Determinación del hidrograma unitario.

SUBÁREA DE BIOLOGÍA Y SUELOS AGRÍCOLAS

OBJETIVO GENERAL

Los fundamentos de las ciencias biológicas aplicados conjuntamente con el manejo sostenible de los recursos naturales para la producción agropecuaria, se constituyen en un pilar fundamental en la formación del ingeniero agrícola, permitiéndole realizar desarrollos tecnológicos adecuados a las diferentes explotaciones agrícolas y pecuarias. Un aspecto que identifica al ingeniero agrícola es su capacidad para aplicar la ingeniería al manejo y conservación de productos agrícolas y a las explotaciones pecuarias, los cuales constituyen sistemas “vivos” que requieren un conocimiento básico de las ciencias biológicas, sin lo cual no sería posible obtener una alta productividad en estos procesos de manera sostenible.

TEMA – ECOLOGÍA

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero agrícola debe estar en capacidad de aplicar los conocimientos científicos y tecnológicos para el aprovechamiento de los recursos naturales (agua, suelo, aire, biodiversidad) desde el punto de vista de un desarrollo sostenible, adoptando tecnologías limpias para el sector agropecuario y prácticas de mejoramiento continuo de la gestión ambiental; debe comprender de manera integral la relación entre la problemática ambiental, las actividades productivas y el manejo sostenible de los recursos naturales, y desarrollar la capacidad de gestión interdisciplinaria en la búsqueda de preservar el medio ambiente.

CONTENIDO

- Definición de la ecología en el contexto de las Ciencias del Ambiente como enfoque transdisciplinario. Conceptos básicos. Ecosistemas: Componentes, tipos, diversidad y estabilidad, índices de diversidad, Biosfera y Ecósfera.
- Las capas fluidas de la ecósfera: el agua, la atmósfera. El sustrato sólido: el suelo. Interrelaciones entre los medios fluidos y sólidos en la ecósfera: el clima atmosférico y edáfico.
- Flujo de energía en los ecosistemas. Energía y leyes de la Termodinámica. Ambiente energético. Concepto de productividad. Cadena de alimentos y niveles tróficos. Estructura

trófica y pirámides ecológicas. Energía del ecosistema.

- Ciclos Biogeoquímicos. Esquemas y tipos básicos de ciclos. Estudio cuantitativo de los ciclos. Vías de renovación de ciclos. Principios relativos a los factores limitativos. Ley del mínimo. Ley de la tolerancia. Concepto combinado de factores limitativos.
- Comunidad biótica. Distribución espacio-temporal de los organismos. Biocenosis y taxocenosis. La diversidad orgánica. Elementos de dinámica de población. Definición y delimitación de una población, formas de crecimiento y regulación. Relaciones inter e intra específicas: competencia, depredación, parasitismo, simbiosis y relaciones colaterales.
- Evolución y estabilidad de los ecosistemas. Concepto de sucesión, clímax. Ecosistemas frágiles y elásticos. Relación de estos conceptos con la acción antrópica. Zonas de vida de Colombia. Caracterización de las principales formaciones vegetales de Colombia. Interpretación del mapa ecológico.
- Problemas ambientales. Análisis de casos relacionados con las diferentes áreas de la Ingeniería.

TEMA – SUELOS AGRÍCOLAS

JUSTIFICACIÓN

El suelo es uno de los elementos fundamentales que constituyen los sistemas de producción agrícola, siendo el medio de soporte y sustento de los cultivos y explotaciones pecuarias. Sin él no sería posible obtener grandes volúmenes de productos agrícolas y explotaciones pecuarias eficientes, que permitan garantizar la “Seguridad Alimentaria” de una nación. Por estas razones es importante que el ingeniero agrícola tenga conocimientos de sus características, de su potencial de uso, de sus limitaciones y de las prácticas más adecuadas de manejo y conservación de este recurso natural.

CONTENIDO

- Origen del suelo y características del perfil. Horizontes del suelo.
- Propiedades físicas del suelo. Estructura, textura, porosidad. Clasificación de los suelos según su estructura y su textura. Determinación de la textura, triángulo de texturas.
- Coloides del suelo.
- Diagramas de fase del suelo. Fase sólida, fase líquida, fase gaseosa y su importancia para los cultivos.
- El agua del suelo, formas en que se encuentra asociada a las partículas de suelo. Suelos orgánicos.
- Propiedades químicas del suelo. Suelos ácidos, suelos alcalinos, suelos salino-sódicos.
- Nutrición y fertilidad del suelo. Elementos mayores y menores necesarios para la producción agrícola.
- Técnicas de manejo y conservación de suelos

TEMA – BIOLOGÍA

JUSTIFICACIÓN

El objeto de estudio del ingeniero agrícola está constituido en gran parte por plantas y animales, sobre los cuales debe centrar su atención para obtener altos volúmenes de producción y altas productividades. Para lograr estos objetivos, debe adquirir los conocimientos básicos sobre la organización celular, tisular y de los sistemas de órganos de los seres vivos; igualmente debe conocer la interacción que se presenta entre el medio ambiente y el desarrollo de las plantas, así como entre el medio ambiente y el comportamiento animal.

CONTENIDO

- La biología como ciencia. El método científico. Teoría sobre el origen y la evolución de la vida. Sistemas de macromoléculas, bases químicas de la vida.
- La célula como unidad vital. Teoría celular. Estructura y funciones de los organelos celulares. Células procarióticas y eucarióticas. Membrana y pared celular. Fenómenos de permeabilidad, difusión, osmosis, transporte activo y pasivo. Potencial de acción. Sinapsis.
- Tejidos vegetales. Meristemáticos y adultos o permanentes. Sistemas dérmico, vascular y fundamental.
- Tejidos animales. Estructura y función de los tejidos epitelial, conjuntivo, muscular y nervioso. Biología de los organismos. Niveles de organización animal con énfasis en el sistema nervioso.
- Estructura cromosómica. Ciclo celular, mitosis, meiosis. Herencia Mendeliana, probabilidades, cruzamiento monohíbrido y dihíbrido. Herencia ligada al sexo, cariotipo, anormalidades cromosómicas, árbol genealógico.
- Desarrollo embrionario. Fecundación, segmentación, gastrulación, formación del tubo neuronal, organogénesis y diferenciación.
- Estructura básica de los ecosistemas acuáticos y terrestres. Zonificación de las diferentes comunidades, flujo de energía.
- Comportamiento animal. Bases fisiológicas y genéticas, instinto y aprendizaje, comportamiento reproductivo.
- La evolución como proceso dinámico. Pruebas biogeográficas, anatómicas, fisiológicas y taxonómicas.

TEMA – FISIOLÓGÍA VEGETAL

JUSTIFICACIÓN

La producción, el manejo y conservación de productos perecederos, así como el secado y almacenamiento de productos agrícolas, requieren del ingeniero agrícola conocimientos básicos del comportamiento fisiológico de estos productos (seres vivos), cuando ellos interactúan con el ambiente circundante. Dicho conocimiento es fundamental para proporcionar los ambientes adecuados que permitan conservar la calidad de los productos agrícolas durante un tiempo determinado, el cual variará dependiendo de su comportamiento fisiológico.

CONTENIDO

- El agua en las plantas. Procesos de transporte del agua, absorción del agua por las raíces, estomas y transpiración.
- Composición elemental de las plantas. Métodos para estudiar la nutrición vegetal, absorción

de nutrientes, movilidad y transporte de los nutrientes, síntomas de deficiencia.

- Estructura del cloroplasto. Reacciones de luz y oscuridad en el proceso fotosintético, fijación del CO₂ por las plantas C3, C4 y CAM.
- Respiración celular. Factores ambientales que afectan la respiración.
- Crecimiento y desarrollo. Factores que lo determinan, reguladores del crecimiento, control de la floración, almacenamiento, botánica económica.

SUBÁREA INTERDISCIPLINARIA

OBJETIVO GENERAL

El área Interdisciplinaria tiene como objetivo familiarizar al estudiante de Ingeniería Agrícola con conocimientos y metodologías pertenecientes a áreas que no corresponden al campo de acción directo del ingeniero agrícola, pero que resultan indispensables para el ejercicio adecuado de su profesión, como son la Computación, el Análisis Numérico, la Programación Lineal y la Topografía. Estos conocimientos resultan fundamentales para que el ingeniero agrícola pueda interpretar la tecnología incorporada en las máquinas, equipos y procesos actuales, así como lograr su aplicación eficiente en el diseño, implementación y mantenimiento de nuevas tecnologías y procesos. Así mismo, esta formación le facilitará al futuro ingeniero agrícola el trabajo interdisciplinario con profesionales de otras ramas de la Ingeniería.

TEMA - EXPRESIÓN GRÁFICA

JUSTIFICACIÓN

El Dibujo Técnico y la Geometría Descriptiva conforman el lenguaje gráfico empleado por los ingenieros agrícolas para expresar y registrar las ideas y la información necesarias para la construcción de máquinas e implementos agrícolas y de estructuras agropecuarias, así como su reproducción, reparación o modificación. El ingeniero agrícola debe conocer los conceptos fundamentales para poder representar en forma clara y exacta los diseños concebidos, tanto a nivel de estructuras agrícolas y de trazado de redes de riego y de drenaje, como de los diversos elementos específicos de aplicación agroindustrial, de tal manera que las partes puedan ser fabricadas y ensambladas según lo previsto en los diseños.

CONTENIDO

- Proyecciones principales y proyecciones múltiples.
- Clasificación de líneas y planos, relaciones espaciales, ubicación en el espacio. Ubicación según rumbo, pendiente, sentido, verdadera magnitud y forma.
- Perpendicularidad. Menores distancias.
- Intersección de recta y plano.
- Método del plano como filo y plano cortante (visibilidad)
- Rotación. Método de rotación para punto, recta y plano. Doble rotación.

TEMA –COMPUTACIÓN

JUSTIFICACIÓN

El uso de los computadores es común en todas las áreas de actividad de la humanidad hoy día. En el campo de la Ingeniería se utiliza para muchas labores tales como bases de datos, computación gráfica, CAD/CAM, diseño asistido ya sea mediante programas especializados o mediante programas elaborados por el ingeniero, y muchas otras aplicaciones como control de proyectos, control y automatización de procesos, comunicación y transferencia de datos a través de redes, grupos de discusión a través de redes mundiales, etc. Los ingenieros deben conocer acerca de la estructura común y básica de los computadores, la estructura común de los lenguajes de programación y la programación para realizar cálculos mediante todo tipo de operaciones aritméticas y lógicas.

CONTENIDO

- Informática básica. Arquitectura del hardware, procesador , memoria y representación de datos, dispositivos. Arquitectura de software, sistemas operativos, herramientas del software, aplicaciones. Redes, área local, Internet.
- Introducción al desarrollo de algoritmos. Proceso de desarrollo de software, identificación y especificación de problemas algorítmicos, representación de algoritmos mediante diagramas de flujo y pseudo código, proceso de compilación.
- Constructores básicos. Estructuras de control: secuencia, selección, repetición, variables, expresiones, asignación, entrada / salida. Codificación, definición de variables.
- Arreglos y matrices. Estructuras de repetición, ciclos. Datos estructurados, arreglos, matrices, codificación.
- Metodología de programación. Etapas, identificación, especificaciones, diseño estructurado, codificación, documentación, depuración y pruebas. Estrategias para desarrollar programas correctos.
- Funciones. Concepto matemático de función, funciones de programación, procedimientos, argumentos por valor y por referencia.
- Definición de tipos y abstracción. Tipos definidos por el usuario, registros, abstracción y su importancia en la ingeniería de software, definición de operaciones abstractas, definición de un TDA.
- Almacenamiento secundario. Archivos de acceso directo, archivos de acceso secuencial, uso de archivos en programas.

TEMA - MÉTODOS NUMÉRICOS

JUSTIFICACIÓN

En las labores de diseño que realizan los ingenieros agrícolas es frecuentemente necesario resolver ecuaciones o sistemas de ecuaciones (muchas veces no lineales) y representar por medio de una ecuación una serie de datos, ya sean éstos extraídos de tablas publicadas o generadas mediante experimentos o ensayos. Con mayor frecuencia se requiere la solución de problemas en los que influye la variable tiempo, lo cual lleva a resolver ecuaciones diferenciales y a modelar los sistemas de ingeniería mediante funciones y ecuaciones diferenciales y a presentar los resultados mediante gráficas de toda índole, generadas a partir de los resultados numéricos. Se requiere así mismo entregar un análisis de los resultados de las operaciones realizadas por medio del computador y, en

ocasiones, diseñar esquemas numéricos eficientes que permitan obtener resultados apropiados en un tiempo razonable y con el uso racional de los recursos computacionales disponibles.

CONTENIDO

- Precisión y exactitud. Redondeo y truncación. Orden de magnitud. Error absoluto y porcentual. Error en la evaluación de funciones de una ó más series de datos. Interpolación y aproximación.
- Vectores y matrices. Operaciones básicas y algoritmos para realizarlas. Producto de matrices e inversa matricial. Diagonalización y triangularización. Refinación de operaciones. Matrices dispersas y su representación. Matrices singulares. Solución de sistemas de ecuaciones lineales por inversión matricial y por métodos de triangularización (Gauss-Jordan), por diagonalización y por sustitución sucesiva (Gauss-Seidel).
- Raíces de funciones. Polinomios. Métodos numéricos para la evaluación de raíces: sustitución sucesiva, método de Newton. Sistemas de ecuaciones no lineales simultáneas, solución por sustitución sucesiva, solución por el método de Newton-Raphson.
- Representación de funciones por medio de series. Series de Taylor.
- Integración y diferenciación numérica.
- Ecuaciones diferenciales: problemas de valor inicial, ecuaciones de primer orden. Método de Euler. Métodos de Adams y Runge-Kutta. Problemas de valor inicial en dos o más ordenes. Problemas de valor de frontera. Algoritmos de solución: métodos de Euler, Adams y Runge Kutta, métodos de refinación de pendiente.
- Nociones de elementos finitos y sus aplicaciones.

TEMA - ESTADÍSTICA Y PROBABILIDAD

JUSTIFICACIÓN

Para su actividad profesional, y especialmente para labores de investigación, el ingeniero agrícola debe estar en capacidad de manejar y hacer el análisis de diferentes tipos de datos, inferir comportamientos futuros de las variables a partir de la información que posea, entender el concepto de probabilidad y efectuar cálculos sencillos al respecto; distinguir las variables aleatorias, discretas y continuas; aplicar los conceptos de inferencia, regresión y muestreo en problemas asociados a la Ingeniería Agrícola.

CONTENIDO

- Tipos de variables, series estadísticas, distribución de frecuencias, representación gráfica.
- Representación de datos estadísticos: medidas de tendencia central; promedios, propiedades, interpretación; medidas de posición (mediana, media, moda).
- Medidas de dispersión: varianza, desviación típica.
- Introducción a las probabilidades: cálculo combinatorio (permutaciones y combinaciones), medida de probabilidad.
- Variables aleatorias: variable aleatoria discreta, función de probabilidad y función de distribución; distribución binomial, variable aleatoria continua, función de densidad, valor esperado; distribución normal.

- Regresión y correlación. Conceptos básicos.
- Nociones de muestreo.

TEMA – TOPOGRAFÍA

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero agrícola ejerce su labor fundamentalmente en el campo, donde requiere conocer la configuración de los terrenos en los cuales va a ejercer su actividad, para lo cual es necesario conocer los linderos de los lotes, su altimetría, e identificar los diferentes accidentes topográficos, con el fin poder realizar adecuadamente los diseños de ingeniería para los sistemas de producción y estructuras que desea implementar. Este tema suministra al futuro ingeniero agrícola los conocimientos básicos de la topografía que le permitan supervisar trabajos o utilizar la información topográfica en el desarrollo de los diferentes proyectos de ingeniería.

CONTENIDO

- Hipótesis de la topografía, unidades empleadas, elementos de trabajo. Métodos generales del trabajo topográfico, elementos de cartografía, dibujo topográfico. Interpretación y manejo de mapas y planos.
- Puntos básicos y medición de distancias con cinta, los errores de las mediciones, levantamiento de un lote con cinta. Aplicación de la teoría de errores.
- Los registros de campo (carteras). Importancia y consideraciones, ángulos y direcciones, métodos de determinación de puntos, la brújula y sus aplicaciones, revisión de aparatos.
- El teodolito. Usos, componentes, tipos, manejo. Métodos de levantamiento topográfico con teodolito: levantamiento por radiación, levantamiento por doble radiación, cálculo de áreas a partir de coordenadas.
- Levantamiento por poligonal. Clasificación de poligonales, levantamiento por poligonal cerrada sin placas y con placas, casos especiales de ajuste en ángulo y distancia, levantamiento por poligonal abierta.
- Altimetría. Aparatos empleados, tipos de nivelación y aplicaciones. La nivelación de puntos, de líneas y de terrenos, nivelación directa (o geométrica) simple y nivelación directa compuesta. Perfiles, curvas de nivel, métodos de nivelación de terrenos.
- Métodos de medición indirecta de distancias. Usos, requerimientos de equipo, cálculos, causas de error, incorporación en levantamientos topográficos.
- Utilización y manejo de planos topográficos. Medición de distancias, medición de áreas, deducción de perfiles, cálculo de pendientes.
- Aplicación de la topografía en las particiones de terrenos. Consideraciones, trabajo de campo, cálculos. El desarrollo de la electrónica y la computación y sus aplicaciones en la topografía.

ÁREA DE INGENIERÍA APLICADA

SUBÁREA DE INGENIERÍA DE RECURSOS DE AGUA - SUELO

OBJETIVO GENERAL

Aportar al estudiante de Ingeniería Agrícola los conocimientos, métodos y destrezas técnicas que lo capaciten para el diseño de estructuras hidráulicas, de sistemas de riego y de drenaje, y en general de sistemas de adecuación de tierras y manejo y conservación de suelos, con el fin obtener sistemas de alta productividad que sean viables desde los puntos de vista técnico, económico, social y ambiental, buscando la seguridad alimentaria con criterios de sostenibilidad.

TEMA – INGENIERÍA DE RIEGOS

JUSTIFICACIÓN

Una de las formas más eficientes para lograr altas producciones y productividades en los cultivos, es mediante la aplicación de cantidades adecuadas de agua a las plantas, las cuales están en función de sus requerimientos hídricos. Para alcanzar estas metas, el ingeniero agrícola debe conocer los principios y leyes que rigen la relación agua-suelo-planta-atmósfera, así como conocer las pautas fundamentales que le permitan tener criterios para la planeación, diseño e implementación de sistemas de riego y de drenaje agrícola. Deberá adquirir los conocimientos fundamentales en la elaboración de proyectos de sistemas de riego y de drenaje, considerando la ingeniería de diseño, materiales y costos.

CONTENIDO

- Definiciones del riego e importancia en la economía nacional. El riego a nivel mundial. Desarrollo del riego a nivel nacional Distritos de adecuación de tierras en Colombia. Sistemas de riego: por superficie, por aspersión y por goteo.
- Relaciones hidrodinámicas. Índices de humedad del suelo. Teorías sobre la aprovechabilidad del agua por las plantas. Coeficiente de agotamiento y cálculos de láminas de agua. Potencial hídrico total del suelo: mátrico, osmótico, de presión y gravitatorio. Expresiones cuantitativas del potencial hídrico. Curvas características de retención de humedad del suelo. Relación Agua-Suelo-Planta.
- Movimiento del agua en suelo saturado y no saturado. Fenómeno de infiltración y factores que lo afectan. Expresiones matemáticas de: lámina acumulada, velocidad de infiltración, tiempo básico y velocidad de infiltración básica. Familias de curvas de infiltración. Descripción del movimiento del agua en suelos saturado y no saturado. Riego por surcos, períodos de tiempo y curva de avance. Conductividad hidráulica. Fórmulas de Hooghoudt y Ernst para suelo homogéneo. Métodos de cálculo para suelos estratificados.
- Eficiencia de sistemas de riego. Eficiencia de: conducción, aplicación, distribución y del proyecto. Riego por aspersión y parámetros de evaluación. Calidad del agua con fines de riego, criterios e índices de clasificación. Evaluación de la calidad del agua para riego: métodos de Riverside y FAO.
- Revisión de estrategias de evaluación de inventario de recursos disponibles. Riego a presión. Riego Localizado. Componentes. Selección de goteros. Descripción del cabezal de control. Algoritmo de diseño. Determinación de tamaño de sectores y módulos. Trazado y manejo de fuentes de agua reales y virtuales. Hidráulica y diseño de laterales. Hidráulica y diseño de múltiples. Determinación preliminar de cuadro operativo. Cálculo hidráulico y económico de principales. Determinación final de cuadro operativo. Obtención de polígono de operación y selección de la estación de bombeo.
- Riego por Aspersión. Métodos de riego por aspersión. Componentes. Selección de aspersores. Algoritmo de diseño. Trazado y manejo de fuentes reales y virtuales. Hidráulica y diseño de laterales. Hidráulica y diseño de principales. Selección económica de tuberías. Determinación preliminar de cuadro operativo. Cálculo hidráulico y económico de

principales. Determinación final de cuadro operativo. Obtención de polígono de operación y selección de la estación de bombeo.

- Riego por superficie. Métodos de riego por superficie, surcos, melgas a nivel y rectas. Revisión de la obtención de función de infiltración a partir del método de balance de volúmenes y de los dos puntos. Algoritmo de diseño de riego por surcos con caudal reducido basado en el método de balance de volúmenes. Algoritmo de diseño de riego por melgas a nivel (Basins) Basado en el método de balance de volúmenes.

TEMA – DRENAJE DE TIERRAS AGRÍCOLAS

JUSTIFICACIÓN

Los cultivos para su desarrollo óptimo, requieren cantidades adecuadas de agua. Si el agua disponible para el cultivo se presenta en exceso, también perjudicará el rendimiento y vida del cultivo. Por esta razón, el ingeniero agrícola debe tener conocimiento de los procesos físicos que favorecen o causan el anegamiento de áreas de producción agrícola, así como conocer los factores que inciden en los procesos de salinización o sodificación de los suelos y tener herramientas técnicas para su recuperación. Además de proporcionar los conocimientos anteriores, el tema de Drenaje de tierras agrícolas permite acceder a los diferentes métodos desarrollados para la investigación del drenaje agrícola y capacitar al futuro ingeniero en las técnicas actuales para el diseño de sistemas de drenaje superficial y subsuperficial.

CONTENIDO

- Necesidad del drenaje. Definición y clasificación de los sistemas de drenaje. Algunas referencias sobre problemas de drenaje en Latinoamérica y en Colombia. Programa de adecuación de tierras del INAT.
- Propiedades físicas del suelo con relación al drenaje. Métodos de campo y de laboratorio para determinar la conductividad hidráulica (K). Evaluación mediante pozo de barrena y mediante piezómetro. Movimiento de agua en suelos no saturados. Porosidad drenable. Recarga. Fuentes de exceso de agua. Componentes de la recarga y la descarga.
- Estudios e investigación. Estudios de niveles freáticos y piezométricos. Líneas isóbatas e isohipsas (mapas de niveles freáticos). Hidrogramas de fluctuación de niveles freáticos.
- Drenaje superficial. Estudio de la precipitación. Evaluación de la escorrentía: fórmula racional, método de la curva número, método del balance hídrico. Métodos de drenaje superficial.
- Drenaje subterráneo. Diseño de sistemas de drenaje: cálculo de profundidad y separación de drenes subterráneos. Régimen de descarga de caudal permanente. Régimen de descarga de caudal no permanente. Drenaje de campos irrigados.
- Sodicidad y salinidad de suelos. Conductividad eléctrica (CE) y Relación de Absorción de Sodio (RAS). Determinación a nivel de laboratorio. Limitantes para la producción de cultivos específicos. Manejo de la salinidad y necesidades de lavado. Recuperación de suelos salinos y sódicos. Enmiendas.
- Diseño de la red colectora. Caudal de diseño. Trazado y dimensionamiento de la red. Diseño hidráulico de los colectores. Mantenimiento de la red.

SUBÁREA DE INGENIERÍA DE POSCOSECHA DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS

OBJETIVO GENERAL

El área de Ingeniería de Poscosecha de Productos Agrícolas suministra al futuro profesional de la Ingeniería Agrícola, los conocimientos que lo capacitan para el manejo, beneficio y conservación de los productos agropecuarios desde el momento de su recolección hasta el momento de su consumo, ya sea doméstico o industrial, con el fin de conservar la calidad y cantidad inicial en condiciones óptimas, reduciendo de esta manera las pérdidas que se presentan de los productos durante el periodo poscosecha, y contribuyendo de esta forma a garantizar la seguridad alimentaria y el mejoramiento de la calidad de vida de los agricultores.

TEMA – MANEJO Y CONSERVACIÓN DE PRODUCTOS PERECEDEROS

JUSTIFICACIÓN

Las pérdidas que se producen de los productos perecederos (frutas y hortalizas) a partir del momento de la recolección, constituyen un problema socio-económico que debe enfrentarse decididamente, considerando que no vale la pena producir más aplicando paquetes tecnológicos de alto costo y ampliando las áreas cultivadas, para seguir sufriendo grandes pérdidas durante los periodos de cosecha y poscosecha. Este tema proporciona los conocimientos relacionados con las propiedades físicas, fisiológicas, mecánicas y reológicas de los productos perecederos, que le permiten al ingeniero agrícola diseñar e implementar paquetes tecnológicos para el adecuado manejo y conservación de los productos.

CONTENIDO

- Sicrometría. Propiedades y relaciones del aire, vapor de agua. Composición del aire, definición de términos sicrométricos. Leyes de los gases perfectos. Relaciones termodinámicas de las propiedades del aire húmedo. Carta sicrométrica, construcción, usos.
- Características físicas y mecánicas de productos agrícolas, importancia. Características físicas: forma, tamaño, volumen, área superficial, pesos específicos, criterios de cuantificación. Características mecánicas: esfuerzo-deformación. Principios de Reología.
- Estructura y composición de los vegetales. Estructura de los tejidos. Clasificación botánica y comercial de frutas y hortalizas. La célula vegetal. Clasificación morfológica de frutas y hortalizas. Composición química: Composición general de los principales grupos de alimentos.
- Fisiología Poscosecha. Factores de precosecha que inciden en la calidad de los productos. Factores de calidad. Período poscosecha, tipos de madurez, índices de cosecha. Proceso respiratorio, Intensidad respiratoria, cociente respiratorio. Influencia de factores ambientales: temperatura, humedad relativa. Factor 220, Q10; Concentraciones de O₂ y CO₂, etileno. Transpiración.
- Manejo de una cosecha. Sistemas de cosecha. Recipientes de campo. Acopio. Operaciones de acondicionamiento: Limpieza, Selección y Clasificación de Frutas y Hortalizas.. Acondicionamiento anterior al empaque: curado, remoción del color verde, desinfección, encerado. Preenfriamiento. Normas de calidad.

TEMA – SECADO Y ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS

JUSTIFICACIÓN

Con el fin de reducir las pérdidas poscosecha de granos y semillas, el ingeniero agrícola debe estar en capacidad de aplicar los fundamentos de la Ingeniería en la conservación de la calidad de estos productos, así como en la selección y utilización de equipos para el manejo poscosecha de los mismos. Este tema proporciona los conocimientos que capacitan al ingeniero agrícola para el diseño, implementación y operación de sistemas de secado, de almacenamiento y de beneficio de granos, así como el de desarrollar tecnologías de acondicionamiento y procesamiento de productos agrícolas.

CONTENIDO

- Estructura y Morfología de los granos, Composición Proximal. Contenido de humedad de productos agrícolas. Tipos de agua contenida en el grano. Relación entre contenido de humedad y materia seca. Métodos de determinación del contenido de humedad. Propiedades físico-mecánicas de los granos. Tamaño, área superficial. Volumen real. Volumen aparente. Densidad. Peso hectolítrico. Porosidad. Pérdida de carga, velocidad terminal, coeficiente de fricción. Angulo de reposo.
- Análisis de calidad física de granos. Definición. Tipos de calidad. Muestreo: Muestreo a granel. Muestreo en sacos. Análisis físico de granos y semillas. Determinación de impurezas o materias extrañas. Normas de calidad.
- Determinación del contenido de humedad de equilibrio. Concepto. Método de determinación. Modelos matemáticos que cuantifican el contenido de humedad de equilibrio.
- Ventiladores y sistemas de ventilación. Ventiladores: Usos y Tipos. Curvas características de los ventiladores. Leyes de similitud. Cálculo de presión y potencia. Pérdidas de presión en un sistema de aireación.
- Secado de productos agrícolas. Importancia. Fundamentos teóricos. Secado en capa delgada. Difusión. Calor latente de vaporización. Secado natural. Secado artificial. Secado estático. Secado dinámico. Consumo de Energía durante el proceso de secado.
- Equipos para manejo y beneficio de granos y semillas. Principios de desplazamiento de materiales. Categorización de equipos y dispositivos de transporte. Transportador de banda. Transportador de cangilones. Transportador de cadena. Transportador de tornillo sinfín. Transportador neumático. Otros tipos de transportadores.
- Almacenamiento de granos. Importancia. Operaciones previas al almacenamiento. Sistemas y estructuras de almacenamiento. Respiración de granos almacenados. Deterioro en conservación de granos. Aireación de granos almacenados. Dimensionamiento de un sistema de aireación de granos. Control preventivo de plagas en granos almacenados.

SUBÁREA DE MAQUINARIA AGRÍCOLA, MECANIZACIÓN Y FUENTES DE POTENCIA

OBJETIVO GENERAL

Aportar al estudiante de Ingeniería Agrícola los conocimientos, métodos y destrezas técnicas que lo capaciten para el diseño, evaluación, administración y operación de máquinas e implementos utilizados en la producción, manipuleo, almacenamiento y procesamiento primario de productos agropecuarios.

TEMA - ELEMENTOS DE MÁQUINAS

JUSTIFICACIÓN

Las máquinas e implementos agrícolas son las herramientas modernas para alcanzar buenos niveles de productividad en el sector agropecuario, tanto a nivel de producción como a nivel de manejo poscosecha e industrialización de los productos. Por esta razón, el ingeniero agrícola deberá poseer la capacidad de identificar los diferentes tipos de elementos que componen una máquina y de elaborar procedimientos de cálculo y diseño de los elementos más comunes que se encuentran en máquinas agrícolas; igualmente, deberá seleccionar apropiadamente elementos de máquinas en general y aquellos elementos típicos de las máquinas agrícolas en particular.

CONTENIDO

- Fundamentos del diseño de elementos de máquinas. Importancia del diseño de elementos de máquinas. Relación con el diseño de maquinaria agrícola. Pautas para el diseño y desarrollo de máquinas agrícolas. Análisis de esfuerzos y deformaciones. Estudio de los esfuerzos desarrollados en elementos de máquinas. Tensión, torsión, corte, flexión. Esfuerzos combinados. Análisis de deformaciones.
- Materiales. Propiedades mecánicas relevantes de los materiales usados en elementos de máquinas. Normalización de aceros. Fundiciones. Otros materiales. Resistencia de elementos mecánicos. Teorías de falla. Concentración de esfuerzos. Fatiga. Diseño de elementos de máquinas bajo la acción de cargas dinámicas. Factores de diseño. Resistencia. Coeficiente de seguridad. Funcionalidad. Costo. Otros.
- Uniones con tornillos y remaches. Nociones generales. Roscas normalizadas. Procedimientos de diseño: uniones a tracción, uniones sometidas a cizallamiento. Uniones soldadas. Nociones generales. Procedimiento de cálculo. Resistencia de las uniones soldadas.
- Ejes. Construcciones. Cargas. Procedimientos de diseño. Cálculo por resistencia mecánica. Cálculo por rigidez. Nociones de vibración en ejes. Rodamientos (contacto rodante). Nociones generales. Construcciones. Selección y cálculo de rodamientos.
- Transmisiones de potencia. Nociones básicas. Tipos de transmisiones. Criterios de selección. Transmisiones por correa. Nociones generales. Fundamentos teóricos. Correas planas. Correas en V (trapezoidales). Cálculo. Transmisiones por cadena. Nociones generales. Fundamentos teóricos. Cadena de rodillos. Cálculo. Transmisiones por engranajes. Nociones generales. Fundamentos teóricos. Cálculo de engranajes: Cilíndricos rectos, Helicoidales, Hipoidales, Cónicos y de tornillo sin fin.

TEMA – FUENTES DE POTENCIA Y DE ENERGÍA

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero agrícola deberá estar en capacidad de analizar y seleccionar alternativas de fuentes de potencia a ser utilizadas en los procesos de producción agropecuarios, específicamente entre potencia humana, tiro animal y máquinas accionadas por motores de combustión interna. Igualmente deberá estar familiarizado con el uso del tractor como fuente de potencia en los procesos de mecanización del agro colombiano y conocer los principios termodinámicos de los motores de combustión interna y algunas características de diseño y funcionamiento de los mismos. Un elemento fundamental que está directamente relacionado con la sostenibilidad de los sistemas agropecuarios, es buscar nuevas fuentes de energía, las cuales deben ser identificadas y conocidas por el ingeniero agrícola, tales como: energía solar, energía hidráulica, energía eólica y en general las fuentes no convencionales de energía para su aplicación en el agro.

CONTENIDO

- La mecanización agrícola en Colombia. Características de la mecanización agrícola para el pequeño productor. El hombre como fuente de potencia en la agricultura, Eficiencia térmica, Aspectos fisiológicos, Programación de labores mediante jornales en la producción de cultivos.
- Potencia animal. Conceptos generales. Animales de tiro. Capacidad de trabajo de los animales de tiro. Eficiencia Térmica. Aperos. Algunos implementos de tracción animal.
- El tractor agrícola. Generalidades. Requerimientos operacionales. Tipos y características. Potencia en el tractor, barra de tiro, TDF, sistema hidráulico; desarrollo de fórmulas para el cálculo de potencia. Pruebas de Nebraska para tractores. Pruebas de tractores en condiciones de campo. Concepto de tracción, condiciones de operación de los dispositivos de tracción. Ecuación de Coulomb. Resistencia al rodamiento. Tractores de llantas y orugas. Capacidad de campo y sus factores. Eficiencia, factores y relación con el Rendimiento.
- Sistemas de transmisión de potencia. Embragues. Transmisiones mecánicas. Cajas de cambios. Transmisiones hidrostáticas e hidrodinámicas. Diferencial y mandos finales. Toma de fuerza. Sistemas hidráulicos. Enganche de tres puntos y sus controles. Componentes hidráulicos.
- Pruebas de tractores. Prueba de potencia medida a través de toma de fuerza. Curvas características de motores de tractores. Pruebas de tiro y tracción en campo. Modelos de tracción. Llantas agrícolas. Selección de llantas y lastrado. Programas de cálculo de tracción.
- Fuentes no convencionales de energía para el agro colombiano. Motores eléctricos. Uso de energías eólica e hidráulica.

TEMA – MÁQUINAS AGRÍCOLAS Y MECANIZACIÓN

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero agrícola debe tener los criterios para analizar el funcionamiento de los implementos agrícolas, las fuerzas y esfuerzos que actúan sobre ellos, su ajuste y calibración, para que conozca su acción en las principales labores del campo y los factores más importantes que influyen en las mismas.

CONTENIDO

- Labranza Primaria. Funciones, tipos de arados y características operacionales. Efecto del arado sobre el suelo, fuerzas sobre el arado y requerimientos de potencia. Enganches y ajustes del arado. Tipos comerciales de arados en el país.
- Labranza Secundaria. Funciones e importancia. Tipos de rastrillos y su estructura mecánica y operacional, reacciones y fuerzas, ajustes. Rodillos compactadores.
- Siembra y labores culturales. Clasificación de sembradoras y sistemas de siembra. Mecanismos básicos de las sembradoras, sus calibraciones y ajustes. Equipos para cultivada, su operación y ajustes. Equipos para fertilización. Equipos de aspersión terrestre, uso, elementos funcionales, calibración y ajuste. Equipo de cosecha, unidades básicas de una combinada, flujo del material, pérdidas de grano y ajustes de la máquina, condiciones de cosecha.
- Principios de selección y administración de máquinas agrícolas. Rendimiento de potencia, de campo, de operario. Análisis de costos, registros y toma de decisiones para selección de maquinaria.

SUBÁREA DE CONSTRUCCIONES AGROPECUARIAS

OBJETIVO GENERAL

Aportar al estudiante de Ingeniería Agrícola los conocimientos, métodos y destrezas técnicas que lo capaciten para el diseño de estructuras y construcciones agropecuarias, utilizadas para la producción y para el manejo poscosecha de los productos agrícolas, de tal manera que sean eficientes, seguros, económicos y de aplicación en los diferentes tipos de agroindustrias.

TEMA – ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS

JUSTIFICACIÓN

La fundamentación básica para el diseño de estructuras agropecuarias en Ingeniería Agrícola, consiste en identificar y resolver los problemas que se presentan en el análisis de los modelos de las estructuras. Para ello el estudiante de Ingeniería Agrícola debe familiarizarse con los tipos de estructuras, sus apoyos y las cargas que actúan sobre ellas, así como con el cálculo de los esfuerzos y deformaciones que se presentan en las estructuras más comunes, para lo cual se capacitará, además, en la fundamentación y manejo de los programas de computador para análisis de estructuras.

CONTENIDO

- Definición de análisis estructural y de estructura. Tipos de estructuras, apoyos y cargas. Cargas derivadas de productos agrícolas. Clases de fallas estructurales. Códigos de construcción. Etapas en el desarrollo de un proyecto.
- Estabilidad y determinación. El concepto de estabilidad y grado de indeterminación estática. Indeterminación cinemática.
- Carga unitaria. Deformación y trabajo virtuales. Derivación del método de la carga unitaria en axial y flexión. Aplicación del método en cerchas, vigas y pórticos. Generalización del método a estructuras con cortante y torsión.

- Pendiente-deflexión. Momento de empotramiento. Derivación de la relación básica. Procedimiento de aplicación del método. Ejemplos de vigas continuas. Ejemplos de pórticos indeterminados con barras ortogonales e inclinadas. Adaptación del método en asentamientos diferenciales.
- Método de las fuerzas: Derivación del método, aplicación a vigas y pórticos, expresión matricial. Método matricial de la rigidez: Derivación del método, matrices de rigidez de un elemento de pórtico, cercha y viga planos, rotación de coordenadas, procedimiento de aplicación del método.

TEMA – ESTRUCTURAS AGRÍCOLAS

JUSTIFICACIÓN

Muchos de los sistemas de producción agropecuaria requieren de una infraestructura física, que está directamente relacionada con la eficiencia que se alcance de los sistemas productivos, representada fundamentalmente en la productividad. Para lograr estructuras rurales que cumplan con los requerimientos básicos, el ingeniero agrícola aplicará las normas de diseño de estructuras en concreto armado, precisando la normatividad que en el campo de la construcción existe en Colombia. Para el diseño el ingeniero agrícola se vale de sus conocimientos en el manejo de programas de computador específicos para Este tema.

CONTENIDO

- Análisis y evaluación de fuerzas sísmicas. Criterios de la Norma de Diseño y Construcción Sismo-resistente. Comparación con el CCCSR.
- Diseño de elementos a flexión en concreto armado. Diseño de vigas en concreto armado a flexión. Esfuerzo cortante. Distribución de aceros. Diseño de losas macizas armadas en una dirección. Diseño de losas aligeradas y vigas T.
- Diseño de columnas en concreto armado. Columnas de sección rectangular y circular con carga axial y excéntrica. Determinación de los diagramas de interacción P vs M. Cálculo de secciones.
- Diseño de cimentaciones superficiales. Obtención de la capacidad portante del suelo. Cimentaciones aisladas para columnas. Cimentaciones cuadradas y rectangulares. Cimentaciones para muros. Distribución de aceros.
- Diseño de muros de contención. Muros de gravedad en concreto ciclópeo. Chequeo de estabilidad. Muros en voladizo en concreto armado. Chequeo de estabilidad y diseño estructural. Distribución de aceros.
- Diseño de estructuras de uno y dos pisos. Muros de carga, divisorios, confinado, transversales. Criterios constructivos y ejemplos de aplicación al seguir la NSR-98.
- Interpretación de planos. Características generales, modelos de presentación en diseño estructural, unificación de criterios.

- **TENDENCIAS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS AGRÍCOLAS EN COLOMBIA**

La Ingeniería Agrícola aplica las ciencias físicas y matemáticas al sector agropecuario, con el apoyo de los principios de las ciencias biológicas; esto significa que está estrechamente ligada con todas las actividades encaminadas a generar la infraestructura necesaria para la optimización de la producción y el manejo de los productos agrícolas.

Vale la pena mencionar que en algunos departamentos de Ingeniería Agrícola de universidades extranjeras, están promoviendo la creación de carreras con énfasis en sistemas biológicos, en donde el componente ambiental juega un papel preponderante.

La práctica de la Ingeniería Agrícola se ve cada día más ligada a la informática y a la electrónica, situación que hace necesario adquirir destrezas y habilidades especiales para afrontar con idoneidad estos retos. Esto significa además que en el futuro el profesional deberá poseer mayor capacidad de análisis y síntesis para la interpretación de resultados y generación de alternativas de igual solución, al igual que realizar una permanente actualización a través de publicaciones, asociaciones científicas, redes y cursos de educación continuada.

El ingeniero agrícola del futuro debe adquirir habilidades en el manejo del hardware y muy eficientemente en el Software relacionado con su actividad profesional.

Se puede establecer que los alcances en el futuro de la Ingeniería Agrícola se centran en la obtención de desarrollos tecnológicos para la producción agrícola, mediante reconversiones de energía y bajo un manejo eficiente y sostenible.

Para la modernización del agro colombiano se necesita de políticas económicas de clara concepción social, acompañadas de un aporte importante de tecnología en diferentes escalas que van desde el mejoramiento de la agricultura artesanal, para la mayor parte de las áreas del país en las que poco ha llegado el desarrollo, hasta la tecnología de “punta” para las actividades orientadas a la exportación, como la producción azucarera, la floricultura, el cultivo de la palma africana y en importantes sectores cafeteros.

La preocupación por la necesidad de preservar el ambiente, de incorporar los criterios de sostenibilidad y de generar soluciones con producciones limpias, en todo proceso en que la ingeniería se vea comprometida, será la constante que impere en este siglo. Programas que no entren en esta cultura, quedarán rezagados y, por qué no decirlo, aislados, descontextualizados y condenados a desaparecer.

Según Rafael L. Bras, del M.I.T., las industrias que ignoren y se comporten irresponsablemente con el ambiente, no serán competitivas ni podrán mercadear sus productos en una nueva generación que no tolerará el daño ambiental.

La Ingeniería Agrícola debe jugar un importante papel en estos procesos de modernización del campo, por su compromiso con el país y por su capacidad para encontrar soluciones creativas a los problemas que se presentan en los diferentes entornos económicos y sociales.

El análisis de los problemas del campo, simples y complejos, y su solución requieren cada vez más las nuevas herramientas que han surgido con los recientes desarrollos de “software y hardware”; microcontroladores de muy bajo precio, con gran capacidad para censar y para controlar procesos, con lo cual los futuros profesionales podrán optimizar los diversos sistemas de producción.

En la formación del futuro profesional se deberán considerar los principales componentes del universo en el cual se espera que aporte: en lo social, lo económico lo tecnológico y lo ambiental, con proyección mundial, dinámico y flexible para que se adapte rápidamente tanto a la evolución de su entorno local como internacional.

Se debe tener en cuenta que los alcances en el futuro de la Ingeniería Agrícola se centran en el mejoramiento de los actuales sistemas de producción agrícola en un ambiente de eficiencia y de

sostenibilidad.

Adicionalmente el ingeniero agrícola estará incidiendo en las siguientes áreas:

BIOTECNOLOGÍA. Esta área se vislumbra como un campo en el cual el ingeniero agrícola deberá actuar dentro de una caracterización interdisciplinaria; incidirá sobre muchos procesos de poscosecha y agroindustriales en productos fundamentales para el desarrollo económico del país, en donde el componente ambiental será uno de los aspectos de mayor importancia.

TRATAMIENTO DE RESIDUOS CONTAMINANTES. En la mayoría de los procesos de procesamiento de productos agrícolas éste es uno de los principales elementos para el manejo de los sistemas de producción; allí la Ingeniería Agrícola deberá contribuir con sus aportes tecnológicos a controlar y minimizar la contaminación. Un caso importante de contribución de los Ingenieros agrícolas es el beneficio ecológico del café, el cual consiste en reducir al máximo el uso del agua para obtener el café pergamino seco, en donde se elimina una gran carga de contaminantes que antes era vertida a las fuentes de agua.

AUTOMATIZACIÓN Y ROBÓTICA. En varias de las actividades en las que estará interactuando el ingeniero agrícola se destacan los sistemas y procesos controlados por microprocesadores y principios automatizados en el manejo del agua, de la maquinaria, agroindustria, etc. Se insiste en la labor interdisciplinaria que estaría desempeñando en la cual incidirá tanto en el desarrollo del software como del hardware necesarios para el avance de herramientas rápidas y confiables que le permiten introducir valor agregado a los productos que genere.

Lo anterior requiere un conocimiento y un manejo calificado y competitivo en la computación, la informática y la electrónica.

Los sistemas robotizados estarán a la orden del día para todos los procesos de producción agrícola, en donde desde la concepción de la maquinaria agrícola hasta su mantenimiento deberá responder eficientemente.

Finalmente, el esquema esbozado tiene en mente una visión prospectiva de la agricultura competitiva en los mercados nacionales e internacionales; sin embargo, no se debe descuidar la acción sobre las actividades agrícolas de los pequeños agricultores, en donde la Ingeniería Agrícola deberá crear, adaptar y transferir la tecnología antes descrita para contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los agricultores.

DEFINICIÓN DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

El objetivo de la Ingeniería Agrícola es la generación y aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos de la ingeniería a la producción agropecuaria y otros biosistemas orientados a las áreas de adecuación de tierras, maquinaria agrícola, manejo de recursos hídricos, construcciones rurales, poscosecha y procesamiento de productos agropecuarios, con criterios de sostenibilidad y competitividad.

La Organización Internacional del Trabajo – OIT, adscrita a las Naciones Unidas, según la clasificación de ocupaciones, ubica al ingeniero agrícola en el grupo de “Arquitectos, Ingenieros y Técnicos asimilados” y lo define como “el profesional que estudia y recomienda la aplicación de las técnicas de Ingeniería a la solución de los problemas que plantea la agricultura; proyecta, planea y vigila la construcción de maquinaria y de equipos agrícolas para cultivar, fumigar y cosechar; estudia las condiciones ambientales; diseña y construye instalaciones agropecuarias, los sistemas de riego, drenaje y de regulación de aguas; realiza estudios y trabajos relacionados con el manejo de productos agrícolas y plantas de beneficio y de transformación de los productos del suelo; desarrolla proyectos de investigación y de planeación; asesora en asuntos relacionados con la Ingeniería Agrícola”.

Según Ospina (1989), la Ingeniería Agrícola es la rama de la ingeniería orientada a dar respuesta a los problemas que plantea la agricultura moderna, mediante la aplicación de los principios de las ciencias naturales y las matemáticas, procurando la conservación y el aumento del potencial del

suelo, la producción de alimentos de calidad, el mantenimiento del medio ambiente y la dignificación del hombre rural.

PERFIL DEL PROFESIONAL

El ingeniero agrícola es un profesional con la capacidad de correlacionar los fundamentos de la ingeniería para dar soluciones técnico-económicas óptimas y de acuerdo con las necesidades del sector agropecuario; posee la preparación teórico-práctica que le proporciona los principios técnicos y científicos para su desempeño acertado en la investigación, consultoría, interventoría, dirección y administración de las actividades y proyecto de la ingeniería en el sector agropecuario, con criterio de sostenibilidad.

PERFIL OCUPACIONAL

El ingeniero agrícola está preparado para desempeñar las siguientes actividades:

INGENIERÍA DE RECURSOS DE AGUA Y SUELO

Este campo comprende el diseño, construcción, operación de obras y desarrollo de tecnologías, tendientes a regular el complejo agua-suelo-planta -ambiente -, buscando crear las condiciones óptimas y sostenibles para la producción agropecuaria. Incluye:

- Sistema de riego y drenaje.
- Manejo y conservación de suelos.
- Utilización de aguas subterráneas.
- Aprovechamiento del recurso agua a nivel predial.
- Obras complementarias.

INGENIERÍA DE POSCOSECHA DE PROCESOS AGRÍCOLAS

Comprende la aplicación de los fundamentos de la transferencia de calor y masa y los principios biológicos al manejo, aprovechamiento y conservación de los productos agropecuarios, desde la recolección hasta su transformación o consumo final. Comprende:

- Sistema de recolección y acondicionamiento de productos agrícolas.
- Manejo y conservación de productos perecederos.
- Manejo, secado y almacenamiento de productos agropecuarios.
- Aprovechamiento de residuos y desechos agropecuarios.
- Beneficio y transformación primaria de productos agrícolas en la agroindustria.

MAQUINARIA AGRÍCOLA, MECANIZACIÓN Y FUENTES DE POTENCIA

Se refiere a la selección, diseño, construcción, evaluación, administración, operación y mantenimiento de las máquinas e implementos utilizados en las explotaciones agropecuarias y de producción, recolección y manejo poscosecha de productos agrícolas. Entre las actividades a desarrollar se tienen:

- Diseño de máquinas e implementos agrícolas.
- Evaluación y adaptación de equipos agrícolas y agroindustriales.
- Administración y utilización de máquinas agrícolas.
- Selección y comercialización de maquinaria agrícola.
- Fuentes de energía y su uso racional

CONSTRUCCIONES AGROPECUARIAS

Tiene como propósito aplicar los fundamentos de la ingeniería a las construcciones agropecuarias bajo dos criterios: estructural y ambiental. Comprende las siguientes actividades:

- Diseño y construcción de obras de infraestructura para el manejo de aguas y conservación de suelos, explotaciones agropecuarias, plantas de beneficio y de transformación y conservación de productos agrícolas.
- Dirección, ejecución e interventoría de obras de infraestructura para el sector agropecuario.
- Participación y ejecución de estudios de impacto ambiental
- Participación en estudios de ordenamiento territorial

CONTENIDO PROGRAMÁTICO QUE RECOMIENDA AGREGAR

CONTENIDO PROGRAMÁTICO QUE RECOMIENDA SUPRIMIR

COMPETENCIA DEL INGENIERO AGRÍCOLA ASOCIADAS A SUS DIFERENTES ÁREAS DE FORMACIÓN

INGENIERÍA DE ALIMENTOS

- **CONTENIDOS BÁSICOS DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS**

ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA

SUBÁREA INTERDISCIPLINARIA

OBJETIVO GENERAL

El área Interdisciplinaria tiene como objetivo familiarizar al estudiante de Ingeniería Agrícola con conocimientos y metodologías pertenecientes a áreas que no corresponden al campo de acción directo del ingeniero agrícola, pero que resultan indispensables para el ejercicio adecuado de su profesión, como son la Computación, el Análisis Numérico, la Programación Lineal y la Topografía. Estos conocimientos resultan fundamentales para que el ingeniero agrícola pueda interpretar la tecnología incorporada en las máquinas, equipos y procesos actuales, así como lograr su aplicación eficiente en el diseño, implementación y mantenimiento de nuevas tecnologías y procesos. Así mismo, esta formación le facilitará al futuro ingeniero agrícola el trabajo interdisciplinario con profesionales de otras ramas de la Ingeniería.

TEMA - PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero de alimentos emplea los conceptos básicos de estadística y probabilidad para propuestas de técnicas y métodos de análisis en el diseño de experimentos que desarrolla durante su formación y ejercicio profesional para la investigación de fenómenos ingenieriles y desarrollo de nuevos productos alimentarios.

CONTENIDO

- Estadística descriptiva
- Distribuciones de probabilidades de variables discretas y continuas
- Análisis de varianza
- Diferentes diseños experimentales
- Validez del diseño experimental

SUBÁREA DE FENÓMENOS DE TRANSPORTE Y TERMODINÁMICA

OBJETIVO GENERAL

Comprender los conceptos que explican las propiedades termodinámicas de los diferentes estados de la materia, así como las leyes y los comportamientos de los fenómenos en que intervienen cantidad de movimiento, transferencia de calor y masa.

TEMA - BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero de alimentos aplica la Ley de la Conservación de la materia y de la energía, para cuantificarlas durante los diferentes procesamientos alimentarios tanto físicos como químicos.

CONTENIDO

- Ley de la Conservación
- Balance de materia de procesos físicos
- Balance de materia de procesos químicos
- Clases de energía. Sistemas abierto y cerrado
- Balance de energía de procesos físicos
- Balance de energía de procesos químicos
- Psicrometría
- Balances de materia y energía combinados en el procesamiento de alimentos

TEMA - MECÁNICA DE FLUIDOS

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero de alimentos aplica los conceptos, principios y modelos matemáticos de la mecánica de fluidos para explicar el comportamiento de los fluidos, así como la selección de equipos que los emplean en los procesos alimentarios.

CONTENIDO

- Propiedades de los fluidos. Fluidos newtonianos y no newtonianos
- Estática de fluidos. Equilibrio hidrostático
- Dinámica de fluidos. Balance de materia y energía. Pérdidas energéticas en tuberías y accesorios. Medición de caudal en tuberías
- Reología
- Dimensionamiento de equipos que manejan fluidos

TEMA - TRANSFERENCIA DE CALOR

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero de alimentos maneja los conceptos de la transferencia de calor en los diferentes estados de la materia, y la aplica en los diseños de equipos que la emplean para optimizar este recurso energético, con las explicaciones de los mecanismos en que se efectúa la transferencia con las leyes que rigen el flujo de calor.

CONTENIDO

- Flujo de calor. Coeficientes de transferencia de calor
- Conducción. Ley de Fourier. Estado estacionario y no estacionario
- Convección forzada y natural
- Radiación
- Dimensionamiento de equipos que manejan intercambio de calor

TEMA - TRANSFERENCIA DE MASA

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero de alimentos conoce los mecanismos que explican la transferencia de masa a escala molecular para diferentes operaciones unitarias de los procesos alimentarios, así como los equipos que se requieren en éste manejo.

CONTENIDO

- Ley de Fick. Coeficientes de transferencia de masa
- Extracción líquido-líquido y sólido-líquido
- Destilación
- Sistemas con membranas
- Cristalización
- Permeabilidad de empaques
- Dimensionamiento de equipos que manejan transferencia de masa

TEMA - MANEJO DE SÓLIDOS

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero de alimentos explica y aplica los conceptos del comportamiento del manejo de los sólidos tanto en reposo como en movimiento en los diferentes procesos alimentarios con los equipos que los emplean.

CONTENIDO

- Propiedades de los sólidos como partículas y como masa
- Sólidos en reposo. Almacenamiento
- Reducción de tamaño de partícula. Clasificación de partículas
- Transporte de sólidos
- Mezcla de sólidos y pastas
- Fluidización de sólidos. Separaciones de fluidos y sólidos

- Dimensionamiento de equipos que manejan sólidos

TEMA – TERMODINÁMICA

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero de alimentos adquiere los conocimientos de las leyes que rigen la termodinámica para explicar los procesos de transformación térmica donde intervienen los fluidos como medio de dicha transformación, así como los diagramas de las propiedades termodinámicas de estos cambios.

CONTENIDO

- Sistemas y entorno
- Estado termodinámico
- Propiedades termodinámicas de sustancias puras
- Primera Ley para sistemas cerrados. Primera Ley para el volumen de control
- Segunda Ley. Ciclo de Carnot
- Entropía
- Diagramas de propiedades termodinámicas

ÁREA DE INGENIERÍA APLICADA

SUBÁREA DE OPERACIONES DE CONSERVACIÓN

OBJETIVO GENERAL

Determinar y explicar el comportamiento de las variables que intervienen en los diferentes métodos de conservación de alimentos, así como los equipos y recursos necesarios para este fin durante el manejo de los mismos en la cadena industrial.

TEMA - MANEJO POSCOSECHA

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero de alimentos requiere el conocimiento de los principios básicos que regulan el comportamiento de los productos perecederos y no perecederos, y la manera de conservar su calidad integral después de cosechados para prolongar la vida de los mismos.

CONTENIDO

- Importancia de la cadena agroindustrial
- Diferencias entre productos perecederos y no perecederos
- Fenómeno de la respiración. Fenómeno de la transpiración
- Productos climatéricos y no climatéricos
- Grados de madurez. Cambios físicos, químicos, organolépticos y sensoriales
- Sistemas de manejo poscosecha. Atmósferas controladas y modificadas

TEMA – TRATAMIENTOS CON BAJAS TEMPERATURAS

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero de alimentos explica los mecanismos de los tratamientos con bajas temperaturas de los alimentos, las ventajas y desventajas de estos sistemas de conservación, para inhibir la proliferación de microorganismos, las reacciones enzimáticas y de oxidación en los alimentos, y así lograr una conservación que permita un almacenamiento duradero.

CONTENIDO

- Refrigerantes. Propiedades termodinámicas
- Ciclos de refrigeración. Diagramas de presión-entalpía
- Efecto neto de refrigeración. Toneladas de refrigeración
- Congelación de sistemas directos e indirectos
- Propiedades de los alimentos congelados. Alteraciones de los alimentos congelados
- Ecuaciones de cálculos de tiempo de congelación. Ecuación de Planck. Velocidad de

congelación

- Dimensionamiento de equipos empleados para la refrigeración y la congelación

TEMA – TRATAMIENTO CON ALTAS TEMPERATURAS

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero de alimentos maneja operaciones de conservación con el empleo de altas temperaturas para reducir el contenido de agua que permita estabilizar los cambios microbiológicos y las reacciones químicas que deterioran los alimentos, y a la vez aumentar la vida útil de los mismos.

CONTENIDO

- Actividad acuosa
- Clases de humedades. Curvas de velocidad de deshidratación
- Evaporación de circulación natural y forzada
- Evaporación de una etapa y de múltiples etapas
- Pasteurización, escaldado y esterilización
- Transferencias de calor y de masa
- Dimensionamiento de equipos empleados en el tratamiento de altas temperaturas

SUBAREA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

OBJETIVO GENERAL

Conocer los fundamentos del manejo de las diferentes industrias alimentarias para integrar la ciencia de alimentos y los principios de ingeniería, que conduzcan a propuestas de industrialización con tecnología avanzada en las instalaciones.

TEMA - QUIMICA DE ALIMENTOS

JUSTIFICACION

El ingeniero de alimentos explica las interacciones de los componentes de los alimentos entre ellos y el medio ambiente durante el procesamiento y almacenamiento con base en los conocimientos básicos de la química.

CONTENIDO

- Deterioro de los alimentos por el agua. Papel de la actividad acuosa
- Reacciones químicas de las proteínas, lípidos y carbohidratos
- Aspectos nutricionales
- Enzimas

- Aditivos y auxiliares tecnológicos

TEMA - MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS

JUSTIFICACION

El ingeniero de alimentos conceptúa a nivel teórico y práctico las actividades benéficas y perjudiciales de los microorganismos para aplicarlos en la garantía de calidad e inocuidad de alimentos.

CONTENIDO

- Clases de microorganismos en la industria alimentaria
- Indicadores de contaminación microbiana
- Alteraciones microbianas
- Procesos fermentativos
- Enfermedades de origen alimentario
- Higiene y desinfección

TEMA - SISTEMAS DE CALIDAD

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero de alimentos conoce y aplica los sistemas integrales de calidad en las diferentes industrias alimentarias para asegurar la inocuidad de los productos y a la vez garantizar el cumplimiento de la normatividad establecida al respecto por organismos nacionales e internacionales.

CONTENIDO

- Gestión de la calidad
- Buenas prácticas de manufactura (BPM)
- Análisis de riesgos e identificación de puntos críticos de control (HACCP)
- Gestión de certificación (ISO 9000)

TEMA - PROCESOS ALIMENTARIOS

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero de alimentos conoce el manejo y los fundamentos de los diferentes procesos alimentarios donde se procesan varias fuentes de alimentos agrícolas y pecuarios a través de las operaciones unitarias estudiadas en la ingeniería básica.

CONTENIDO

- Operaciones características en la elaboración de productos cárnicos. Controles a las materias primas, a las materias procesadas y a los productos terminados
- Operaciones características en la elaboración de productos lácteos. Controles a las materias primas, a las materias procesadas y a los productos terminados
- Operaciones características en la elaboración de productos de frutas y hortalizas. Controles a las materias primas, a las materias procesadas y a los productos terminados

TEMA - MAQUINARIA

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero de alimentos conoce los principios básicos del manejo de las maquinas o equipos propios de las diferentes industrias alimentarias para plantear propuestas de industrialización con diferentes fuentes de alimentos.

CONTENIDO

- Maquinaria y equipos para plantas cárnicas. Variables que intervienen en el funcionamiento y en el procesamiento
- Maquinaria y equipos para plantas lácteas. Variables que intervienen en el funcionamiento y en el procesamiento
- Maquinaria y equipos para plantas de frutas y hortalizas. Variables que intervienen en el funcionamiento y en el procesamiento

TEMA - DISEÑO DE PLANTA

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero de alimentos emplea los conceptos básicos de distribución de instalaciones para plantas de producción de productos alimentarios, así como los factores que afectan dicho diseño.

CONTENIDO

- Métodos de distribución de planta
- Factores que influyen en el diseño de planta: materiales, maquinarias, diseño de puestos de trabajo, almacenamientos, áreas de producción y administrativas, circulación, servicios, legislación ambiental y alimentaria

- **TENDENCIAS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS DE ALIMENTOS EN COLOMBIA**

El desarrollo de la agricultura y de la agroindustria alimentaria en el país está influenciado por muchos factores de orden nacional e internacional, que a su vez influyen en los componentes de los programas académicos de las distintas carreras relacionadas con esos sectores, los más importantes en la economía del país.

Por lo tanto, la formación de los profesionales es un proceso dinámico que debe incorporar paulatinamente los progresos que se generan internacionalmente, sin dejar de lado la situación de estos sectores en el país.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, se describen a continuación algunas de las áreas en que debe hacerse énfasis en la educación de los futuros ingenieros de alimentos:

Los estudiantes deben conocer las implicaciones que tienen los cambios en la economía mundial, tales como la apertura económica, la globalización de los mercados, los conceptos de productividad y competitividad y la armonización de la legislación de alimentos, entre otros.

El fin primordial de la agroindustria alimentaria es garantizar la seguridad alimentaria de la población. En Colombia, grandes sectores de población, especialmente los grupos vulnerables, presentan altas deficiencias nutricionales por consumo insuficiente de alimentos, como son la desnutrición infantil y las deficiencias de micro nutrientes. La industria de alimentos tiene la responsabilidad de producir alimentos sanos, nutritivos y a precios accesibles para la población.

La inocuidad de los alimentos está tomando una importancia mayor cada día, pues la protección de la salud de la población es un factor crítico. Por lo tanto es necesario implementar sistemas de buenas prácticas de manufactura, de calidad, de detección de los microorganismos y de los medios para eliminar y controlar estos agentes nocivos en los procesos de manufactura de alimentos.

La biotecnología contribuye al aumento de la productividad, calidad nutricional y características funcionales de los alimentos. Sin embargo todavía se requiere investigar y entender el potencial que tiene para aumentar el suministro de alimentos sanos.

Las pérdidas poscosecha son muy grandes en el país. Los ingenieros de alimentos pueden contribuir con sus conocimientos en ciencia e ingeniería a reducir estas pérdidas. El efecto final es tener un mayor suministro de alimentos con mejor calidad.

Nuevas tecnologías. Por muchos factores de carácter social y político, Colombia se encuentra atrasado con respecto a países similares en la producción y la industrialización de alimentos. Con pocas excepciones, no se han introducido nuevas tecnologías de manejo y procesamiento de alimentos. Sin embargo, los progresos en la ciencia e ingeniería de alimentos deben ser incorporados en las distintas asignaturas de los planes de estudio, para preparar al estudiante en estos nuevos conocimientos, aunque su aplicación en el país no se esté realizando todavía. Los conceptos más importantes son los siguientes:

- Preservación de alimentos por tratamientos térmicos no convencionales: calentamiento ohmico, por microondas y por rayos infrarrojos.
- Preservación de alimentos por tratamientos no térmicos: altas presiones hidrostáticas, irradiación, pulsos eléctricos, pulsos intensos de luz.
- Tecnología de barreras.
- Extracción con líquidos supercríticos.
- Conservación de alimentos: atmósferas controladas y modificadas, alimentos mínimamente procesados.
- Tecnologías de fabricación: extrusión, emulsificación.

- Reología y fluidos no newtonianos.
- Desarrollo de productos a partir de la relación dieta–nutrición–enfermedad, alimentos funcionales.
- Nuevos ingredientes y aditivos.
- Sistemas de calidad: análisis de riesgos y control de puntos críticos, buenas prácticas de manufactura, normas ISO.
- Medio ambiente: subproductos del procesamiento de alimentos, efecto de los empaques.

Los componentes del plan básico que se describen a continuación fueron los definidos en el seminario taller por el grupo de representantes de las carreras de Ingeniería de Alimentos.

DEFINICIÓN DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

Por Ingeniería de Alimentos se entiende la disciplina que aplica los principios científicos y de ingeniería al diseño, desarrollo y operación de equipos y procesos para el manejo, transformación, conservación y aprovechamiento integral de las materias primas alimentarias bajo parámetros de calidad, desde el momento de su producción primaria hasta su consumo, sin agotar la base de los recursos naturales ni deteriorar el medio ambiente.

PERFIL PROFESIONAL

Al comprender la alimentación como una de las necesidades básicas del ser humano, el ingeniero de alimentos se prepara académicamente para mejorar la calidad de la alimentación de la comunidad, en el área de influencia de su trabajo. Para lograr este objetivo se prepara en:

El desarrollo de una personalidad integral, autónoma, responsable y crítica, con valores y sentido de pertenencia social.

El conocimiento de las ciencias básicas, la ingeniería y las ciencias de alimentos, lo cual le permite diseñar, adaptar, investigar e innovar en el manejo e industrialización de alimentos.

La interpretación del contexto político, social y económico del país y del mundo, lo cual le permite integrar la problemática del desarrollo agroalimentario del país.

PERFIL OCUPACIONAL

El Ingeniero de Alimentos se ocupa en:

- El diseño y adaptación de procesos productivos en el manejo, almacenamiento, conservación y transformación agroindustrial alimentaria, desde las etapas poscosecha y postsacrificio hasta el consumo final.
- La investigación y desarrollo de procesos y productos del subsector de la industria de alimentos.
- La utilización racional y eficiente de las materias primas (naturales y sintéticas), subproductos y residuos, así como de los recursos renovables y no renovables, para el desarrollo sostenible.
- La gestión de sistemas de calidad en el manejo, producción y comercialización de alimentos.
- La prestación de servicios de asesoría, consultoría y asistencia técnica en el sector agroalimentario.

- El diseño y evaluación de proyectos de desarrollo del área agroindustrial alimentaria.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO QUE RECOMIENDA AGREGAR

CONTENIDO PROGRAMÁTICO QUE RECOMIENDA SUPRIMIR

**COMPETENCIA DEL INGENIERO DE ALIMENTOS ASOCIADAS A SUS DIFERENTES ÁREAS
DE FORMACIÓN**

INGENIERÍA AMBIENTAL

CONTENIDOS BÁSICOS DE LA INGENIERÍA AMBIENTAL

ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA

SUBÁREA DE FLUIDOS Y RECURSOS HIDRÁULICOS

TEMA - MECÁNICA DE FLUIDOS

JUSTIFICACIÓN

Estimar la disponibilidad de los recursos hidráulicos y diseñar obras hidráulicas satisfactorias en términos técnicos, socioeconómicos, estéticos y medioambientales sostenibles. El ingeniero ambiental requiere conocer las propiedades físicas y mecánicas de los fluidos para comprender su comportamiento y para proponer y diseñar soluciones a problemas que se relacionen con los fluidos.

CONTENIDO

- Medio continuo. Ecuaciones constitutivas. Sustancias que se comportan como fluidos.
- Fluidos ideales y fluidos reales. Fluidos newtonianos. Viscosidad y su dependencia de la presión y de la temperatura, reología, viscosímetros.
- Tensión superficial, capilaridad, ángulo de contacto.
- Hipótesis de no deslizamiento, perfiles de velocidad.
- Compresibilidad y elasticidad, densidad relativa o gravedad específica, peso específico. Presión de vapor, cavitación. Gas ideal, ecuación de estado.
- Estática de Fluidos. Variación de la presión: en un fluido incompresible en reposo; con la elevación en un fluido compresible en reposo. Condiciones de la "atmósfera normal". Barómetro de Torricelli, piezómetros, manómetros.
- Fuerza hidrostática sobre superficies sólidas sumergidas en un fluido en reposo, sobre superficies planas, sobre superficies curvas.
- Fuerza de flotación y estabilidad de cuerpos flotantes.
- Tipos de flujo: laminar, turbulento, adiabático, permanente, uniforme, estable, inestable, unidimensional, bidimensional, tridimensional, rotacional, irrotacional.
- Líneas de corriente, de trazador, tubos de corriente, vena fluida.
- Métodos fundamentales de la cinemática aplicados a partículas fluidas: métodos de Euler y Lagrange.
- Concepto de sistemas y volúmenes de control.
- Conservación de la masa. Ecuaciones de continuidad, integral y diferencial para diferentes tipos de flujos y sistemas de coordenadas.
- El medio continuo como campo de flujo. Campo de velocidades, líneas de corriente, líneas de trayectoria y líneas de trazado.

- Balance de fuerzas en un fluido ideal. Ecuaciones de Euler. Integración a lo largo y a través de las líneas de corriente. Ecuación de Bernoulli.
- Balance de fuerzas en un fluido no ideal newtoniano. Ecuaciones de Navier-Stokes.
- Cambio y conservación de la cantidad de movimiento (momentum) lineal y angular en fluidos
- Análisis dimensional y teoría de modelos. Principio de homogeneidad dimensional. Productos adimensionales y su determinación. Teorema de Buckingham. Determinación de las variables que afectan un fenómeno. Teoría de la similitud y análisis de similitud

TEMA - HIDRÁULICA

JUSTIFICACIÓN

Para el correcto manejo del recurso hídrico en cuanto a su distribución, conducción o transporte y disposición, el ingeniero requiere reconocer los diversos elementos que se involucran en un sistema de redes de tuberías o canales para diseñar, evaluar o proponer mejoras respondiendo a las necesidades y respetando las condiciones del medio donde se localicen.

CONTENIDO

- Concepto de viscosidad y sus efectos. Clasificación del flujo según la viscosidad.
- Flujos laminar y turbulento. El experimento de Reynolds, esfuerzos tangenciales generados por el movimiento de los fluidos.
- Generalidades en el estudio de la capa límite. Clasificación del flujo en conductos.
- Flujo confinado: pérdidas de energía. Pérdidas por fricción. Análisis del coeficiente de fricción. Pérdidas locales de energía.
- Análisis y cálculo de sistemas de tuberías: conducto sencillo, en paralelo, redes abiertas y cerradas.
- Flujo libre. Descripción general. Diferencias con flujo confinado. Tipos de flujo según el tiempo y el espacio como criterio. Estado del flujo según el tiempo y el espacio como criterio. Estado del flujo, efectos de la viscosidad y de la gravedad. Regímenes del flujo.
- Propiedades de los canales. Canales naturales y artificiales. Elementos geométricos de las diversas secciones transversales.
- Distribución de velocidades en la sección transversal. Canales anchos. Medición de la velocidad. Coeficientes de distribución de velocidades y su determinación. Distribución de presiones en la sección. Efecto de pendiente y de la curvatura.
- Principio del momentum. Análisis para canal rectangular.
- Diversas situaciones posibles. La función fuerza específica.
- El resalto hidráulico: tipos, características básicas, longitud, localización, perfil. El resalto como disipador y otros usos.
- Flujo crítico. La función energía específica. Descripción general del estado crítico. Controles. Cálculo del flujo crítico. Transiciones graduales lisas.
- Flujo uniforme. Descripción, características y establecimiento. Expresiones para evaluar la velocidad del flujo uniforme. Determinación de la profundidad normal. Análisis de los diversos factores relacionados con el cálculo del flujo uniforme.

- Diseño de canales no erosionables con flujo uniforme: materiales utilizados, velocidades mínima y máxima, alineamiento, pendientes, forma de selección, borde libre. Sección de mayor eficiencia hidráulica.
- Diseño de canales erosionables con flujo uniforme: métodos de diseño, velocidad permisible, fuerza erosiva, máxima fuerza permisible. Sección hidráulicamente estable. Canales con vegetación.
- Flujo gradualmente variado. Hipótesis básicas. Ecuación dinámica del flujo gradualmente variado. Características de los perfiles, clasificación y análisis. Métodos de cálculo de los perfiles: directo por pasos y estándar por pasos. Cálculo de perfiles de flujo variado.

TEMA – HIDROLOGÍA

JUSTIFICACIÓN

Para la evaluación de la disponibilidad del recurso hídrico y la predicción de eventos extremos, el ingeniero ambiental requiere conocer la relación entre los agentes que intervienen en el ciclo hidrológico y evaluar la variabilidad de su magnitud de acuerdo con las condiciones geofísicas y climáticas del sitio, teniendo en cuenta la variación temporal histórica. Adicionalmente, debe estar capacitado para la utilización de diversos métodos de medición y predicción de variables climáticas e hidrológicas.

CONTENIDO

- El ciclo hidrológico en una cuenca. Ciclo hidrológico en un bosque.
- El medio físico de una cuenca: Principales factores del medio que influyen sobre el régimen hidrológico. Parámetros geométricos: Área, longitud, perímetro y ancho. Índices de forma. Parámetros de relieve: Curva hipsométrica, histograma de frecuencias altimétricas. La red de canales en una cuenca: Ordenamiento, número y leyes de Horton, Densidad de drenaje, Características del canal principal. Tipos de cauces y sus características: Rectos, Meandros, Trenzados.
- Evaporación y transpiración: Mecanismos que producen la evaporación. Factores que determinan la tasa de evaporación. Métodos para estimar la tasa de evaporación. Mecanismos que producen la transpiración. Factores que determinan la tasa de transpiración. Medida de transpiración. La evapotranspiración. Evapotranspiración real y potencial. Estimación de la evapotranspiración media en una cuenca. Análisis de la transpiración en coberturas vegetales.
- Precipitación: Definición. Formación de la precipitación. Tipos y formas de precipitación. Aparatos registradores de precipitación. Cálculo de la precipitación media en una cuenca. Polígonos de Thiessen. Isoyetas. Curvas intensidad- frecuencia-duración.
- Relaciones entre precipitación y escorrentía e infiltración: Retención superficial. La infiltración. Estimativo del volumen de escorrentía en una tormenta. Índices de infiltración.
- Hidrogramas de crecientes: Componentes del hidrograma, Separación del flujo base. Relaciones entre hietograma e hidrograma: tiempo de retraso y tiempo de concentración. El hidrograma unitario: Teoría del hidrograma unitario como un sistema lineal, Cálculo del hidrograma unitario de una tormenta, Hidrograma unitario instantáneo, La Curva ó hidrograma en S. Hidrogramas unitarios sintéticos. Estimativo de crecientes a partir del hidrograma unitario.
- La atmósfera: Estabilidad e inestabilidad atmosférica. Inversión térmica.

- Presión atmosférica: Definición. Presiones en el globo terrestre. Ecuación hidrostática. Medición. Presión y altimetría.
- Temperatura: Influencia de la latitud y altitud sobre la temperatura. Procesos adiabáticos. Procesos de mezcla. Variaciones anual y diurna. Mediciones de temperatura: Sensibilidad y precisión de instrumentos. Influencia de corrientes oceánicas. Estabilidad e inestabilidad. Inversión atmosférica.
- Humedad atmosférica: Humedad absoluta y relativa. Temperatura y Psicrometría. Medición. Alteración de la humedad. Medida de flujos. Procesos de formación de nubes, rocío, calima, neblina, niebla, smog.
- Vientos: Características del viento. Principales sistemas de vientos y sistemas de vientos zonales y locales. Influencia de continentes y océanos. Variación con la altitud, corrientes de chorro. El cinturón ecuatorial.
- Efectos climáticos a nivel mundial y local: Cambios climáticos a escalas geológicas e históricas. Evidencias en glaciares y sedimentos. Definición, causas y consecuencias de algunos fenómenos climáticos: Destrucción de la capa de ozono, efecto invernadero, lluvia ácida. Fenómenos de El Niño y la Niña. Impactos de las actividades humanas sobre el clima regional y local.
- Aguas subterráneas: Distribución del agua subterránea. Humedad del suelo-zona intermedia-zona de capilaridad-zona saturada. Consideraciones geológicas, tipos de acuíferos: libres, confinados. Flujo de agua subterránea: Hidrostática, Ley de Darcy, Permeabilidad, Transmisividad.

SUBÁREA DE SUELOS

OBJETIVO

Identificar y evaluar las alteraciones generadas a los suelos, a partir del análisis de sus condiciones iniciales, evaluando los procesos de transformación y degradación, con el fin de realizar diagnósticos ambientales útiles para la conservación y la rehabilitación del recurso suelo de manera que les permita identificar su uso óptimo.

TEMA – GEOLOGÍA

JUSTIFICACIÓN

El Ingeniero Ambiental requiere identificar el origen de la tierra y los elementos que la componen, así como evaluar los diferentes procesos que intervienen en su dinámica. Adicionalmente, debe tener conocimiento de los principios geológicos como instrumentos de trabajo, para la puesta en marcha de diversos proyectos en el campo de la Ingeniería.

CONTENIDO

- La Tierra: Características y rasgos generales. El interior de la tierra, ondas sísmicas, terremotos.
- Mineralogía y Cristalografía: Definición de mineral y cristal. Propiedades físicas de los minerales. Propiedades químicas de los minerales. Clasificación de los minerales.
- Magma: definición, origen y evolución.

- Procesos geomorfológicos internos: vulcanismo, meteorización
- Rocas Ígneas: Estructura, textura, composición química, composición mineralógica y clasificación.
- Metamorfismo: Definición, factores, tipos. Rocas metamórficas: Estructura, textura, composición mineralógica y clasificación.
- Rocas sedimentarias: origen, características, clasificación
- Meteorización: Definición, agentes físicos y químicos, productos.
- Erosión: definición, agentes, tipos (eólica, glacial, actividad erosiva del agua)
- Movimientos en masa: Definición, tipos.
- El tiempo geológico: definición y significado. Tiempo absoluto y tiempo relativo. La escala del tiempo geológico. Fósiles.
- Tectónica: Niveles estructurales y deformaciones asociadas: fallas, pliegues, diaclasas, cizallamiento.
- Deriva Continental: definición, teoría tectónica de placas.
- Procesos geomorfológicos: Remociones de masa, erosión, procesos eólicos, geodinámica interna.

TEMA - FÍSICA Y QUÍMICA DE SUELOS

JUSTIFICACIÓN

El Ingeniero Ambiental debe conocer en forma general los procesos que originan el suelo y afectan su desarrollo. Este conocimiento se logra a través del estudio de las propiedades físicas, químicas, biológicas del recurso, las cuales le permitirán identificar el uso potencial del suelo mediante el diagnóstico de las condiciones actuales de degradación y contaminación.

CONTENIDO

- Origen y formación de los suelos
- Propiedades físicas: textura, estructura, densidad y color. Granulometría, límites de Atterberg e índices de consistencia.
- Propiedades químicas: coloides del suelo, intercambio iónico, saturación de bases, acidez y alcalinidad
- Propiedades biológicas: componentes biológicos del suelo, grupos típicos e importancia, materia orgánica
- El agua en los suelos: Retención y movimientos del agua en los suelos, capilaridad, cohesión aparente, contracción y retracción de los suelos, influencia en las propiedades ingenieriles de los suelos, permeabilidad, concepto de cabeza de elevación, cabeza de presión y cabeza total.

SUBÁREA RECURSOS BIOLÓGICOS

OBJETIVOS

Identificar las principales propiedades estructurales y funcionales de los seres vivos, su evolución, adaptaciones y niveles de organización. Reconocer la importancia que tienen los seres vivos y propender por su conservación y uso sostenible. Aplicar los conceptos fundamentales de la biología a problemas de manejo y gestión ambiental.

TEMA - BIOLOGÍA

JUSTIFICACIÓN

Los recursos biológicos son un componente del medio natural. El conocimiento de los seres vivos y de su interacción con los demás recursos naturales es esencial para el manejo integral y sostenible del medio ambiente, lo cual es el objeto de la Ingeniería Ambiental.

Las actividades humanas causan impactos sobre los seres vivos que afectan significativamente su supervivencia y el sustento básico de la población humana. Por lo tanto, se hace necesario diseñar las estrategias que permitan el uso sostenible y conservación de los recursos biológicos, y que éstos continúen cumpliendo con su función en los sistemas ecológicos naturales y puedan satisfacerse las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

CONTENIDO

- Características de los seres vivos.
- Estructura y función de las diferentes partes de la célula.
- Procesos de transporte de sustancias: difusión, ósmosis, transporte activo, endocitosis, exocitosis.
- Reproducción celular: Mitosis, meiosis. Tipos y características de las células en que se presenta cada uno. Células haploides y diploides.
- Genética: gen, alelos, locus, código genético. Estructura y reproducción del ADN y ARN. Características heredadas y adquiridas. Organismos homocigóticos y heterocigóticos. Fenotipo y Genotipo. Leyes de Mendel, dominancia, codominancia, mutación, interacción genes y ambiente.
- Los cinco reinos vivos: Monera, Fungi, Protista, Plantae y Animalia. Principales características y diferencias entre sí a nivel celular y orgánico. Nutrición: organismos autótrofos y heterótrofos.
- Morfología y anatomía de tallo, raíz y hoja.
- Fisiología vegetal: Transpiración. Transporte de nutrientes. Fotosíntesis. Respiración. Reguladores de crecimiento.
- Características y ciclo de vida de los siguientes grupos vegetales: Briofitas, Plantas vasculares sin semilla, Plantas vasculares con semilla: Gimnospermas, Angiospermas
- Reproducción asexual y sexual de las plantas. Polinización. Fertilización.
- El reino animal: Características generales, morfología, fisiología, metabolismo, comportamiento, evolución, importancia ecológica, estrategias adaptativas, vulnerabilidad, importancia en la salud pública y bioindicadores. Grupos: protozoos, esponjas, cnidarios, anélidos, platelmintos, moluscos, artrópodos equinodermos, peces anfibios, reptiles, aves y mamíferos

TEMA – MICROBIOLOGÍA

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero ambiental requiere identificar y diferenciar los diversos grupos de microorganismos, su morfología, fisiología, cultivo e importancia, así como analizar el metabolismo microbiano y los factores que lo determinan, y aplicar los conceptos y principios de la microbiología en el campo del agua, aire, suelo y la industria.

CONTENIDO

- Morfología de las bacterias: tamaño, forma y agrupación de las células bacterianas.
- Tinción de bacterias: Tinción de Gram, Tinción negativa, Tinción de espora y de cápsula.
- Estructura de la célula bacterial
- Nutrición, metabolismo y reproducción bacterial
- Reproducción de las bacterias.
- Clasificación de las bacterias
- Naturaleza de los virus. Origen. Estructura. Replicación. Clasificación.
- Hongos: Morfología, estructura somática. Reproducción, metabolismo, nutrición, toxinas producidas por los hongos. Clasificación. Condiciones de crecimiento.
- Control de microorganismos: Métodos físicos, químicos, biológicos, genéticos.

TEMA – ECOLOGÍA

JUSTIFICACIÓN

La ecología es el estudio de las relaciones de los seres vivos con su medio ambiente. Las actividades humanas pueden alterar estas relaciones de tal manera que los organismos vivos se vean afectados directa o indirectamente. Por lo tanto, el ingeniero ambiental requiere adquirir un entendimiento de estas relaciones en condiciones naturales, identificar las principales alteraciones a los procesos ecológicos y proponer soluciones a los problemas ambientales locales y globales.

CONTENIDO

- Hábitat y nicho ecológico.
- La Energía en los sistemas ecológicos: Flujo de Energía. Cadenas tróficas. Pirámides ecológicas. Biomasa. Productividad primaria y secundaria.
- Ciclos biogeoquímicos: Ciclo del carbono, nitrógeno, azufre, fósforo. Alteraciones de estos ciclos. Biomagnificación de contaminantes.
- Ecología de las poblaciones: Propiedades: densidad, regulación de la densidad: capacidad de carga. Factores limitantes. Crecimiento de las poblaciones.
- La comunidad ecológica: Interacciones intra e inter específicas: Cambios en las comunidades: Sucesión ecológica.
- Clasificación de ecosistemas. Concepto de bioma. Tipos de biomas: Tundra, taiga, bosque

templado decido, bosque húmedo tropical, bosque decido tropical, praderas, sabanas, desiertos.

- Zonas de vida: Introducción a la clasificación de las zonas de Holdridge; el diagrama de las zonas de vida. Parámetros de clasificación. Determinación de las zonas de vida
- Biología de la conservación: La Biodiversidad: Importancia, Niveles, Procesos que afectan la biodiversidad. Política Nacional de Biodiversidad. Causas directas e indirectas de pérdida de biodiversidad. Estrategias de conservación: Conservación in situ y ex situ.

SUBÁREA INTERDISCIPLINARIA

TEMA - INFORMÁTICA

JUSTIFICACIÓN

El tema informática tiene como fin primordial inducir y orientar los conceptos básicos para el diseño, análisis y ejecución de soluciones lógicas de problemas mediante el manejo de herramientas de usuario final y de programación, los cuales están soportados en los conocimientos básicos de la realización de operaciones lógicas – aritméticas.

CONTENIDO

- Lógica de Programación: Algoritmos
- Herramientas y estructuras de programación: Secuencial, selectiva, Repetitiva (ciclos)
- Estructura general de un programa en Visual Basic
- Arreglos: vectores y matrices
- Procedimientos, funciones y estructura de datos
- Soluciones en Access con Visual Basic e Integridad entre Access y Excel

TEMA - ESTADÍSTICA Y PROBABILIDAD

JUSTIFICACIÓN

Para su actividad profesional, y especialmente para labores de investigación, el ingeniero ambiental debe estar en capacidad de manejar y hacer el análisis de diferentes tipos de datos, inferir comportamientos futuros de las variables a partir de la información que posea, entender el concepto de probabilidad y efectuar cálculos sencillos al respecto; distinguir las variables aleatorias, discretas y continuas; aplicar los conceptos de inferencia, regresión y muestreo en problemas asociados a la Ingeniería Ambiental.

CONTENIDO

- Tipos de variables, series estadísticas, distribución de frecuencias, representación gráfica.
- Representación de datos estadísticos: medidas de tendencia central; promedios, propiedades, interpretación; medidas de posición (mediana, media, moda).
- Medidas de dispersión: varianza, desviación típica.
- Introducción a las probabilidades: cálculo combinatorio (permutaciones y combinaciones), medida de probabilidad.
- Variables aleatorias: variable aleatoria discreta, función de probabilidad y función de distribución; distribución binomial, variable aleatoria continua, función de densidad, valor esperado; distribución normal.
- Regresión y correlación. Conceptos básicos.
- Nociones de muestreo.

TEMA – TOPOGRAFÍA

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero Ambiental requiere una correcta y precisa modelación de la superficie del terreno a partir de la información topográfica para diseñar, analizar y construir los proyectos de infraestructura en los cuales participa.

CONTENIDO

- Tipos de levantamientos
- Registros de campo
- Teoría del error y las mediciones
- Medición de distancias
- Instrumentos electrónicos de medida
- Ángulos, rumbos y azimut
- Poligonales
- Determinación de áreas
- Nivelación: teoría, métodos y equipo
- Levantamientos altiplanimétricos
- Cálculo de volúmenes
- Nociones de fotogrametría
- Sistemas de localización satelital

TEMA – FOTOINTERPRETACIÓN

JUSTIFICACIÓN

Para que el Ingeniero Ambiental pueda participar en los diferentes proyectos de infraestructura, es necesario que pueda manejar la información a escalas diferentes de acuerdo a los objetivos del proyecto. Para tener una visión general de las zonas de obras, o para programas de conservación de recursos es necesario que el ingeniero sepa interpretar una de las herramientas más comunes para esta profesión como son las fotografías aéreas.

CONTENIDO

- Elementos geométricos de la fotografía aérea
- Escala de la fotografía aérea
- Métodos para cambiar la escala
- Calculo de áreas
- Definición y principios básicos de la fotointerpretación
- Identificación de patrones aplicados a los siguientes dimensiones: física, hidrológica, biótica, usos del suelo, social

ÁREA DE INGENIERÍA APLICADA

SUBÁREA DE DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

OBJETIVO GENERAL

Obtener los conocimientos, métodos y destrezas técnicas que lo capaciten para la caracterización, diagnóstico y evaluación de los parámetros que indican la calidad ambiental. Estos parámetros se requieren en el diseño sistemas de prevención y control de la contaminación y en los planes de monitoreo.

TEMA - QUÍMICA AMBIENTAL

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero ambiental requiere disponer de las herramientas que le permitan adoptar criterios en la elección e interpretación de los análisis químicos cualitativos y cuantitativos necesarios en el diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental. En la química ambiental se dan a conocer los métodos más comunes de análisis de la calidad del agua y de gases en la atmósfera, y se brindan los elementos requeridos para su adecuada interpretación y aplicación, considerando las limitaciones y las precauciones a tenerse en cuenta en dichos análisis.

CONTENIDO

- Análisis gravimétrico: métodos de precipitación y volatilización; cálculos en el análisis gravimétrico, factor gravimétrico.
- Análisis volumétrico: titulación, análisis volumétrico directo e indirecto, punto final y punto de equivalencia; curva de pH en titulaciones. Análisis instrumental, electrogravimetría, electrólisis, método potenciométrico, titulaciones conductímetras, métodos colométricos, polarografía, titulaciones aperométricas, métodos ópticos de análisis, calorimetría de Dubosc, Hellige y otros análisis por absorción y emisión de energía radiante, fotometría de llama, espectroscopía de haz simple, doble, óptica de los espectroscopios, espectrometría de absorción atómica.
- Métodos de análisis físicos del agua: color, conductividad, sólidos (totales, volátiles, fijos, suspendidos, disueltos, sedimentables), turbiedad (método nefelométrico UNT, método visual UJT)
- Método de análisis de metales en el agua: análisis de cromo, dureza (total, cálcica), hierro, manganeso, mercurio, plomo, metales pesados.
- Análisis de componentes inorgánicos no-metálicos en el agua, acidez, alcalinidad, cloruros, cloro residual, demanda de cloro, cloro necesario, fluoruros, nitrógeno (amoniacal, nitratos, nitritos, orgánico), oxígeno disuelto OD (método yodométrico, método del electrodo de membrana), sílice, sulfatos, fósforo y fosfatos.
- Análisis de constituyentes orgánicos, aceites y grasas; DBO (demanda biológica de oxígeno), DQO (demanda química de oxígeno) fenoles, surfactantes, pesticidas, detergentes.
- Análisis de gases: colección y confinamiento, efectos de presión, temperatura y humedad relativa; métodos de análisis: análisis de contaminantes sólidos o gaseosos en el aire; equipos usados: metanómetro, aparato de Orsat, tablas de color de humo.

- Material particulado en la atmósfera, aerosol, polvo niebla, CO, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno en la atmósfera, ozono en la atmósfera, ácido clorhídrico, hidrocarburos, determinación, técnicas de control.

TEMA - CALIDAD DE AGUAS

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero ambiental requiere comprender los parámetros y métodos de análisis que determinan la calidad del agua, en tal forma que permita realizar una interpretación adecuada de resultados, como base para el planteamiento de sistemas de tratamiento del agua. Igualmente debe conocer las técnicas de muestreo y de modelación matemática que permitan entender los cambios la calidad del agua en los sistemas acuáticos por causas naturales y antrópicas.

CONTENIDO

- Propiedades del agua.
- Clasificación: agua cruda, agua potable, agua residual.
- Parámetros físicos: turbiedad, sólidos, sabor, olor, temperatura, color.
- Parámetros químicos: pH, alcalinidad, detergentes, conductividad, DBO, nutrientes, compuestos orgánicos
- Parámetros biológicos
- Usos y criterios de calidad del agua: Criterios de calidad para aguas de drenaje, irrigación, consumo humano.
- Normas de calidad para diferentes usos
- Índices de calidad del agua: Índices de calidad con base en las características físicas y químicas del agua.
- Bioindicadores: índices de diversidad, índice BMWP
- Muestreo de aguas: Tipos de muestras (instantánea, compuesta). Formas de muestreo (manual, automático). Frecuencia. Identificación de las muestras. Manejo de las muestras. Preservación. Equipos de muestreo. Ubicación de las estaciones de muestreo.
- Cálculo de cargas contaminantes. Trazadores.
- Análisis de datos de calidad del agua: Distribuciones. Intervalos de confianza. Correlación.
- Comportamiento de las sustancias químicas (contaminantes) en el medio acuático
- Balance de masa. Movimiento de las sustancias químicas en el agua (advección, dispersión, reacciones, sumideros). Ecuación general de balance de masa.
- Estratificación: Importancia de la estratificación. El concepto de estratificación. Métodos para predecir la estratificación.
- Eutroficación: Generalidades. Nutrientes y eutrofia. Clasificación de los estados tróficos. Efectos de la eutroficación. El concepto de nutrientes disponibles.

TEMA - CALIDAD DEL AIRE

JUSTIFICACIÓN:

El ingeniero ambiental requiere identificar las fuentes, tipos y efectos de los diferentes contaminantes atmosféricos, así como los factores que influyen en su transporte, de manera que les permita entender los procesos de monitoreo y analizar los datos obtenidos.

CONTENIDO

- Caracterización de contaminantes: Tipos: Primarios y secundarios. Identificación de fuentes: Fuentes fijas y fuentes móviles. Efectos en el ambiente
- Transporte y Dispersión. Modelos de dispersión. Estabilidad atmosférica y su estimación. Coeficientes de dispersión. Elevación y forma de plumas.
- Monitoreo de Contaminantes
- Técnicas de muestreo: aproximación estequiométrica, muestreo isocinético, impingers, impactadores de cascada, muestreador en chimenea, medidores High – vol, PM – 10, opacímetros. Muestreadores de gases.
- Contaminación por Ruido: Física del sonido. Evaluación del sonido. Métodos de predicción de ruido.
- Contaminación por Olores: Naturaleza del olor. Características del olfato. Límites de tolerancia de olores ofensivos. Efectos en el ambiente. Métodos de medición: Medición estática. Medición dinámica. Adsorción por medio de carbón activado.
- Decretos 02 de 1982 y 948 de 1995.

SUBÁREA DE DISEÑO TÉCNICO

OBJETIVO

Evaluar, modelar y plantear programas de manejo y uso de los recursos naturales tendientes a la prevención de la contaminación, así como diseñar sistemas de tratamiento y control, a través del estudio de los parámetros físicos, químicos y biológicos de cada uno de ellos y de la oferta que presentan en el medio.

De igual forma se pretende identificar los problemas de degradaciones en los ecosistemas, generados por la disposición de residuos, así como establecer medidas de manejo, tratamiento y programas de manejo integral de los residuos generados tanto por las ciudades como por las industrias.

TEMA - TRATAMIENTO DE AGUAS

JUSTIFICACIÓN

El Ingeniero Ambiental requiere evaluar y modelar la calidad y cantidad del agua, para diseñar sistemas de tratamiento tanto de aguas potables como residuales domésticas e industriales, que le permitan tener un manejo integral del recurso agua en el contexto del medio ambiente.

CONTENIDO

- Procesos de potabilización del agua.
- Coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección
- Tratamientos preliminares y primarios
- Tratamientos biológicos
- Manejo, tratamiento y disposición de lodos.
- Reactores. Diseño, operación y control
- Procesos físico – químicos

TEMA - CONTROL DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

JUSTIFICACIÓN

El Ingeniero Ambiental en el desempeño de su profesión debe analizar los métodos más usados para la prevención y el control de la contaminación atmosférica, tanto en ambientes abiertos como cerrados; igualmente debe realizar diseños técnicos de obras que le permitan la prevención, el control y manejo integral del recurso, identificando las ventajas, limitaciones y costos de cada uno de ellos.

CONTENIDO

- Medidas preventivas.
- Control de la contaminación por material particulado.
- Control de la contaminación por gases.
- Control de la contaminación por ruido.
- Control de la contaminación por olores
- Aspectos legislativos
- Planes de contingencia.

TEMA - GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero ambiental requiere conocer la composición y las fuentes de los desechos sólidos, y disponer de las herramientas para formular planes de manejo integral con el fin de que los residuos causen el menor impacto sobre el ambiente. Es necesario que disponga de los elementos básicos para el diseño de los diferentes métodos de disposición final de los desechos sólidos, y adicionalmente describir los mecanismos de degradación y recuperación de suelos contaminados.

El suelo como componente fundamental del medio ambiente, hace parte del objeto de estudio del Ingeniero Ambiental, el cual debe identificar y evaluar las alteraciones generadas a los suelos, a partir del análisis de sus condiciones iniciales, así como evaluar los procesos de transformación, y degradación de residuos, con el fin de realizar diagnósticos ambientales y diseños técnicos de obras que le permitan el manejo integral de los residuos sólidos y la conservación del recurso suelo, el

ecosistema y por tanto el medio ambiente.

CONTENIDO

- Alteraciones de suelos por contaminaciones químicas
- Análisis de los residuos sólidos como posibles contaminantes en el suelo (Generación, manejo y disposiciones)
- Rellenos sanitarios como sistemas de tratamiento y disposición final técnica de disposición de los residuos sólidos en un relleno sanitario.
- Manejos de residuos sólidos especiales
- Aspectos legales de la gestión integral de los residuos sólidos.
- Bases de gestión y valorización
- Evaluación de residuos
- Tecnologías de valorización

SUBÁREA GESTIÓN AMBIENTAL

OBJETIVO

Planear, implementar y revisar programas de manejo ambiental enfocados al cumplimiento de la normatividad colombiana o de los sistemas de gestión voluntarios, nacionales o internacionales, para la adecuada prevención y control de los impactos ambientales ocasionados sobre la comunidad y los recursos naturales por la ejecución de obras civiles y el desarrollo de procesos industriales.

A nivel nacional e internacional, existen mecanismos para la gestión ambiental de impactos ambientales, algunos son de obligatorio cumplimiento y están normatizados, otros son voluntarios, pero la presión de la sociedad y el mercado los hacen necesarios para la ejecución de las actividades de desarrollo. El Ingeniero Ambiental debe planear, implementar y revisar de manera integral estos mecanismos para un adecuada prevención y control de los posibles impactos generados.

Surge la necesidad de que el Ingeniero Ambiental, planee, implemente y revise de manera integral mecanismos obligatorios establecidos por la legislación colombiana o voluntarios, nacionales o internacionales, para el adecuado manejo de los posibles impactos generados por las actividades antrópicas, sobre la comunidad y los recursos naturales.

TEMA - EVALUACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL

JUSTIFICACIÓN

Es necesario que el Ingeniero Ambiental adquiera las herramientas conceptuales, analíticas y operativas para diseñar, ejecutar y supervisar la gestión ambiental en proyectos de desarrollo. Esto le permitirá identificar y evaluar los impactos ambientales de diversos proyectos y actividades humanas y diseñar las medidas de gestión requeridas para la prevención, mitigación, corrección y compensación de dichos impactos.

CONTENIDO

- La gestión ambiental en proyectos de desarrollo: Interacción proyecto ambiente, impactos ambientales y la lógica de su gestión. Tipología ambiental de proyectos, concentrados y lineales, ciclo técnico – ambiental en cada uno.

- Dimensiones analíticas del impacto ambiental: Concepto de dimensión analítica, modelo matricial. Análisis de cada elemento de la matriz.
- Estructura y contenido de los estudios: Análisis de cada elemento de restricciones ambientales para proyectos lineales y concentrados, diagnóstico ambiental de alternativas (D.A.A), estudio de impacto ambiental (E.I.A).
- Plan de manejo ambiental: Estructura y contenido en las diferentes etapas del proyecto (construcción, operación, desmantelamiento).
- Planes de monitoreo
- Costos de gestión ambiental: El concepto de costo ambiental: impactos, valoración, costos de gestión. Tipos de costos de gestión: preventivos, mitigación, reposición, compensación. Estimación de costos de gestión.
- Planes de contingencia: Tipos de contingencias: ambientales, operacionales y de seguridad. Diseño de planes de contingencia: Determinación de riesgos y vulnerabilidad.

TEMA - SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero ambiental requiere adquirir y aplicar las herramientas necesarias para la evaluación de los procesos y actividades realizadas en las empresas con el fin de verificar que se cumpla las normas legales vigentes y así garantizar la adecuada calidad ambiental del medio.

CONTENIDO

- Sistema de gestión ambiental (SGA): Ciclo de la gestión ambiental. Definición de políticas. Establecimiento de protocolos. Delimitación de funciones.
- Políticas ambientales: Políticas ambientales Corporativas, estatales e internacionales. Normas ISO serie 14000, normas ICONTEC
- Monitorías: Definición. Importancia. Periodicidad. Selección de parámetros. Condiciones normales y de emergencia.
- Auditorías: Aspectos generales: Definición, objetivos e importancia de las auditorías ambientales. Tipos de auditorías: Auditorías corporativas y auditorías de planta. Fases de la auditoría: Preparación y planificación de la auditoría, ejecución: balance de materia, conocimiento del entorno, medidas de parámetros ambientales, síntesis y evaluación de los datos, dictamen final.

TEMA - LEGISLACIÓN AMBIENTAL

JUSTIFICACIÓN

Comprende los principios básicos, las normas legales colombianas y los tratados internacionales más importantes relacionados con la preservación y mejoramiento del medio ambiente. El ingeniero ambiental requiere analizar y comprender el marco jurídico, político e institucional de la gestión ambiental y sus perspectivas de desarrollo, así como conocer y aplicar las normas constitucionales y legales que regulan los aspectos ambientales en Colombia

CONTENIDO

- Jerarquía de las normas e interpretación
- Normatividad Ambiental: Principios constitucionales. Principios legales.
- Sistema nacional ambiental: Entidades administradoras del ambiente. Recursos para el ambiente. La licencia ambiental. Contratación Administrativa.
- Recurso Agua: Normas reguladoras. Concesiones. Vertimientos. Propietarios riberaños. Potabilización.
- Recurso Aire: Emisiones atmosféricas. Ruido
- Recurso Suelo: Vegetación predios rurales. Áreas de manejo especial. Cuencas hidrográficas. Zonas de reserva agrícola
- Desechos Sólidos
- Flora y Fauna: Sistema de Parques Nacionales. Fauna silvestre
- Legislación Especial: Minería. Sector Eléctrico. Sector Petrolero
- Ley de Ordenamiento Territorial
- Ley de Reforma Urbana
- Mecanismos de participación ciudadana
- Mecanismos judiciales de protección del ambiente: Delitos ambientales. Acción de tutela. Acciones de grupo. Acciones populares. Acciones de cumplimiento. Acciones de responsabilidad civil. Acciones de nulidad. Procesos Sancionatorios.
- Tratados internacionales

• **TENDENCIAS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS AMBIENTALES**

Las acciones y programas que se encuentren dentro de la estrategia de una nación para el mejoramiento y cuidado del medio ambiente deben ser el punto de partida para generar, adaptar y modernizar los procesos de educación y formación en el área ambiental. Estas estrategias combinadas con la regulación, normatividad y tendencias tecnológicas, tanto a nivel nacional como internacionales, proporcionan los escenarios de acción que deben ocupar los profesionales del área ambiental.

El cuidado del ambiente tiene propósitos claros para cada país y éstos se definen de acuerdo a los recursos naturales disponibles, a su actividad productiva y a su actividad humana y/o social, entre otros. Algunos de estos programas son:

- Protección de ecosistemas estratégicos
- Mejor agua
- Mares limpios
- Más bosques
- Mejores ciudades y poblaciones
- Producción limpia

A continuación se resumirán algunos de los conceptos claves que se deben considerar para establecer la visión de la educación ambiental en Colombia y que son parte de la base de las estrategias para el mejoramiento ambiental.

REGULACIÓN NACIONAL

Existe en Colombia una política macro que ha definido las líneas gruesas de la temática ambiental en todos los contextos, política que debe ser precisada e implementada en todos los niveles educativos y en todos los ámbitos del desempeño de la ingeniería.

La regulación ambiental de un país debe considerar la utilización de una amplia gama de instrumentos de política disponibles en la legislación y las instituciones vigentes aprovechando de la mejor manera las características de aplicación, alcance, eficiencia y costo-efectividad de cada instrumento. En el caso de la regulación directa de la industria se necesita ir más allá de la visión segmentada de las diferentes instancias de regulación de agua, aire y suelo, incrementado la eficiencia administrativa y enfocando la transferencia de contaminantes y de impactos ambientales de un medio a otro.

Para proteger el medio ambiente las autoridades o los organismos encargados han establecido límites a las concentraciones de contaminantes que pueden ser emitidos por las industrias.

Estos límites pueden variar de país a país o pueden depender de la zona donde se encuentra la industria; pero no consideran la situación económica ni las características tecnológicas de las diferentes actividades industriales.

Para realizar y aprobar una legislación se debe contar con el concepto de profesionales que puedan realizar el análisis del costo beneficio de las acciones que abordaría la empresa para reducir la contaminación y cumplir con los límites. Si esto realiza las industrias terminarán por construir plantas de tratamiento de efluentes ya aprobadas que aseguren el cumplimiento de la legislación sin medir costos, afectando la competitividad ambiental de las empresas.

Un elemento adicional que refuerza la posibilidad de desarrollar este enfoque se encuentra en las

propuestas que se orientan a favor de incorporar consideraciones ambientales en la planeación industrial. Es importante reconocer el interés creciente de industrias por generar acciones de protección ambiental y vincularse con las comunidades donde se establecen a través del cuidado del ambiente.

La protección del ambiente ya no es vista como una obligación y un costo que puede afectar la competitividad de la empresa, sino que cada vez más parece como una oportunidad de mejorar la eficiencia productiva. Las empresas involucran cada vez más dentro de su imagen corporativa los esfuerzos realizados para proteger el ambiente.

El Sistema Nacional Ambiental es un intento de hacer coherente todo el esfuerzo que desde diversas instituciones y desde la misma comunidad se viene haciendo para el desarrollo sostenible.

NORMAS ISO 14000

Los procesos de normalización internacionales son las manifestaciones sociales de cambios culturales en el terreno del comercio y de la tecnología; esta dimensión, a veces olvidada, de los acuerdos promovidos por organizaciones como la International Organization for Standardization debe ser considerada como tendencia futura en el escenario colombiano.

Las normas de la Serie ISO 9000 se están abriendo camino, más lento de lo esperado en Colombia, pero están llevando con ellas la cultura de la ISO 14000 y de las ISO 18000.

Sin embargo, la generalización de los usos de estas normas está condicionado por imperativos de naturaleza distinta a los puramente culturales; por ejemplo, la inserción del país al comercio internacional, las estrategias de comunicación y de la difusión a la sociedad con su conjunto, la capacidad económica para hacer las reconversiones necesarias en los productos y en los procesos y la adecuación, cuando sea el caso, de la reglamentación nacional para ponerse a tono con estas nuevas exigencias.

Una buena estrategia de largo plazo para la difusión de estos postulados ha de ser apoyarse en los grupos que ya han aceptado las normas ISO 9000 y los grupos existentes de gestión de calidad y aseguramiento de calidad.

En el terreno de la formación, por lo tanto, unos procesos de educación en calidad están estrechamente relacionado con la educación en los temas ambientales e incluso, para agregar otro más, con los temas del comercio internacional.

No entrar en la comunidad normalizada en el terreno de la calidad o de lo ambiental tendrá para nuestros países en desarrollo un gran impacto, económico negativo por las restricciones que estos requerimientos imponen al comercio internacional.

La política de compras de un país puede ayudar también a la adopción de políticas ambientales en las empresas productoras de bienes y servicios o consumidoras.

RESPONSABILIDAD INTEGRAL

La responsabilidad integral es un proceso voluntario de autogestión con base en el mejoramiento continuo del desempeño en:

- Seguridad industrial
- Salud ocupacional
- Protección ambiental

Es decir, pretende salvaguardar a los empleados, la comunidad y el ambiente. Es aplicable a cualquier proceso de producción. Es un compromiso empresarial públicamente adoptado mediante políticas empresariales que son puestas en práctica al interior de la empresa mediante lineamientos estructurados, que son los frentes de acción en los que trabaja activamente la organización.

El concepto básico de Responsible Care fue concebido en 1984 por la Asociación Canadiense de la Industria Química y con el tiempo diferentes compañías propiciaron su adopción interesante para industria. Hoy en día existen 42 países del mundo que impulsan la iniciativa de Responsabilidad Integral adaptada a las condiciones específicas de su propia cultura pero siguiendo una línea compuesta por los elementos fundamentales y los compromisos de integridad y coherencia.

En Colombia la ANDI, ACOPLASTICOS y el Consejo Colombiano de Seguridad, constituyeron un convenio por medio del cual son responsables de la coordinación y desarrollo de Responsabilidad Integral en Colombia. Bajo el nombre de Responsabilidad Integral (R.I.) se adoptaron para Colombia los elementos y estructura de Responsible Care haciendo su lanzamiento formal en 1994.

PRODUCCIÓN LIMPIA

El desarrollo de la conciencia ambiental por parte de los consumidores ha creado las bases para una demanda de bienes industriales producidos de manera cada vez más limpia. Esto se traduce en la creación de estándares de calidad y sistemas de reconocimiento de productos y procesos, el tiempo que se le otorga a la prevención de la contaminación un papel impulsor de ventajas competitivas. Por lo general la producción más limpia suele traducirse en ahorros significativos en cuanto al uso de energía, recursos naturales e insumos intermedios. De esta manera un número creciente de empresas y de países buscan ahora establecer sistemas de gestión ambiental y, en general, incorporara variables ambientales dentro de los esquemas administrativos internos de la planta productiva.

“La UNEP (United Nations Environment Program)”, define producción más limpia como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada, en los procesos productivos, los productos y los servicios para reducir los riesgos relevantes a los humanos y al medio ambiente.

En el caso de los procesos productivos se orienta hacia la conservación de materias primas y energía, la eliminación de materias primas tóxica, y la reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones contaminantes y los desechos. En el caso de los productos se orienta hacia la reducción de los impactos negativos que acompañan el ciclo de vida del producto, desde la extracción de materias primas hasta su disposición final. En los servicios se orienta hacia la incorporación de la dimensión ambiental, tanto en el diseño como en la prestación de los mismos.

El énfasis no se coloca solamente en lo que debe hacerse con los residuos o las emisiones, después de que éstas se han producido; una de las metas de la producción limpia es evitar la producción de desperdicios y minimizar el uso de materias primas y de energía, como la forma más rentable de un proceso, dado determinado nivel de dominio tecnológico que sobre él se posea.

OBJETIVOS DE LA POLÍTICA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

La política de producción más limpia tiene como objetivo fundamental impedir o minimizar, de la manera más eficiente, los riesgos a corto, mediano y largo plazo para los seres humanos y el medio ambiente que generen las actividades productivas, contribuyeron a la protección ambiental eficaz y al crecimiento económico, sobre la concepción de que se trata de un propósito permanente y de largo plazo; consiste en introducir la dimensión ambiental en todas sus actividades, de forma que mejore su gestión empresarial y amplíen sus posibilidades de desarrollo.

Los objetivos específicos de la política de producción más limpia son los siguientes:

- Integrar y articular la política de producción más limpia con las demás políticas gubernamentales, especialmente las de desarrollo y educación.
- Fortalecer y mejorar la capacidad institucional para el desarrollo e implementación de la política de producción más limpia.

Establecer un sistema de calidad ambiental en Colombia que permita:

- Obtener información primaria sobre calidad ambiental en el país diseñado e implementando una red de monitoreo de calidad ambiental a nivel nacional, determinando el estado actual de generación de residuos y emisiones en los sectores productivos.
- Definir las prioridades ambientales de intervención.
- Establecer metas y objetivos de calidad ambiental.
- Diseñar y establecer indicadores de calidad ambiental.
- Revisar y formular la normatividad ambiental.
- Mejorar el sistema de seguimiento de la calidad ambiental.
- Diseñar y operar bases de datos sobre tecnologías más limpias.
- Fomentar la investigación básica y aplicada, en todas las áreas relacionadas con los temas de producción más limpia.
- Generar mecanismo de cooperación internacional.
- Formular e implementar instrumentos económicos.
- Promover las prácticas empresariales de autogestión y autorregulación.
- Establecer un sistema de evaluación y seguimiento de los avances y resultados de la política nacional de producción más limpia.

ECOEFICIENCIA

Se entiende por ecoeficiencia aquellas acciones encaminadas a cerrar el ciclo del producto, optimando económica, científica, social y técnicamente el uso de recursos naturales en un ambiente sano y seguro.

Elementos de responsabilidad integral a los que contribuirán los profesionales formados en procesos limpios:

- Desarrollar, fabricar y comercializar productos o sustancias de forma tal que puedan ser manufacturados, transportados, usados y dispuestos en forma segura.
- Dar prioridad a las consideraciones sobre salud, seguridad y ambiente en la planeación de los productos y procesos nuevos y existentes.
- Asesorar a los clientes respecto a la seguridad en el uso, transporte y disposición de productos y sustancias químicas.

- Operar las plantas e instalaciones de manera que se preserve el ambiente la salud y la seguridad de los empleados y el público, y hacer uso eficiente de los recursos naturales.
- Extender el conocimiento mediante la realización o el apoyo de investigaciones acerca de los efectos sobre la salud, la seguridad y el ambiente de los productos, sustancias químicas, procesos y materiales de desecho.
- Hacer auto evaluaciones, calificar su avance, definir metas y gestiones para mejorar su desempeño ambiental.

CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO

La comunidad en general cada día toma más conciencia de que el consumo de productos manufacturados y/o de servicios, al igual que las actividades diarias de la sociedad, producen nocivos en los recursos naturales y el medio ambiente. Estos efectos provienen de cada una de las diferentes etapas que conforman el ciclo de vida de un producto, el cual comprende:

- Adquisición y acopio de materias primas.
- Fabricación de bienes intermedios
- Fabricación del producto
- Distribución y mercadeo
- Utilización del bien por parte del cliente o de la sociedad
- Tratamiento como residuo

Considerando que los gobiernos y en general las comunidades internacionales han intensificado el desarrollo y la aplicación de métodos para identificar y reducir los efectos ambientales, surge entre otros conceptos el de Análisis de ciclo de vida (LCA, Life Cycle Assessment)

El LCA, es una metodología compuesta por un conjunto de principios sistemáticos que compila y examina todas las entradas y salidas de materia y energía asociados a un producto, con el propósito de evaluar la calidad ambiental del producto (o servicio) y los impactos ambientales asociados al mismo, al fin de tomar decisiones que estén orientadas hacia la mejora potencial de cada etapa del ciclo de su vida. Tradicionalmente se consideraban sólo los impactos ambientales causados durante su fabricación o manufactura.

DEFINICIÓN DE INGENIERO AMBIENTAL

Un ingeniero ambiental diseña e implementa tecnologías para disminuir la contaminación y minimizar el impacto de la actividad humana en el ambiente. El objetivo de la ingeniería ambiental debe estar centrado en la formación de recursos humanos que, con un profundo dominio del conocimiento científico y tecnológico, sean capaces de identificar, comprender y proponer alternativas de solución a los problemas ambientales relacionados con el desarrollo de la sociedad. El ingeniero ambiental debe buscar el equilibrio de la interrelación entre los factores ambientales para lograr un desarrollo sostenible.

La ingeniería ambiental es una actividad multidisciplinaria; sus profesionales deben estar en capacidad de trabajar estrechamente con otros especialistas de diferentes disciplinas, como biólogo, economista, sociólogos, abogados, planeadores urbanos y regionales, entres otros; para que en conjunto realicen un papel fundamental en la definición, diseño y ejecución del desarrollo sostenible de un país, una ciudad o una región.

PERFIL PROFESIONAL

Es un profesional formado con visión integral, con capacidad de identificar, comprender y proponer alternativas de solución a problemas medio-ambientales, empleando conocimientos científicos y tecnológicos, buscando el desarrollo sostenible en beneficio del hombre optimizando procesos y minimizando costos.

PERFIL OCUPACIONAL

Los conocimientos, habilidades y destrezas de un ingeniero ambiental están relacionados con:

- Diseño, construcción, y operación de plantas de potabilización y acueductos.
- Diseño, construcción y operación de sistemas de tratamiento de aguas residuales y alcantarillados.
- Diseño de programas y planes de manejo de problemas sanitarios y ambientales.
- Diseño de estudios de impacto ambiental.
- Diseño de sistemas de recolección, transporte y disposición de residuos sólidos.
- Asesoría y consultoría medioambiental.
- Diseño, construcción y operación de sistemas de contaminación atmosférica, auditiva y visual.
- Diseño e implantación de tecnologías limpias.
- Diseño e implantación de gestión ambiental.
- Participación en la elaboración de planes de ordenamiento y desarrollo municipal.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO QUE RECOMIENDA AGREGAR

CONTENIDO PROGRAMÁTICO QUE RECOMIENDA SUPRIMIR

COMPETENCIA DEL INGENIERO AMBIENTAL ASOCIADAS A SUS DIFERENTES ÁREAS DE FORMACIÓN

INGENIERÍA CIVIL

- **CONTENIDOS BÁSICOS DE LA INGENIERÍA CIVIL**

ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA

SUBÁREA DE MECÁNICA

OBJETIVO GENERAL

La mecánica se ocupa de la evaluación de las reacciones y de sus efectos, en dominios materiales diversos sometidos a las acciones provocadas por fuerzas de campo y otras sollicitaciones en sus contornos. Cuando se mencionan las reacciones se hace referencia a las “fuerzas” internas que se desarrollan dentro de los dominios materiales, sólidos por ejemplo, como producto de las acciones a que están sometidos. Los efectos de estas reacciones incluyen los desplazamientos y su variación con el tiempo, las deformaciones que no son otra cosa que la variación espacial de los desplazamientos, y el colapso o falla que se presenta cuando las reacciones igualan a la resistencia de los materiales.

La mecánica se puede dividir en tres grandes categorías: la Mecánica de los Cuerpos Rígidos o Indeformables, la Mecánica de los Sólidos Deformables y la Mecánica de los Fluidos. Estas dos últimas categorías se funden, normalmente, en la disciplina conocida como Mecánica del Medio Continuo.

El estudio de muchos elementos discretos, o de conjuntos de tales elementos, requiere de un análisis simplificado de la mecánica del continuo conocido como Resistencia de Materiales.

Aún más, en ingeniería civil cuando se trata de estudiar los suelos y las rocas se debe recurrir a la mecánica de los materiales particulados y multifase y a la mecánica de los medios discontinuos respectivamente. No obstante, las primeras aproximaciones se suelen basar en la mecánica del medio continuo. Por ello, en estas especificaciones esas disciplinas se mantendrán dentro de la mecánica del medio continuo.

En ingeniería civil, a pesar de la existencia de teorías más modernas como la mecánica relativista y mecánica cuántica, la mecánica Newtoniana sigue siendo la base de las ciencias de ingeniería.

En el diseño de obras y de estructuras, el ingeniero civil debe hacer un análisis de las deformaciones para impedir que se sobrepasen ciertos límites permisibles, y debe garantizar que esas obras y estructuras no puedan alcanzar la condición de colapso bajo las sollicitaciones a que se verán sometidas. De ahí la importancia del estudio de la mecánica en los programas curriculares de la profesión.

TEMA - MECÁNICA DE CUERPOS RÍGIDOS

JUSTIFICACIÓN

La Mecánica de los Cuerpos Indeformables se ocupa tanto del equilibrio estático, o Estática, como del movimiento –cinemática- y de la vibración, o Dinámica, de los cuerpos indeformables. En algunas ocasiones los análisis se hacen para masas concentradas en un punto.

TEMA - ESTÁTICA

JUSTIFICACIÓN

La Estática trata de los cuerpos en reposo y se fundamenta, especialmente, en la Primera ley de Newton.

CONTENIDO

- Estática de Partículas
- Fuerzas Equivalentes y Equilibrio de Cuerpos Rígidos
- Centroides, Centros de Gravedad y Momentos de Inercia para el estudio de fuerzas distribuidas
- Análisis de estructuras sencillas
- Análisis de vigas
- Análisis de cables
- Fricción y Método del Trabajo Virtual

TEMA - DINÁMICA

JUSTIFICACIÓN

La Dinámica de los cuerpos indeformables se basa principalmente en la segunda ley de Newton. Trata del movimiento de los cuerpos rígidos cuando no hay equilibrio estático entre las acciones y las reacciones; es decir, cuando existe una aceleración actuante neta. En otras palabras, trata de la cinemática y de la vibración de los cuerpos, amortiguada o no, como producto de cargas o desplazamientos instantáneos y de las acciones vibratorias.

CONTENIDO

- Cinemática de partículas en una y dos direcciones
- Impulso y cantidad de movimiento. Teorema de Trabajo y Energía
- Vibraciones libres y forzadas: Aceleración, velocidad, desplazamiento, frecuencia, periodo, amortiguación, resonancia

TEMA- MECÁNICA DE SÓLIDOS

JUSTIFICACIÓN

Esta ciencia básica de ingeniería se ocupa de los esfuerzos, de las deformaciones y de las relaciones entre los dos, en cuerpos sólidos continuos. La Mecánica de Sólidos parte del estudio de los esfuerzos y las deformaciones, su definición matemática y su planteamiento tensorial. De igual forma, se abordan los procedimientos para transformación de esfuerzos y de deformaciones –en particular el círculo de Mohr-, los esfuerzos y deformaciones principales y los cortantes máximos. En pregrado el análisis se restringe al estudio de las deformaciones pequeñas.

Con base en las definiciones y tratamientos anteriores, la mecánica de sólidos tiene como objeto determinar los esfuerzos y las deformaciones que se generan dentro de los sólidos como producto de las fuerzas de campo y de las de superficie. Para tal fin, utiliza el equilibrio, la compatibilidad de deformaciones y las ecuaciones constitutivas. La mecánica de sólidos también estudia las condiciones de falla de los materiales mediante mecanismos de corte y de tracción.

CONTENIDO

- Esfuerzos y deformaciones
- Transformación de esfuerzos y deformaciones: Circulo de Mohr
- Esfuerzos y deformaciones principales
- Elasticidad lineal, homogénea e isotrópica
- Ley de resistencia al corte de Mohr – Coulomb

TEMA MECÁNICA DE FLUIDOS

JUSTIFICACIÓN

Esta disciplina permite conocer el comportamiento de fluidos, en condición estática y en movimiento, con el fin de evaluar los cambios de presión, las tasas de flujo, las fuerzas sobre superficies, las fuerzas de arrastre y la sustentación sobre objetos, así como determinar las potencias requeridas para hacer mover una determinada masa de fluido por sistema, y otras variables relacionadas con este campo.

CONTENIDO

- Sustancias que se comportan como fluidos
- Fluidos ideales y fluidos reales
- Fluidos newtonianos. Viscosidad y su dependencia de la presión y de la temperatura
- Estática de Fluidos: Hidrostática
- El medio continuo como campo de flujo. Campo de velocidades, líneas de corriente, líneas de trayectoria y líneas de trazado
- Balance de fuerzas en un fluido ideal. Ecuaciones de Euler. Integración a lo largo y a través de las líneas de corriente. Ecuación de Bernoulli. Aplicaciones
- Campo de presiones en fluidos estacionarios o que se mueven como cuerpos rígidos. Aplicaciones
- Regímenes de Flujo
- Análisis dimensional
- Balance de fuerzas en un fluido no ideal newtoniano. Ecuaciones de Navier-Stokes. Soluciones para el caso de geometrías simples y flujos permanentes
- Cambio y conservación de la cantidad de movimiento (momentum) lineal y angular en fluidos
- Flujo de fluidos reales en tuberías. Solución de casos
- Arrastre y sustentación en flujo por el exterior de superficies. Aplicaciones

TEMA - MECÁNICA DE SUELOS

JUSTIFICACIÓN

La mecánica de suelos convencional se construye sobre los principios de la mecánica de sólidos y la mecánica de los fluidos para estudiar el comportamiento mecánico de los suelos, materiales que realmente son particulados y multifase. No obstante, al tratarse de materiales naturales, su variabilidad es extraordinaria. Por ello, se parte de una identificación de los suelos con base en propiedades índice para establecer sistemas de clasificación de significado práctico para la ingeniería. Luego se estudian las teorías y los procedimientos para evaluar las propiedades mecánicas y las relaciones constitutivas de estos materiales con el objeto de poder ser utilizadas en la determinación de los esfuerzos, las deformaciones, los desplazamientos y las condiciones de falla dentro de una masa de suelo sometida a las sollicitaciones impuestas por las obras de ingeniería, por las fuerzas de infiltración del agua y por las fuerzas de la naturaleza.

Todo lo anterior debe desarrollarse teniendo en cuenta que el suelo es un material compuesto de varias fases: sólidos –partículas minerales-, líquidos –agua- y gases –aire-. En los cursos de pregrado se estudian, básicamente, los suelos saturados en que sólo hay sólidos y agua. De esa manera, las relaciones constitutivas deben establecerse en términos de los esfuerzos efectivos. Por ello, es de particular importancia la determinación de los esfuerzos totales, de las presiones del agua y de los esfuerzos efectivos como balance de los dos anteriores. Igualmente, es esencial el análisis de los procesos de carga: los procesos no drenados, los procesos drenados y los intermedios.

CONTENIDO

- Génesis, mineralogía y estructura de los suelos
- Relaciones de fase, Granulometría, propiedades de plasticidad y otras propiedades índice
- Clasificación de los suelos
- Flujo permanente en medios porosos y principio de los esfuerzos efectivos
- Determinación de los esfuerzos totales, las presiones de poros y los esfuerzos efectivos, en procesos drenados y no drenados. Se incluyen las trayectorias de esfuerzos
- Compresibilidad y Consolidación de los suelos
- Resistencia al corte de los suelos bajo diferentes condiciones de drenaje

TEMA - RESISTENCIA DE MATERIALES

JUSTIFICACIÓN

La resistencia de materiales consiste en la aplicación simplificada y general de la mecánica de sólidos para el estudio y diseño de elementos estructurales. Por supuesto, se basa en las ecuaciones de equilibrio, de compatibilidad de deformaciones y constitutivas. En general, para una estructura determinada y para unas acciones dadas, evalúa las reacciones internas, más en forma de fuerzas a lo largo de ciertas secciones de control que de esfuerzos en el continuo, y cuantifica sus efectos en términos de deformaciones, desplazamientos y falla. La resistencia de materiales es una disciplina esencial en Ingeniería Civil pues, entre otras cosas, es la base de la Ingeniería Estructural.

CONTENIDO

- Elementos sometidos a carga axial
- Fuerza cortante y momento Flector en vigas
- Esfuerzos, deformaciones y desplazamientos en vigas
- Torsión de barras prismáticas
- Esfuerzos combinados
- Columnas: Columnas cortas y Pandeo o estabilidad de Euler
- Uniones soldadas y con pasadores
- Rotura, carga repetida y fatiga
- Impacto o cargas dinámicas
- Elementos sobre plastificación de elementos estructurales

SUBÁREA DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

OBJETIVO GENERAL

En la construcción de obras de infraestructura, además de los materiales naturales, se emplean suelos estabilizados y materiales manufacturados en cantidades muy grandes. Se trata, principalmente, de los suelos estabilizados, del Hormigón Hidráulico, del Hormigón Asfáltico y del Acero. Actualmente, aunque no serán motivo de evaluación, también intervienen los materiales cerámicos, la madera, los plásticos, los geotextiles y las geomembranas, y los materiales de última generación.

Todo ingeniero civil debe conocer los aspectos básicos relacionados con el diseño y fabricación de estos materiales, con su adecuado manejo y puesta en obra, con sus propiedades y con su comportamiento ante las diversas sollicitaciones a que se verán sometidos durante su vida útil. Naturalmente, para cumplir con esos requerimientos es necesario manejar con solvencia los conceptos de la mecánica y de las propiedades de los materiales, las reacciones que se presentan entre los diferentes componentes y su influencia sobre el comportamiento de ese material. Igualmente, se deben emplear conceptos sobre control de calidad y sobre variabilidad de las propiedades al igual que destrezas para identificar las deficiencias de los materiales o causas de su mal funcionamiento o deterioro prematuro.

TEMA - SUELOS ESTABILIZADOS

JUSTIFICACIÓN

Para construir, el suelo es el material natural de mayor disponibilidad. No obstante, sus propiedades suelen ser deficientes frente a las demandas impuestas por las obras de infraestructura. Por ese motivo, se deben utilizar procedimientos de mejoramiento de esos suelos con el propósito de mejorar su competencia mecánica. Los procesos de mejoramiento se conocen como “estabilización de suelos” y deben ser expeditos, eficientes y económicos. Los procesos de estabilización mas comúnmente utilizados son: la mezcla de suelos, la compactación y la adición de agentes químicos –o estabilización química-.

Los suelos compactados se utilizan ampliamente en carreteras para la conformación de la estructura del pavimento, en terraplenes, en cimentaciones y en otras obras de tierra. La compactación es un proceso que busca aumentar la densidad del suelo mediante la aplicación de energía mecánica. La calidad del material transformado dependerá del tipo de suelo y del establecimiento claro de las relaciones humedad –densidad– resistencia y compresibilidad.

La utilización de suelos, en las capas estructurales de los pavimentos, o como agregado en las mezclas de los hormigones, requiere del cumplimiento de especificaciones estrictas sobre tamaño de los granos y granulometría. Debido a ello, es necesario producir mezclas de varios suelos, para cumplir con los requerimientos granulométricos.

Los agentes químicos de mayor aplicación son la Cal, el Cemento y el asfalto. Con estos materiales se pretende mitigar los efectos nocivos de la plasticidad del suelo o producir cementación de los granos para mejorar las propiedades mecánicas del material.

CONTENIDO

- Compactación: Relaciones humedad – densidad – resistencia y compresibilidad. Grado de compactación y densidad relativa
- Mezclas de suelos
- Estabilización química: tipo de estabilizantes, conveniencia y dosificación
- Efectos de la estabilización química sobre las propiedades mecánicas e hidráulicas del suelo

TEMA - AGREGADOS PARA LOS HORMIGONES

JUSTIFICACIÓN

Los hormigones, tanto hidráulicos como asfálticos, así como otras mezclas requieren de una alta competencia de sus agregados, pues son los principales responsables de las propiedades mecánicas de estos productos manufacturados. Por ello es necesario que los agregados cumplan con criterios estrictos de tamaño –disminuyendo al máximo la presencia de finos-, forma de los granos, distribución granulométrica, resistencia y dureza de las partículas y durabilidad.

CONTENIDO

- Beneficio
- Producción
- Propiedades físicas, mineralógicas, químicas y mecánicas de los agregados
- Especificaciones

TEMA - HORMIGÓN HIDRÁULICO

JUSTIFICACIÓN

El hormigón hidráulico es uno de los materiales más importantes utilizados en ingeniería civil, en sistemas estructurales, en pavimentos para carreteras y aeropuertos, en muros de contención, en canales y en otras obras. Se trata de un material compuesto por un cemento –cemento y adición mineral-, agregados pétreos, gruesos y finos, agua y, eventualmente, aditivos químicos, que endurece en presencia de agua y que debidamente dosificado, mezclado, colocado y curado tiene, en estado fresco, características de trabajabilidad y, en estado endurecido, las propiedades requeridas de elevada resistencia, durabilidad y aspecto.

Cuando se rodea el acero de refuerzo, colocado en las formaletas, con una mezcla fresca de hormigón, se obtiene, al cabo del tiempo, una masa sólida conocida como concreto reforzado.

El diseño de un hormigón hidráulico de buena calidad requiere del conocimiento y del cumplimiento de las especificaciones para los agregados, de las propiedades físicas y químicas del cemento que se use, de las propiedades deseables del agua y de la utilización adecuada de los aditivos a que obligue la utilización final del hormigón. Con esto, se garantiza tanto la trabajabilidad del concreto fresco, su buen fraguado y curado, como las propiedades de resistencia mecánica -compresión, flexión y tracción-, el módulo de elasticidad, la porosidad y la permeabilidad.

CONTENIDO

- El Cemento: Propiedades físicas
- El Agua: Propiedades deseables
- Tipos de aditivos
- Principios de diseño de mezclas, relación agua – cemento, manejabilidad.
- Propiedades del hormigón fresco: Trabajabilidad, fraguado y curado
- Propiedades del hormigón endurecido: Resistencia mecánica (compresión, flexión y tracción), módulo de elasticidad, porosidad y permeabilidad
- Evaluación en obra: Esclerómetro, ultrasonido, núcleos
- Control de calidad del hormigón

TEMA - HORMIGÓN ASFÁLTICO

JUSTIFICACIÓN

El hormigón asfáltico es el componente estructural más importante de los pavimentos flexibles. Además de los agregados, está constituido por el cemento asfáltico el cual tiene el papel de producir la ligazón entre las partículas y con ello proporcionar la necesaria resistencia a la tracción del hormigón. A la vez, impermeabiliza el conjunto a los efectos meteóricos que debilitan a los materiales constitutivos.

Para su buen comportamiento, el concreto asfáltico debe ser resistente a las deformaciones permanentes, presentar una elevada resistencia a la fatiga debida a la repetición continua de las cargas, no debe agrietarse con la presencia de bajas temperaturas, tiene que ser durable, disminuyendo los efectos del envejecimiento del asfalto, debe soportar los cambios de temperatura y de humedad, debe ser resistente a la fricción, sobre todo en la capa de rodadura. Las mezclas

deben ser fácilmente trabajables para su adecuado manejo y puesta en obra.

CONTENIDO

- Propiedades físicas y mecánicas del cemento asfáltico
- Principios de diseño de las mezclas asfálticas
- Medición y evaluación de las propiedades de las mezclas asfálticas

TEMA - ACERO

JUSTIFICACIÓN

El acero es el metal más importante utilizado en la construcción moderna. Los perfiles de acero son la característica principal de las estructuras metálicas y las varillas o barras son parte fundamental de las estructuras de concreto reforzado. Por eso es importante conocer sus clases, características y aplicaciones, lo mismo que los cuidados que requiere en taller y en obra.

Desde el punto de vista de ingeniería civil, los conocimientos más pertinentes que hay que desarrollar sobre el acero que se utiliza en las barras de refuerzo y en los perfiles metálicos están relacionados con las características de las curvas esfuerzo – deformación y con propiedades como ductilidad y fluencia.

CONTENIDO

- Propiedades esfuerzo – deformación: elasticidad, ductilidad, fluencia y doblado
- Resistencia a la tracción y al impacto

SUBÁREA INTERDISCIPLINARIA

OBJETIVO GENERAL

La utilización y aprovechamiento de las ciencias naturales, de las matemáticas, de las ciencias humanas y de las ciencias económicas en la solución de problemas de ingeniería no es tan directa y requiere, en la mayoría de los casos, del uso de ciertas herramientas y técnicas que hacen factible esa utilización. Además, algunas de esas herramientas facilitan la toma de decisiones para garantizar un trabajo eficiente desde el punto de vista técnico, económico y administrativo.

Dentro de esas técnicas podrían mencionarse las siguientes: Expresión gráfica, Topografía, Fotogrametría y Fotointerpretación, Programación de Computadores, Métodos Numéricos, Bases de Datos y Sistemas de Información Geográfica, Investigación de Operaciones y Programación Lineal.

TEMA - EXPRESIÓN GRÁFICA

JUSTIFICACIÓN

Muchos de los instrumentos de los que se vale el ingeniero, tanto para la concepción de sus proyectos como para su materialización, son de carácter gráfico. Como que seguiría siendo válida la sentencia de Einstein de que una idea que no pueda traducirse mediante un esquema gráfico aún

no ha sido entendida a cabalidad. De igual manera, hay una cantidad ingente de datos disponible en forma de planos, bloques diagrama, mapas de diversa naturaleza, ábacos, etc.; es decir, información gráfica que debe ser utilizada por el ingeniero civil en sus diseños y materializaciones.

CONTENIDO

- Geometría descriptiva
- Planos topográficos
- Planos de construcción
- Planos geológicos
- Expresión gráfica de relación entre variables

TEMA – TOPOGRAFÍA

JUSTIFICACIÓN

La topografía es la técnica que permite medir y representar gráficamente las formas del terreno, sus características y sus accidentes. Por extensión, se utiliza también, en la medición de estructuras, en el control de movimientos y en la ubicación de elementos identificadores.

CONTENIDO

- Equipos de medición
- Sistemas coordenados
- Mediciones, Incertidumbres y Errores
- Planimetría
- Altimetría
- Cubicación

TEMA - FOTOGRAMETRÍA Y FOTOINTERPRETACIÓN

JUSTIFICACIÓN

Complementariamente a la topografía, la fotogrametría y la fotointerpretación facilitan el entendimiento de las formas del terreno, su desarrollo, su análisis, su cobertura vegetal, sus accidentes y su utilización actual. Por ende, se trata de una herramienta muy valiosa para los estudios regionales tan requeridos para la concepción, diseño y construcción de obras de infraestructura.

CONTENIDO

- Elementos Geométricos de la fotografía aérea
- Mediciones sobre fotografías

- Fotointerpretación básica
- Restitución fotogramétrica

TEMA - COMPUTACIÓN

JUSTIFICACIÓN

En muchas oportunidades los cálculos requeridos en procesos de análisis y diseño son complejos y repetitivos. De igual forma, en ingeniería se debe recurrir a procesos de toma de decisiones y que involucran gran cantidad de cálculos. A pesar de la existencia, cada día mayor y de más variedad, de programas comerciales que se ocupan de estas actividades, es indispensable que el ingeniero tenga conocimientos y habilidades en el área de programación de computadores pues ello le da independencia y le permite tratar problemas especiales que no están disponibles en programas comerciales.

CONTENIDO

- Algoritmos y programación
- Instrucciones de asignación
- Instrucciones lógicas
- Condicionales y secuencias de repetición
- Programas y subprogramas

TEMA - MÉTODOS NUMÉRICOS

JUSTIFICACIÓN

La mayoría de los problemas de ingeniería se pueden modelar física y matemáticamente. Tratándose en general de problemas complejos, no siempre es posible disponer o poder derivar soluciones analíticas de las ecuaciones del modelo matemático. No obstante, es posible llegar a muy buenas aproximaciones de la solución por medio de métodos numéricos. Por ello, es indispensable en la ingeniería moderna que el ingeniero maneje esta herramienta básica que le permite tratar problemas matemáticos de gran complejidad mediante métodos numéricos.

CONTENIDO

- Cálculo de raíces
- Diferenciación numérica
- Integración numérica
- Sistemas de ecuaciones
- Solución numérica de ecuaciones diferenciales: diferencias finitas

TEMA - ESTADÍSTICA Y PROBABILIDAD

JUSTIFICACIÓN

Para su actividad profesional, y especialmente para labores de investigación, el ingeniero civil debe estar en capacidad de manejar y hacer el análisis de diferentes tipos de datos, inferir comportamientos futuros de la variables a partir de la información que posea, entender el concepto de probabilidad, distinguir las variables aleatorias, discretas y continuas, aplicar los conceptos de inferencia, regresión y muestreo en problemas asociados a la Ingeniería. De particular importancia en Ingeniería civil son los problemas de cuantificación de amenazas, vulnerabilidad y riesgo de las obras de infraestructura.

CONTENIDO

- Tipos de variables, series estadísticas, distribución de frecuencias, representación gráfica
- Representación de datos estadísticos: medidas de tendencia central; promedios, propiedades, interpretación; medidas de posición (mediana, media, moda)
- Medidas de dispersión: varianza, desviación típica
- Introducción a la probabilidades: cálculo combinatorio (permutaciones y combinaciones), medida de probabilidad
- Variables aleatorias: variable aleatoria discreta, función de probabilidad y función de distribución; distribución binomial, variable aleatoria continua, función de densidad, valor esperado; distribución normal
- Regresión y correlación. Conceptos básicos
- Nociones de muestreo

SUBÁREA CIENCIAS NATURALES BÁSICAS

OBJETIVO GENERAL

En ingeniería, con el objeto de crear los modelos que representan los fenómenos que se quieren analizar, tanto para entender las relaciones entre las variables como para efectos de diseño, se debe recurrir a las ciencias naturales básicas y a las matemáticas. Dentro de las ciencias naturales básicas se incluyen, generalmente, en ingeniería, a la física y a la química. Por supuesto, dependiendo de la modalidad de ingeniería de que se trate, deben tenerse presentes otras áreas de las ciencias naturales básicas. En ingeniería Civil, además de las ya mencionadas, se deben incluir por lo menos la Geología y la Hidrología. En realidad, las obras de infraestructura afectan en forma importante al medio natural físico y, a su vez, son influenciadas por él. El emplazamiento de las obras y su diseño estarán limitados por las condiciones geológicas prevalecientes en el lugar, tanto desde el punto de vista de los materiales térreos presentes como desde la perspectiva de las estructuras geológicas y de la geomorfología. De igual manera, las condiciones meteorológicas y los regímenes del agua natural afectan a las obras, o pueden ser aprovechados para el beneficio de la comunidad en forma de suministro de agua, o de aprovechamientos energéticos. Se debe tener en la cuenta, igualmente, que las principales amenazas naturales que se ciernen sobre las obras y sobre la comunidad, como los sismos, las inundaciones y los deslizamientos, tienen orígenes explicados por la geología y por la Hidrología.

En esta parte, se hará referencia a esa dos ciencias ya que las otras son comunes para todas las ingenierías.

TEMA - GEOLOGÍA PARA INGENIEROS

JUSTIFICACIÓN

La geología para ingenieros es una rama aplicada de la geología, de carácter interdisciplinario, que les permite a geólogos y a ingenieros civiles trabajar en aspectos como: la utilización de materiales térreos como materiales de construcción; la evaluación de la estabilidad de los terrenos, de las laderas y de las cuencas hidrográficas, tanto en condición natural como para soportar obras de ingeniería y la evaluación de amenazas geológicas como sismos y deslizamientos.

CONTENIDO

- La naturaleza y el estado de las rocas, centrando su atención en el ciclo de las rocas, en los procesos endógenos y exógenos que las afectan y transforman, en su mineralogía y en su estado, que indica hasta qué punto pueden ser utilizadas en ingeniería civil
- El estudio de los elementos básicos de la geología estructural, inicia con la teoría de la Tectónica de Placas como mecanismo básico de conformación del planeta, explicando los procesos de creación y desaparición de la corteza y los fenómenos de volcanismo y de sismología. Sigue con el estudio y análisis de pliegues, fallas, diaclasas, diques y discordancias. Todas estas estructuras deben entenderse como el producto de los esfuerzos y deformaciones a que ha estado sometida la corteza terrestre y verse desde la perspectiva del beneficio de materiales, la estabilidad de las laderas y la posibilidad de desplazamientos y de terremotos
- El estudio geomorfológico que incluye el análisis de las formas del relieve y los procesos que lo transforman y modelan continuamente. Dentro de esos procesos se tienen en la cuenta la meteorización, la erosión, el transporte y la sedimentación, al igual que los agentes que los producen. Hoy en día, dentro de esos agentes, no hay que olvidar al hombre, como transformador importante del relieve y como modificador de los fenómenos naturales del flujo del agua superficial y subterránea.
- El estudio de los procesos de remoción en masa, como fenómenos activos y presentes que degradan antiguos geoformas y que construyen nuevas formas, con características propias de materiales, de humedad y de movilidad.

TEMA - HIDROLOGÍA

JUSTIFICACIÓN

Para el ingeniero Civil, y para cualquier ingeniero que trabaje en proyectos que involucren los recursos hidráulicos y el medio ambiente, resulta fundamental el manejo y el entendimiento de la hidrología y de los fundamentos teóricos y prácticos necesarios para la cualificación y cuantificación de los diferentes componentes del Ciclo Hidrológico. Todos los proyectos y obras de ingeniería involucran, necesariamente, para los estudios y para la construcción, el recurso agua. Por tal razón, el ingeniero siempre se verá enfrentado a problemas relacionados con el cálculo de parámetros hídricos, para su manejo o aprovechamiento. Esos parámetros contemplan variables como la precipitación, la evapotranspiración, la infiltración, la escorrentía superficial y el flujo subterráneo. Todas ellas son de vital importancia para dimensionar estructuras, para hacer los programas de construcción o para tomar decisiones relacionadas con la disponibilidad del recurso y con la prevención de problemas por excesos de agua.

Así mismo, la importancia de la hidrología es notable durante el ejercicio de la profesión para adelantar proyectos que permitan no sólo beneficiar al hombre a través del aprovechamiento de los recursos hidráulicos, sino para mantener el equilibrio ambiental que asegure la disponibilidad de dichos recursos a las generaciones futuras, de acuerdo con el pensamiento mundial sobre desarrollo sostenible.

CONTENIDO

- Principios y variables básicos de la Meteorología
- El Ciclo Hidrológico y la Ecuación Fundamental de la Hidrología
- Conceptos y evaluación de la Precipitación, la Evaporación, la Evapotranspiración y de la Infiltración
- Análisis y medición de la Escorrentía Superficial
- Régimen y evaluación del Flujo del Agua Subterránea
- Análisis Hidrológicos de las Cuencas Hídricas
- Elementos de la Regulación de Caudales
- Elementos para el análisis del tránsito de Crecientes

ÁREA DE INGENIERÍA APLICADA

SUBÁREA DE SANEAMIENTO AMBIENTAL

OBJETIVO GENERAL

Esta área de la Ingeniería Civil comprende todo un conjunto de estrategias, de técnicas y de obras concebidas para, en primer término, abastecer a la comunidad de agua potable. En segundo término, el saneamiento ambiental se ocupa del tratamiento y vertimiento seguro de las aguas residuales, protegiendo la salud pública y librando a los cuerpos receptores de la contaminación y la polución. Todo este conjunto de actividades y de proyectos debe desarrollarse en forma técnica, económica y atendiendo la legislación vigente.

Otro campo que se ha venido incorporando al Saneamiento Ambiental de la Ingeniería Civil, al parecer independiente del recurso hídrico, es el del tratamiento de residuos sólidos. No obstante, ciertos procedimientos del tratamiento de estos residuos, como la trituración, la operación de incineradores y la misma disposición, producen aguas residuales que deben ser tratadas para su disposición final.

Para su aplicación integral, el saneamiento ambiental se sustenta en ciencias y conocimientos básicos como la hidrología, la hidráulica, la biología, la geología y la topografía.

TEMA - ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero civil debe aplicar los conocimientos adquiridos en hidráulica e hidrología a la solución, planificación y diseño de Sistemas de abastecimiento de agua potable y de acueductos en particular.

CONTENIDO

- Planificación
- Análisis de fuentes
- Captación
- Conducción
- Pre-tratamiento
- Plantas de potabilización
- Sistemas de almacenamiento
- Redes de distribución
- Normatividad: decretos 1594/94, 901/, 475/98 del Ministerio de Salud y RAS/2000 del Ministerio de Desarrollo

TEMA - MANEJO DE AGUAS RESIDUALES

JUSTIFICACIÓN

Las condiciones de salud pública y las necesidades de un manejo ambiental básico empiezan por el adecuado tratamiento de las aguas residuales. Para tal efecto, se deben conocer y determinar las propiedades de esos residuos para establecer los procedimientos físicos, químicos y biológicos que permitan reducir el impacto ambiental y convertir esos efluentes en un fluido relativamente inofensivo. Igualmente, se deben manejar las técnicas y los recursos para entregar esas aguas tratadas a los entornos naturales sin producirles efectos contrarios a los conceptos de desarrollo sostenible. En todas estas actividades se debe tener en la cuenta la reglamentación existente.

CONTENIDO

- Planificación
- Caracterización de aguas residuales (DBO, DQO, Sólidos, Coliformes, Materia Orgánica)
- Infraestructura en sistemas de tratamiento de aguas residuales
- Recolección, transporte y conducción
- Sistemas de tratamiento
- Redes de alcantarillado: Sanitario y Pluvial
- Emisarios y estructuras de entrega

SUBÁREA DE ESTRUCTURAS

OBJETIVO GENERAL

La ingeniería estructural es un área íntimamente relacionada con la ingeniería civil en lo relacionado con la concepción y diseño de las edificaciones y de las obras públicas. En realidad, las estructuras están presentes en la absoluta mayoría de las obras de infraestructura, pero los cursos de pregrado están preferencialmente orientados hacia los edificios y hacia los sistemas estructurales compuestos de miembros estructurales.

Consecuentemente, la ingeniería estructural está orientada hacia la concepción de los sistemas estructurales, su diseño, su evaluación y su reparación. El ingeniero debe garantizar que esos sistemas estructurales, una vez sometidos a las cargas permanentes y temporales, no sufran deformaciones ni derivas mayores a las permitidas, sean estables y permanezcan alejadas de las condiciones de falla, cumpliendo con requisitos de funcionalidad, de seguridad, de economía y de estética.

El método de trabajo parte de la evaluación de las cargas actuantes, cargas muertas, vivas, de viento y de sismo, sigue con el predimensionamiento de los miembros estructurales, continúa con la aplicación de los métodos de Análisis para la determinación de las cargas internas y los desplazamientos, y termina con el diseño de los miembros estructurales y su consignación en planos y especificaciones.

Los métodos de análisis más utilizados en los diseños de estructuras son los métodos energéticos, en que se minimiza la energía potencial del sistema; el método de la rigidez, o de los desplazamientos, una de cuyas variantes es el del Giro - Deflexión; y el método de la flexibilidad o de las fuerzas. En ocasiones, se recurre también a métodos numéricos como el de método de Cross.

Aunque los diseños bien ejecutados garantizan el cumplimiento de los requerimientos establecidos para las estructuras, es necesario que el ingeniero conozca y maneje las disposiciones reglamentarias, como las contenidas en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente, NSR-98.

TEMA DISEÑO DE MIEMBROS ESTRUCTURALES

JUSTIFICACIÓN

Esta área tiene como finalidad el análisis y el diseño de miembros estructurales individuales, bajo diferentes tipos de solicitaciones y condiciones de apoyo. Este conocimiento será fundamental para el análisis de los sistemas estructurales.

Los miembros estructurales, como las vigas y las columnas, pueden estar conformadas por un solo material, como es el caso de los perfiles metálicos, o ser de sección compuesta como el concreto reforzado convencional o como las secciones compuestas de varios materiales. La geometría transversal de esos elementos puede ser regular, como las secciones llenas, o en formas como "T", "I" o "U".

CONTENIDO

- Comportamiento del concreto reforzado
- Métodos de análisis: Deformación y falla
- Diseño de miembros cargados axialmente, tanto a tracción como a compresión
- Diseño de vigas sometidas a flexión
- Diseño de columnas cortas y columnas esbeltas
- Diseño de zapatas
- Diseño de losas macizas armadas en una dirección

TEMA - DISEÑO DE SISTEMAS ESTRUCTURALES

JUSTIFICACIÓN

El análisis y diseño de los sistemas estructurales debe garantizar la estabilidad y la reducida deformación tanto del sistema en general como de cada uno de sus miembros.

CONTENIDO

- Evaluación de las cargas actuantes: Vivas, Muertas, de Viento, Sísmicas y Presiones de Tierras y del Agua
- Métodos de análisis, incluyendo el análisis matricial de estructuras
- Reglamentación: Norma NSR 98
- Diseño de cerchas
- Diseño de losas Aligeradas

- Diseño de pórticos

SUBÁREA DE CONSTRUCCIÓN

OBJETIVO GENERAL

Una de las actividades más importantes que desarrolla el ingeniero civil es la de construir o la de materializar las obras y las estructuras que han sido diseñadas por los ingenieros consultores. Para tal efecto, y con base en un conocimiento detallado de los planos y de las especificaciones, cumpliendo con las leyes y regulaciones que rigen para la construcción, disponiendo o conociendo de las formas en que pueden tener acceso a los recursos, a la mano de obra, a los equipos y a los materiales necesarios, evaluando los costos y concibiendo una programación adecuada y eficiente de las diferentes actividades para adelantar los trabajos, los ingenieros civiles emprenden la construcción de las obras valiéndose de mecanismos idóneos de gestión y administración que garanticen la eficiencia técnica y económica y la calidad de sus ejecuciones.

Consecuentemente, el ingeniero debe conocer los procedimientos constructivos en las diferentes áreas, bien sean obras civiles o proyectos habitacionales. El conocimiento debe incluir los elementos a utilizar, independientemente de las técnicas constructivas. Los estudios para construcción deben ser coherentes con el tiempo programado y conducir a resultados económicamente óptimos. Adicionalmente, se considera de suma importancia disponer de las bases mínimas respecto a la normatividad, la legislación y la regulación de la contratación.

TEMA - TÉCNICAS Y EQUIPOS DE CONSTRUCCIÓN

JUSTIFICACIÓN

Esta área se ocupa de los conocimientos básicos de todas las actividades de la construcción, las cuales deben desarrollarse valiéndose de elementos teóricos y prácticos.

Se deben conocer los procesos en forma detallada y secuencial y el funcionamiento de los elementos o recursos a utilizar en todas y cada una de las actividades.

CONTENIDO

- Edificaciones: Estructura, Cimentaciones
- Instalaciones Hidráulicas
- Instalaciones Sanitarias
- Instalaciones eléctricas
- Movimientos de tierras: Cortes y Rellenos
- Equipos de Compactación
- Equipos: Rendimientos y costos

TEMA - COSTOS Y PRESUPUESTOS

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero constructor debe estar en capacidad de cuantificar los costos de cada una de las etapas que conforman una actividad de tal forma que pueda elaborar, gradualmente, el presupuesto de la obra de acuerdo a unos formatos solicitados.

CONTENIDO

- Estudio de Planos y especificaciones
- Determinación de las cantidades de obra
- Análisis de costos unitarios
- Estimación de Imprevistos y de Utilidades

TEMA - CONTRATACIÓN Y LEGISLACIÓN

JUSTIFICACIÓN

Es fundamental que el ingeniero que ejerza en el área, bien sea en la construcción, interventoría o asesoría, cuente con los conocimientos básicos del contrato, como son el Objeto, las obligaciones de los contratantes, la terminación, el costo y las demás cláusulas que conforman el mismo. Igualmente, se deben poseer los conocimientos pertinentes sobre las leyes y las instituciones que regulan el desarrollo de las obras, bien sea como persona natural o como persona jurídica.

CONTENIDO

- Licitaciones
- Tipos de Contratos: Contratación Pública y Contratación Privada
- Consultoría, Interventoría y Construcción
- Ley 80 de 1993: Estatuto de contratación de la administración pública

TEMA - PROGRAMACIÓN DE OBRA

JUSTIFICACIÓN

Es necesario que el ingeniero constructor disponga de bases sólidas para conocer de los recursos y de los rendimientos de las diferentes actividades, de tal forma que con una buena metodología y de manera secuencial se puedan desarrollar los programas de construcción de la obra.

CONTENIDO

- Recursos y Rendimientos
- Método de Barras: Gantt
- Método de la Ruta Crítica – PERT / CPM

SUBÁREA DE GEOTECNIA

OBJETIVO GENERAL

La Geotecnia es el área de la ingeniería civil que se ocupa, para efectos de diseño, construcción, mantenimiento y reparación, del comportamiento de los materiales térreos bajo las solicitaciones impuestas por las fuerzas de cuerpo y por las ocasionadas por las obras de infraestructura. Desde ese punto de vista, estudia los procesos de deformación y de falla en: - Obras de ingeniería en que la interacción entre suelo y estructura es el aspecto fundamental, como es el caso de cimentaciones y muros de contención entre otros muchos, - Proyectos de ingeniería civil en que los materiales térreos se utilizan como materiales de construcción, previamente a un proceso de estabilización debidamente seleccionado, tal es el caso de los terraplenes y de los pavimentos entre otros, y –Los problemas en que la interacción entre el suelo natural, los procesos meteóricos y las fuerzas de cuerpo naturales, como la gravedad, el flujo y los sismos, constituyen el fenómeno más destacado. Tal es el caso de las laderas y de los taludes. Se pueden incluir, dentro de esta última categoría, los trabajos de excavación, tanto superficiales como subterráneos.

Como característica fundamental y distintiva de esta área profesional, se debe mencionar que el ingeniero se las tiene que ver con un material natural de propiedades no controladas. Por ello, a pesar de la inmensa e inesperada variabilidad que la naturaleza produce, el ingeniero civil debe evaluar las propiedades mecánicas de esos materiales, tratando de alcanzar la exactitud de otras áreas, y utilizar los métodos de análisis que den cuenta de la marcada dependencia de las propiedades de esos materiales de factores como el estado de esfuerzos, la trayectoria de esfuerzos y la historia de consolidación de los suelos.

TEMA - CIMENTACIONES Y ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN

JUSTIFICACIÓN

La ingeniería de fundaciones, a partir de la evaluación de las propiedades del subsuelo y de las características y exigencias de las estructuras que tienen que ser soportadas, se vale de métodos de análisis de variada complejidad para determinar los incrementos de esfuerzos que se generan dentro de la masa de suelo como producto de las cargas impuestas por las estructuras y, a partir de ellos, predecir las deformaciones que se presentarán en el suelo y los desplazamientos que sufrirá la estructura. Para tal efecto, utiliza las ecuaciones de la mecánica de sólidos con las relaciones constitutivas que más se acerquen al comportamiento real del suelo. Como esas relaciones constitutivas dependen del tiempo, por el proceso de la consolidación, la ingeniería de fundaciones debe predecir, igualmente, las deformaciones y los asentamientos para la vida útil de las obras, buscando no sobrepasar algunos máximos límites permisibles.

Por otra parte, esta disciplina debe garantizar la estabilidad de las estructuras de cimentación y de contención. Para ello, debe asegurar márgenes de seguridad adecuados, evaluados mediante el Factor de seguridad. Con ese objeto, estudia los procesos de carga – drenados, no drenados e intermedios, y hace los análisis de estabilidad para las condiciones de drenaje que conduzcan a las situaciones más críticas.

CONTENIDO

- La exploración del terreno, la evaluación de las propiedades del suelo por medio de sondeos y de pruebas de laboratorio, y la construcción de los perfiles geotécnicos de los depósitos de suelo, que constituirán la base para los análisis y diseños
- Determinación de empujes sobre los muros, con base en las leyes de resistencia al corte,

en los procesos de carga, y en las características de las estructuras de contención

- Cálculo de asentamientos de cimentaciones superficiales y profundas, con base en los incrementos de esfuerzos y en las propiedades de compresibilidad de los suelos
- Determinación de la capacidad portante de cimentaciones superficiales y profundas, con base en la ecuación general de capacidad portante y en los factores de corrección que se deben aplicar como producto de la forma de aplicar las cargas, las características geométricas de la cimentación y las propiedades del suelo

TEMA - TALUDES Y TERRAPLENES

JUSTIFICACIÓN

En estas áreas se deben adelantar análisis de deformaciones y de estabilidad. La determinación de los asentamientos se restringirá, en este examen, a los terraplenes, siguiendo procedimientos esencialmente iguales a los enunciados en la SUBAREA anterior. Por otra parte, y ello constituye uno de los aspectos principales del análisis y del diseño, se deben abordar los análisis de estabilidad de los taludes para garantizar la seguridad de los mismos. En la formación de pregrado, los métodos de análisis que se estudian son diferentes versiones del equilibrio límite. Esos análisis de estabilidad deben considerar en la mejor forma posible las condiciones geométricas de los taludes, los mecanismos de falla que en realidad se puedan presentar de acuerdo con la situación estructural de las pendientes, las propiedades de resistencia al corte de los materiales constitutivos, las condiciones del agua y las acciones y agentes desestabilizantes.

CONTENIDO

- Asentamiento de terraplenes
- Estabilidad de taludes: determinación de las fuerzas inestabilizantes, de las requeridas y de las disponibles o resistentes.
- Conceptos y definiciones sobre el Factor de Seguridad
- Mecanismos de fallas en taludes, caracterización y clasificación
- Métodos de análisis derivados del equilibrio límite: Método de Fellenius (OMS) para superficies de fallas circulares, superficies de fallas planares y compuestas
- Análisis de influencia de las variables en el problema de estabilidad: Geometría, condición del agua e intensidad de las fuerzas inestabilizantes.

TEMA - PAVIMENTOS

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero civil debe estar capacitado para trabajar en el diseño, supervisión, evaluación y construcción de pavimentos flexibles y rígidos. Por tal motivo, debe conocer los conceptos básicos para el diseño de los diferentes tipos de pavimento y saber evaluar los parámetros pertinentes tanto de la sub-rasante como de las diferentes capas que constituyen la estructura del pavimento. Igualmente, se deben conocer las teorías y procedimientos para evaluar y predecir las cargas impuestas por el tránsito esperado, así como los efectos que los agentes climáticos ejercen sobre los pavimentos. Con estos conocimientos y con el manejo de las tecnologías sobre mezclas asfálticas y hormigones hidráulicos, el ingeniero civil debe manejar las metodologías de diseño para

proponer estructuras viales optimas, capaces de soportar las cargas del transito y las condiciones ambientales durante la vida útil del proyecto.

Por otra parte, el ingeniero civil debe estar familiarizado con la evaluación del estado de pavimentos existentes por medio de registros de deflexión y lisura, y de toma y ensayo de muestras de los pavimentos existentes. Con estos elementos y con conocimientos sobre patología de pavimentos y sobre tecnologías de recuperación de los mismos, el ingeniero civil estará capacitado para optimizar los recursos disponibles destinados a la rehabilitación de vías, tanto rurales como urbanas.

CONTENIDO

- Mezclas asfálticas
- Tipos de estructura de los pavimentos
- Propiedades mecánicas y evaluación de las mismas, tanto para la subrasante como para todas las capas de una estructura de pavimento
- Evaluación de las cargas producidas por el tránsito
- Métodos y procedimientos para el diseño de los pavimentos
- Diagnósticos sobre el comportamiento de pavimentos existentes
- Medidas de reparación y de reforzamiento.

SUBÁREA DE HIDRÁULICA

OBJETIVO GENERAL

La hidráulica, que etimológicamente significa conducción del agua, se ocupa del comportamiento del agua, y de otros líquidos, ya sea en reposo o en movimiento. Para tal fin se basa en la mecánica de fluidos, pero utiliza más volúmenes finitos de control que volúmenes infinitesimales o puntos. Con base en las propiedades de los líquidos: densidad, compresibilidad, viscosidad y cohesión-adhesión-tensión superficial, estudia los fundamentos de la hidrostática y de la hidrodinámica para sus muy diversas aplicaciones en ingeniería.

En hidrostática se estudian las presiones y los empujes y el equilibrio de los cuerpos flotantes.

La hidrodinámica, que abarca el flujo permanente y el transitorio, se ocupa del flujo del agua en conductos a presión y a superficie libre.

Las aplicaciones de la hidráulica en ingeniería civil son muy variadas. La hidráulica urbana incluye a los sistemas de acueductos y alcantarillados. La hidráulica de las instalaciones interiores de los edificios, contempla las acometidas, las conducciones, los accesorios y los aparatos hidráulicos y sanitarios. La disciplina también se ocupa del drenaje, de la hidráulica fluvial y marítima, de los equipos y máquinas hidráulicas y de las instalaciones hidráulicas industriales, entre otras cosas.

TEMA - TUBERÍAS Y ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS CON FLUJO A PRESIÓN

JUSTIFICACIÓN

Una buena cantidad de obras de ingeniería civil está relacionada con el transporte y distribución del agua mediante conductos a presión. El ingeniero civil debe tener conocimientos y desarrollar metodologías para planificar, resolver, diseñar, construir, operar y mantener en forma técnicamente

adecuada los sistemas que involucren transporte de fluidos, especialmente del agua, por medio de conductos cerrados bajo condiciones de presión. Lo anterior involucra, además, la utilización de máquinas hidráulicas, necesarias para garantizar la continuidad del flujo o la energía necesaria para el desplazamiento del fluido.

CONTENIDO

- Aplicaciones del flujo laminar y turbulento
- Flujo a presión en tuberías
- Determinación de las pérdidas de energía por fricción y en accesorios
- Diseño de sistemas de tuberías: En Serie, En Paralelo, Redes Abiertas y Cerradas
- Principios y estructuras para la medición de caudales
- Análisis y diseños de sistemas de bombeo

TEMA - ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS A FLUJO LIBRE

JUSTIFICACIÓN

El conocimiento de los fundamentos teóricos y los procedimientos modernos para el análisis del flujo a superficie libre, le permite al ingeniero civil resolver los principales problemas hidráulicos que se presentan para la planeación, concepción, análisis, diseño, mantenimiento y operación de diferentes tipos de obras y proyectos que involucren el aprovechamiento y el manejo de recursos hídricos mediante conducciones y estructuras a superficie libre. En general, se trata de proyectos para el manejo y conducción del agua para consumo, para el riego y para la generación eléctrica; de sistemas de alcantarillado y de problemas de hidráulica fluvial. En todos estos casos es necesario disponer de estructuras para la medición de los caudales y para el manejo de excedencias, para disipación de energía y para derivación de agua. Se trata, en fin, de cualquier tipo de estructura para conducir el agua en condiciones de presión atmosférica y bajo la acción de la fuerza de la gravedad.

CONTENIDO

- Fundamentos del Flujo en canales: energía específica y fuerza específica, fenómenos locales, flujo crítico
- Flujo uniforme
- Diseño de canales abiertos para flujo uniforme
- Conceptos y aplicaciones del flujo gradualmente variado y del análisis de perfiles hidráulicos
- Diseño de transiciones en canales
- Controles de flujo: compuertas, diques, disipadores, alcantarillas y sumideros
- Estructuras de medición: vertederos, canaletas, compuertas, medidores de flujo crítico y orificios
- Flujo espacialmente variado
- Flujo inestable

SUBÁREA DE VÍAS Y TRANSPORTE

OBJETIVO GENERAL

El área de Vías y Transporte es un área de la ingeniería civil que aplica los principios científicos y tecnológicos a la planeación, simulación, diseño, operación y administración de la infraestructura vial y de los modos de transporte. Su objetivo es solucionar los problemas de movilización de personas y mercancías en forma segura, eficiente, económica y compatible con el medio ambiente. Paralelamente, la disciplina debe considerar que el sistema de transporte sirva para alcanzar otros objetivos de la comunidad.

TEMA - SISTEMAS DE TRANSPORTE

JUSTIFICACIÓN

La concepción y diseño de un sistema de transporte incluye la selección entre diferentes alternativas, la estimación de la demanda que el sistema atenderá, la capacidad y los niveles de servicio que se pueden proveer a lo largo del tiempo. El sistema incluye al modo de transporte, a las personas, mercancías y vehículos y a la infraestructura vial.

CONTENIDO

- Planificación y gestión del transporte: aspectos técnicos y económicos
- Evaluación de la oferta y la demanda en el sector transporte
- Estructura del sistema de transporte: Modos de transporte, personas, mercancías, vehículos, red vial y movimiento a través del sistema
- Modos de transporte: características y ventajas tecnológicas
- Evaluación del sistema - grado de accesibilidad al sistema, movilidad y eficiencia del sistema
- Modelos de asignación de tráfico a una red.

TEMA - INGENIERÍA DE TRÁNSITO

JUSTIFICACIÓN

La ingeniería de tránsito está relacionada con la planeación y la operación del tránsito por la infraestructura de vías, carreteras y terminales.

CONTENIDO

- Características del tránsito: vehículos, usuarios, variables del flujo de vehículos, origen y destino de los viajes y capacidad de la infraestructura vial
- Reglamentación del tránsito
- Señalamiento y dispositivos de control
- Planificación vial como producto del crecimiento demográfico, del uso de vehículos, de la demanda y de los movimientos de una zona a otra

- Administración

TEMA - DISEÑO GEOMÉTRICO

JUSTIFICACIÓN

El diseño geométrico apropiado de las vías tiene por objeto: - procurar las soluciones óptimas en cuanto a volumen, velocidad y comodidad, - dar viabilidad económica en cuanto a movimiento de tierras, mejor trazado, disminución de costos de operación de los vehículos que circularán por ellas y sobre todo, - abordar correctamente el tema de la seguridad vial y la prevención de accidentes de tránsito. Para estos efectos, el ingeniero debe valerse de las correlaciones existentes o tácitas entre los elementos físicos del medio y las características de operación de los vehículos mediante el uso de la física, las matemáticas, la geometría y la topografía. La expresión gráfica de los elementos viales se hace mediante el proyecto de su eje en planta, en perfil y por la definición de sus secciones transversales.

CONTENIDO

- Clases de proyectos de carreteras: velocidad, capacidad y seguridad.
- Localización de las vías: corredores viales, aspectos topográficos, geológicos y geotécnicos.
- Tipos de curvas: simples, compuestas, parabólicas, espirales y clotoides.
- Problemas y materialización de las curvas en carreteras.
- Movimientos de tierra: tipos de sección y evaluación de movimientos de tierra -diagrama de masas

- **TENDENCIAS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS CIVILES EN COLOMBIA**

Estas tendencias se han identificado a través de las propuestas y discusiones realizadas en los diferentes eventos especialmente en los Seminarios Nacional e Internacional, en los cuales se discutieron las características de los planes de estudio, se abordaron las metodologías de enseñanza, y otros aspectos relacionados con la actualización y modernización curricular en ingeniería civil. En este proceso resulta particularmente productiva la tarea de las mesas de trabajo, en las cuales participaron activamente tanto los representantes de las universidades colombianas, como los conferencistas nacionales y extranjeros, los voceros del sector productivo y los invitados de las instituciones de educación superior.

Se trata de examinar cuál es la función de la ingeniería en la solución de los grandes problemas que enfrentará Colombia en el mediano y largo plazo, y dentro de esa función, reflexionar sobre el papel del currículo. Este debe considerar objetivamente las tendencias y contextos regionales, nacionales e internacionales, así como observar aspectos tales como el desarrollo de la ciencia y la tecnología y el grado de desarrollo económico y social del país, con una visión prospectiva, visualizando escenarios a quince o veinte años, para procurar identificar, de acuerdo con los resultados del análisis, el tipo de profesional que requiere el país para alcanzar las metas propuestas.

La pregunta fundamental para desarrollar un ejercicio prospectivo: ¿están preparados los ingenieros, en particular los ingenieros civiles, para enfrentarse a la sociedad del futuro? La respuesta se encuentra como producto de la reflexión sobre el énfasis y la profundidad con los cuales están siendo atendidos en las facultades cuatro elementos importantes:

- El enfoque sistémico del mundo
- La capacidad de pensar
- La experimentación y
- El trabajo en equipo.

Un enfoque sistémico del mundo requiere identificar las tendencias mundiales en materia de competitividad y crecimiento científico y tecnológico para compararlas con la situación colombiana, precisar los problemas y retos del futuro; especialmente en lo que tiene que ver con el papel de la ingeniería civil en los nuevos escenarios, y finalmente, proponer una estrategia de desarrollo de los programas de ingeniería civil en el país.

Hablar de ingeniería es, o debería ser, referirse al uso racional de tecnología, solvencia y creatividad en diseño, pero también es evocar conceptos de riqueza, de incremento del patrimonio de una nación. Es la combinación equilibrada de la riqueza asociada con los recursos y la representada en el conocimiento. El ejercicio de la ingeniería civil, como el de las grandes empresas contemporáneas, debe hacer del conocimiento su principal activo, reforzando de esa manera su carácter de disciplina profesional que permite dar valor agregado a los productos y servicios; tal como lo reclama el régimen de exportaciones competitivo que hace parte de un proceso de internacionalización económica.

Los ingenieros deben formarse para mejorar su capacidad de negociación, especialmente, en el área de intercambio de tecnología. El precio de ésta es inversamente proporcional al conocimiento y habilidad del negociador y se convierte en un factor fundamental de los escenarios internacionales en los cuales ha de desenvolverse la ingeniería en el futuro. La clave del éxito en una negociación tecnológica es disponer de una clara y consistente estrategia de desarrollo a largo plazo. Ese es el elemento fundamental: tener una visión de futuro, hacer uso de la prospectiva para consolidar un propósito nacional, es decir, una estrategia de Estado, permanente, por oposición a los planes de

gobierno, transitorios y cambiantes.

Conocer las grandes tendencias mundiales en competitividad permite vencer el aislamiento y facilita la confrontación con el mundo para aprovechar las oportunidades de una manera racional. Se examinan a continuación, por supuesto, de manera no exhaustiva, las principales tendencias mundiales contemporáneas.

PRODUCCIÓN MUNDIAL PARA UN MERCADO MUNDIAL

Se precisa una concepción global de la producción y conciencia de la forma como la demanda gobierna al mercado. La producción se personaliza, por oposición al modelo de producción masificada que la caracterizó hasta hace unos años. Es interesante confrontar los mapas económicos actuales con los de hace 20 o 25 años para verificar los profundos cambios que han sufrido escenarios comerciales e industriales como los de las áreas de influencia de Norteamérica, Europa y Japón.

En países como Colombia la promoción de exportaciones para alcanzar cotas importantes en los mercados mundiales debe estar acompañada del incremento de la dinámica del mercado interno. Para la ingeniería civil nacional seguirá siendo un compromiso fundamental la construcción de infraestructura y la atención de necesidades básicas para facilitar la incorporación al mercado de la población pobre del país.

COMPETENCIA MUNDIAL

En esta competencia participan las empresas pero también lo hacen los países. Las primeras son el centro de la competencia, pero sin obras de infraestructura, vías y puertos adecuados, sin comunicaciones usuarias de los más recientes avances tecnológicos, por eficientes que pudieran ser las empresas, no pueden competir. Entonces la tarea de los ingenieros civiles está íntimamente relacionada con la preparación física del país para que sus empresas puedan afrontar la competencia internacional, sin ofrecer handicap por las deficiencias y atrasos de su estructura de soporte.

EL USO INTENSIVO DEL CONOCIMIENTO

El incremento en la componente intangible del valor agregado a los productos y la expansión de los servicios como fuente de ingreso para los individuos, las empresas y los países, señala horizontes especialmente llamativos para la ingeniería civil. Es indudable que en las circunstancias previsibles del futuro cercano los productos primarios de las economías tiene cada vez un uso más secundario, es decir, su estrategia como productos básicos disminuye, en gran parte, debido a la creación en los laboratorios de nuevos materiales que pueden reemplazar y de hecho están reemplazando a las materias primas tradicionales, con el consiguiente golpe a las economías de los países dependientes de tales fuentes de ingreso.

La combinación equilibrada de los avances tecnológicos universales con los materiales y saberes locales, puede ofrecer alternativas interesantes para los ingenieros, en áreas tales como la construcción de vivienda, el empleo de materiales ecológicamente amistosos, la gestión energética, entre otros. Esto, por supuesto, supone enfrentar los problemas igualmente novedosos como los relacionados con la privatización del conocimiento y su protección a través de sistemas de propiedad intelectual incorporados gradualmente como aporte de las exigencias internacionales resultantes de la nueva concepción del conocimiento como fuente de riqueza.

VINCULACIÓN CADA VEZ MAYOR ENTRE LA UNIVERSIDAD Y EL SECTOR PRODUCTIVO

Las alianzas entre las universidades y diversos sectores de la sociedad se extienden por todo el mundo, particularmente por las regiones del planeta donde ambos sectores son fuertes y exhiben trayectorias coincidentes en beneficios inmediatos ni esquemas de crecimiento milagroso. No obstante, ni el sector productivo traicionen sus vocaciones respectivas, será común la asociación entre el conocimiento y la industria. En lo referente a las áreas de desarrollo en ingeniería civil, virtualmente todos sus campos y especializaciones son potencialmente aptos para intentar acercarse a la industria y procurar beneficios mutuos, que son – en últimas – beneficios sociales.

Esto supone una formación hacia la gestión empresarial como una dimensión adicional en la preparación de los ingenieros civiles, reforzando la componente administrativa y financiera de los programas.

EL USO INTENSIVO DE LAS COMUNICACIONES

Navegar en el conocimiento, resulta una metáfora apropiada para los tiempos que corren. De esa manera se resalta la relación de crecimiento exponencial que experimentan la información, la tecnología y el conocimiento. La vida diaria las rutinas domésticas y laborales se han visto afectadas por esta expansión colosal, y en consecuencia, resulta indudable que los métodos de enseñanza sufrirán, de hecho ya están sufriendo, un contundente impacto. Probablemente sea la ingeniería una de las disciplinas más susceptibles, de tal suerte que puede suceder que ofrezcan trozos de conocimiento, incluso sin utilidad para su empleo a corto plazo ¿cuál debe ser entonces el tipo de enseñanza que debe ofrecerse para satisfacer el compromiso con las futuras generaciones? La repercusión de todos estos cambios en la ingeniería civil es inobjetable, dado que las obras se diseñan, dimensionan y construyen ser usadas en el futuro, y ese futuro es fuertemente dinámico, concebido en un ambiente de trabajo remoto, a través de redes universales de computadores, centros de trabajo remoto y periodos de obsolescencia cada vez más cortos para la tecnología de las comunicaciones y los computadores.

PRODUCCIÓN SOSTENIBLE

Es una de las mayores responsabilidades de la ingeniería civil, y desde luego plantea modificaciones de fondo en la formación de los nuevos profesionales. A ellos corresponderá preservar los recursos naturales de las generaciones futuras mientras disponen la infraestructura adecuada para satisfacer las necesidades de la sociedad actual. Este es un reto muy grande para la ingeniería, que en el caso colombiano es particularmente complicado, porque ¿cómo se le puede exigir a la población marginada que se acerque a los recursos naturales con criterios de sostenibilidad? La ingeniería civil tiene una gran responsabilidad social en este compromiso de equilibrio entre la protección de los recursos naturales y la satisfacción de las necesidades básicas de la población desprotegida. Como agravante de esta situación debe considerarse que la riqueza natural enfrente como problema básico el desconocimiento nacional de la biodiversidad y la riqueza bruta del país en ciertos recursos minerales. Como resultado de ese desconocimiento el país pierde, mientras otras naciones e incluso empresas multinacionales se aprovechan del patrimonio natural que poseemos.

UNA NUEVA CULTURA ORGANIZACIONAL

Las organizaciones verticales, de jerarquías rígidas y normatividad inflexible están en abierto descenso, mientras se privilegia y promueve el trabajo en equipo a través de organizaciones con menos instancias decisorias, más comunicación, más delegación de responsabilidad y recursos, es decir, de poder, en las personas. En Colombia no existe cultura del trabajo en equipo, y esto puede interpretarse como resultado de modelos educativos en los cuales predomina el culto al individualismo promovido por un esquema aprendido en el aula desde los niveles básicos de la educación. Es imperativo modificar los patrones de formación, para estimular el trabajo en equipo,

el uso solidario de la tecnología y la apropiación colectiva de los nuevos conocimientos. Este es un requisito sine qua non para iniciar un proceso serio de consolidación de la investigación en las facultades de ingeniería, así como para promover la conformación de empresas por parte de los egresados, como alternativa para los consuetudinarios planteamientos de formación profesional para el empleo.

Este es un país por construir, lo cual de por sí representa un reto interesante para la ingeniería. Una rica dotación de recursos naturales, biodiversidad, bellezas escénicas fuente de turismo respetuoso del entorno y acompañado de escrupulosas medidas de protección sanitaria, es decir, con la ingeniería actuando para oponerse a la degradación de los recursos.

La ingeniería civil incorpora en su haber nuevos conocimientos en forma permanente, y de esa manera hace suyos los progresos de la física, la química, la biología y en general de las ciencias básicas, sin desconocer los compromisos con las ciencias sociales, . La economía y la administración incluidas. La necesidad de observar normas, reglamentos y legislación encaminada a proteger los recursos naturales ha añadido nuevas responsabilidades y, por supuesto, nuevas dimensiones a la profesión. El deber de velar por la seguridad de los trabajadores, el financiamiento de las obras, la administración de las mismas, el crecimiento de la industria privada con sus nuevas generaciones de empresarios; crearon para el ingeniero civil sucesivas necesidades de adquirir y consolidar conocimientos básicos de economía, finanzas, banca, administración y comunicaciones, entre otros.

DEFINICIÓN

Una definición representativa de la disciplina la señala como un conjunto de actividades basadas en la aplicación de las ciencias físicas y las leyes naturales orientadas a la planeación, diseño, cálculo, dirección y ejecución de obras y proyectos en el campo de la ingeniería civil, que incluyen: estructuras y edificaciones, vías y transportes, obras hidráulicas y de saneamiento ambiental, geotecnia y construcciones.

PERFIL PROFESIONAL

El egresado de esta carrera puede encontrar como campos de desempeño profesional, los siguientes:

- Elaborar proyectos de vías de comunicación terrestre y dirigir su construcción.
- Diseñar, calcular y preparar especificaciones técnicas de estructuras de edificaciones y obras civiles, de concreto, acero u otros materiales, destinadas a vivienda, industria u otros usos.
- Diseñar y dirigir la construcción de obras de saneamiento urbano y rural; abastecimiento de agua; recolección, tratamiento y disposición final de aguas residuales.
- Elaborar presupuestos de obra, programas de ejecución y control de inversiones.
- Efectuar estudios y diseños relacionados con el uso de los suelos y rocas como medio de soporte y fuente de materiales.
- Participar en planeación de usos de la tierra, ordenamiento urbano y adecuación de terrenos.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO QUE RECOMIENDA AGREGAR

CONTENIDO PROGRAMÁTICO QUE RECOMIENDA SUPRIMIR

COMPETENCIA DEL INGENIERO CIVIL ASOCIADAS A SUS DIFERENTES ÁREAS DE FORMACIÓN

INGENIERÍA ELÉCTRICA

- **CONTENIDOS BÁSICOS DE LA INGENIERÍA ELÉCTRICA**

ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA

SUBÁREA DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

OBJETIVO GENERAL

El área de circuitos eléctricos tiene como objetivo desarrollar en el futuro ingeniero electricista la capacidad para analizar sistemas eléctricos, aplicando los conceptos, métodos y teoremas más apropiados en su solución, comprenda los principios fundamentales y se familiarice con la terminología utilizada en ingeniería eléctrica.

TEMA – CIRCUITOS ELÉCTRICOS EN CORRIENTE CONTINUA

JUSTIFICACIÓN

La importancia de Este tema radica en que provee todas las técnicas y métodos de análisis de los circuitos en corriente continua en estado estable y durante el período transitorio. Estos temas le servirán de base para el análisis de los circuitos alimentados con corriente alterna y los circuitos electrónicos.

CONTENIDO

- Circuitos lineales y no lineales.
- Variables fundamentales: carga eléctrica, corriente, voltaje, potencia y energía.
- Elementos de los circuitos: Fuentes independientes y fuentes controladas, resistencia eléctrica.
- Leyes de Kirchoff.
- Métodos utilizados en el análisis de los circuitos: Método de nodos y método de mallas.
- Teorema de Thevenin y Norton, teorema de máxima transferencia de potencia. Principio de superposición.
- Elementos almacenadores de energía: La inductancia y la capacitancia. Sus modelos matemáticos.
- Respuesta transitoria y estacionaria de los circuitos alimentados con corriente continua, constante de tiempo. Diferentes tipos de respuesta.

TEMA – CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE CORRIENTE ALTERNA

JUSTIFICACIÓN

Los temas tratados en Este tema constituyen una parte muy importante de la fundamentación del ingeniero electricista, ya que incluye el análisis de los circuitos alimentados con corriente alterna, tanto monofásico como trifásico, equilibrados y desequilibrados. Adicionalmente, contiene el análisis de potencia tema básico en el ejercicio profesional.

CONTENIDO

- Análisis en estado estable de los circuitos alimentados con corriente alterna.
- Análisis fasorial: Leyes de Kirchoff utilizando fasores. Impedancia, admitancia, conductancia y susceptancia.
- Diagrama fasorial.
- Análisis transitorio en circuitos alimentados con corriente alterna.
- Potencia activa, reactiva, aparente y compleja. Factor de potencia y mejoramiento del factor de potencia.
- Inductancia mutua, transformador ideal.
- Sistemas trifásicos equilibrados y no-equilibrados.
- Cálculo de potencia en los sistemas trifásicos.
- Respuesta en frecuencia: Resonancia serie y paralelo. Diagramas de Bode.
- Redes de dos pares de terminales.
- Medidas eléctricas básicas.

SUBÁREA DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

OBJETIVO GENERAL

El área de campos electromagnéticos tiene como objetivo dotar al futuro ingeniero electricista de un instrumento de análisis para conceptualizar, comprender y modelar los fenómenos electromagnéticos inherentes al funcionamiento de cualquier dispositivo eléctrico, electrónico o de comunicaciones. A través de esta área el ingeniero electricista podrá formular soluciones a problemas electromagnéticos con el rigor matemático del análisis vectorial, relacionando adecuadamente las variables de campo a través de las ecuaciones de Maxwell y las leyes constitutivas del medio.

TEMA – ELECTROSTÁTICA

JUSTIFICACIÓN

La electrostática es básica para explicar el comportamiento de las cargas eléctricas y de los materiales dieléctricos y conductores sometidos a corrientes invariantes en el tiempo y esencial para desarrollar modelos electromagnéticos más complicados. Con ella se pueden explicar muchos fenómenos naturales (relámpagos, efecto corona) y los principios de varias aplicaciones industriales

(osciloscopios, impresoras de chorro de tinta, xerografía, pantallas de cristal líquido).

CONTENIDO

- El Campo eléctrico: ley de Coulomb, Intensidad de campo eléctrico, principio de superposición, campo eléctrico de distribuciones de carga.
- Ley de Gauss: flujo eléctrico, densidad de flujo eléctrico en el vacío o espacio libre, ley de Gauss en sus formas integral y diferencial o puntual,
- El potencial eléctrico: el potencial y el campo eléctrico, potencial de un sistema de cargas, campo eléctrico y el gradiente de potencial, densidad de energía en el campo electrostático.
- El campo electrostático en medios dieléctricos y capacitancia: dipolo eléctrico, polarización y momento de dipolo eléctrico, condiciones en la frontera de medios dieléctricos perfectos, capacitores y capacitancia, energía y densidad de energía de un capacitor.
- Corriente eléctrica conductores y resistencia: ecuación de continuidad de la corriente, ley de Ohm, resistencia, potencia y ley de Joule, propiedades de los conductores y condiciones en las fronteras de medios lineales, dualidad entre densidad de flujo eléctrico y densidad de corriente.
- Ecuaciones de Laplace y Poisson: la electrostática descrita por las ecuaciones de Laplace y Poisson, teorema de unicidad de la ecuación de Laplace, soluciones de las ecuaciones de Laplace y Poisson.

TEMA – MAGNETOSTÁTICA

JUSTIFICACIÓN

La magnetostática es básica para explicar el comportamiento de los imanes permanentes y de los materiales magnéticos sometidos a corrientes invariantes en el tiempo. Es esencial para desarrollar modelos electromagnéticos más complicados como los de las máquinas eléctricas rotativas.

CONTENIDO

- El campo magnético estable: ley de Biot Savart, ley circuital de Ampère, el flujo magnético y la densidad de flujo magnético, potenciales magnético escalar y vectorial.
- Fuerzas magnéticas, fuerza sobre una carga en movimiento, ecuación de Lorentz, fuerza sobre un elemento diferencial de corriente, fuerza sobre elementos diferenciales de corriente, fuerza y par de torsión sobre un circuito cerrado.
- Materiales e Inductancia: momento dipolar magnético y magnetización, propiedades magnéticas de la materia, diamagnetismo, paramagnetismo, ferromagnetismo, condiciones en la frontera de medios magnéticos lineales, homogéneos e isotrópicos, el circuito magnético, curva de magnetización y ciclo de histéresis, energía potencial sobre materiales magnéticos, inductancia e inductancia mutua.

TEMA – CAMPOS VARIABLES EN EL TIEMPO

JUSTIFICACIÓN

Todos los componentes de los sistemas de generación (generadores), transmisión y distribución (líneas y transformadores) y utilización de la energía eléctrica (motores, equipos electrodomésticos, etc.), como los sistemas asociados de medición, mando, protección y control requieren de la teoría de campos electromagnéticos para la comprensión de su modelización y comportamiento, tanto en estado estable como transitorio. Existen también otros desarrollos tecnológicos de los tiempos modernos (telefonía, radio, televisión, telecomunicaciones, radar, sensores remotos, satélites, etc.) que solo pueden ser explicados por la existencia de campos y ondas electromagnéticas.

CONTENIDO

- Ley de Faraday y de la inducción electromagnética: Fuerza electromotriz f.e.m. de transformación y movimiento (concepto de máquina eléctrica).
- Ecuaciones de Maxwell: generalización de la Ley de Ampère, corriente de desplazamiento, condiciones de frontera.
- Funciones de potencial: resolución de las ecuaciones de onda.
- Campos de dependencia armónica con el tiempo: fasores, electromagnetismo con dependencia armónica del tiempo, el espectro electromagnético.
- Ondas electromagnéticas planas: ondas planas en medios sin pérdidas, efecto Doppler, ondas electromagnéticas transversales, polarización de ondas planas

SUBÁREA DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA ELECTROMECAÁNICA

OBJETIVO GENERAL

El área de conversión de energía tiene como objetivo dotar al futuro ingeniero electricista de una herramienta de análisis para comprender los mecanismos por los cuales se puede convertir energía mecánica en eléctrica (generadores), eléctrica en mecánica (motores) y eléctrica en eléctrica (transformadores), procesos indispensables en la generación, transmisión, distribución y utilización de la energía eléctrica.

TEMA – CONVERSIÓN DE ENERGÍA ELECTROMAGNÉTICA

JUSTIFICACIÓN

La conversión de la energía mecánica en eléctrica, eléctrica en mecánica y eléctrica en eléctrica sólo puede ser explicado a través de la variación de la energía almacenada en el campo magnético de un transformador, motor o generador.

CONTENIDO

- Campo magnético, producción de un campo magnético, circuito magnético.
- Principios transformador, motor y generador.

- Energía almacenada en un campo magnético, energía de campo, coenergía.
- Fuerzas y trabajo mecánico.
- Ecuaciones generales de par.

TEMA – TRANSFORMADORES

JUSTIFICACIÓN

Los transformadores juegan un papel importante en el proceso de utilización de la energía eléctrica toda vez que permiten entre otras, transportar la energía producida desde los centros de generación hasta los centros de consumo a través de las líneas de transmisión de alto voltaje, permitiendo reducir las pérdidas y además, adecuando las señales de tensión a las necesidades de los usuarios finales.

CONTENIDO

- El transformador. Principio de funcionamiento. Circuito equivalente.
- Regulación. Rendimiento. Descripción de los ensayos. Conexiones trifásicas.
- Autotransformador. Neutro magnético.

TEMA – MÁQUINAS DE CORRIENTE DIRECTA

JUSTIFICACIÓN

Los motores de corriente continua son de aplicación frecuente en procesos industriales donde se requiera una amplia variación de velocidad, lo mismo que en los sistemas de transporte masivo. Como aparte de constituir aun el sistema de excitación de los generadores sincrónicos de las grandes centrales de producción de energía eléctrica, constituyen una alternativa en la producción de energía eléctrica en proyectos eólicos.

CONTENIDO

- Clasificación y estructura de las máquinas de DC: elementos constitutivos del sistema inductor y la armadura, mantenimiento, circuito magnético, ley circuital de Ampère.
- Fuerzas Electromotrices y Devanados
- Reacción de armadura.
- Proceso de conmutación.
- Técnicas de mejoramiento de la Conmutación.
- Pérdidas y rendimiento.
- Principios fundamentales de los generadores de DC: tipos de excitación, proceso energético, ecuaciones de F.E.M. y de par electromagnético.
- Características fundamentales de los generadores de excitación independiente, derivación, serie y compuesta: vacío, corto circuito, externa, regulación de voltaje.

- Principios fundamentales de los motores de DC: clasificación, proceso energético, ecuaciones de F.E.M. y par electromagnético.
- Características fundamentales de los motores de DC derivación, serie y compuesto.
- Arranque, regulación de velocidad y control de motores de DC.

TEMA – MÁQUINAS SINCRÓNICAS

JUSTIFICACIÓN

El estudio de la máquina síncrona está justificado por su utilización como dispositivo convertidor de energía mecánica en eléctrica en todo tipo de central productora de energía eléctrica sin importar el tipo de fuente primaria de energía.

CONTENIDO

- Clasificación y estructura de las máquinas síncronas
- Fuerzas electromotrices en los devanados de C.A: magnitud, frecuencia, forma de onda, armónicos, devanados, factores de devanado.
- Fuerzas magnetomotrices de los devanados de C.A.
- Reacción de armadura: teoría de las dos reacciones (teoría de Blondel)..
- Reactancias de la máquina síncrona.
- Generador síncrono: diagrama de tensiones del generador síncrono trifásico, características de funcionamiento en vacío, cortocircuito, carga, exterior y regulación, pérdidas y rendimiento.
- Funcionamiento en paralelo de los alternadores: condiciones y proceso de sincronización, distribución de carga activa y reactiva.
- Características angulares, estabilidad de estado estable y curvas de cargabilidad.
- Motor síncrono: diagramas fasoriales, curvas en V, característica de funcionamiento, arranque.
- Funcionamiento transitorio: transformación de Park, cortocircuito brusco, comportamiento no balanceado, estabilidad transitoria.

TEMA – MÁQUINAS DE INDUCCIÓN

JUSTIFICACIÓN

La máquina de inducción es el dispositivo de conversión de energía eléctrica en mecánica y viceversa más sencillo, económico, fácil de mantener, operar, controlar, proteger Como motor es el más utilizado en los procesos industriales. Como generador representa una alternativa en pequeños proyectos hidroeléctricos interconectados a una red de potencia o aislados donde no se requiera un regulación de frecuencia.

CONTENIDO

- Especificaciones, aspectos constructivos.
- Máquina asincrónica trifásica con rotor fijo: marcha en vacío y rotor frenado, parámetros de la máquina asincrónica.
- Circuitos equivalentes de la máquina asincrónica
- Momento de rotación y potencia de las máquinas, diagramas energéticos.
- Momento electromagnético, par de arranque, par máximo, dependencia del par de la resistencia del rotor de la frecuencia y la tensión, regulación de velocidad
- Diagrama circular
- Motor monofásico
- Selección, explotación, arranque y protección del motor asincrónico.

SUBÁREA DE ELECTRÓNICA

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar en el futuro ingeniero la habilidad para analizar y diseñar circuitos electrónicos analógicos y digitales discretos e integrados.

Suministrar una información básica sobre los elementos que conforman los circuitos y sistemas electrónicos, haciendo énfasis en los sistemas analógicos con orientación hacia el procesamiento de señales, los sistemas digitales como elementos que han transformado el mando, control y regulación de los sistemas eléctricos y finalmente enfatizando en los sistemas electrónicos de regulación y mando de grandes potencias eléctricas.

TEMA – DISPOSITIVOS Y CIRCUITOS ELECTRÓNICOS BÁSICOS

JUSTIFICACIÓN

La electrónica y su rápido desarrollo ha transformado a otras disciplinas del conocimiento y la Eléctrica se ha visto modificada incluso en el ejercicio profesional gracias a esta influencia. Es muy importante que el egresado de Ingeniería Eléctrica conozca los fundamentos físicos de los dispositivos electrónicos básicos de tal forma que pueda apropiarse del funcionamiento de dispositivos avanzados de aplicación directa en su ejercicio de la profesión, por ejemplo, en el control electrónico de potencia. Este conocimiento de lo físico debe trascender a la utilización mediante el análisis y el diseño de circuitos electrónicos donde se interconectan este tipo de dispositivos.

CONTENIDO

- Fundamentos de física cuántica
- Semiconductores. Fabricación. Extrínsecos e Intrínsecos.
- Densidad de estados y portadores. Movilidad y conductividad.
- La unión p-n. Funcionamiento en condiciones de circuito abierto, región de ruptura, polarización directa, polarización inversa, modelo del diodo.

- El Diodo Ideal. El Diodo Real: Descripción. El Diodo Real como parte de un circuito.
- El Diodo Zener. Diodos Especiales.
- Transistores de Unión Bipolar (BJT). Estructura física y modos de operación. Aplicación como amplificador de pequeña señal (Polarización y modelado dinámico). Configuraciones básicas de una única etapa. El BJT como interruptor.
- Transistor de Efecto de Campo de Unión (JFET). Transistor de Efecto de Campo de Metal-Oxido-Semiconductor de Agotamiento (MOSFET de Agotamiento).
- Transistor de Efecto de Campo de Metal-Oxido-Semiconductor de Enriquecimiento (MOSFET de Enriquecimiento).

TEMA – ELECTRÓNICA ANALÓGICA

JUSTIFICACIÓN

El mundo real es esencialmente analógico y por tal razón para poder controlarlo electrónicamente es fundamental el poder procesar las diferentes señales que lo constituyen para luego poder tratarlas con sistemas más complejos como los gobernados por un microprocesador o microcontrolador. Los amplificadores básicos de una única etapa son insuficientes para la mayoría de las aplicaciones reales y debe recurrirse a configuraciones multi-etapa más complejas, como los amplificadores diferenciales y operacionales que le dan más versatilidad al ingeniero en el ejercicio de su profesión.

CONTENIDO

- Amplificador Diferencial
- Amplificador Multietapa
- Respuesta de Frecuencia de amplificadores. Modelo del transistor en alta frecuencia. Respuesta de los amplificadores en alta frecuencia
- Circuitos de Realimentación, consideraciones generales y clases de realimentación.
- Topologías básicas de realimentación
- El amplificador operacional. Aplicaciones lineales y no lineales, amplificadores realimentados.
- Acondicionamiento de señales analógicas con amplificadores operacionales
- Estabilidad de amplificadores realimentados. Osciladores.
- Amplificadores de potencia. Consideraciones generales. Clases de amplificadores de potencia.
- Filtros pasivos.
- Filtros activos

TEMA – ELECTRÓNICA DIGITAL

JUSTIFICACIÓN

Los circuitos electrónicos digitales y los sistemas digitales en general juegan un papel muy importante en los sistemas electrónicos modernos. Estos son empleados en la mayoría de las facetas de aplicación de la electrónica como la instrumentación, el control, las comunicaciones y por supuesto la computación. Este amplio espectro en su uso se debe a la disponibilidad de circuitos integrados de bajo costo que contiene funciones muy poderosas y alta confiabilidad, circuitos integrados que contienen unas cuantas compuertas lógicas hasta un computador completo (microprocesador o microcontrolador).

CONTENIDO

- Sistemas de numeración. Códigos binarios y otros códigos.
- Álgebra de Boole. Simbología estándar y ANSI IEEE 91-1984.
- Funciones de Boole y sus representaciones – formas canónicas.
- Circuitos digitales MOS
- Circuitos digitales Bipolares
- Circuitos combinacionales. Diagramas de Karnaugh.
- Circuitos aritméticos
- Decodificadores, codificadores, conversores de código, multiplexores, demultiplexores.
- Lógica secuencial. Circuitos secuenciales asincrónicos y sincrónicos.
- Flip – Flop, registros y latch.
- Contadores.
- Circuitos secuenciales básicos.

TEMA – ELECTRÓNICA DE POTENCIA

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero electricista de hoy debe estar en capacidad de controlar y regular motores de corriente continua. Concebir y dimensionar sistemas de variación de velocidad de motores de corriente alterna y permitir el accionamiento adecuado de este tipo de máquinas. El 70% del consumo de energía en el sector industrial se debe a las máquinas eléctricas su control y optimización es fundamental para un ingeniero.

CONTENIDO

- El diodo de potencia. El tiristor. Características de salida, características de puerta o de disparo. Propiedades físicas. Comportamiento dinámico
- Circuitos rectificadores. Rectificadores monofásicos y trifásicos. Conmutación. Potencia reactiva

SUBÁREA INTERDISCIPLINARIA

TEMA - ANÁLISIS NUMÉRICO

JUSTIFICACIÓN

En las labores de diseño que realizan los ingenieros electricistas es frecuentemente necesario resolver ecuaciones o sistemas de ecuaciones (muchas veces no lineales) y representar por medio de una ecuación una serie de datos, ya sean éstos extraídos de tablas publicadas o generadas mediante experimentos o ensayos. Con mayor frecuencia se requiere la solución de problemas en los que influye la variable tiempo, lo cual lleva a resolver ecuaciones diferenciales y a modelar los sistemas de ingeniería mediante funciones y ecuaciones diferenciales, y a presentar los resultados mediante gráficas de toda índole, generadas a partir de los resultados numéricos. Se requiere así mismo entregar un análisis de los resultados de las operaciones realizadas por medio del computador y, en ocasiones, diseñar esquemas numéricos eficientes que permitan obtener resultados apropiados en un tiempo razonable y con el uso racional de los recursos computacionales disponibles.

CONTENIDO

- Precisión y exactitud. Redondeo y truncación. Orden de magnitud. Error absoluto y porcentual. Error en la evaluación de funciones de una ó más series de datos. Interpolación y aproximación.
- Vectores y matrices. Operaciones básicas y algoritmos para realizarlas. Producto de matrices e inversa matricial. Diagonalización y triangularización. Refinación de operaciones. Matrices dispersas y su representación. Matrices singulares. Solución de sistemas de ecuaciones lineales por inversión matricial y por métodos de triangularización (Gauss-Jordan), por diagonalización y por sustitución sucesiva (Gauss–Seidel).
- Raíces de funciones. Polinomios. Métodos numéricos para la evaluación de raíces: sustitución sucesiva, método de Newton. Sistemas de ecuaciones no lineales simultáneas, solución por sustitución sucesiva, solución por el método de Newton-Raphson.
- Representación de funciones por medio de series. Series de Taylor.
- Integración y diferenciación numérica.
- Ecuaciones diferenciales: problemas de valor inicial, ecuaciones de primer orden. Método de Euler. Métodos de Adams y Runge-Kutta. Problemas de valor inicial en dos o más ordenes. Problemas de valor de frontera. Algoritmos de solución: métodos de Euler, Adams y Runge Kutta, métodos de refinación de pendiente.
- Optimización. Condiciones para el mínimo de una función sin restricciones. Métodos de gradiente y de direcciones conjugadas. Optimización con restricciones de igualdad: multiplicadores de Lagrange. Métodos numéricos para encontrar el mínimo de una función con restricciones. Programación lineal y dinámica.

TEMA – ESTÁTICA

JUSTIFICACIÓN

El conocimiento y la comprensión correcta de los fundamentos de la Estática constituyen la base del

diseño de las torres de energía, bases de máquinas y redes eléctricas. La Estática, como parte de la Mecánica que estudia los cuerpos en reposo y las fuerzas que actúan sobre ellos, así como sus conceptos y fundamentos, resulta necesaria para que el ingeniero electricista pueda acceder a una de las subáreas pilares de la Ingeniería Eléctrica, como es el Diseño mecánico de líneas y redes eléctricas.

CONTENIDO

- Análisis vectorial: suma gráfica, trigonométrica y analítica, vectores: unitarios, resultante y posición en dos y tres dimensiones, producto escalar.
- Equilibrio de una partícula en dos y tres dimensiones, diagrama de cuerpo libre.
- Cuerpos rígidos: sistemas de fuerzas equivalentes, producto vectorial, momento de una fuerza, momento de un par de fuerzas, sistema equivalente de fuerzas y momentos. Equilibrio en dos y tres dimensiones.
- Análisis estructural: métodos de nudos y secciones, marcos y máquinas, análisis de fuerzas internas y externas.
- Fuerzas en vigas: clases de cargas, ecuaciones y diagramas de cortante y de momento flector.
- Fuerzas distribuidas: Hidrostática
- Centroides y centros de gravedad: de líneas, áreas y de cuerpos compuestos.
- Momentos de inercia por áreas y por integración, teorema de ejes paralelos, momento polar de inercia, radio de giro.
- Análisis de rozamiento: seco, fluido, estático y cinético.

TEMA – TERMODINÁMICA

JUSTIFICACIÓN

En el campo de aplicación de la Ingeniería Eléctrica se realizan muchos procesos en los que hay un cambio de estado de una sustancia, sea ésta un fluido o no. La subarea de Termodinámica permite conocer los conceptos básicos para poder trabajar con procesos en los cuales hay transferencia de calor y realización de trabajo; para dilucidar cuáles procesos son posibles, imposibles, reversibles o irreversibles, y para analizar el funcionamiento térmico de motores y equipos de conversión de energía, en general.

CONTENIDO

- Principio de equilibrio termodinámico.
- Estado, proceso y ciclo; sistemas termodinámicos y su clasificación
- Sustancias puras y sus propiedades. Ecuaciones de estado y tablas de propiedades.
- Trabajo en sistemas termodinámicos y su determinación.
- Primera ley de la termodinámica. Situación general y consecuencias.
- Primera ley de la termodinámica para sistemas. Energía almacenada e interna. Cálculo del calor transferido en un proceso o en un ciclo de un sistema.

- Primera ley de la termodinámica: volúmenes de control y sistemas de flujo. Conservación de la masa y conservación de la energía. Trabajo de flujo y entalpía. Calores específicos. Caso especial y simple de los gases perfectos. Fenómeno de expansión sin transferencia de calor ni trabajo realizado. Coeficiente de Joule-Thomson.

TEMA - ESTADÍSTICA Y PROBABILIDAD

JUSTIFICACIÓN

Para su actividad profesional, y especialmente para labores de investigación, el ingeniero electricista debe estar en capacidad de manejar y hacer el análisis de diferentes tipos de datos, inferir comportamientos futuros de las variables a partir de la información que posea, entender el concepto de probabilidad y efectuar cálculos sencillos al respecto; distinguir las variables aleatorias, discretas y continuas; aplicar los conceptos de inferencia, regresión y muestreo en problemas asociados a la Ingeniería Eléctrica.

CONTENIDO

- Tipos de variables, series estadísticas, distribución de frecuencias, representación gráfica.
- Representación de datos estadísticos: medidas de tendencia central; promedios, propiedades, interpretación; medidas de posición (mediana, media, moda).
- Medidas de dispersión: varianza, desviación típica.
- Introducción a las probabilidades: cálculo combinatorio (permutaciones y combinaciones), medida de probabilidad.
- Variables aleatorias: variable aleatoria discreta, función de probabilidad y función de distribución; distribución binomial, variable aleatoria continua, función de densidad, valor esperado; distribución normal.
- Regresión y correlación. Conceptos básicos.
- Nociones de muestreo.

TEMA – INFORMÁTICA

JUSTIFICACIÓN

El Ingeniero Electricista requiere conocer los conceptos básicos de algoritmos y programación para entender las soluciones a los diferentes problemas en las áreas de la Ingeniería Eléctrica donde se utiliza el computador.

CONTENIDO

- Conceptos básicos de algoritmos. Instrucciones de secuencia, decisión y repetición.
- Operación y funcionamiento básico de Internet.

ÁREA DE INGENIERÍA APLICADA

SUBÁREA DE SISTEMAS DE POTENCIA

OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del área de sistemas de potencia es introducir a los estudiantes al uso de herramientas matemáticas que le permitan establecer el comportamiento de los sistemas de potencia y los efectos que tienen los cambios de condiciones operativas en su comportamiento tanto en estado estable como en estado transitorio.

TEMA – ANÁLISIS DE SISTEMAS DE POTENCIA EN ESTADO ESTACIONARIO

JUSTIFICACIÓN

Los temas relacionados en Este tema permitirán a los estudiantes conocer las herramientas básicas para el análisis de sistemas de potencia en estado estacionario. Igualmente, introducirá las herramientas requeridas para el análisis de flujos de carga y análisis de cortocircuito.

CONTENIDO

- Sistemas en por unidad (p.u.)
- Estudio del Sistema de Potencia en estado trifásico estacionario equilibrado.
- Representación matricial de la Ybus y Zbus.
- Análisis de Flujos de Potencia.
- Estudio del generador sincrónico como componente del sistema de potencia. Su reacción en estado estable y ante cortocircuitos trifásicos y su impacto sobre la red del Sistema de Potencia.
- Estudio del Sistema de Potencia y de sus componentes ante la ocurrencia de cortocircuitos trifásicos simétricos.
- Selección de interruptores del Sistema Potencia.
- Modelos de superposición de sistemas simétricos para el estudio de asimetrías en el SP. (Modelo: Técnica matricial de componentes simétricas).
- Componentes simétricas. Fallas asimétricas. Definición de los controles Pf y QV . .
- Modelos y optimización Lagrangiana del despacho clásico para redes con centrales térmicas y para redes con centrales térmicas e hidráulicas.
- Optimización del despacho de generación con modelos y parámetros que regulan la generación y el transporte en el sector eléctrico desregulado.

TEMA – ANÁLISIS DE SISTEMAS DE POTENCIA EN ESTADO TRANSITORIO

JUSTIFICACIÓN

En Este tema se introducirá al estudiante al análisis de cortocircuito y las herramientas matemáticas necesarias para construir y modificar la z barra del sistema.

CONTENIDO

- Estabilidad Transitoria.
- Transitorios Electromagnéticos y ondas viajeras.

SUBÁREA DE LÍNEAS Y REDES

OBJETIVO GENERAL

En esta área se introducirá a los estudiantes al diseño y construcción de líneas de transmisión y distribución considerando criterios técnicos y económicos.

TEMA – DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN

JUSTIFICACIÓN

Las líneas de transmisión y distribución juegan un papel importante en el transporte de la potencia eléctrica desde los centros de producción (plantas eléctricas) hasta los usuarios finales de la misma. El cálculo de los parámetros de los mismos permitirá realizar los análisis necesarios para la evaluación del sistema de potencia en sus diferentes condiciones operativas.

CONTENIDO

- Características de las líneas de transmisión - Parámetros R, L, C, parámetros de secuencia, efecto de los Cables de Guarda, acoples mutuos, sistemas acoplados, desacoplados, efecto de la secuencia cero. Tipos de conductores empleados en transmisión, ACSR, ACAR, Alumoweld.
- Ecuaciones de propagación tensión – corriente y modelos fundamentales de líneas de transmisión, Impedancia característica, SIL, límite térmico, constante de propagación, constante de fase, regulación, compensación serie de líneas, ecuaciones con funciones hiperbólicas.
- Criterios de diseño mecánico de líneas de transmisión, selección del Cable de fases y de Guarda, ecuación de la catenaria, selección de ruta, plantillado.
- Componentes de un sistema de distribución. Relaciones entre el sistema de potencia y la red de distribución. Tipos de carga. Demanda. Factores de Demanda, carga y Diversidad.
- Sistemas de Puesta a tierra.
- Corrección del Factor de Potencia.

SUBÁREA DE CONTROL

OBJETIVO GENERAL

Capacitar al ingeniero electricista para la concepción, modelado, especificación, análisis, diseño e implantación de los sistemas de mando y regulación empleados para el control automático de los sistemas eléctricos

TEMA – SISTEMAS DE CONTROL

JUSTIFICACIÓN

Los sistemas de control han permitido automatizar tareas humanas repetitivas, tediosas y/o peligrosas; el control automático de sistemas eléctricos permite su operación mas segura y confiable así como con tolerancias menores en sus variables de interés; la automatización también reduce los costos de producción de la energía eléctrica.

CONTENIDO

- Componentes y variables básicas de los sistemas de control
- Modelado de sistemas dinámicos mediante funciones de transferencia y variables de estado
- Características de la realimentación en términos de estabilidad, control de la respuesta, robustez paramétrica y de perturbaciones
- Análisis de la respuesta en el dominio del tiempo.
- Análisis de estabilidad. Criterio de Routh, Lugar geométrico de las raíces y respuesta de frecuencia
- Análisis y ajuste de controladores, PID.

TEMA – ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS

JUSTIFICACIÓN

El control de motores eléctricos requiere el uso de mandos secuenciales para procesos como alarma, arranque, inversión y parada, así como la correcta regulación de par, velocidad y/o posición.

CONTENIDO

- Componentes, terminología, tipos de servicio, clasificación de los accionamientos.
- Características electromecánicas de los accionamientos
- Análisis y síntesis de los sistemas de mando y maniobra, automatismos combinacionales, automatismos secuenciales, dispositivos funcionales
- Dispositivos de medida, acción y mando, configuración de estructuras básicas de mando, representación en lógica de contactos
- Accionamientos para motores de corriente continua y corriente alterna

- Controladores lógicos programables

SUBÁREA CENTRALES Y SUBESTACIONES

OBJETIVO GENERAL

En general, las centrales y subestaciones permiten la generación y la transformación de la potencia eléctrica en las diferentes componentes de un sistema de potencia. El conocimiento de los dispositivos y componentes de las centrales y subestación permitirán a los estudiantes conocer los procedimientos de diseño y la operación de las mismas, así como los principios de montaje y mantenimiento. En cuanto a las protecciones eléctricas, estas permiten proteger a los elementos esenciales del sistema contra cambios repentinos de operación o, principalmente, contra fallas que puedan afectar la vida útil de los equipos, o atentar contra la integridad de los operadores y los usuarios.

TEMA – SUBESTACIONES

JUSTIFICACIÓN

En su práctica profesional el Ingeniero Electricista le corresponde gestionar en las subestaciones eléctricas el recibo, transformación, distribución y subdistribución de energía eléctrica para sectores residenciales, comerciales e industriales.

CONTENIDO

- Tipos y configuraciones de subestaciones
- Elementos constitutivos: el interruptor, seccionador, transformador de potencia ,CT, PT, Pararrayos etc.
- Equipos de medición, protección y control.

TEMA – GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

JUSTIFICACIÓN

En su desempeño profesional para la operación y mantenimiento de centrales el Ingeniero Electricista debe conocer los elementos constitutivos de las centrales hidráulicas y térmicas, su funcionamiento, así como los criterios técnico-económicos y del medio ambiente que las rigen.

CONTENIDO

- Sistemas de conversión de energía.
- Estudio socioeconómico y evaluación del impacto ambiental

TEMA – PROTECCIONES ELÉCTRICAS

JUSTIFICACIÓN

En su desempeño profesional el Ingeniero Electricista requiere especificar, diseñar y calcular las protecciones de los diferentes componentes de un sistema eléctrico por medio de relés, transformadores de potencial, de corriente y demás dispositivos existentes.

CONTENIDO

- Principios y características fundamentales de los relés de protección. Confiabilidad, seguridad del sistema de protecciones, protección principal y de respaldo. Tipos principales de relés de protección. Transformadores de instrumentación. Protección de generadores. Protección de transformadores y reactores. Protección de barras. Protección de líneas con relés de sobrecorriente, criterios de ajuste.
- Protección de líneas con relés de distancia.
- Protecciones utilizando telecomunicaciones.

- **TENDENCIAS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS ELÉCTRICOS**

La última mitad del siglo veinte en el mundo ha presenciado cambios espectaculares, de tal magnitud que muchos autores no vacilan en considerar que se está comenzando a presentar en este período una tercera ola de desarrollo humano solo comparable a la invención de la agricultura y a la revolución industrial del siglo XVIII (Alvin Toffler, 1980). Estos cambios son de gran importancia para el sector educativo, toda vez que en estos años se ha presenciado "el nacimiento de un nuevo sistema para crear riqueza que no se basa ya en la fuerza sino en la mente" (Alvin Toffler, 1990).

La Universidad, como nodo donde se entrelazan las redes de generación, utilización, almacenamiento y reproducción del conocimiento y donde se debe realizar la síntesis de una gran diversidad de saberes, está sintiendo fuertemente la presión del cambio. "Quienes sean responsables de determinar lo que debería aprenderse, deben estar permanentemente cuestionando el rol de la escuela en el proceso total de aprendizaje" (B. Bloom et al., 1976)

Aunque la modernización curricular es un proceso que se está dando a nivel de todo el mundo con una intensidad muy grande debido a los vertiginosos cambios de las última décadas, los programas curriculares que resulten de este proceso deben ser parte fundamental de un política integral de desarrollo del país y por lo tanto deben tener en cuenta toda nuestras particularidades, nuestra idiosincrasia y la historia de nuestro desarrollo.

En su proceso de modernización y de difícil inserción en la comunidad internacional, Colombia está comenzando a realizar importantes esfuerzos por aumentar la competitividad, por conseguir acreditación internacional y por mejorar las relaciones entre los diferentes actores del desarrollo como son la Universidad y el Sector Empresarial.

Las tendencias en la formación de profesionales deben verse desde dos puntos de vista: primero, desde el punto de vista de las tendencias de la educación en general y segundo desde el punto de vista de los desarrollos específicos en las profesiones que se están analizando.

TENDENCIAS DE LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA

Como se señala muy adecuadamente en (Jaramillo y Olarte, 1995) "la educación universitaria cada día se está apoyando más en una pedagogía dinámica que conduce al estudiante a ser más protagonista del proceso enseñanza- aprendizaje, permitiéndole una participación mucho más activa y con mayores posibilidades de intervenir en las decisiones que pueden orientar su formación.

Por otro lado, la concepción misma de los planes de estudio se está dando bajo esquemas flexibles que posibilitan la satisfacción de los intereses del individuo, de la institución y del mercado".

Aparte de esas tendencias de la educación universitaria a ser más participativa y flexible, existen una necesidad y unas tendencias crecientes a que esa educación sea cada vez menos para informar y cada vez más para construir unos marcos conceptuales muy claros y sintéticos, unas matrices de conocimiento, dentro de los cuales el estudiante pueda verter los aludes de información a los que se está viendo sometido a través de todos los medios de información generales y especializados.

Se requiere de un cambio radical en el quehacer de los docentes tal que les permita una mayor producción de material docente, una mayor dedicación a la investigación y una actividad cada vez más intensa de integración con la sociedad y con otras ramas del saber. Que a su vez aproveche de la mejor forma posible cada encuentro con el estudiante para aquellas actividades que son irremplazables por el contacto con libros, bases de conocimiento, videos o actividades interactivas en el computador. Se tiene la tendencia actualmente a liberar un poco del tiempo de asistencia del estudiante a clases presenciales, para que, en cambio utilice ese tiempo en trabajo personal, en aprender a aprender.

La Universidad, a su vez, debe multiplicar las posibilidades de acceso al conocimiento del estudiante,

diferentes a las del contacto con su profesor. En ese sentido es fundamental la integración con Redes de Información como Internet, el acceso a las nuevas fuentes de información y la consecución de material para ser trabajado en equipos de video o en el computador.

TENDENCIAS DENTRO DE LA INGENIERÍA ELÉCTRICA

El desarrollo de la educación en Ingeniería Eléctrica no puede llevarse a cabo de forma independiente del desarrollo económico en los campos de la economía que le corresponden. Aunque la formación básica de un ingeniero sí es independiente del grado de desarrollo del país, cuando se trata de la formación profesional aplicada (o específica) es indispensable tener presente las tendencias y expectativas de desarrollo en el área y seguir de cerca el proceso de modernización y de inserción internacional del país.

Teniendo en cuenta las tendencias de desarrollo de los campos de la Ingeniería Eléctrica y Electrónica (Ver Jaramillo y Olarte, 1995) se pueden definir áreas en las cuales es importante que haya un mayor trabajo en las universidades tanto en la docencia, como en la investigación y extensión.

En el caso de la Ingeniería Eléctrica sería deseable además de las áreas tradicionales de énfasis, una mayor formación económica, en manejo ambiental de proyectos y un mayor desarrollo de temas como la gestión, al calidad del servicio y el uso racional de la energía.

En general estas tendencias no introducen cambios en el Plan de Estudios de las Carreras en sus áreas básica y básica profesional, sino en el área profesional específica que puede manejarse de una forma muy ágil y muy práctica si se tienen esquemas flexibles de profundización y/o especialización.

Ahora, el desarrollo de los conocimientos en las Ingenierías Eléctrica y Electrónica sigue el esquema de desarrollo económico e industrial del país. Si no podemos lograr una definición más clara de objetivos y un mayor protagonismo del país en el desarrollo de aplicaciones tecnológicas y científicas, nunca podremos hablar válidamente de una modernización de la ingeniería en esos campos de acción.

DEFINICIÓN DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

El ingeniero es un profesional que sintetiza toda una serie de conocimientos científicos, tecnológicos y técnicos para la solución de los problemas de la sociedad en un campo de acción específico. El ingeniero es el puente entre las necesidades y las soluciones.

La parte más importante de su formación es el desarrollo de la capacidad para crear, manejar y aplicar modelos físico- matemáticos de la realidad. Al lado de este conocimiento básico debe adquirir una serie de elementos de computación, química, ciencia de materiales, conocimientos económicos, legales y administrativos junto con toda una serie de conocimientos más o menos empíricos como son las técnicas de fabricación y construcción.

El campo de acción de un Ingeniero Electricista son los Sistemas Eléctricos con énfasis en el manejo de las altas tensiones, altas corrientes y cantidades de energía considerables y en la consideración de Sistemas de Potencia Eléctricos en su conjunto bien sea a nivel regional, nacional e incluso internacional. Se ocupa por lo tanto de los elementos y sistemas necesarios para la generación, transporte, distribución y consumo de la energía eléctrica en grandes cantidades.

Existen diferencias a nivel mundial sobre las diferentes ramas en que se divide la Ingeniería, las cuales dependen del desarrollo socioeconómico, industrial y cultural de cada país. En los países de mayor desarrollo económico, el nivel de complejidad y diferenciación de los procesos productivos requiere de un profesional con una formación bastante especializada. Esta se logra después del grado de ingeniero bien sea a través de múltiples programas de postgrado, o por medio de programas educativos al interior de las mismas empresas.

En esos países la formación del ingeniero es de carácter básico y por ello no existe una marcada

diferencia entre campos de acción para ingenieros electricistas y electrónicos. Los Departamentos de Ingeniería Eléctrica otorgan por lo general un título único de Ingeniero Electricista (o Eléctrico) a personas que posteriormente se especializarán en áreas mucho más específicas de la Ingeniería Eléctrica. Existe, adicionalmente, una amplia gama de técnicos, tecnólogos, ingenieros de industria e ingenieros de investigación, que produce una diferenciación en el tipo de trabajo que realiza cada tipo de profesional.

En Colombia, como en otros países de desarrollo económico no tan avanzado, la diferenciación en el área laboral es mucho menor y el profesional tiene que salir directamente de la Universidad a desempeñar su trabajo sin una preparación adicional, teniendo además la posibilidad de realizar trabajos que van desde el de un técnico hasta el de un investigador, todo cobijado por un mismo título. Esta situación justifica el que exista una marcada diferencia entre ingenieros electricistas y electrónicos que muy seguramente tenderá a desaparecer con el incremento de la formación postgraduada y empresarial de los ingenieros y con la necesaria aparición de otros tipos de profesionales intermedios la cual está en mora de producirse en el país.

Para definir un Plan de Estudios de una carrera es indispensable definir cuales deben ser los objetivos de la formación de ese profesional, es decir cual es el perfil del profesional que queremos formar.

La educación, en general, debe tener como objetivo la formación intelectual, emocional y ética integrales de un ciudadano. Las universidades le ofrecen de hecho al estudiante propuestas éticas y culturales y posibilidades de desarrollo personal, que dependen del clima muy particular que se desarrolla en cada una de ellas, el cual debe estar acorde con la misión y visión que cada una de estas instituciones se proponga.

A nivel intelectual la formación de un profesional debe tener como objetivo el formar una persona con una gran capacidad de innovación, con una capacidad muy desarrollada de aprendizaje y a nivel personal con una gran capacidad de liderazgo.

El objetivo general de la formación de cualquier ingeniero debe ser un profesional con una sólida fundamentación científica, tecnológica e investigativa en su rama específica de la Ingeniería, que le permita contribuir al progreso del país, al bienestar de la comunidad y a su propia realización personal.

Como objetivos particulares de la formación de un ingeniero se pueden señalar (Comité Asesor I. Eléctrica, U. Nacional, 1993) el desarrollo de las capacidades para:

- Desarrollar y utilizar modelos físico - matemáticos de los problemas de la Ingeniería en forma acorde con los progresos científicos y técnicos.
- Analizar y dar solución a problemas concretos en el área propia de la Ingeniería, utilizando las herramientas tecnológicas adecuadas.
- Administrar en forma óptima los recursos técnicos, humanos físicos y financieros requeridos en los proyectos y empresas en que intervenga o que promueva.
- Comunicarse adecuadamente con los miembros de la comunidad científica y tecnológica.
- Asimilar la literatura técnica de su área específica incluso la que se publique en idiomas extranjeros.
- Actualizar permanentemente sus conocimientos científicos y tecnológicos.
- Realizar investigaciones y desarrollar innovaciones tecnológicas que propendan por el desarrollo del país.
- Analizar y evaluar los impactos sociales, económicos y ambientales provocados por los desarrollos de la Ingeniería.

El perfil profesional formativo de todo ingeniero debería ser el mismo para cualquier rama de la ingeniería, aunque se debe admitir que tradicionalmente la formación físico matemática ha sido mejor en algunas ramas que en otras. Igualmente es lícito pensar que algunas Facultades de Ingeniería hagan más énfasis en las capacidades investigativas, otras en la capacidad de operación de sistemas, otras en las capacidades gerenciales y administrativas de sus egresados, de acuerdo a su visión y misión particulares.

Teniendo en cuenta el perfil ocupacional del ingeniero sí se debe definir una serie de conocimientos específicos básicos de cada rama que se supone que el ingeniero de cada especialidad debe adquirir; son los conocimientos del área básica profesional. En el área profesional específica cada universidad está en posibilidad de dar un enfoque diferente de la Carrera de acuerdo a las particularidades de sus objetivos y fortalezas.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO QUE RECOMIENDA AGREGAR

CONTENIDO PROGRAMÁTICO QUE RECOMIENDA SUPRIMIR

COMPETENCIA DEL INGENIERO ELÉCTRICO ASOCIADAS A SUS DIFERENTES ÁREAS DE FORMACIÓN

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

- **CONTENIDOS BÁSICOS DE LA INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA

SUBÁREA INTERDISCIPLINARIA

TEMA – COMPUTACIÓN

JUSTIFICACIÓN

El uso de los computadores es común en todas las áreas de actividad de la humanidad hoy día. En el campo de la Ingeniería se utiliza para muchas labores tales como bases de datos, computación gráfica, CAD/CAM, diseño asistido ya sea mediante programas especializados o mediante programas elaborados por el ingeniero. Los ingenieros deben conocer acerca de la estructura común y básica de los computadores y la estructura común de los lenguajes de programación.

CONTENIDO

- Algoritmos y programación. Programación estructurada. Documentación de los programas.
- Tipos de instrucciones
- Manejo de vectores y matrices
- Archivos. Tipos, lectura y escritura
- Dispositivos de entrada / salida
- Estructuras de datos

TEMA - ESTADÍSTICA Y PROBABILIDAD

JUSTIFICACIÓN

Para su actividad profesional, y especialmente para labores de investigación, el ingeniero debe estar en capacidad de manejar y hacer el análisis de diferentes tipos de datos, inferir comportamientos futuros de las variables a partir de la información que posea, entender el concepto de probabilidad y efectuar cálculos sencillos al respecto; distinguir las variables aleatorias, discretas y continuas; aplicar los conceptos de inferencia, regresión y muestreo en problemas asociados a la Ingeniería Electrónica.

CONTENIDO

- Tipos de variables, series estadísticas, distribución de frecuencias, representación gráfica.
- Representación de datos estadísticos: medidas de tendencia central; promedios, propiedades, interpretación; medidas de posición (mediana, media, moda)
- Medidas de dispersión: varianza, desviación típica.
- Introducción a las probabilidades: cálculo combinatorio (permutaciones y combinaciones),

medida de probabilidad.

- Variables aleatorias: variable aleatoria discreta, función de probabilidad y función de distribución; distribución binomial, variable aleatoria continua, función de densidad, valor esperado; distribución normal, funciones de variables aleatorias, conjuntos de variables aleatorias
- Regresión y correlación. Conceptos básicos.
- Nociones de muestreo.

TEMA – CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

JUSTIFICACIÓN

Buena parte de los fundamentos de los sistemas basados en la electrónica dependen del entendimiento de la teoría electromagnética. Tal es el caso por ejemplo de los medios de comunicación los cuales basan su funcionamiento en la propagación de la información en medios confinados como las líneas de transmisión y los no confinados como el espacio abierto. Los modelos que dan cuenta de la forma como estos fenómenos ocurren y pueden ser controlados se establecen en la teoría de campos electromagnéticos.

CONTENIDO

- Ecuaciones de Maxwell, corriente de desplazamiento.
- Espectro electromagnético (Conceptos básicos).
- Ondas electromagnéticas planas.
- Polarización de ondas electromagnéticas.

SUBÁREA DE CIRCUITOS

OBJETIVO GENERAL

Brindar a los estudiantes las herramientas fundamentales para el análisis de circuitos eléctricos.

TEMA – FUNDAMENTOS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

JUSTIFICACIÓN

Para hacer un correcto análisis de circuitos resistivos, es importante que el estudiante conozca con profundidad los diversos teoremas que permiten llegar a obtener los resultados esperados.

CONTENIDO

- Circuitos lineales.
- Variables fundamentales.
- Técnicas de análisis de circuitos (Kirchoff, Teoremas).

- Interconexión de elementos multiterminal (cuadripolos).

TEMA – RESPUESTA DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS

JUSTIFICACIÓN

Permite definir matemáticamente los modelos de los elementos básicos de sistemas eléctricos, usando principalmente ecuaciones diferenciales, para obtener su respuesta a una entrada dada. También dentro de las técnicas básicas de análisis para la solución de circuitos eléctricos es necesario saber utilizar las transformaciones lineales.

CONTENIDO

- Análisis en tiempo
- Primer orden
- Segundo orden
- Respuesta estado cero
- Respuesta entrada cero
- Análisis en frecuencia
- Análisis fasorial
- Potencia
- Resonancia Serie-paralelo
- Transformada de Laplace
- Análisis de Bode

TEMA – APLICACIONES BÁSICAS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

JUSTIFICACIÓN

Dentro de las técnicas básicas de análisis para la solución de circuitos eléctricos es necesario saber utilizar transformaciones lineales que se aplican.

CONTENIDO

- Sistemas trifásicos
- Acoplamiento magnético

SUBÁREA DE SEÑALES Y SISTEMAS

OBJETIVO GENERAL

Enseñar al estudiante conceptos básicos para el modelado matemático de señales y sistemas y brindarle al estudiante la capacidad de analizar señales y sistemas continuos o discretos mediante la aplicación de diferentes transformadas o en el dominio del tiempo.

TEMA – SISTEMAS

JUSTIFICACIÓN

Uno de los pilares para el análisis de sistemas de comunicación y procesamiento de señales es la teoría de sistemas lineales. El Ingeniero Electrónico debe estar en capacidad de conocer los diferentes modelos matemáticos de los sistemas, y algunos métodos de análisis y solución para estos.

CONTENIDO

- Propiedades y clasificación de sistemas.
- Sistemas lineales e invariantes con el tiempo.
- Convolución.
- Álgebra de bloques.
- Retroalimentación.
- Respuesta impulso – función de transferencia.
- Filtros analógicos.
- Diagramas de polos y ceros. Análisis de estabilidad.

TEMA – SEÑALES

JUSTIFICACIÓN

En todas las áreas de la Ingeniería Electrónica se manejan diferentes tipos de señales, por esto es fundamental para el ingeniero conocerlas y estar en capacidad de modelarlas y caracterizarlas.

CONTENIDO

- Características de las señales.
- Clasificación de las señales.
- Señales periódicas.
- Series de Fourier (Tiempo continuo, tiempo discreto)

TEMA – TRANSFORMADAS

JUSTIFICACIÓN

La amplia aplicación del Análisis de Fourier, no sólo en Comunicaciones sino también en Control, en Circuitos Eléctricos y Electrónicos, hace de este un tema importante que debe dominar un Ingeniero Electrónico.

CONTENIDO

- Transformada de Fourier de tiempo continuo(Tiempo continuo, tiempo discreto).
- Transformada de Laplace.
- Transformada Z.

SUBÁREA DE ELECTRÓNICA

OBJETIVO GENERAL

Dar al estudiante los conocimientos necesarios acerca de los diferentes dispositivos electrónicos, su fabricación, funcionamiento y la manera de interconectarlos, de tal manera que lo pueda llevar hasta el análisis y diseño de circuitos utilizando estos componentes. Por tanto el estudio de los amplificadores, osciladores y la realimentación son objeto de profundo estudio.

TEMA – FÍSICA DE SEMICONDUCTORES

JUSTIFICACIÓN

Son elementos esenciales de la electrónica los dispositivos semiconductores, cuyos principios de funcionamiento residen en la física del estado sólido. Resulta pues indispensable tener un conocimiento claro de estos temas para el uso y diseño de estos componentes.

CONTENIDO

- Mecanismos de transporte de carga en semiconductores.
- Teoría de bandas.
- Materiales semiconductores.
- Uniones.

TEMA – DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES

JUSTIFICACIÓN

Supuesto que se tengan los principios de funcionamiento, resulta indispensable saber operar los elementos semiconductores, base fundamental de la electrónica. Lo anterior implica conocer las regiones de operación de cada uno de los semiconductores sus características eléctricas, al igual que operar dentro de ellas y las implicaciones correspondientes.

CONTENIDO

- BJT, DIODOS(Generales y especiales), FET, MOSFET, Optoelectrónicos, Dispositivos de cuatro capas.
- Polarización, regiones de operación, análisis, señal pequeña y señal grande, distorsión, potencia en región activa y en conmutación.

TEMA – AMPLIFICACIÓN

JUSTIFICACIÓN

La gran mayoría de los circuitos electrónicos operan con alimentación DC, que para aplicaciones de relativamente bajo consumo, se realizan con fuentes lineales; esto implica que el ingeniero debe conocer y saber diseñar este tipo de equipos.

De otra parte, una aplicación muy generalizada es la de amplificación de bajas frecuencias como audio, señales subsónicas y ultrasónicas que requieren un claro conocimiento de los elementos semiconductores operados en potencias altas, al igual que topologías que mejoren la eficiencia de los sistemas.

CONTENIDO

- Monoetapa.
- Multietapa.
- Diferenciales.
- Operacionales.
- Audio clase A, B, C.
- Sintonizados.
- Fuentes lineales (rectificación, filtraje, factor de cresta, rizado, estabilidad y realimentados).

TEMA – OSCILACIÓN

JUSTIFICACIÓN

Es muy importante que el ingeniero conozca los criterios de diseño y modelos matemáticos de esta subarea, a igual que conceptos claros de retroalimentación positiva y estabilidad para poder diseñar y obtener señales senoidales, de baja y alta frecuencia, de uso muy frecuente en sistemas de comunicaciones y otras aplicaciones.

CONTENIDO

- Criterio de Barkhausen.
- Margen de Fase.
- Margen de ganancia.

- Configuraciones: RC, RL, Corrimiento de fase, Puente Wein.
- Hartley, Collpits, Piezoeléctricos.

TEMA – CONMUTACIÓN

JUSTIFICACIÓN

Las aplicaciones digitales cada día se popularizan más incluso reemplazando en muchos casos sistemas que tradicionalmente habían sido implementados en forma análoga. Lo anterior implica que el ingeniero debe dominar esta suba rea tanto en su manejo como en su diseño; tal es el caso de la velocidad de los componentes en épocas en que cada vez más es este un factor intensamente relevante.

CONTENIDO

- Circuitos y aplicaciones no lineales Multivibradores: Monoestables, Biestables, estables.
- PLL.
- Convertidores A/D, D/A.
- Generadores de funciones.
- Compuertas Lógicas (TTL CMOS etc.).

ÁREA DE INGENIERÍA APLICADA

SUBÁREA DE TÉCNICAS DIGITALES

OBJETIVO GENERAL

En el presente, donde el manejo digital de la información se ha visto potenciado por las nuevas tecnologías se hace indispensable desarrollar en el futuro ingeniero las competencias básicas para permitirle el uso de estas técnicas para su aplicación y diseño.

TEMA – SISTEMAS DIGITALES

JUSTIFICACIÓN

En el mundo actual el futuro Ingeniero Electrónico deberá interactuar con sistemas que se modelan digitalmente, razón por la cual se hace indispensable que conozca los fundamentos de los Circuitos Lógicos y el análisis y diseño de los mismos, así como también la forma de trabajarlos utilizando descripciones de alto nivel.

CONTENIDO

- Álgebra de Boole: Teoremas, Mapas de Karnaugh.
- Redes Combinatorias: Compuertas lógicas, Análisis y diseño de redes combinatorias.
- Redes Secuenciales: Elementos de almacenamiento, Máquinas de estados, Análisis y diseño de redes secuenciales.
- Descripciones algorítmicas.

TEMA – ARQUITECTURA Y ORGANIZACIÓN DE COMPUTADORES

JUSTIFICACIÓN

Permitir el desarrollo en el futuro ingeniero de competencias que le permitan entender el funcionamiento de computadores de uso general y la implementación de computadores de uso específico.

CONTENIDO

- Aritmética binaria: Punto fijo, Punto flotante, Complemento dos.
- CPU: ALU, Unidad de Control, Registros.
- Memoria: Jerarquía, Tecnologías.
- E/S (I/O): Programada, Interrupciones, (DMA) Direct Memory Access.
- Instrucciones: Formato, Modos de direccionamiento, Tipos de instrucciones.

SUBÁREA DE INSTRUMENTACIÓN Y MEDICIONES

OBJETIVO GENERAL

La Ingeniería Electrónica es una profesión que requiere de las mediciones para realizar sus procesos de experimentación, investigación, diseño y producción de circuitos, dispositivos y sistemas electrónicos; por esta razón, esta área es necesaria para capacitar al futuro Ingeniero Electrónico para el desarrollo de estas actividades.

TEMA – CONCEPTOS BÁSICOS DE MEDICIÓN

JUSTIFICACIÓN

La experimentación, investigación, diseño y producción de sistemas realizados por los ingenieros electrónicos, requiere el conocimiento de los estándares y normas existentes para su producción y comercialización, así como para la documentación y entrega de resultados o mediciones.

CONTENIDO

- Cadena o sistema de medida.
- Normalización.
- Patrones.
- Calibración.
- Sistema Internacional de Unidades.
- Error e incertidumbre.

TEMA – INSTRUMENTOS ELÉCTRICOS DE MEDIDA

JUSTIFICACIÓN

El área de medidas es, por naturaleza, una necesidad para el Ingeniero Electrónico. Las primeras variables que debe manipular el mismo, son las de naturaleza eléctrica y por lo tanto esto justifica la existencia de esta área en un plan de formación de ingenieros electrónicos.

CONTENIDO

- Multímetros.
- Puentes.
- Vatímetros.
- Contadores de energía.

TEMA – INSTRUMENTOS ELECTRÓNICOS DE MEDIDA

JUSTIFICACIÓN

El Ingeniero Electrónico requiere, para el desarrollo y el ejercicio de su profesión, el conocimiento, entendimiento y manejo correcto de instrumentación electrónica, con el fin de llevar a cabo los procesos de verificación de sus diseños y caracterización de los sistemas implementados. Esto justifica completamente esta subarea, en un plan de estudios de la carrera de Ingeniería Electrónica.

CONTENIDO

- Osciloscopio.
- Generadores.
- Frecuencímetros
- Fuentes

TEMA – TRANSDUCTORES

JUSTIFICACIÓN

La necesidad de medir cantidades físicas de naturaleza diferente de la energía eléctrica, y la creciente aplicación de la electrónica en aplicaciones industriales, hace necesario incluir, en una carrera de Ingeniería Electrónica, las temáticas incorporadas en esta subarea.

CONTENIDO

- Efectos: Piezoeléctrico, Hall, Fotoeléctrico, Pasivos.

SUBÁREA DE TELECOMUNICACIONES

OBJETIVO GENERAL

Proporcionar al estudiante los elementos de formación e información necesarios para el análisis y síntesis de los diversos sistemas de comunicación y medios de conducción de ondas electromagnéticas, y los fundamentos de los mismos. Describir, analizar y diseñar sistemas de comunicación análogos y digitales así como los medios de transmisión utilizados.

TEMA – MODULACIÓN

JUSTIFICACIÓN

Un Ingeniero Electrónico debe conocer las técnicas de modulaciones análogas y digitales que se utilizan en los diferentes sistemas de comunicación. Estas técnicas de modulación permiten manejar el espectro electromagnético y la potencia de las señales de una forma eficiente.

CONTENIDO

Modulación analógica: Amplitud, frecuencia, fase (AM, FM, PM).

Modulación digital: FSK, PSK, combinaciones.

Detección.

TEMA – MEDIOS DE TRANSMISIÓN GUIADOS

JUSTIFICACIÓN

El medio de transmisión es uno de los elementos más importantes dentro de un sistema de comunicaciones; por esto, un Ingeniero Electrónico debe conocer, entender el funcionamiento y saber modelar los diferentes medios de transmisión y así poder diseñar de manera óptima redes de comunicaciones.

CONTENIDO

- Líneas de transmisión (coaxial, par trenzado), parámetros, Z_0 , reflexión, acoples, pérdidas.
- Guías de onda.
- Fibra óptica.

TEMA – MEDIOS DE TRANSMISIÓN NO GUIADOS

JUSTIFICACIÓN

En la transmisión de señales de radiofrecuencia se utilizan diferentes tipos y configuraciones de antenas. Un Ingeniero Electrónico debe estar en capacidad de conocer las características fundamentales de las antenas, sus principios de funcionamiento y patrones de radiación.

CONTENIDO

- Conceptos básicos de radiación.
- Antenas: Patrones de radiación, impedancia, ganancia, directividad.
- Clasificación.
- Antenas parabólicas.

TEMA – SISTEMAS DE COMUNICACIÓN

JUSTIFICACIÓN

Uno de los aspectos fundamentales de la ingeniería es el establecimiento de redes confiables de telecomunicación. Para el análisis, comprensión y diseño los sistemas de comunicación que establecen dichas redes es importante conocer conceptos tales como muestreo, cuantificación, corrección de errores, entre otros.

CONTENIDO

- Teorema de Muestreo.
- Cuantificación.
- Decibeles.
- PCM.
- Incidencia del ruido.
- Teoría de la información.
- Conceptos básicos de corrección de errores.
- Códigos de línea: NRZ, Manchester.
- Transmisión digital en banda base.
- Cálculos de enlace.

SUBÁREA DE CONTROL

OBJETIVO GENERAL

Proveer al estudiante de Ingeniería Electrónica de competencias y destrezas, tanto teóricas como prácticas, en el análisis y diseño de sistemas de control.

El área de control es esencial dentro de la Ingeniería Electrónica puesto que suministra una visión integrada de sistemas físicos de diversos tipos, con énfasis en herramientas de análisis teórico. Esta área ha adquirido gran importancia debido a su amplia aplicación en el trabajo tecnológico, especialmente en el desarrollo de la automatización, que hoy en día ha logrado extenderse a muchas áreas de la industria.

TEMA – MODELAMIENTO DE SISTEMAS

JUSTIFICACIÓN

Para predecir y controlar el comportamiento de un sistema, es necesario construir modelos matemáticos que permitan su análisis funcional y sistémico, con el fin de darle un tratamiento adecuado a las variables que conduzcan a la implementación final del control.

CONTENIDO

- Función de transferencia.
- Variables de estado.
- Linealización.
- Identificación en tiempo y frecuencia.

TEMA – CONTROL ANALÓGICO

JUSTIFICACIÓN

La retroalimentación permite modificar la dinámica de un sistema. Un Ingeniero Electrónico debe estar en capacidad de diseñar sistemas de control retroalimentado que alteren el desempeño de un proceso, con base en determinados criterios de rendimiento.

CONTENIDO

- Retroalimentación.
- Estabilidad
- Criterio de Routh-Hurwitz.
- Root locus.
- Controladores: ON-OFF, P, PI, PID, Adelanto-Atraso.

TEMA – CONTROL DIGITAL

JUSTIFICACIÓN

El rápido desarrollo tecnológico de los sistemas de procesamiento digital hace indispensable dominar las técnicas de implementación de los algoritmos de control en estos sistemas.

CONTENIDO

- ZOH (zero order hold).
- Estabilidad.
- Controladores.

• TENDENCIAS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS ELECTRÓNICOS

La última mitad del siglo veinte en el mundo ha presenciado cambios espectaculares, de tal magnitud que muchos autores no vacilan en considerar que se está comenzando a presentar en este período una tercera ola de desarrollo humano solo comparable a la invención de la agricultura y a la revolución industrial del siglo XVIII (Alvin Toffler, 1980). Estos cambios son de gran importancia para el sector educativo, toda vez que en estos años se ha presenciado "el nacimiento de un nuevo sistema para crear riqueza que no se basa ya en la fuerza sino en la mente" (Alvin Toffler, 1990).

La Universidad, como nodo donde se entrelazan las redes de generación, utilización, almacenamiento y reproducción del conocimiento y donde se debe realizar la síntesis de una gran diversidad de saberes, está sintiendo fuertemente la presión del cambio. "Quienes sean responsables de determinar lo que debería aprenderse, deben estar permanentemente cuestionando el rol de la escuela en el proceso total de aprendizaje" (B. Bloom et al., 1976)

Aunque la modernización curricular es un proceso que se está dando a nivel de todo el mundo con una intensidad muy grande debido a los vertiginosos cambios de las última décadas, los programas curriculares que resulten de este proceso deben ser parte fundamental de una política integral de desarrollo del país y por lo tanto deben tener en cuenta toda nuestras particularidades, nuestra idiosincrasia y la historia de nuestro desarrollo.

En su proceso de modernización y de difícil inserción en la comunidad internacional, Colombia está comenzando a realizar importantes esfuerzos por aumentar la competitividad, por conseguir acreditación internacional y por mejorar las relaciones entre los diferentes actores del desarrollo como son la Universidad y el Sector Empresarial.

Las tendencias en la formación de profesionales deben verse desde dos puntos de vista: primero, desde el punto de vista de las tendencias de la educación en general y segundo desde el punto de vista de los desarrollos específicos en las profesiones que se están analizando.

Como se señala muy adecuadamente en (Jaramillo y Olarte, 1995) "la educación universitaria cada día se está apoyando más en una pedagogía dinámica que conduce al estudiante a ser más protagonista del proceso enseñanza- aprendizaje, permitiéndole una participación mucho más activa y con mayores posibilidades de intervenir en las decisiones que pueden orientar su formación.

Por otro lado, la concepción misma de los planes de estudio se está dando bajo esquemas flexibles que posibilitan la satisfacción de los intereses del individuo, de la institución y del mercado".

Aparte de esas tendencias de la educación universitaria a ser más participativa y flexible, existen una necesidad y unas tendencias crecientes a que esa educación sea cada vez menos para informar y cada vez más para construir unos marcos conceptuales muy claros y sintéticos, unas matrices de conocimiento, dentro de los cuales el estudiante pueda verter los aludes de información a los que se está viendo sometido a través de todos los medios de información generales y especializados.

Se requiere de un cambio radical en el quehacer de los docentes tal que les permita una mayor producción de material docente, una mayor dedicación a la investigación y una actividad cada vez más intensa de integración con la sociedad y con otras ramas del saber. Que a su vez aproveche de la mejor forma posible cada encuentro con el estudiante para aquellas actividades que son irremplazables por el contacto con libros, bases de conocimiento, videos o actividades interactivas en el computador. Se tiene la tendencia actualmente a liberar un poco del tiempo de asistencia del estudiante a clases presenciales, para que, en cambio utilice ese tiempo en trabajo personal, en aprender a aprender.

La Universidad, a su vez, debe multiplicar las posibilidades de acceso al conocimiento del estudiante, diferentes a las del contacto con su profesor. En ese sentido es fundamental la integración con Redes de Información como Internet, el acceso a las nuevas fuentes de información y la consecución de material para ser trabajado en equipos de video o en el computador.

TENDENCIAS DENTRO DE LA INGENIERÍA ELECTRÓNICA

El desarrollo de la educación en Ingeniería Electrónica no puede llevarse a cabo de forma independiente del desarrollo económico en los campos de la economía que le corresponden. Aunque la formación básica de un ingeniero sí es independiente del grado de desarrollo del país, cuando se trata de la formación profesional aplicada (o específica) es indispensable tener presente las tendencias y expectativas de desarrollo en el área y seguir de cerca el proceso de modernización y de inserción internacional del país.

Teniendo en cuenta las tendencias de desarrollo de los campos de la Ingeniería Electrónica (Ver Jaramillo y Olarte, 1995) se pueden definir áreas en las cuales es importante que haya un mayor trabajo en las universidades tanto en la docencia, como en la investigación y extensión.

En el caso de la Ingeniería Electrónica se ve la necesidad de intensificar el conocimiento de los circuitos integrados y las técnicas digitales.

En general estas tendencias no introducen cambios en el Plan de Estudios de las Carreras en sus áreas básica y básica profesional, sino en el área profesional específica que puede manejarse de una forma muy ágil y muy práctica si se tienen esquemas flexibles de profundización y/o especialización.

Ahora, el desarrollo de los conocimientos en las Ingenierías Eléctrica y Electrónica sigue el esquema de desarrollo económico e industrial del país. Si no podemos lograr una definición más clara de objetivos y un mayor protagonismo del país en el desarrollo de aplicaciones tecnológicas y científicas, nunca podremos hablar válidamente de una modernización de la ingeniería en esos campos de acción.

PLAN BÁSICO DE ESTUDIOS - INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DEFINICIÓN DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA.

El ingeniero es un profesional que sintetiza toda una serie de conocimientos científicos, tecnológicos y técnicos para la solución de los problemas de la sociedad en un campo de acción específico. El ingeniero es el puente entre las necesidades y las soluciones.

La parte más importante de su formación es el desarrollo de la capacidad para crear, manejar y aplicar modelos físico- matemáticos de la realidad. Al lado de este conocimiento básico debe adquirir una serie de elementos de computación, química, ciencia de materiales, conocimientos económicos, legales y administrativos junto con toda una serie de conocimientos más o menos empíricos como son las técnicas de fabricación y construcción.

El campo de acción de un Ingeniero Electrónico son Sistemas Eléctricos con énfasis en aplicaciones donde se manejan cantidades pequeñas de energía, bajas corrientes y tensiones eléctricas usadas en funciones de control, comunicación, informática y transducción electromagnética. Se ocupa en diseñar, fabricar, construir y mantener los elementos y circuitos electrónicos usados para tales fines.

Existen diferencias a nivel mundial sobre las diferentes ramas en que se divide la Ingeniería, las cuales dependen del desarrollo socioeconómico, industrial y cultural de cada país. En los países de mayor desarrollo económico, el nivel de complejidad y diferenciación de los procesos productivos requiere de un profesional con una formación bastante especializada. Esta se logra después del grado de ingeniero bien sea a través de múltiples programas de postgrado, o por medio de programas educativos al interior de las mismas empresas.

En esos países la formación del ingeniero es de carácter básico y por ello no existe una marcada diferencia entre campos de acción para ingenieros electricistas y electrónicos. Los Departamentos de Ingeniería Electrónica otorgan por lo general un título único de Ingeniero Electrónico a personas que posteriormente se especializarán en áreas mucho más específicas de la Ingeniería Electrónica. Existe, adicionalmente, una amplia gama de técnicos, tecnólogos, ingenieros de industria e ingenieros de investigación, que produce una diferenciación en el tipo de trabajo que realiza cada tipo de profesional.

En Colombia, como en otros países de desarrollo económico no tan avanzado, la diferenciación en el área laboral es mucho menor y el profesional tiene que salir directamente de la Universidad a desempeñar su trabajo sin una preparación adicional, teniendo además la posibilidad de realizar trabajos que van desde el de un técnico hasta el de un investigador, todo cobijado por un mismo título. Esta situación justifica el que exista una marcada diferencia entre ingenieros electricistas y electrónicos que muy seguramente tenderá a desaparecer con el incremento de la formación postgraduada y empresarial de los ingenieros y con la necesaria aparición de otros tipos de profesionales intermedios la cual está en mora de producirse en el país.

Para definir un Plan de Estudios de una carrera es indispensable definir cuales deben ser los objetivos de la formación de ese profesional, es decir cual es el perfil del profesional que queremos formar.

La educación, en general, debe tener como objetivo la formación intelectual, emocional y ética integrales de un ciudadano. Las universidades le ofrecen de hecho al estudiante propuestas éticas y culturales y posibilidades de desarrollo personal, que dependen del clima muy particular que se desarrolla en cada una de ellas, el cual debe estar acorde con la misión y visión que cada una de estas instituciones se proponga.

A nivel intelectual la formación de un profesional debe tener como objetivo el formar una persona con una gran capacidad de innovación, con una capacidad muy desarrollada de aprendizaje y a nivel personal con una gran capacidad de liderazgo.

El objetivo general de la formación de cualquier ingeniero debe ser un profesional con una sólida fundamentación científica, tecnológica e investigativa en su rama específica de la Ingeniería, que le permita contribuir al progreso del país, al bienestar de la comunidad y a su propia realización personal.

Como objetivos particulares de la formación de un ingeniero se pueden señalar (Comité Asesor I. Eléctrica, U. Nacional, 1993) el desarrollo de las capacidades para:

- Desarrollar y utilizar modelos físico - matemáticos de los problemas de la Ingeniería en forma acorde con los progresos científicos y técnicos.
- Analizar y dar solución a problemas concretos en el área propia de la Ingeniería, utilizando las herramientas tecnológicas adecuadas.
- Administrar en forma óptima los recursos técnicos, humanos físicos y financieros requeridos en los proyectos y empresas en que intervenga o que promueva.
- Comunicarse adecuadamente con los miembros de la comunidad científica y tecnológica.
- Asimilar la literatura técnica de su área específica incluso la que se publique en idiomas extranjeros.
- Actualizar permanentemente sus conocimientos científicos y tecnológicos.
- Realizar investigaciones y desarrollar innovaciones tecnológicas que propendan por el desarrollo del país.
- Analizar y evaluar los impactos sociales, económicos y ambientales provocados por los desarrollos de la Ingeniería.

El perfil profesional formativo de todo ingeniero debería ser el mismo para cualquier rama de la ingeniería, aunque se debe admitir que tradicionalmente la formación físico matemática ha sido mejor en algunas ramas que en otras. Igualmente es lícito pensar que algunas Facultades de Ingeniería hagan más énfasis en las capacidades investigativas, otras en la capacidad de operación de sistemas, otras en las capacidades gerenciales y administrativas de sus egresados, de acuerdo a su visión y misión particulares.

Teniendo en cuenta el perfil ocupacional del ingeniero sí se debe definir una serie de conocimientos específicos básicos de cada rama que se supone que el ingeniero de cada especialidad debe adquirir; son los conocimientos del área básica profesional. En el área profesional específica cada universidad está en posibilidad de dar un enfoque diferente de la Carrera de acuerdo a las particularidades de sus objetivos y fortalezas.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO QUE RECOMIENDA AGREGAR

CONTENIDO PROGRAMÁTICO QUE RECOMIENDA SUPRIMIR

**COMPETENCIA DEL INGENIERO ELECTRÓNICO ASOCIADAS A SUS DIFERENTES ÁREAS
DE FORMACIÓN**

INGENIERÍA GEOLÓGICA

- **CONTENIDOS BÁSICOS DE LA INGENIERÍA GEOLÓGICA**

ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA

SUBÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DE GEOLOGÍA

OBJETIVOS DEL ÁREA

Evaluar los conocimientos específicos del estudiante en las ciencias geológicas básicas, sobre las cuales se apoya la formación ingenieril que recibe con posterioridad. El estudiante debe conocer bien los materiales y procesos básicos terrestres sobre los cuales tendrá que intervenir para el desarrollo de las diferentes aplicaciones de la Ingeniería Geológica.

SUBÁREA DE GEOLOGÍA GENERAL

OBJETIVO GENERAL

La Geología general hace parte de la formación en ciencias básicas que deben poseer los ingenieros Geólogos. Los conocimientos desarrollados en esta área permiten que este profesional comprenda, analice y utilice información para interpretación de la génesis de los materiales terrestres y de los procesos que los originan.

TEMA – LA TIERRA COMO PLANETA

JUSTIFICACIÓN

El conocimiento de la tierra en el contexto del universo un concepto básico y fundamental en la formación de los ingenieros Geólogos. La aplicación posterior de los conocimientos considerados aquí, son necesarios para comprender, analizar, postular teorías, investigar y definir globalmente la tierra dentro de un contexto general.

CONTENIDO

- Teorías de formación del Universo y de los planetas
- El sistema solar y la tierra y la luna en el sistema solar
- La gravedad y el magnetismo terrestre
- La estructura de los cuerpos celestes
- Océanos, ríos, atmósfera y dinámica de ellos

TEMA – ESTRUCTURA INTERNA DE LA TIERRA

JUSTIFICACIÓN

El conocimiento de la composición de la tierra es un elemento clave en la formación general de los ingenieros Geólogos.

CONTENIDO

- Elementos que forman la tierra
- Capas que forman la tierra
- Dinámica de la estructura de la tierra

TEMA – ORIGEN DE LA TIERRA Y TIEMPO GEOLÓGICO

JUSTIFICACIÓN

El origen de la tierra es una pieza clave en la formación general de un Ingeniero Geólogo y permite desarrollar una estructura de pensamiento dirigida a la aplicación de este conocimiento en la caracterización de fenómenos terrestres que afectan diferentes proyectos de ingeniería tanto civiles como mineros.

CONTENIDO

- Origen de la tierra
- Introducción al origen de la vida en la tierra
- Tiempo geológico y escalas de tiempo geológico
- Tiempo absoluto y tiempo relativo

TEMA – ENERGÍA Y DINÁMICA TERRESTRE

JUSTIFICACIÓN

La comprensión de los fenómenos dinámicos en la tierra como planeta es de importancia significativa en la comprensión de procesos como calentamiento de aguas subterráneas, dinámica de la corteza, sismicidad y tectónica de placas, entre otros aspectos. Por otro posibilita la explicación de fenómenos como magnetismo terrestre, fuerzas

CONTENIDO

- Viento, mareas y océanos
- El calor terrestre
- Ciclos del agua, Carbono y Nitrógeno
- Orogenia
- Sismicidad
- Tectónica de placas

- Procesos externos
- Deformaciones de la corteza terrestre

TEMA- LOS RECURSOS DE LA TIERRA

JUSTIFICACIÓN

Los recursos de la tierra y la interacción con la actividad humana, vegetal y animal, representa una cadena de imprescindible conocimiento por un ingeniero Geólogo.

CONTENIDO

- Recurso aire
- Recurso agua
- Recursos minerales
- Combustibles fósiles
- Recursos renovables y no-renovables

SUBÁREA INTERDISCIPLINARIA

OBJETIVO GENERAL

El área Interdisciplinaria tiene como objetivo familiarizar al estudiante de Ingeniería Geológica con conocimientos y metodologías pertenecientes a áreas que no corresponden al campo de acción directo del ingeniero Geólogo, pero que resultan indispensables para el ejercicio adecuado de su profesión, como son la Computación, el Análisis Numérico, la Electricidad, la Electrónica, los Sistemas de Control, la Ingeniería Ambiental y la Seguridad Industrial. Estos conocimientos resultan fundamentales para que el ingeniero Geólogo pueda interpretar la tecnología incorporada en las máquinas, equipos y procesos actuales, así como lograr su aplicación eficiente en el diseño, implementación y mantenimiento de nuevas máquinas y procesos. Así mismo, esta formación le facilitará al futuro ingeniero geólogo el trabajo interdisciplinario con profesionales de otras ramas de la Ingeniería.

TEMA – COMPUTACIÓN

JUSTIFICACIÓN

El uso de los computadores es común en todas las áreas de actividad de la humanidad hoy día. En el campo de la Ingeniería se utiliza para muchas labores tales como bases de datos, computación gráfica, CAD/CAM, diseño asistido ya sea mediante programas especializados o mediante programas elaborados por el ingeniero, y muchas otras aplicaciones como control de proyectos, mantenimiento de equipos y conjuntos de equipos, comunicación y transferencia de datos a través de redes, grupos de discusión a través de redes mundiales, etc. Los ingenieros deben conocer acerca de la estructura común y básica de los computadores, la estructura común de los lenguajes de programación y la programación para realizar cálculos mediante todo tipo de operaciones aritméticas y lógicas.

CONTENIDO

- El computador u ordenador digital, partes que lo componen. Funcionamiento de las partes. Procesamiento de datos dentro del computador. Sistema binario y su uso para la codificación de información en forma de texto, datos e instrucciones. Lenguajes de programación: para qué sirven.
- Algoritmos y programación. Ayudas acerca del orden que debe tenerse en los procesos de programación. Programación estructurada. Documentación de los programas.
- Instrucciones de asignación. Operaciones aritméticas y su simbología. Precedencia de operaciones. Instrucciones lógicas y su representación numérica. Y, O, No. Resultado de instrucciones lógicas.
- Condicionales y secuencias de repetición: Secuencias Si (condición 1) entonces si (condición 2) ... En caso contrario (condición) ... fin. Instrucciones de repetición. Secuencias para índice = a hasta b hacer ... fin. Secuencias Mientras que (condición) hacer ... fin.
- Vectores y matrices. Representación y direccionamiento. Algoritmos para la realización de operaciones de adición y varios tipos de producto.
- Archivos y su representación. Archivos físicos: teclado, pantalla, discos, CD Roms, otros. Archivos lógicos y su utilización dentro de la construcción de algoritmos. Archivos secuenciales y operaciones con archivos: lectura y escritura secuencial, adición de datos.
- Instrucciones de entrada y salida con y sin formato.
- Consideraciones acerca de la complejidad y eficiencia de los algoritmos.

TEMA - ESTADÍSTICA Y PROBABILIDAD

JUSTIFICACIÓN

Para su actividad profesional, y especialmente para labores de investigación, el ingeniero geólogo debe estar en capacidad de manejar y hacer el análisis de diferentes tipos de datos, inferir comportamientos futuros de las variables a partir de la información que posea, entender el concepto de probabilidad y efectuar cálculos sencillos al respecto; distinguir las variables aleatorias, discretas y continuas; aplicar los conceptos de inferencia, regresión y muestreo en problemas asociados a la Ingeniería Geológica.

CONTENIDO

- Tipos de variables, series estadísticas, distribución de frecuencias, representación gráfica.
- Representación de datos estadísticos: medidas de tendencia central; promedios, propiedades, interpretación; medidas de posición (mediana, media, moda).
- Medidas de dispersión: varianza, desviación típica.
- Introducción a las probabilidades: cálculo combinatorio (permutaciones y combinaciones), medida de probabilidad.
- Variables aleatorias: variable aleatoria discreta, función de probabilidad y función de distribución; distribución binomial, variable aleatoria continua, función de densidad, valor esperado; distribución normal.
- Regresión y correlación. Conceptos básicos.

- Nociones de muestreo.

TEMA - ANÁLISIS NUMÉRICO

JUSTIFICACIÓN

En las labores de diseño que realizan los Ingenieros Geólogos, es frecuentemente necesario resolver ecuaciones o sistemas de ecuaciones y representar por medio de una ecuación una serie de datos, ya sean éstos extraídos de tablas publicadas o generadas mediante experimentos o ensayos. Con mayor frecuencia se requiere la solución de problemas en los que influye la variable tiempo, lo cual lleva a resolver ecuaciones diferenciales y a modelar los sistemas de ingeniería mediante funciones y ecuaciones diferenciales, y a presentar los resultados mediante gráficas de toda índole, generadas a partir de los resultados numéricos. Se requiere así mismo entregar un análisis de los resultados de las operaciones realizadas por medio del computador y, en ocasiones, diseñar esquemas numéricos eficientes que permitan obtener resultados apropiados en un tiempo razonable.

CONTENIDO

- Precisión y exactitud. Redondeo y truncación. Orden de magnitud. Error absoluto y porcentual. Error en la evaluación de funciones de una ó más series de datos. Interpolación y aproximación.
- Vectores y matrices. Operaciones básicas y algoritmos para realizarlas. Producto de matrices e inversa matricial. Diagonalización y triangularización. Refinación de operaciones. Matrices dispersas y su representación. Matrices singulares. Solución de sistemas de ecuaciones lineales por inversión matricial y por métodos de triangularización (Gauss-Jordan), por diagonalización y por sustitución sucesiva (Gauss-Seidel).
- Raíces de funciones. Polinomios. Métodos numéricos para la evaluación de raíces: sustitución sucesiva, método de Newton. Sistemas de ecuaciones no lineales simultáneas, solución por sustitución sucesiva, solución por el método de Newton-Raphson.
- Representación de funciones por medio de series. Series de Taylor.
- Integración y diferenciación numérica.
- Ecuaciones diferenciales: problemas de valor inicial, ecuaciones de primer orden. Método de Euler. Métodos de Adams y Runge-Kutta. Problemas de valor inicial en dos o más ordenes. Problemas de valor de frontera. Algoritmos de solución: métodos de Euler, Adams y Runge Kutta, métodos de refinación de pendiente.
- Optimización. Condiciones para el mínimo de una función sin restricciones. Métodos de gradiente y de direcciones conjugadas. Optimización con restricciones de igualdad: multiplicadores de Lagrange. Métodos numéricos para encontrar el mínimo de una función con restricciones. Programación lineal y dinámica.

TEMA - LEGISLACIÓN MINERA Y AMBIENTAL

JUSTIFICACIÓN

La legislación minera y ambiental es uno de los elementos interdisciplinarios que un Ingeniero Geólogo debe tener actualizado dentro de sus formación integral.

CONTENIDO

- Código de Minas.

TEMA - CIENCIA DE LOS MATERIALES

JUSTIFICACIÓN

La Ciencia de los Materiales, dentro del contexto moderno, proporciona los elementos fundamentales del conocimiento de los materiales de ingeniería, incluidos las rocas y los minerales (materiales naturales), los materiales sintéticos y materiales compuestos.

El estudio de las propiedades de los materiales para su posterior aplicación en la Ingeniería Geológica son una herramienta fundamental para la determinar condiciones de uso de materiales específicos en diferentes tipos de operaciones.

CONTENIDO

- Concepto de material. Tipos de materiales Industriales. Su Importancia Ingenieril y económica. El ciclo de los materiales.
- Estructura, arreglo y movimiento de los materiales: del átomo a los sólidos, líquidos y gases. Cristales y materiales amorfos. Defectos de los materiales
- Diagramas de fases

TEMA - MINERALOGÍA

JUSTIFICACIÓN

El estudio de la estructura de los minerales, sus transformaciones y la caracterización de éstos es una poderosa herramienta la el estudio de la tierra y su dinámica.

CONTENIDO

- Química mineral
- Uso de los minerales
- Cristalografía
- Estructura interna de los minerales.
- Forma externa (macroscópica y microscópica) de los minerales
- Propiedades físicas y sus implicaciones en la determinación, uso y procesamiento de los

minerales

- Minerales como fuente de elementos químicos específicos.
- Minerales como materia prima de diversos tipos de materiales cerámicos, metálicos y compuestos.
- Mineral como producto de procesos naturales y artificiales.
- Leyes que gobiernan la formación de los sólidos inorgánicos con especial énfasis en materiales cristalinos.
- Vidrios.
- El microscopio polarizante
- El fenómeno de la luz
- Examen óptico de sustancias isotrópicas y anisotrópicas

TEMA - PETROLOGÍA

JUSTIFICACIÓN

El Ingeniero Geólogo debe conocer los procesos físicos y químicos que dan origen a los diferentes tipos de rocas; debe tener buenos conocimientos sobre su génesis y evolución.

CONTENIDO

- Petrografía y petrología de rocas ígneas.
- Petrografía y petrología de rocas metamórficas.
- Petrografía y petrología de rocas sedimentarias
- Geocronología

TEMA - GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

JUSTIFICACIÓN

Un Ingeniero Geólogo debe analizar las deformaciones sufridas por los materiales terrestres, describiendo su geometría y dinámica para comprender su génesis y aplicación en los diferentes campos de desempeño del Ingeniero Geólogo.

CONTENIDO

- Metodología para las exploraciones geológicas de campo y para la elaboración de planos y perfiles geológicos.
- Las estructuras geológicas mayores y menores.
- Lectura y elaboración de planos y perfiles estructurales.
- Geoestadística de discontinuidades estructurales.
- Concepciones científicas relacionadas con esfuerzos y, deformaciones, niveles estructurales

e introducción a la tectónica de placas.

TEMA – GEOMORFOLOGÍA

JUSTIFICACIÓN

Evaluar el conocimientos del estudiante de los diferentes procesos externos que modelan el relieve terrestre. Este conocimiento es fundamental en la formación de un ingeniero Geólogo, lo cual le permite tener una excelente capacidad de desempeño profesional con otras ramas de la ingeniería en la aplicación de estos conceptos.

CONTENIDO

- Procesos geomorfológicos (Meteorización, erosión, transporte y sedimentación)
- Procesos en las vertientes
- Dinámica fluvial
- Procesos costeros
- Geomorfología glacial
- Geomorfología Estructural
- Geomorfología Climática
- Geomorfología en Colombia
- Cartografía Geomorfológica

TEMA - GEOLOGÍA HISTÓRICA Y PALEONTOLOGÍA

JUSTIFICACIÓN

El Ingeniero Geólogo debe estar familiarizar con los principales grupos de fósiles, comprender su utilidad como herramienta estratigráfica y su aplicación en la exploración de combustibles.

La ingeniería Geológica en la formación profesional usa herramientas provenientes de la paleontología e investiga y estudio paloclimas y paleoambientes de formación de depósitos minerales y de recursos energéticos.

CONTENIDO

- Importancia y uso de la Geología Histórica.
- Los fósiles y la fosilización
- Principales grupos de organismos fósiles: Morfología, evolución, paleoecología.
- Los fósiles y los depósitos minerales y energéticos

TEMA - SEDIMENTOLOGÍA Y ESTRATIGRAFÍA

JUSTIFICACIÓN

El estudio de la estratigrafía y los sedimentos son la base de la interpretación de la génesis de depósitos y, accidentes geográficos y demás características de la corteza terrestre.

CONTENIDO

- Litoestratigrafía
- Guía estratigráfica internacional y código estratigráfico norteamericano.
- Bioestratigrafía
- Cronoestratigrafía y tiempo geológico
- Mapas estratigráficos
- Estratigrafía sísmica
- Estratigrafía secuencial
- Análisis de cuencas estratigráficas
- Sedimentología
- Ambientes de sedimentación

SUBÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA

OBJETIVO GENERAL

La mecánica aplicada en la formación de Ingenieros Geólogos permite acercarse a este profesional en la comprensión de los fenómenos de deformación, principalmente de masas de roca. Por otro lado, la formación en termodinámica es necesaria para la comprensión de los equilibrios en las reacciones que involucran la formación de minerales y rocas.

TEMA - RESISTENCIA DE MATERIALES

JUSTIFICACIÓN

Se pretende evaluar los conocimientos del estudiante en el comportamiento de los diferentes materiales, ya que esto constituye las bases para los estudios de mecánica fluidos, suelos y rocas.

CONTENIDO

- Elasticidad y postulados de la elasticidad
- Diagrama esfuerzo-deformación y ley de Hooke
- Análisis de esfuerzos, deformaciones y círculo de Mohr.

- Análisis de fatigas y deformaciones
- Esfuerzos cortantes y momento flector
- Principios de deformación en vigas y columnas

TEMA - MECÁNICA DE ROCAS

JUSTIFICACIÓN

La mecánica de rocas en la formación de Ingenieros Geólogos proporciona los conceptos básicos para el análisis de las propiedades de las rocas y de los macizos rocosos, introduciendo el estudio de las discontinuidades como una de las principales variables que debe comprenderse en la caracterización y análisis de la roca como elemento estructural (taludes, túneles, etc) o como elemento sobre el cual se le hace un trabajo (trituradores y molinos y explosivos).

CONTENIDO

- Parámetros ingenieriles de rocas y masas rocosas.
- Falla por concentración de esfuerzos
- Análisis de anisotropía en rocas y masas de roca
- Falla estructuralmente controlada y criterios de falla
- Efectos tiempo-dependientes de la falla en rocas
- Fricción de rocas en planos de separación
- Mecanismos de falla por deslizamiento
- Introducción a la hidráulica de rocas

TEMA - MECÁNICA DE SUELOS

JUSTIFICACIÓN

Evaluar conocimientos sobre el comportamiento mecánico de los suelos ya que es en este tipo de materiales donde se concretan muchas de las intervenciones que realiza el Ingeniero Geólogo; el suelo es el sustrato sobre el cual se cimentan gran cantidad de estructuras; de igual manera muchos de los procesos dinámicos de superficie, como movimientos en masa, tienen su origen en características mecánicas de estos materiales.

CONTENIDO

- Origen y formación de los suelos
- Clasificación
- Relaciones volumétrica y gravimetrías
- Consistencia y plasticidad
- Propiedades de las fracciones muy finas

- Formas del agua en el suelo
- Permeabilidad
- Presiones intersticiales
- Consolidación, compactaciones, cizalladura
- Exploración del subsuelo

TEMA - MECÁNICA DE FLUIDOS

JUSTIFICACIÓN

El Ingeniero Geólogo se relaciona de manera directa con procesos internos y externos relacionados al comportamiento mecánico de líquidos y gases, tanto en aplicaciones científicas como de ingeniería.

CONTENIDO

- Sustancias que se comportan como fluidos.
- Fluidos ideales y fluidos reales.
- Fluidos newtonianos. Viscosidad y su dependencia de la presión y de la temperatura.
- Estática de Fluidos: Hidrostática
- El medio continuo como campo de flujo. Campo de velocidades, líneas de corriente, líneas de trayectoria y líneas de trazado.
- Balance de fuerzas en un fluido ideal. Ecuaciones de Euler. Integración a lo largo y a través de las líneas de corriente. Ecuación de Bernoulli. Aplicaciones.
- Campo de presiones en fluidos estacionarios o que se mueven como cuerpos rígidos
- Regímenes de Flujo
- Análisis dimensional
- Balance de fuerzas en un fluido no ideal newtoniano. Ecuaciones de Navier-Stokes. Soluciones para el caso de geometrías simples y flujos permanentes.
- Cambio y conservación de la cantidad de movimiento (momentum) lineal y angular en fluidos
- Flujo de fluidos reales por el interior de tuberías. Solución de casos.
- Arrastre y sustentación en flujo por el exterior de superficies. Aplicaciones.

TEMA - TERMODINÁMICA

JUSTIFICACIÓN

Evaluar los conocimientos y habilidades del estudiante para aplicar los tres principios fundamentales de la Termodinámica clásica en la resolución de problemas y/o explicación de fenómenos de interés geológico y en la comprensión de principios que gobiernan los equilibrios físicos, químicos y electroquímicos.

CONTENIDO

- Definiciones y términos en termodinámica
- Primera y Segunda ley de la termodinámica
- La función Energía Libre de Gibbs y demás funciones termodinámicas
- Equilibrio de fases en sustancias puras
- Equilibrio químico homogéneo en fase gaseosa
- Equilibrio químico heterogéneo y Diagramas de Ellingham
- Termodinámica de soluciones

SUBÁREA DE EXPRESIÓN GRÁFICA

OBJETIVO GENERAL

La expresión gráfica forma parte del lenguaje empleado por los Ingenieros Geólogos para expresar y registrar las ideas y la información geológica necesaria para el Diseño de planos y la cartografía en general.

La aplicación de la expresión grafica en la Ingeniería Geológica se detalla en el análisis de estructuras geológicas, en el estudio y construcción de mapas geológicos locales y regionales, en la presentación topográfica de taludes, formas de la corteza terrestre, etc.

TEMA - DIBUJO Y GEOMETRÍA DESCRIPTIVA

JUSTIFICACIÓN

Los principios básicos de dibujo y de la representación gráfica de puntos, líneas, planos y volúmenes es una herramienta básica para los Ingenieros Geólogos

CONTENIDO

- Sistemas de proyecciones múltiples
- Dibujo isométrico
- Secciones y dimensiones
- Geometría descriptiva

TEMA - TOPOGRAFÍA

JUSTIFICACIÓN

Para los Ingenieros Geólogos, la topografía es una herramienta fundamental, que con el apoyo del dibujo, permiten la formación integral en la expresión gráfica y le permite interpretar informes elaborados por diferentes tipos de ingenieros usuarios del trabajo profesional del Ingeniero Geólogo. La correcta interpretación topográfica le permite georeferenciar zonas, regiones, etc, en la corteza terrestre.

CONTENIDO

- Simbología topográfica y escalas
- Errores y manipulación de datos topográficos
- Pendiente topográfica
- Representación de áreas y volúmenes a partir de levantamientos topográficos
- Levantamiento de poligonales, determinación y manejo de áreas y volúmenes.
- Técnicas de nivelación, levantamiento de poligonales, determinación y manejo de áreas y volúmenes
- Triangulación topográfica.
- Construcción y lecturas de mapas y planos
- Línea de ceros
- Expresión gráfica de cortes de excavaciones y rellenos en obras civiles
- Topografía de minas y métodos específicos de topografía minera

TEMA – CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA

JUSTIFICACIÓN

Evaluar los conocimientos del estudiante en técnicas de campo y lectura e interpretación de mapas geológicos.

CONTENIDO

- Cartografía geológica general y temática
- Métodos directos e indirectos de cartografía geológica
- Contenidos de un mapa geológico
- Interpretación de mapas geológicos

TEMA – SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

JUSTIFICACIÓN

Los Sistemas de Información Geográfica – SIG constituyen una herramienta fundamental para el análisis y documentación de procesos dinámicos en la corteza terrestre, en los cuales intervienen diferentes variables. Las evaluaciones de amenazas producidas por algunos de los fenómenos geológicos que estudia el Ingeniero son un buen ejemplo de la aplicación de esta herramienta moderna.

CONTENIDO

- Introducción a los sistemas de información geográfica

- Geodesia básica: Sistemas de proyecciones, Escala y sistemas de coordenadas
- Sistemas de posicionamiento global: GPS, GLONASS, GALILEO
- Estructuras de datos
- Entrada de Datos
- Diseño de una base de datos SIG
- Funciones de Pre-procesamiento
- Funciones para manipulación y análisis
- Modelos digitales de terreno
- Modelos de análisis espacial
- Generación de mapas y diseño cartográfico

ÁREA DE INGENIERÍA APLICADA

SUBÁREA DE GEOLOGÍA ECONÓMICA

OBJETIVO GENERAL

El estudio de los depósitos minerales, energéticos, y de las aguas subterráneas es una parte importante de la formación del Ingeniero Geólogo. Deben conocer los factores que controlan su localización, origen y volumen aprovechable. Es un conocimiento básico, importante para el desarrollo de proyectos mineros y la explotación de recursos energéticos.

El Ingeniero Geólogo debe tener una formación que le permita discutir, formular y diseñar estrategias de exploración y explotación de recursos minerales y energéticos en las cuales se involucren tanto aspectos técnicos, económicos y ambientales.

TEMA - DEPÓSITOS METÁLICOS

JUSTIFICACIÓN

Un Ingeniero Geólogo debe comprender los conceptos básicos y necesarios para entender los distintos tipos de Depósitos Minerales, en aspectos como su ubicación geológica, ambientes de formación etc que le permitan formular estrategias de exploración y explotación de estos recursos.

CONTENIDO

Aspectos petrológicos y geoquímicos, sobre el origen de los yacimientos minerales metálicos.

Yacimientos en rocas Ígneas

Yacimientos en rocas Sedimentarias

Yacimientos en rocas metamórficas

Yacimientos en ambientes de meteorización

Descripción de las características específicas de yacimientos minerales típicos con su ubicación apropiada en ambientes geológicos, litológicos y tectónicos

TEMA - DEPÓSITOS INDUSTRIALES

JUSTIFICACIÓN

Un estudiante de Ingeniería Geológica debe tener conocimientos sobre los minerales industriales de mayor importancia para la economía del país; estar informado sobre el mundo de la industria, en cuanto tiene que ver con materias primas, procesamientos, maquinaria, controles de calidad, comercialización y las transformaciones minerales en los procesos industriales.

CONTENIDO

- Minerales y rocas industriales.
- Materiales de construcción
- Materiales para la Industria cerámica
- Materiales para la Industria del vidrio
- Materiales para la Industria de los abrasivos
- Materiales para Industria de los fertilizantes
- Materiales para Industria de la Pintura.
- Arenas industriales
- Evaporitas
- Fluoritas
- Grafito
- Talco
- Barita.
- Caolín

TEMA - PROSPECCIÓN Y EXPLORACIÓN

JUSTIFICACIÓN

La prospección y exploración de reservas minerales y energéticas es una de las tareas fundamentales de la Ingeniería Geológica y que requiere de conocimientos sobre métodos que le permitan identificar la localización de prospectos interesantes y evaluar su potencial económico.

CONTENIDO

- Métodos de exploración geoquímica
- Métodos de exploración geofísica
- Métodos directos
- Métodos de evaluación de estimación y evaluación de reservas
- Conceptos sobre recursos y reservas

TEMA - EVALUACIÓN Y ESTIMACIÓN DE RESERVAS MINERALES

JUSTIFICACIÓN

El Ingeniero Geólogo debe comprender los principios teóricos y empíricos en que se basa la estimación de reservas minerales en lo que respecta a cantidad y calidad, dentro de un contexto económico ligado al tenor de corte el cual es el punto de partida de los aspectos costo-precio-valor del mineral.

CONTENIDO

- Estimadores determinísticos de la calidad y cantidad de minerales en un depósito
- Estimadores probabilísticas de la calidad y cantidad de minerales en un depósito
- Evaluación y comparación de precios y costos de recursos minerales
- Clasificación de reservas
- Análisis de inversiones y evaluación de reservas proyectada a futuro.
- Factores geopolíticos que afectan la estimación.

TEMA - GEOLOGÍA DEL CARBÓN Y DEL PETRÓLEO

JUSTIFICACIÓN

El Ingeniero Geólogo debe poseer conocimiento sobre los yacimientos de carbón y de petróleo; debe tener claridad en cuanto a su origen, factores que controlan la formación, características importantes sobre los ambientes geológicos de formación y los que afectan los yacimientos después de su formación. Se evaluará si el estudiante tiene claros los criterios para la búsqueda, evaluación y exploración de estos tipos de yacimientos.

CONTENIDO

- Procesos geológicos en la formación del carbón y Petróleo
- Ambientes en la formación del carbón y Petróleo
- identificación macroscópica de mantos y su correlación
- Los yacimientos de carbón y de petróleo
- Origen del carbón y del petróleo
- Evaluación y exploración del Carbón y del petróleo

TEMA - PLANIFICACIÓN DEL CONTROL AMBIENTAL Y REMEDIACIÓN

JUSTIFICACIÓN

El Ingeniero Geólogo debe tener aplica conocimiento que le permite participar en procesos de gestión ambiental y planeamiento de los proyectos en los cuales participa y coordina junto con otras profesionales, y además participa en la toma de decisiones tendientes a mitigar o remediar los efectos negativos por la acción del hombre y la dinámica de la naturaleza misma.

CONTENIDO

- Elementos básicos de planificación urbana y regional.
- Aplicaciones de la Geología Ambiental en la formulación y ejecución de planes de desarrollo.
- Mapas de Geología Ambiental y técnicas de zonificación.

- Generalidades sobre la evaluación del Impacto ambiental.
- Legislación y política ambiental, y de prevención y atención de desastres en Colombia.
- Tecnología de la prevención y remediación ambiental

SUBÁREA DE GEOINGENIERÍA

OBJETIVO GENERAL

Los elementos teóricos y prácticos de la geotecnia en el Ingeniero Geólogo tienen como propósito desarrollar en el profesional la actitud de ir más allá de la cartografía y descripción de la litología y las estructuras geológicas presentes en un área de estudio, pues para la viabilidad de proyectos civiles y mineros, entre otros, se requiere cuantificar parámetros geomecánicos e hidrogeológicos, que definen estabildades de terreno, precisiones estructurales y recomendaciones complementarias que garanticen dicha viabilidad de obra o proyecto.

La elaboración de mapas es práctica corriente de un Ingeniero Geólogo. Las técnicas de elaboración de mapas, el uso de escalas, la lectura de planos ya elaborados deben ser muy precisas en un profesional de esta rama de la ingeniería.

Un Ingeniero Geólogo en su práctica profesional está en capacidad de definir las características y los principios sobre los cuales se basan los sensores remotos, enfatizando en el uso de la fotografía aérea y utilizar esta información como herramienta en la cartografía tanto geológica como temática Geomorfológica y geotécnica.

TEMA – GEOTECNIA

JUSTIFICACIÓN

La descripción y estudio de la litológica y los suelos la efectúa fundamentalmente el Ingeniero Geólogo en su quehacer profesional

CONTENIDO

- laderas: zonificación geológico-geotécnica de laderas
- Taludes: terminología, componentes, tipos de deslizamientos: rotacional, planar, diédrico, volcamiento.
- Túneles: criterios básicos de prospección relacionada; clasificación geomecánica de macizos rocosos: índices q y rmr; cuñas estructurales.
- Fundaciones: principios básicos y cálculo de cargas máximas.

TEMA – HIDROGEOLOGÍA

JUSTIFICACIÓN

Un Ingeniero de Geólogo está en capacidad de discutir los aspectos teóricos y prácticos relacionados con la exploración y aprovechamiento de las aguas subterráneas, elaborar mapas hidrogeológicos orientados a la exploración y explotación de aguas subterráneas, y poseer criterios para perforar pozos y manejo de las aguas subterráneas y posterior valoración de acuíferos

CONTENIDO

- Origen, ocurrencia y movimiento del agua subterránea
- Provincias hidrogeológicas
- Calidad del agua
- Exploración de las aguas subterráneas: métodos geológicos, métodos geofísicos
- Perforación de pozos
- Diseños de pozos
- Hidráulica de pozos

TEMA - CARTOGRAFÍA GEOTÉCNICA

JUSTIFICACIÓN

La elaboración de mapas de apoyo en geotecnia precisan la información geológica pertinente en un proyecto civil, naval, militar o minero.

CONTENIDO

- Construcción y lectura de planos geotécnicos

TEMA - GEOLOGÍA DE COLOMBIA

JUSTIFICACIÓN

Se evaluarán los conocimientos generales que el estudiante debe tener sobre las características geológicas y tectónicas del territorio colombiano. De igual manera, debe conocer la ubicación de los principales depósitos económicos del país y la posición estratigráfica y tectónica de ellos.

CONTENIDO

- Historia de las investigaciones geológicas en Colombia,
- Grandes conjuntos y Provincias geológicas,
- Noción de Terrenos en Colombia
- Precámbrico de Colombia

- Paleozoico en Colombia
- Mesozoico en Colombia
- Cenozoico en Colombia
- Cinturones magmáticas
- Marco geotectónico colombiano
- Principales cuencas carboníferas y petrolíferas
- Grandes zonas metalogenéticas colombianas

TEMA - AMENAZAS GEOLÓGICAS

JUSTIFICACIÓN

El conocimiento de los procesos internos y externos le dan al ingeniero geólogo la posibilidad única de comprender cómo éstos pueden, en ocasiones, convertirse en factores amenazantes para la vida y los bienes de personas y comunidades. Se pretende evaluar el conocimiento que los estudiantes tienen en aspectos como evaluación de amenazas y prevención de desastres comunes en el medio natural colombiano.

CONTENIDO

- Generalidades de Geología Ambiental.
- Las amenazas de origen natural.
- Concepto general de vulnerabilidad y riesgo.
- Amenazas ligadas a la geodinámica interna.
- Amenazas ligadas a la geodinámica externa
- Metodologías de evaluación de las amenazas de origen geológico más comunes
- Bases generales para la evaluación del riesgo

- **TENDENCIAS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS GEÓLOGOS**

NECESIDADES EN EL PAÍS

A pesar de que la situación de orden público imponga por ahora serias restricciones sobre el trabajo de campo, existen tanto áreas tradicionales de actividad que deben intensificarse como otras que se han desarrollado en los últimos años.

ENTRE LAS TRADICIONALES SE CUENTAN:

- La cartografía geológica, con un cubrimiento aún insuficiente del territorio nacional.
- La prospección y explotación de recursos minerales (metálicos y no metálicos, aguas subterráneas) y energéticos (hidrocarburos, carbón, nucleares, geotérmicos).
- La aplicación de las ciencias de la tierra a los proyectos de ingeniería (obras civiles puntuales, lineales, etc.).

ENTRE LAS ACTIVIDADES MÁS RECIENTES DEBEN MENCIONARSE:

- La aplicación de las ciencias de la tierra a la solución de problemas ambientales locales (urbanos particularmente), regionales y mundiales.
- La importancia de las geociencias en la predicción, prevención y mitigación de riesgos de origen natural (inundaciones y avenidas torrenciales, erosión superficial, movimientos de masa, procesos costeros, volcanismo, sismicidad).
- La participación de las geociencias en los procesos de planeación a todo nivel, incluyendo el proceso de ordenamiento territorial y determinación del geopotencial.

DESARROLLOS TECNOLÓGICOS RECIENTES

El campo de las aplicaciones de las ciencias de la tierra ha ido ampliándose con el tiempo pero también ha debido integrar una serie de nuevas tecnologías desarrolladas en los últimos años:

- Computadores y sus aplicaciones. Se dispone ahora tanto de computadores personales muy eficientes como de una multitud de programas para gran cantidad de usos.
- Sensores remotos; a las tradicionales fotos aéreas hay que agregar ahora las imágenes de satélite, tanto multiespectrales como de radar, cuyo tratamiento digital permite ampliar considerablemente la cantidad y calidad de la información obtenida por medio de la teledetección.
- Sistemas de información geográfica que permiten un manejo de la información mucho más eficaz que con los métodos tradicionales.
- Mejoramiento e innovaciones tecnológicas en equipos de análisis químico, físico, mineralógico. Aunque muchos de esos equipos aún no existen en el país, se puede tener acceso a esos servicios en el exterior y han permitido resolver problemas antes considerados insolubles.

DESARROLLO CIENTÍFICO

Es importante mencionar que la producción de información en el campo de las ciencias de la tierra ha seguido un aumento acelerado. También han mejorado notablemente los sistemas de consulta, tanto tradicionales como electrónicos. Eso plantea el desafío de mantenerse informado, una meta cada vez más difícil pese a las facilidades ofrecidas por la tecnología moderna.

Todo lo anterior significa que el profesional de las ciencias de la tierra debe recibir una sólida formación básica, pero que si no adquiere el hábito de actualizarse permanentemente en conocimiento y metodologías, en pocos años buena parte de lo que aprendió en la universidad se habrá vuelto obsoleto.

MULTIDISCIPLINARIEDAD

Muchos de los trabajos que se desarrollan hoy en día para solucionar problemas reales son llevados a cabo por grupos de profesionales con formaciones diferentes. Es por lo tanto importante, dentro de la formación del profesional de las Ciencias de la Tierra, incluir el hábito de análisis y de discusión en grupos multidisciplinarios. Aunque es importante que el profesional tenga algunas bases en disciplinas paralelas, es evidente que no las puede dominar todas con profundidad suficiente y que por lo tanto sea indispensable adquirir el hábito de trabajo de grupo.

TRABAJO DE CAMPO

No sobra recalcar que pese a los grandes progresos científicos y tecnológicos realizados en las ciencias de la tierra, la fuente indispensable de información para cualquier trabajo o no es el campo. Es por lo tanto inescapable que el profesional que va a ejercer su actividad en geología reciba un entrenamiento cuidadoso y metódico sobre la manera de llevar a cabo su trabajo de campo, pues no existe ningún sustituto para esa actividad.

CONCLUSIONES

Recapitulando lo anterior y teniendo en cuenta el perfil profesional para las Ciencias de la Tierra, se puede concluir que las tendencias que deben seguirse en su formación deben incluir:

- Versatilidad en cuanto a su adaptación a las necesidades del país en el campo de las geociencias.
- Capacidad para adquirir en forma permanente conocimientos nuevos tanto tecnológicos como científicos
- Capacidad para trabajo en grupos multidisciplinarios
- Formación básica y disponibilidad para trabajo de campo.

DEFINICIÓN

El ingeniero geólogo es un profesional que con base en conocimientos geológicos adecuados debe poder desempeñarse en:

Adquisición, análisis e interpretación de información en las ciencias de la tierra, particularmente en geología, geomorfología, y geotecnia (teledetección, trabajo de campo, uso de SIG, análisis e interpretación).

Prospección y explotación racional de recursos minerales y energéticos, incluyendo aguas subterráneas. (esto incluye lo que tradicionalmente se ha llamado geología económica o de yacimientos, geología del petróleo, hidrogeología, geotermia, etc.).

Determinación de las características y restricciones que ofrece el entorno natural para su ocupación. Esto incluye la geotecnia de suelos y rocas y la geología ambiental en cuanto a prevención y mitigación de amenazas y riesgos naturales, la participación en los procesos de planeación física ambiental y de ordenamiento territorial)

Es de anotar que la totalidad de esas actividades también son llevadas a cabo por profesionales con el título de geólogos bajo el nombre de geología aplicada.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO QUE RECOMIENDA AGREGAR

CONTENIDO PROGRAMÁTICO QUE RECOMIENDA SUPRIMIR

COMPETENCIA DEL INGENIERO GEOLÓGICO ASOCIADAS A SUS DIFERENTES ÁREAS DE FORMACIÓN

INGENIERÍA INDUSTRIAL

- **CONTENIDOS BÁSICOS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA

SUBÁREA DE PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA

TEMA – PROBABILIDAD

JUSTIFICACIÓN

Para su actividad profesional, y especialmente para labores de investigación, el ingeniero debe estar en capacidad de manejar y hacer el análisis de diferentes tipos de datos, inferir comportamientos futuros de las variables a partir de la información que posea, realizar análisis de regresión y utilizar técnicas de muestreo en problemas asociados a la Ingeniería Industrial. Desde el punto de vista de la teoría de las probabilidades el ingeniero industrial, debe estar en capacidad de interpretar los fenómenos de la naturaleza, a través de la modelación, mediante la identificación de las condiciones de aplicabilidad de distribuciones probabilísticas e interpretar los resultados de acuerdo con la problemática planteada.

CONTENIDO

- Introducción a las probabilidades: cálculo combinatorio (permutaciones y combinaciones), medida de probabilidad.
- distribuciones discretas de probabilidad: variable aleatoria discreta, función de probabilidad y función de distribución; distribución Binomial, Bernoulli, Hipergeométrica, Gama, Poisson etc..
- Distribuciones continuas de probabilidad: variable aleatoria continua, función de densidad, valor esperado; distribución normal, normal estandarizada, t Students, Chi Cuadrado y distribución F o de Fisher.

TEMA – ESTADÍSTICA

CONTENIDO

- Tipos de variables, series estadísticas, distribución de frecuencias, representación gráfica.
- Representación de datos estadísticos: medidas de tendencia central; promedios, propiedades, interpretación; medidas de posición (mediana, media, moda).
- Medidas de dispersión: varianza, desviación estándar, coeficiente de variación.
- Análisis de varianza.
- Pruebas de hipótesis: conceptos, error tipo I y II, pruebas de significación de medias y

proporciones.

- Regresión y correlación: conceptos básicos, método de estimación por mínimos cuadrados, coeficiente de correlación y estimación de parámetros.
- Muestreo: Concepto, tipos de muestreo, diseño y error de la muestra y aplicaciones.

SUBÁREA DE MATERIALES Y PROCESOS

OBJETIVO GENERAL

Los conocimientos básicos en el área de Materiales y procesos permiten al ingeniero industrial poseer criterios iniciales para la selección adecuada de los materiales más convenientes (desde la perspectiva de la racionalidad tecnológica y económica) para su aplicación en sistemas, así como para su posterior manufactura.

TEMA - ESTRUCTURA DE LOS MATERIALES

JUSTIFICACIÓN

El conocimiento de las estructuras que conforman los materiales permite al ingeniero industrial tener una visión amplia para interpretar el comportamiento y las propiedades de un material específico.

CONTENIDO

- Estructura atómica
- Enlaces en metales, polímeros y cerámicas.
- Fundamentos de los materiales: materiales metálicos y no metálicos.
- Estructuras básicas cristalinas.
- Imperfecciones cristalinas.

TEMA - COMPORTAMIENTO DE LOS MATERIALES

JUSTIFICACIÓN

El estudio del comportamiento de los materiales y de las propiedades presentadas por éstos son la base que le permite al ingeniero industrial generar criterios para la selección del material adecuado para una aplicación específica de construcción de productos industriales; así mismo, le permitirá el conocimiento de técnicas experimentales y normas internacionales para ensayo de materiales.

CONTENIDO

- Propiedades físicas: ópticas, térmicas, eléctricas y magnéticas
- Propiedades mecánicas: Ensayos mecánicos de tensión, Impacto, dureza, y de fatiga
- Análisis Metalográfico: Granulometría

- Tratamientos térmicos: temple, revenido, recocido, normalizado.
- Procesos de manufactura: conformado plástico, fundición, mecanizado, soldadura, polímeros y acabados.

SUBÁREA DE EXPRESIÓN GRÁFICA

OBJETIVO GENERAL

El Dibujo Técnico y la Geometría Descriptiva conforman el lenguaje gráfico empleado por los ingenieros industriales para expresar y registrar las ideas y la información necesaria que permitan el ordenamiento espacial de las máquinas, materiales, personas, y los elementos auxiliares que conforman una organización productiva. Así mismo, el ingeniero debe conocer los conceptos fundamentales para poder representar en forma clara y exacta los diseños concebidos, y para simbolizar de manera gráfica los diversos elementos específicos de aplicación industrial, de tal manera que las partes puedan ser fabricadas y ensambladas según lo previsto en los diseños; además de estar en capacidad de interpretar estos elementos cuando le sean presentados en planos de distribución.

TEMA – DIBUJO DE INGENIERÍA

JUSTIFICACIÓN

Es necesario que el ingeniero industrial conozca, interprete y analice el lenguaje gráfico y simbólico de la ingeniería. Lo anterior le permitirá diseñar, desarrollar, comprender y tomar decisiones sobre modelos y elementos que conformen los diferentes sistemas de producción.

CONTENIDO

- Sistemas de proyección, cortes y secciones.
- Acotado: normas sobre acotado
- Acabados superficiales, ajustes y tolerancias, cortes y secciones de acuerdo con la norma ICONTEC
- Representaciones utilizadas en plantas industriales: representación de procesos, redes eléctricas, sanitarias, hidráulicas y neumáticas, representación del edificio, señalizaciones de seguridad.
- Principios del dibujo asistido por computador.

TEMA - GEOMETRÍA DESCRIPTIVA

JUSTIFICACIÓN

Se hace necesario que el Ingeniero Industrial sea capaz de diseñar y desarrollar las características e implicaciones propias del manejo en una, dos o tres dimensiones de los elementos de los procesos productivos.

CONTENIDO

- Vistas auxiliares.
- Longitud Verdadera.

SUBÁREA DE DISEÑO Y GESTIÓN DE OPERACIONES

OBJETIVO GENERAL

Considerando que la meta de las organizaciones es crear riqueza ahora y en el futuro de modo efectivo, suministrando bienes y servicios de calidad en concordancia con el respeto por el hombre y el medio ambiente, se pone de manifiesto que las exigencias van orientadas hacia una visión global de la organización y un enfoque de procesos de valor agregado que determinan la Gestión de Operaciones como función vital para el desempeño exitoso de una empresa; por lo cual se requiere que el ingeniero industrial esté preparado para enfrentar este reto y propiciar en nuestro país un entorno industrial de clase mundial.

TEMA – PRODUCCIÓN

JUSTIFICACIÓN

En ésta interviene de forma coordinada la alta dirección y todas las áreas funcionales de la organización, puesto que aquí se toman las decisiones que en el largo plazo van a afectar el funcionamiento de la organización. Además esta área es la encargada de estudiar la problemática derivada de la selección y diseño de los productos y servicios y los procesos necesarios para desarrollarlos, incluyendo el diseño, medición y compensación del trabajo. También se estudian las decisiones sobre capacidad, la tecnología y su gestión, entre ellos los sistemas de manufactura flexible, la automatización en ingeniería y la fabricación asistida por computador además se cubren los conceptos básicos, criterios, técnicas y herramientas para la correcta administración de los recursos necesarios para la producción. Adicionalmente se resalta la importancia del uso de la planeación y programación así como el control efectivo y económico de un determinado sistema de producción.

CONTENIDO

- Enfoque de Productividad y Competitividad: Filosofía, eficiencia, eficacia y efectividad, medición de la productividad y competitividad.
- Diseño del Producto y/o servicios: Estrategias de introducción, ciclo de vida del producto, proceso de desarrollo de nuevos productos, técnicas empleadas en el diseño, diseño asistido

por computador.

- Diseño del Proceso y selección de la tecnología: decisiones para la selección del proceso y la tecnología: análisis de punto de equilibrio, análisis de la relación beneficio, costo-volumen, interacción entre el diseño del producto y el proceso, estrategia producto – proceso, diseño de la operaciones de servicio, análisis de flujo de proceso.
- Configuración de sistemas de producción: sistemas orientados al producto, al proceso, tecnologías de grupo y por posición fija.
- Tecnologías modernas de producción: máquinas de control numérico y por computador, celdas de Manufactura, células de manufactura flexible (FMS), automatización de sistemas productivos y manufactura integrada por Computador (CIM).
- Estudio del trabajo: diseño del puesto de trabajo, ingeniería de métodos, análisis de procesos y de operaciones, ergonomía, medición del trabajo: curva de aprendizaje, estudio de tiempos, muestreo del trabajo y tiempos predeterminados.
- Planeación de Capacidad y Recursos de Manufactura: Planeación de las necesidades de capacidad, análisis de subproductos y reprocesos.
- Dimensionamiento de Sistemas Productivos: Balanceo de línea, estudios de capacidad para sistemas por procesos.
- Plan Estratégico de Operaciones o a largo plazo: plan de producción, plan de mercadeo y plan financiero a largo plazo, decisiones de largo plazo.
- Planeación táctica o a mediano plazo: previsiones de demanda y modelo de planeación agregada
- Planeación Operativa o a corto plazo: plan maestro de producción (PMP), programación de componentes y programación de producción día a día.
- Programación y control de sistemas de producción por procesos: programación, carga, secuenciación, correcciones de capacidad a corto plazo y técnicas para la alineación de tiempos de terminación y fechas de entrega.
- Lanzamiento y control de órdenes de producción.
- Tecnologías modernas de producción: sistemas MRP, producción JIT, teoría de restricciones y/o manufactura sincrónica.

TEMA – GESTIÓN DE CALIDAD

JUSTIFICACIÓN

Este tema busca brindarle al ingeniero industrial, los conceptos, técnicas y herramientas que le permitan comprender la filosofía actual de la calidad. La gestión de la calidad moderna busca ofrecer los medios para que la alta dirección de las empresas puedan gerenciar el cambio, mediante la búsqueda continua de la mejor calidad de actuación en todos los procesos, productos y servicios de la organización siempre encaminados a satisfacer las expectativas y necesidades de los clientes.

CONTENIDO

- Planeación de la calidad: misión, políticas de calidad, objetivos estratégicos, estrategias de acciones, el proceso de cambio, herramientas para la planificación, planes de implementación y seguimiento.

- Organización para la calidad: estructura de la organización, evolución del organigrama para la gestión de calidad. .
- Herramientas de la calidad: análisis de pareto, diagrama de flujo, diagrama de espina de pescado, histogramas, diagramas de dispersión, diagramas de afinidad, diagramas de árbol entre otros.
- Gestión Integral de la calidad: generalidades de la auditoría de calidad, control estadístico de proceso y producto, gráficos de control, planes de muestreo, seguimiento y monitoreo de procesos.
- Procesos de Mejora Continua: el trabajo en equipo, el ciclo PHVA, los ciclos de mejoramiento (Juran, Crosby).

TEMA - LOGÍSTICA Y DISTRIBUCIÓN

JUSTIFICACIÓN

Los conocimientos básicos de la logística empresarial (aprovisionamiento, producción, distribución y recuperación) como disciplina científica y a su vez, función transversal de la empresa contemporánea, proporcionan al Ingeniero Industrial un moderno enfoque integrador para la gestión de organizaciones productivas y de servicio orientadas al cliente, como vía para alcanzar y mantener posiciones competitivas en el entorno donde éstas se desempeñan, haciendo énfasis en los procesos de toma de decisiones, tanto a nivel estratégico como táctico operativo a lo largo de toda la cadena logística.

CONTENIDO

- Logística empresarial: conceptos básicos (definición, significado, objetivo y tareas); enfoque logístico y su evolución, cambios de paradigmas; logística y competitividad; sistema logístico, elementos, actividades, subsistemas y procesos; ciclo logístico y su estructura; contenidos y decisiones fundamentales de la logística del aprovisionamiento, de la producción, de la distribución y de la reutilización.
- Servicio al cliente: conceptos generales e importancia, medición del nivel de servicio al cliente, elementos básicos del diseño del servicio al cliente, planificación del servicio al cliente.
- Costos logísticos: elementos y grupos de costos, costos del proceso logístico.
- Gestión de Cadenas de Suministro: conceptos y niveles de integración, organización de la cadena de suministro y cálculo de los parámetros principales, métodos y técnicas gerenciales para el análisis y diseño de los sistemas logísticos.
- Gestión de Inventarios: funciones, modelos, estudio estadístico, fijación de políticas de aprovisionamiento, análisis de sensibilidad, gestión de inventarios de demanda independiente: modelos probabilísticas y determinísticos.
- Herramientas de Tecnología Informática: EDI, Código de Barra, E-Business, MRP's y ERP's, y DRP's.

ÁREA DE INGENIERÍA APLICADA

SUBÁREA DE MÉTODOS CUANTITATIVOS

OBJETIVO GENERAL

El ingeniero industrial debe aplicar las herramientas y modelos matemáticos para la optimización del uso de los recursos con que cuenta un sistema de producción de bienes y/o servicios, como apoyo a una acertada toma de decisiones bajo condiciones de certeza, riesgo, incertidumbre y competencia, así como para el mejoramiento de procesos e incremento de la productividad y calidad, que permita ser más efectiva y competitiva su gestión empresarial.

TEMA - INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

JUSTIFICACIÓN

En el campo profesional, el Ingeniero Industrial, debe ser capaz de formular modelos matemáticos determinísticos y estocásticos y otros problemas presentes en la dirección, planificación y organización de las empresas, relacionados con métodos heurísticos y toma de decisiones secuenciales. También debe estar en capacidad mediante la aplicación de métodos y software existentes, de interpretar, comparar alternativas y analizar económicamente los resultados, obteniendo los mayores beneficios para la empresa y la mejor utilización de los recursos que tiene disponibles. Los ejemplos utilizados deben estar vinculados a situaciones prácticas que se presentan en el ejercicio profesional.

CONTENIDO

- Formulación de modelos matemáticos: lineales, no lineales, enteros.
- Modelos de optimización: Programación lineal: método simplex, dualidad, análisis de sensibilidad, problemas de transporte y asignación; Flujo en redes: CPM, PERT, flujo máximo, ruta mas corta, árbol de mínimo recorrido.
- Toma de decisiones bajo condiciones de incertidumbre.
- Toma de decisiones bajo condiciones de riesgo
- Teoría de juegos
- Cadenas de Markov.
- Filas de Espera.

TEMA – SIMULACIÓN

JUSTIFICACIÓN

Brindarle al Ingeniero Industrial, herramientas y técnicas que soporten la toma de decisiones bajo fenómenos y procesos de carácter aleatorio y donde es muy costoso experimentar directamente con ellos. Dentro de este tema, se busca que el profesional se encuentre en capacidad de dominar los conceptos básicos necesarios que le permitan comprender los sistemas productivos y de servicios

de diferentes organizaciones, y otros sistemas en general; identificando las variables que los caracterizan, para que con posterioridad a la aplicación del modelo, se analice, interprete y evalúe con rigor estadístico y económico las soluciones obtenidas en función de los objetivos propuestos.

CONTENIDO

- Componentes y planteamiento de un modelo de simulación: elementos del sistema, tipos de modelos, variables del modelo.
- Generación de números aleatorios: métodos de generación, propiedades de los aleatorios y pruebas de bondad y ajuste.
- Generación de variables aleatorias: funciones de distribución de probabilidad discreta y continua, métodos de generación, pruebas de bondad y ajuste a una distribución deseada.
- Simulación de sistemas: simulación de Montecarlo, simulación de sistemas (para diferentes sistemas: modelos de espera, inventarios y sistemas productivos, entre otros).
- Verificación y Validación de modelos.
- Análisis de sensibilidad.

SUBÁREA DE ORGANIZACIONES Y GESTIÓN EMPRESARIAL

OBJETIVO GENERAL

El Ingeniero Industrial en su desempeño profesional, debe estar en capacidad de analizar y comprender el ambiente macroeconómico y microeconómico en que se desenvuelven las organizaciones, así como plantear los escenarios y las estrategias gerenciales y financieras dentro de una visión sistémica, prospectiva, estratégica y táctica, de tal manera, que contribuya a que el proceso de toma de decisiones en la asignación y optimización de los recursos conduzca a que la organización sea más efectiva y competitiva.

Así mismo debe estar en capacidad de realizar una gestión eficaz del talento humano basado en el paradigma del trabajo en equipo, mediante la aplicación de estrategias laborales que motiven y mantengan un buen clima organizacional, contribuyendo con esto al incremento de la productividad.

Por último, es necesario que tenga los conocimientos y destrezas que le permitan racionalizar el uso de los recursos, teniendo en cuenta el componente ambiental y de seguridad integral en la cadena productiva dentro de un entorno de desarrollo sostenible y la capacidad de identificar, evaluar y prevenir riesgos operativos en las actividades humanas productivas del ambiente laboral y externo.

TEMA - ADMINISTRACIÓN

JUSTIFICACIÓN

El área administrativa, comprende el conjunto de conocimientos, técnicas y habilidades que el profesional de Ingeniería Industrial debe tener de forma que pueda comprender a la organización bajo un enfoque sistémico. Es necesario que comprenda que existen relaciones entre las diferentes áreas funcionales que conforman las organizaciones, que son muy importantes para su desempeño efectivo así como es necesario que conozca la evolución de las diferentes teorías organizacionales, para que pueda retomar aquellos aspectos que puedan ser aplicados a una organización dentro de sus procesos administrativos.

CONTENIDO

- Proceso Estratégico Gerencial
- La empresa como organización bajo un enfoque sistémico: Conceptos, características, procesos y metodología.
- Procesos Gerenciales básicos: planeación, organización, dirección, coordinación, control y evaluación.
- El Proceso de Planeación y Gestión Estratégica Empresarial: Conceptos, características, procesos y metodología.
- Enfoques administrativos: evolución del pensamiento administrativo, teorías organizativas.

TEMA - ECONOMÍA Y FINANZAS

JUSTIFICACIÓN

Para los profesionales de Ingeniería Industrial es de suma importancia conocer el contexto económico general en el que van a ejercer su profesión, para lo cual requieren los conocimientos básicos sobre la teoría económica y familiarizarse con los términos económicos de mayor importancia. Además es necesario desarrollar habilidades y destrezas para la gestión, elaboración y evaluación de proyectos de inversión, que en el desempeño profesional serán puestos a consideración de agencias gubernamentales o de empresas privadas.

CONTENIDO

- Conceptos básicos de la teoría Macroeconómica
- Variables en Macroeconomía, contabilidad de ingresos nacionales. Determinación del PIB y PNB. Teorías en macroeconomía: Teoría clásica y teoría Keynesiana. Conceptos y políticas económicas en cada teoría.
- El dinero y la banca. Funciones y tipos de dinero. Teorías sobre la inflación. Sistema de crédito. Sector externo en la economía. Comercio internacional. Papel del estado.
- Desempleo. Inversión y Ahorro. Rol del Gobierno. Comercio Internacional (Exportaciones, importaciones, balanza de pagos y tasa de devaluación).
- Conceptos básicos de la teoría Microeconómica.
- Objeto y método en la economía, concepto de valor.
- Las fuerzas del mercado: oferta y demanda, equilibrio, elasticidad de la demanda y oferta. El mercado de productos bajo condiciones competitivas. Curvas de oferta y demanda. Enfoques conceptuales de la demanda. Teoría de la producción. Curvas de costos, costos fijos y variables, costos marginales.
- Estructuras del mercado: Competencia perfecta, Competencia imperfecta: Oligopolio y Monopolio y competencia monopolística.
- Fundamentos Contables, de Costos y Presupuesto
- Ecuación básica Contable.
- Asientos contables, ajustes y cierres

- Estados financieros básicos: Pérdidas y Ganancias y Balance General.
- Flujo de caja y diagrama de flujo de caja.
- Introducción a la contabilidad de costos, Sistemas de costeo.
- Sistema de valoración de inventarios
- Administración estratégica de costos
- Relación costo- volumen-utilidad.
- Procesos de Análisis Financiero
- La función financiera en la empresa y su objetivo.
- Herramientas para el diagnóstico financiero: análisis vertical y horizontal de los estados financieros, principales razones financieras, apalancamiento financiero y total, valor económico agregado EVA, principales fuentes de financiamiento de corto y largo plazo, consideraciones básicas de finanzas internacionales.
- Conceptos básicos de Ingeniería Económica: Interés, equivalencia, valor del dinero en el tiempo.
- Concepto de interés simple, compuesto, anticipado, vencido y su utilización.
- factores y uso de tablas de interés. tasas de interés nominal y efectivo. cálculo de tasas de interés efectivo. utilización de factores múltiples.
- Localización de valor presente, valor futuro, series uniformes (anualidades) y gradientes desplazados.
- Otros métodos de comparación de alternativas: Período de recuperación, relación beneficio costo. Concepto de depreciación y métodos utilizados.
- Formulación y evaluación de proyectos de inversión
- Noción de Proyectos. Planeación de proyectos.
- Estudios para la formulación: técnico, financiero y económico, legales, ambiental, organizacional y administrativo, entre otros.
- Criterios de evaluación de proyectos: financiero, económico, social y ambiental.
- Análisis de Sensibilidad y Riesgo.
- Fundamentos de Mercadeo.

TEMA - TALENTO HUMANO

JUSTIFICACIÓN

Se busca desarrollar en el Ingeniero Industrial, las habilidades, conocimientos y técnicas necesarias, para la administración del talento humano, teniendo en cuenta que este es quien es capaz de generar valor agregado para la organización. Se busca crear ambientes de trabajo agradables que permitan la cooperación y motivación de los trabajadores, así como la administración de dicho recurso y su retribución salarial de forma que sea proporcional a la cantidad de riqueza generada por éste dentro de la organización.

CONTENIDO

- Estrategias orientadas a la gestión del talento humano: detección de necesidades, planeación del talento humano, proceso de selección, relaciones laborales y sus aspectos legales asociados.
- Clima laboral y motivación. Modelos para incentivar y generar sentido de pertenencia hacia la organización.
- Estrategias para el trabajo en equipo y solución de conflictos.
- Estructura salarial, descripción de cargos, análisis de puestos, manual de cargos y puestos, valoración del desempeño

TEMA - SALUD OCUPACIONAL Y GESTIÓN AMBIENTAL

JUSTIFICACIÓN

Por la alta competitividad a la que están enfrentadas las empresas, en la actualidad los programas de Salud e Higiene Ocupacional junto a los de Gestión Ambiental, están cobrando fuerza en todos los medios. Por esto es necesario que el Ingeniero Industrial tenga los conocimientos y técnicas necesarias para identificar, clasificar y valorar las condiciones tanto internas como externas que afectan a los trabajadores dentro y fuera de las organizaciones. Dentro de las condiciones internas, el profesional debe estar en capacidad de identificar los riesgos, los accidentes laborales y las enfermedades profesionales a los cuales están expuestos los trabajadores dentro de una empresa, desarrollar las competencias requeridas para la formulación de un Programa de Salud Ocupacional conforme con las normas legales vigentes y ejercer el control necesario para garantizar el cumplimiento total y eficiente de dichas actividades. Dentro de las condiciones externas, se trata de generar en el profesional, conciencia ambiental y el reconocimiento de los impactos y externalidades que causan las empresas al medio ambiente, siempre tratando de diseñar y gestionar los sistemas productivos de forma tal que minimicen sus actuaciones hacia el medio ambiente y a su vez cumplan con los propósitos y metas del desarrollo sostenible.

CONTENIDO

- Administración del Programa de Salud Ocupacional: política, planeación y organización, recursos (humanos, técnicos y financieros), análisis de costos e índices y estadísticas de desempeño (Índice de Frecuencia, Índice de Severidad e Índice de Lesiones Incapacitantes).
- Factores de Riesgo: Físicos (Ruido, vibraciones, temperatura, radiaciones (ionizantes y no ionizantes), iluminación); Químicos (Sólidos, líquidos, gases); Biológicos (Bacterias, hongos, virus, parásitos); Ergonómicos: (Posturas inadecuadas, movimientos repetitivos, sobre-esfuerzo físico, diseño de puestos de trabajo); Mecánicos (Mecanismos en movimiento, proyección de partículas, manejo de equipos manuales, manipulación de materiales); Eléctricos (Alta y baja tensión); Incendios y explosiones; Psicosociales (Contenido de la tarea, calidad de la supervisión. Estilo administrativo, tipo de comunicación, carga de trabajo, mobbing).
- Panorama de Riesgos Ocupacionales: Definición de Riesgos, Grados de Peligrosidad, Grado de Repercusión, Control de Riesgos (en la fuente, en el medio y elementos de protección personal: selección y control).
- Accidente de Trabajo: Definición técnica y legal de AT, Investigación y reporte de los Accidentes de Trabajo.
- Comités de Prevención de Riesgos y Planes de Emergencia.

- Modelo de Gestión ambiental: análisis del ciclo de vida, producción más limpia, desarrollo sostenible, ecodiseño, parámetros de control ambiental, auditoría ambiental.
- Ecología y sus conceptos básicos.
- Contaminación de aguas: DBO, PH, sólidos suspendidos, equipos de tratamientos, tasas retributivas.
- Contaminación del aire: Efecto invernadero, rompimiento de la capa de ozono, lluvia ácida.
- Residuos sólidos: pph (producción por habitante por días), sistemas de disposición (rellenos, incineradores)

- **FORMACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES EN COLOMBIA**

Como se vio anteriormente, no existe uniformidad en los estudios que en cada facultad de ingeniería se imparten, sin embargo, existe preocupación por conocer lo que está marcando la pauta a nivel nacional e internacional en el desarrollo presente y futuro de la carrera. Como se piensa que cualquier paso hacia la modernización curricular tiene que ver primero con lo que se tiene y lo que falta para continuar, se presentó un enfoque desde el punto de vista del análisis estratégico así:

DEBILIDADES Y FORTALEZAS DEL CURRÍCULO

Debilidades curriculares

Parece ser que la única culpable de que las universidades no den una formación integral a los ingenieros, fuese la estructura del plan de estudios y no una serie de variables que entran a formar parte del curriculum, como son la infraestructura. (laboratorios, prácticas, bibliotecas etc.). Parece haber un plan de estudios que no corresponde a las necesidades socio-económicas a las condiciones tecnológicas y académicas, con poca claridad en los objetivos y sin una adecuada proyección hacia el futuro, sin mayores proyecciones para el desarrollo personal en cuanto a formación se refiere.

En este sentido nos encontramos frente a:

- Manejo de contenidos de carácter enciclopedistas, dispersos en donde la transmisión de los conocimientos en ciencias básicas no es más que la repetición de los mismos.
- Falta mayor conocimiento del entorno, lo que hace que el currículo no responda a la realidad mundial. En este sentido es rígido y carece de enfoque sistémico.
- No se tiene una definición del papel de la tecnología en el quehacer del ingeniero en cuanto al objeto de la ingeniería industrial.
- Existe una gran desarticulación entre el ciclo básico y el ciclo profesional, frente a las áreas y asignaturas, presentando a sí la falta de una secuencia adecuada.
- Algunos planes de estudio empiezan a ser obsoletos en algunas áreas y muchas veces son inflexibles, no permiten cambios fáciles ni de actualización con los de la ciencia y la tecnología.
- Los currículos no tienen el concepto sistémico que debe existir en Ingeniería Industrial.
- Falta hacer énfasis en aspectos legales y medio ambientales.

FORTALEZAS DEL CURRÍCULO

Los planes de estudio presentados en el encuentro, tienen en las áreas de ciencias básicas, asignaturas comunes.

Se ha definido al ingeniero industrial como un ingeniero fuerte en conocimientos básicos, científicos y matemáticos.

Las áreas profesionales coinciden de manera aproximada, presentando énfasis en el área de producción.

Los planes de estudio en su gran mayoría, presentan cambios dirigidos a flexibilizarlos.

Se desarrollan talleres integrados (aplicación de la teoría a casos prácticos en Empresa).

Existe un continuo desarrollo de mejoramiento de los planes de estudio.

Existe identidad de la ingeniería industrial (ingeniero fuerte en ciencias básicas enfocado a la producción).

La ingeniería industrial administra los procesos tecnológicos.

Existe amplia voluntad de cambio en muchas personas.

Algunos profesores se han hecho más interdisciplinarios, dentro de la Ingeniería Industrial.

Se encontraron coincidencias en los contenidos mínimos del plan de estudio, así:

Ciencias Básicas:

- Matemáticas
- Física y
- Química

Profesional:

- Producción e investigación de operaciones.

Áreas complementarias:

- Organizaciones
- Economía
- Mercados
- Finanzas
- Humanidades

Definición

El ingeniero industrial es aquel profesional que actúa en cualquier sistema formado por hombres, materiales, recursos financieros y equipos y aplicando la ciencia y la técnica, cambia el entorno en beneficio colectivo, con responsabilidad social.

En uno de los documentos presentados al ICFES, se menciona una definición de Ross W. Hammond.

La Ingeniería Industrial abarca el diseño, la mejora e instalación de sistemas integrados de hombre, materiales y equipo. Con sus conocimientos especializados y el dominio en las ciencias matemáticas, físicas y sociales, conjuntamente con los principios y métodos de diseño y análisis de ingeniería, permite predecir, especificar y evaluar los resultados a obtener de tales sistemas.

La ingeniería industrial es una ingeniería de optimización de la industria; tiene que ver con el costo, la rentabilidad, la calidad, la flexibilidad, la satisfacción de la demanda y las oportunidades.

“El ingeniero civil industrial es un profesional cuya formación lo capacita para diseñar sistemas complejos y gestionar en forma eficiente los recursos dentro de una organización abordando con

capacidad analítica y creativa, problemas diversos y complejos en el ámbito de la ingeniería de sistemas y en particular, los procesos que los constituyen orientando sus decisiones en el corto, mediano y largo plazo.

El título "Ingeniero Industrial" presenta una gran variedad en su definición. En Chile, se entiende que este profesional es un economista-administrador con conocimientos tecnológicos y con una fuerte base en ciencias básicas y de ingeniería.

Señalaba Eduardo Vicents (1995) en su exposición que, la ingeniería influye en el entorno y queda condicionada por este, también influye sobre los hábitos humanos, la política, la economía, el pensamiento, la cultura. Por otra parte, la ingeniería utiliza la ciencia y la tecnología para llevar a cabo su actividad.

La ciencia es el conocimiento cierto de las cosas por sus principios y causas. Como ha demostrado Popper... todas las teorías científicas están sujetas a error. Una teoría ha sido válida mientras que ha podido demostrar los fenómenos a los que se enfrentaba el hombre en cada momento. Ello ha conducido a crear un cuerpo de doctrina científico cada vez más depurado y perfeccionado.

La grandeza de la ciencia se debe sobre todo, a que ha permitido incrementar creaciones tangibles e intangibles: objetos, máquinas, estructuras, leyes y organizaciones, cada vez más perfectas y complejas. Ese saber le ha conferido al hombre la capacidad de transformar la naturaleza en su propio beneficio. A este saber hacer, el hombre lo ha llamado técnica o tecnología.

La tecnología es el conjunto de conocimientos propios de un oficio o arte industrial y la técnica es el conjunto de conocimientos y recursos de los que se sirve una ciencia o un arte. El saber es ciencia y el saber hacer es la tecnología. El cómo se aplica esa ciencia y esa tecnología en la creación y realización de cualquier tipo de trabajo, es lo que conoce como Ingeniería.

La ingeniería es el arte de aplicar los conocimientos científicos y tecnológicos a la invención, perfeccionamiento y utilización de la técnica en todas sus dimensiones.

El ingeniero es el que sabe cómo hacer las cosas, objetos, máquinas, instalaciones y cómo organizar las actividades para hacerlas realidad. El ingeniero es el eslabón que cierra el sistema productivo, al que pertenecen todos otros agentes como la empresa, empresario y trabajadores, los científicos e investigadores, los agentes financieros, la administración pública etc. Por sus conocimientos teóricos de la técnica y aplicación de la ciencia, dirigidos a obtener resultados prácticos, el ingeniero se sitúa entre el investigador el técnico y el industrial, siendo capaz, con la preparación conveniente de actuar en las actividades de éstos.

Diseñar, aunque no exclusiva, es la más elevada de las cualidades que puede desempeñar un ingeniero. Diseñar o crear, es el arte de la práctica de los avances científicos y tecnológicos puestos a su disposición (Vicents, 1995).

Un análisis de los cambios científicos, tecnológicos y de los objetos desarrollados por el hombre, nos da una visión de cómo su ingenio le ha permitido primero dominar la naturaleza y después transformarla en su propio provecho.

Para que se agilicen esos cambios es necesario que haya libertad personal y política, fomento de la inversión, acumulación de capitales y su disponibilidad internacional así como el incremento del comercio entre las naciones. La publicación de leyes sobre patentes en diferentes países para proteger y regular la explotación de los inventos, incentivan la creatividad. Al mismo tiempo, las matemáticas van perfeccionándose y creando un cuerpo de doctrina que permite a los investigadores elevarse a consideraciones generales más amplias y estrictas.

En tecnología los avances conseguidos serían considerados como fantásticos hace solo unas décadas. La electrónica, la informática las comunicaciones la autonomía son campos científicos y tecnológicos que han revolucionado nuestro entorno influyendo en los demás campos y modificando la forma de vida humana.

PERFIL DEL INGENIERO INDUSTRIAL (APTITUDES Y ACTITUDES)

Se ha visto que el ingeniero industrial puede desarrollar su profesión en tres campos de actividad de características diferentes que exigen cualidades apreciablemente distintas: La empresa privada, la administración pública y el ejercicio libre de la profesión, siendo la primera la que mayor número de profesionales absorbe.

El perfil del Ingeniero Industrial debe estar en lo siguiente: profesional en el área de producción e investigación de operaciones, con sólida fundamentación científico-matemática, humanística y ambiental.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO QUE RECOMIENDA AGREGAR

CONTENIDO PROGRAMÁTICO QUE RECOMIENDA SUPRIMIR

COMPETENCIA DEL INGENIERO INDUSTRIAL ASOCIADAS A SUS DIFERENTES ÁREAS DE FORMACIÓN

INGENIERÍA DE MATERIALES

- **CONTENIDOS BÁSICOS DE INGENIERÍA DE MATERIALES**

ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA

SUBÁREA DE MECÁNICA DE LOS MATERIALES

OBJETIVO GENERAL

Conocer la habilidad y grado de comprensión que tiene el estudiante para resolver en situaciones reales el comportamiento mecánico elástico y plástico de los materiales cuando soportan cargas y experimentan movimiento, la capacidad para predecir y calcular deformaciones y desplazamientos en sistemas mecánicos empleando los principios básicos contenidos en las leyes de Newton.

TEMA - ESTÁTICA Y RESISTENCIA DE MATERIALES

JUSTIFICACIÓN

La estática estudia los cuerpos en reposo y las fuerzas que actúan sobre ellos, así como sus conceptos y fundamentos y la resistencia de materiales evalúa el comportamiento real y el efecto de una carga sobre un elemento mecánico, conceptos importantes que en el diseño y comportamiento en servicio de un material debe tener en cuenta un ingeniero de materiales o metalúrgico.

CONTENIDO

- Representación vectorial. Momentos. Teorema de Varignon. Conversión de fuerzas. Resultantes.
- Concepto de fuerza externa. Diagrama de cuerpo libre. Reacciones. Ecuaciones. Equilibrio en el plano y en el espacio.
- Armaduras planas. Análisis por el método de nudos, secciones y marcos.
- Leyes, coeficientes, ángulo de rozamiento.
- Centro de gravedad y centroides. Momentos de inercia. Vigas, diagramas.
- Traslación rectilínea y curvilínea. Rotación. Movimiento plano general. Velocidad. Aceleración. Centro de rotación.
- Traslación. Rotación. Movimiento plano general.
- Carga axial: Clasificación de las cargas. Definición general de esfuerzo, esfuerzo normal, esfuerzo cortante. Propiedades mecánicas de los materiales metálicos. Ensayo estándar de tracción. Ley de Hooke, relación de Poisson, comportamiento elástico y plástico. Esfuerzo permisible y factor de seguridad. Aplicación a estructuras estáticamente determinados e indeterminados bajo carga axial.
- Flexión: Diagramas de fuerza cortante y momento flector.
- Torsión: Diagramas de momento. Esfuerzo cortante por torsión (secciones circulares). Deformaciones por torsión (secciones circulares).

- Cargas y esfuerzos combinados: esfuerzos principales y esfuerzo cortante máximo. Círculo de Mohr para esfuerzos principales y esfuerzo cortante. Deformaciones principales y ley generalizada de Hooke. Recipientes de paredes delgadas sometidas a presión interna.
- Aplicación a sistemas estructurales estáticamente determinados e indeterminados bajo cargas combinadas.

TEMA - COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MATERIALES

JUSTIFICACIÓN

Es importante para un ingeniero metalúrgico entender la respuesta de un material que está sometido a la acción de una fuerza o una carga dado que esto conlleva a una selección correcta de un determinado material como componente de una estructura, bajo diferentes condiciones de servicio.

CONTENIDO

- Relaciones Esfuerzo y Deformación para comportamiento elástico: Estado de esfuerzos en tres dimensiones. Esfuerzos principales y esfuerzos cortantes máximos. Planos principales y planos donde actúan los esfuerzos cortantes máximos. Relación entre el esfuerzo cortante máximo y la fluencia en los metales.
- Tensor esfuerzo: Primera invariante del tensor esfuerzo, segunda invariante del tensor esfuerzo y tercera invariante del tensor esfuerzo. Representación del estado de esfuerzos de procesos de trabajado de los metales utilizando el círculo de Mohr en 3D. Tensor desplazamiento. Tensor deformación unitaria. Tensión rotación. Deformaciones cortantes principales. Deformación volumétrica y dilatación cúbica. Tensor desviador de la deformación. Representación tensorial de estos esfuerzos. Constante de Lamé. Estado de deformación plana (laminación plana). Esfuerzo plano (recipiente a presión y tubería de pared delgada sometida a presión interna).
- Fundamentos de la Teoría de la Plasticidad: Diferentes aplicaciones, como el conformado plástico de metales y la teoría del diseño límite. La curva de flujo. Deformación elástica recuperable. Comportamiento anelástico. Efecto Bauschinger. Curvas de flujo para material plástico rígido ideal, material plástico ideal con región elástica y material con endurecimiento por deformación. Primera invariante del tensor deformación real.
- Teorías de falla. Teoría del esfuerzo normal máximo. Teoría de la deformación normal máxima. Teoría de la energía de distorsión o criterio de Von Mises. Teoría del esfuerzo cortante máximo o criterio de Tresca. Ensayos bajo esfuerzos combinados, componentes hidrostáticas y desviador del esfuerzo.
- Cálculo de esfuerzos y deformaciones plásticas en recipientes, tuberías, etc. Solución de los problemas de plasticidad. Flujo plástico bidimensional. Esfuerzos y deformaciones en forja, extrusión, recalcado. Ecuaciones de Hencky.
- Ensayo de Tracción: curva ingenieril esfuerzo-deformación. Resiliencia. Tenacidad. Curva Real Esfuerzo-Deformación.
- Ensayo de Torsión: esfuerzos de torsión para grandes deformaciones plásticas. Módulo de rotura. Tipos de fallas en torsión. Comparación del ensayo de torsión con el de tracción. Ensayo de torsión en caliente y su relación con el trabajo en caliente.
- Ensayo de Fatiga: Ciclos de esfuerzos en fatiga. La curva de fatiga. Ecuaciones de Basquin. Naturaleza estadística de la fatiga. Efecto del esfuerzo medio de la fatiga. grietas en fatiga. Propagación de la grieta de fatiga. Ley de Paris. Efecto de la concentración de esfuerzo en

la fatiga. Regla de Miner. Efecto de las variables metalúrgicas en la fatiga. Influencia del tamaño de grano. Influencia de la microestructura. Influencia de las inclusiones no metálicas..

- Termo fluencia (creep) y rotura bajo esfuerzo El problema de los materiales que trabajan a alta temperatura. Comportamiento mecánico dependiente del tiempo. La curva de termo fluencia (creep). Rata mínima de creep (termofluencia). El ensayo de rotura bajo esfuerzo. Representación gráfica de los datos de rotura bajo esfuerzo. Cambios estructurales durante la termofluencia. Mecanismos de deformación en termofluencia. Fractura a alta temperatura. Temperatura equicohesiva. Aleaciones para alta temperatura. Representación de los datos técnicos de creep.
- Ensayo de Impacto Ensayo Charpy. Ensayo Izod. Significado de la temperatura de transición. Temperatura de transición de apariencia de fractura. Temperatura de transición de ductilidad. Temperatura de transición de ductilidad nula. Factores metalúrgicos que afectan la temperatura de transición del acero. Ensayo de caída del peso. Diagramas de análisis de fractura. Su uso para diseño y selección de materiales. Ensayo de impacto para determinar fragilidad de revenido. Flujo y fractura bajo velocidades de carga muy rápidas.

SUBÁREA DE CRISTALOGRAFÍA

OBJETIVO GENERAL

Familiarizar al estudiante con los minerales más corrientes en nuestro medio, como los sólidos naturales (materias primas) como artificiales (materiales cerámicos, metálicos, etc.) y saber diferenciar los minerales cristalinos y no cristalinos.

TEMA - ESTRUCTURAS CRISTALINAS

JUSTIFICACIÓN

Capacitar al Ingeniero de Materiales en el entendimiento de las diferentes estructuras cristalinas presentes en los materiales inorgánicos relacionados con su trabajo a nivel de productos y procesos.

CONTENIDO

- Sistemas cristalinos. Ley de Steno. Retículos de Bravais
- Índices de Miller
- Simetría cristalina. Operaciones de simetría. Elementos de simetría.
- Interacciones atómicas en los minerales: configuración electrónica del átomo, tipos de enlace químico.
- Estructuras cristalinas. Regla de Pauling. Modelo de capas. Modelo poliedrico.

TEMA - DEFECTOS EN LOS CRISTALES

JUSTIFICACIÓN

Capacitar al Ingeniero de Materiales en el entendimiento de las diferentes estructuras cristalinas y sus defectos presentes en los materiales inorgánicos relacionados con su trabajo al nivel de productos y procesos.

CONTENIDO

- Imperfecciones: Químicas (solución sólida sustitucional e intersticial)
- Imperfecciones: Físicas (defectos puntuales, defectos lineales y defectos planares)
- Imperfecciones: Polimorfismo y politipismo, sólidos amorfos y mineraloides.

SUBÁREA DE FISICOQUÍMICA

OBJETIVO GENERAL

Conocer la habilidad y grado de comprensión que tiene el estudiante para entender la importancia que reviste el conocimiento termodinámico, la cinética de reacción, la mecánica de los fluidos, la transmisión de calor, el transporte de materia y la economía en los procesos metalúrgicos y diseño de reactores

TEMA – TERMODINÁMICA

JUSTIFICACIÓN

Desarrollar las técnicas de la termodinámica clásica y estadística en conjunto y mostrar como esas técnicas pueden usarse para describir las propiedades de equilibrio y el comportamiento de sistemas de interés a los científicos e ingenieros de materiales.

CONTENIDO

- La primera ley termodinámica: Relación entre trabajo y calor. Energía interna. Procesos a volumen y presión constante. Entalpía.
- La segunda ley termodinámica: Procesos naturales y espontáneos. Irreversibilidad. Entropía. Calor reversible. Procesos Reversibles. Propiedades de las máquinas de calor. Combinación de la primera y segunda ley.
- Interpretación estadística de la entropía
- Tercera ley: Cálculo teórico y representación empírica de la capacidad calorífica. Entalpía como función de la Temperatura y composición. Dependencia de la entropía con la temperatura.
- Equilibrio de fase en un sistema de un solo componente y varios componentes
- Comportamiento de las soluciones: Ley de Raoult y Henry. Actividad termodinámica de un componente en solución.

- Equilibrio Químico

TEMA - BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA

JUSTIFICACIÓN

El análisis y la solución de los problemas de balance de materia y energía en el procesamiento de materiales proporcionan al estudiante los principales conocimientos sistemáticos para entender la termodinámica y cinética de un proceso metalúrgico

CONTENIDO

- Unidades, conversión, procedimientos matemáticos y análisis dimensional.
- Sistemas dimensionales, factores de conversión, consistencia dimensional. Método de Buckingham. Escalas y representaciones de datos, integración y diferenciación numérica, solución de ecuaciones y sistemas de ecuaciones.
- Mediciones y muestreos: La importancia y la descripción del error. Propagación de los errores experimentales. Procedimientos y métodos de muestreo. Medición de la densidad. Medición de la temperatura. Medición del flujo de fluidos. Medición de la presión. Análisis químico Balances de materia: Conservación de la materia. Solución de conjuntos de ecuaciones. Balances de materia en procesos sin reacción química y balance de materia en procesos con reacción química. Representación de los balances de materia.
- Balances de Energía Balance de calor. Temperatura adiabática de reacción. Energía eléctrica. Balances de calor. Balances simultáneos de calor y materia. Análisis de procesos.

TEMA – CINÉTICA

JUSTIFICACIÓN

La fisicoquímica de superficies y la velocidad de una reacción, considerando todos los factores que influyen sobre ella y explicando la causa de su magnitud, permite entender los mecanismos que explican la cinética de un proceso metalúrgico.

CONTENIDO

- Clasificación de las reacciones. Variables que afectan a la velocidad de reacción.
- Fisicoquímica de superficies: Capilaridad. Tensión superficial, energía superficial.
- Cinética de las reacciones homogéneas: Reacciones. Molecularidad y orden de reacción. Coeficiente cinético.
- Métodos para el análisis de datos cinéticos.
- Efectos de la temperatura y de la presión.
- Transferencia de masa en sistemas heterogéneos: Concentración y velocidad en sistemas multicomponentes. Flujo molar de una especie. Coeficiente de difusión. Primera y segunda ley de Fick. Concepto de coeficiente de transferencia de masa. Dos fases inmiscibles.
- Cinética de las reacciones heterogéneas: Reacciones sólido-fluido. Modelo de núcleo sin

reaccionar para partículas esféricas de tamaño constante. La difusión como etapa controlante. La reacción química como etapa controlante. Aplicación al diseño. Mezclas de partículas. Flujo en mezclas.

TEMA - FENÓMENOS DE TRANSPORTE

JUSTIFICACIÓN

Proporcionar al estudiante los conceptos de los fenómenos de transporte, mediante el análisis de la cantidad de movimiento, transporte de la energía (conducción, convección y radiación de calor), y transporte de la materia.

CONTENIDO

- Estática de fluidos
- Conceptos y ecuaciones para el escurrimiento de fluidos
- Propiedades de los fluidos
- Flujo laminar y balance de momentum
- Flujo turbulento y resultados experimentales
- Aplicaciones de balance de energía al flujo de fluidos
- Leyes de Fourier y conductividad térmica de los materiales
- Conducción de calor en los sólidos
- Transferencia de calor por convección y ecuaciones de energía
- Radiación
- Difusividad- Ley de Fick
- Ecuaciones de cambio
- Ecuación de continuidad con más de una variable independiente
- Ecuación de continuidad para flujo turbulento
- Similitud con los fenómenos de transferencia de calor y cantidad de movimiento.

SUBÁREA INTERDISCIPLINARIA

OBJETIVO GENERAL

El área Interdisciplinaria tiene como objetivo familiarizar al estudiante de Ingeniería con conocimientos y metodologías pertenecientes a áreas que no corresponden al campo de acción directo del ingeniero, pero que resultan indispensables para el ejercicio adecuado de su profesión, como son la Computación, la Ingeniería Ambiental y la Seguridad Industrial, Control de Calidad, Control de Producción, Instrumentación y Control. Estos conocimientos resultan fundamentales para que el ingeniero pueda interpretar la tecnología incorporada en los procesos de producción, equipos y procesos actuales, así como lograr su aplicación eficiente en el diseño, implementación y mantenimiento de nuevas máquinas y procesos. Así mismo, esta formación le facilitará al futuro ingeniero el trabajo interdisciplinario con profesionales de otras ramas.

TEMA - EXPRESIÓN GRÁFICA

JUSTIFICACIÓN

El Dibujo como un método de lenguaje gráfico permite al estudiante desarrollar la imaginación y la destreza mental para visualizar la forma y el tamaño de los objetos que han de presentarse ó estén representados mediante figuras planas.

CONTENIDO

- Construcciones geométricas
- Teoría de proyecciones
- Teoría de seccionado
- Teoría de dimensionado
- Clasificación de los dibujos
- Elementos de unión roscados
- Conceptos básicos de geometría descriptiva

TEMA – COMPUTACIÓN

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero debe tener la preparación para la resolución de problemas a través de herramientas de computación. El trabajo con algoritmos y su implementación en un lenguaje de programación es parte fundamental de su formación. Adicionalmente debe manejar paquetes específicos que sirvan de apoyo a otras áreas de la ingeniería.

CONTENIDO

- El computador u ordenador digital, partes que lo componen. Funcionamiento de las partes. Procesamiento de datos dentro del computador. Sistema binario y su uso para la codificación de información en forma de texto, datos e instrucciones. Lenguajes de programación: para qué sirven.
- Algoritmos y programación. Ayudas acerca del orden que debe tenerse en los procesos de programación. Programación estructurada. Documentación de los programas.
- Instrucciones de asignación. Operaciones aritméticas y su simbología. Precedencia de operaciones. Instrucciones lógicas y su representación numérica. Y, O, No. Resultado de instrucciones lógicas.
- Condicionales y secuencias de repetición: Secuencias Si (condición 1) entonces si (condición 2)... En caso contrario (condición)... fin. Instrucciones de repetición. Secuencias para índice = a hasta b hacer... fin. Secuencias Mientras que (condición) hacer... fin.
- Vectores y matrices. Representación y direccionamiento. Algoritmos para la realización de operaciones de adición y varios tipos de producto.

- Archivos y su representación. Archivos físicos: teclado, pantalla, discos, CD Roms, otros. Archivos lógicos y su utilización dentro de la construcción de algoritmos. Archivos secuenciales y operaciones con archivos: lectura y escritura secuencial, adición de datos.

TEMA - GESTIÓN AMBIENTAL

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero debe estar en capacidad de aplicar los conocimientos científicos y tecnológicos del diseño, la transformación de energía y la manufactura desde el punto de vista de un desarrollo sostenible, adoptando tecnologías limpias y prácticas de mejoramiento continuo de la gestión ambiental; comprender de manera integral la relación entre la problemática ambiental, las actividades productivas y el manejo sostenible de los recursos naturales, y desarrollar la capacidad de gestión interdisciplinaria en la búsqueda de preservar el ambiente.

CONTENIDO

- Definiciones de ecosistema, impacto ambiental, desarrollo sostenible, producción limpia, desarrollo y medio ambiente, recursos naturales, deterioro y preservación, licencia ambiental.
- Clima, recurso natural del aire, contaminantes, control y normas. Atmósfera, composición, propiedades. Fuentes de contaminación. Emisiones de óxidos relacionados con la combustión y compuestos de azufre. Uso de la energía y su relación con la contaminación del aire. Contaminación térmica.
- Contaminación hídrica: compuestos de naturaleza tóxica, sólidos en suspensión. Contaminación térmica, vertimientos, plantas de desmineralización y lixiviados. Factores de calidad del agua, normas y legislación. Administración y gestión ambiental.
- Límites permisibles de ruido. Técnicas de reducción.
- Riesgos profesionales en las operaciones de un proceso industrial. Clasificación de los contaminantes físicos y químicos existentes en ambientes industriales. Límites permisibles. Campañas de prevención de accidentes y visitas industriales. Técnicas de planeación en saneamiento. Equipos de control de la contaminación.

TEMA - CONTROL DE CALIDAD

JUSTIFICACIÓN

La gestión de la calidad y el control estadístico de la misma, la aplicación de normas de calidad es un factor que el ingeniero debe conocer, evaluar y estructurar en todo proceso de manufactura y servicios, por lo tanto debe aplicar en todo momento a sus productos.

CONTENIDO

- Filosofía de la calidad
- Gestión de calidad.
- Control estadístico

- Aseguramiento de la calidad.
- Normalización y especificaciones
- Sistema Justo a tiempo.

TEMA - PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA

JUSTIFICACIÓN

Para su actividad profesional, y especialmente para labores de investigación, el ingeniero mecánico debe estar en capacidad de manejar y hacer el análisis de diferentes tipos de datos, inferir comportamientos futuros de las variables a partir de la información que posea, entender el concepto de probabilidad y efectuar cálculos sencillos al respecto; distinguir las variables aleatorias, discretas y continuas; aplicar los conceptos de inferencia, regresión y muestreo en problemas asociados a la Ingeniería.

CONTENIDO

- Tipos de variables, series estadísticas, distribución de frecuencias, representación gráfica.
- Representación de datos estadísticos: medidas de tendencia central; promedios, propiedades, interpretación; medidas de posición (mediana, media, moda).
- Medidas de dispersión: varianza, desviación típica.
- Introducción a las probabilidades: cálculo combinatorio (permutaciones y combinaciones), medida de probabilidad.
- Variables aleatorias: variable aleatoria discreta, función de probabilidad y función de distribución; distribución binomial, variable aleatoria continua, función de densidad, valor esperado; distribución normal.
- Regresión y correlación. Conceptos básicos.
- Nociones de muestreo.

ÁREA DE INGENIERÍA APLICADA

SUBÁREA DE MATERIALES

OBJETIVO GENERAL

Dar el ingeniero conocimientos científicos y técnicos que le permitan diseñar, analizar, dirigir y controlar los procesos de elaboración, conformación y adecuación de los materiales metálicos, cerámicos, poliméricos y compuestos, en productos que la sociedad requiera.

TEMA - MATERIALES METÁLICOS

JUSTIFICACIÓN

Conocer todos los fundamentos básicos de la constitución de los materiales metálicos y sus aleaciones, modificación de sus propiedades mecánicas y forma práctica de su identificación comercial.

CONTENIDO

- Estructura interna de los materiales
- Estructura de los metales, sistemas de cristalización, planos y direcciones cristalográficas. Índices de Miller.
- Imperfecciones cristalinas: dislocaciones, lugares vacantes, límites de grano.
- Aleaciones: tipos de aleaciones, fases presentes en los sistemas de aleación.
- Solidificación: nucleación homogénea, heterogénea y crecimiento de grano.
- Solidificación de metales puros, de aleaciones y defectos en solidificación.
- Diagramas de equilibrio: solubilidad total en el líquido y en el sólido. Regla de fases.
- Enfriamiento bajo condiciones de equilibrio vs. Enfriamiento de no-equilibrio.
- Diagramas de solubilidad parcial: reacciones eutéctica y peritética.
- Transformaciones en el estado sólido.
- Homogenización y procesos de envejecimiento.
- Diagrama hierro-carbono de hierro
- Reacción perlítica y reacción bainítica
- Diagrama de transformación isotérmica y de transformación bajo enfriamiento continuo.
- Clasificación de los aceros y fundiciones de hierro.
- Endurecimiento por trabajo en frío, recocido de regeneración- etapa de recuperación, de recristalización y crecimiento de grano.
- Maclaje por deformación
- Reacciones martensíticas.

TEMA - MATERIALES POLIMÉRICOS

JUSTIFICACIÓN

Conocer todos los fundamentos básicos de la constitución de los materiales poliméricos su clasificación y aplicaciones.

CONTENIDO

- Introducción a los polímeros
- Procesos de síntesis
- Técnicas de polimerización
- Química de los polímeros
- Constitución, configuración, conformación de los polímeros
- Cristalización
- Temperaturas de transición
- Diagramas de estado de polímeros
- Reología, propiedades elásticas
- Visco-elasticidad, fenómenos reológicos
- Propiedades mecánicas, térmicas, eléctricas, ópticas y reológicas.
- Polipropileno, polietileno, PVC, otros plásticos de ingeniería, propiedades y aplicaciones.
- Poliamidas, policarbonato, polioximetileno, poliuretanos, melaminas: propiedades y aplicaciones.
- Cauchos naturales y sintéticos: poli-butadieno, estireno-butadieno, butadieno acrilonitrilo.
- Polímeros naturales
- Selección y ensayos de materiales poliméricos.

TEMA - MATERIALES CERÁMICOS

JUSTIFICACIÓN

Capacitar a los estudiantes para entender la importancia y desempeño de la Ingeniería de Materiales en la industria cerámica, tanto tradicional como avanzada, y conocer de manera general los fenómenos termodinámicos asociados con su elaboración y comportamiento final, orientados a los diversos usos y aplicaciones.

CONTENIDO

- Introducción a los materiales cerámicos
- Materias primas para la elaboración de cerámicos.
- Caracterización de materias primas y materiales cerámicos: modelos de análisis, estructura, ensayo químico, ensayo mineralógico, ensayos físicos antes y después de quema.

- Termodinámica de los procesos cerámicos: reacciones en estado sólido, fusión, cristalización y formación de vidrio, diagramas de fase asociada a la cerámica, tensiones térmicas, fatiga, choque térmico y calor después de quema.
- Propiedades de los materiales cerámicos: tradicionales (refractarios, ladrillería) y no tradicionales (porcelana aislante eléctrica, materiales conductores eléctricos, materiales magnéticos, aislante térmico y materiales biocerámicos).

TEMA - MATERIALES COMPUESTOS

JUSTIFICACIÓN

Estudiar los tres componentes fundamentales de los materiales compuestos: Matriz, reforzante e interfase.

Analizar las propiedades mecánicas y el comportamiento físico de los componentes enfibrados como particulados y profundizar en las distintas técnicas de procesamiento de los metales reforzados, polímeros reforzados y cerámicos reforzados

CONTENIDO

- Origen, tipos y clasificación de materiales compuestos
- Tipos de reforzantes
- Compuestos de matriz cerámica, metálica y polimérica
- Interfase matriz refuerzo
- Laminados y su teoría
- Propiedades mecánicas de los componentes

SUBÁREA DE PROCESOS

OBJETIVO GENERAL

Enseñar al estudiante los fundamentos y requerimientos en la preparación de las materias primas utilizadas en los procesos de fabricación de los materiales y su aplicación en la industria.

TEMA - PROCESAMIENTO DE METALES

JUSTIFICACIÓN

Preparar a los estudiantes en el manejo eficiente de los diversos métodos de procesamiento de los metales.

CONTENIDO

- Tratamientos Térmicos: Transformaciones de la austenita, la templeabilidad, sistemas y métodos de calentamiento, temperaturas y tiempo de sostenimiento, medios de enfriamiento. Métodos de temple y revenido. Recocido y normalizado. Tratamientos

superficiales y termoquímicos. Tratamiento de aleaciones no ferrosas.

- Siderurgia y Procesos: Preparación de materias primas para el proceso siderúrgico del alto horno. Principios fisicoquímicos de la reducción de los óxidos de hierro. Fundamentos químicos de los procesos de fabricación del acero en convertidores. Procesos de colado. Procesos de conformación plástica como la laminación, forja y extrusión del acero.
- Soldadura: conceptos básicos, procesos de soldadura, soldadura de aceros al carbono y de baja aleación, soldadura en aceros inoxidable, soldadura en fundiciones de hierro, soldadura en aleaciones no ferrosas, soldaduras duras y protectoras, uniones disímiles.

TEMA - PROCESAMIENTO DE POLÍMEROS

JUSTIFICACIÓN

Preparar a los estudiantes en el manejo eficiente de los diversos métodos de procesamiento de los polímeros.

CONTENIDO

- Introducción a los procesos de transformación de los polímeros.
- Extrusión: máquina, mecanismo y análisis de flujo, características de la extrusora y el cabezal.
- Inyección: Fundamentos, máquina, análisis de la presión y diagramas P-T, molde, inyectoras, problemas del proceso
- Termoformado: moldes
- Soplado: inyección soplado, extrusión soplado
- Rotomoldeo
- Procesos de poliuretano, plásticos celulares.
- Proceso de producción del caucho
- Vulcanización de elastómeros
- Reciclaje de polímeros: técnicas

TEMA - PROCESAMIENTO DE CERÁMICOS

JUSTIFICACIÓN

Preparar a los estudiantes en el manejo eficiente de los diversos métodos de procesamiento de cerámicos y entender la importancia y desempeño de la ingeniería de Materiales en la industria cerámica.

CONTENIDO

- Materias primas cerámicas: arcillas, caolines, cuarzo, feldespato, caliza, dolomita, falcó, yeso y su comportamiento en quema. Materias primas auxiliares.
- Preparación de pastas cerámicas: mineralogía de las materias primas, caracterización cerámica, diseño, formulación, preparación y manejo de pastas cerámicas.

- Moldeo de piezas cerámicas: modelo de pastas plásticas, prensado en seco y semiseco, colado y otros métodos de moldeo no tradicionales de cerámica avanzada.
- Vidriado y decoración de piezas cerámicas: vidriados (funciones, propiedades, formulación, preparación y tipos), colorantes cerámicos y métodos de decoración de piezas cerámicas.
- Secado y quema de materiales cerámicos: secado de piezas y secadores, quema de piezas y tipos de hornos.

SUBÁREA DE DEGRADACIÓN Y PROTECCIÓN DE MATERIALES

OBJETIVO GENERAL

Buscar que el estudiante de Ingeniería de Materiales adquiera los fundamentos básicos de los procesos electroquímicos para que los pueda aplicar en los diferentes procesos de fabricación y transformación de los materiales, como también en la evaluación de su resistencia en diferentes medios y disminuir el impacto económico en la industria nacional.

TEMA - CORROSIÓN Y PROTECCIÓN DE METALES

JUSTIFICACIÓN

Capacitar al estudiante en la selección adecuada de los metales y la evaluación de su resistencia química en la interacción con el medio ambiente, con el propósito de disminuir el impacto económico en la industria nacional.

CONTENIDO

- Conductancia electrolítica
- Leyes de Faraday
- Celdas electroquímicas
- Cinética electroquímica
- Diagramas de Pourbaix
- Fenómenos de polarización
- Fundamentos de corrosión
- Métodos de control y protección de la corrosión de metales.

TEMA - DEGRADACIÓN Y PROTECCIÓN DE POLÍMEROS

JUSTIFICACIÓN

Capacitar al estudiante en la selección adecuada de los materiales poliméricos y la evaluación de su comportamiento en la interacción con el medio ambiente y prolongar su servicio.

CONTENIDO

- Formas de degradación de los polímeros
- Estabilidad química de los polímeros
- Degradación térmica
- Degradación mecánica
- Foto-degradación
- Degradación por alta radiación de energía
- Biodegradación
- Degradación química

TEMA - DEGRADACIÓN Y PROTECCIÓN DE CERÁMICOS

JUSTIFICACIÓN

Capacitar al estudiante en la selección adecuada de los materiales cerámicos y la evaluación de su comportamiento a altas temperaturas en la interacción con el medio y prolongar su servicio.

CONTENIDO

- Mecanismos de oxidación de los cerámicos
- Degradación de materiales cerámicos
- Resistencia de los cerámicos a los diferentes tipos de agentes agresivos
- Corrosión gaseosa de la sílice, alúmina, nitrito de silicio y carburo de silicio.
- Corrosión caliente de la alúmina, carburo de silicio y nitruro de silicio.
- Selección de los materiales cerámicos para un ambiente corrosivo.
- Métodos de protección de cerámicos

- **TENDENCIAS EN LA FORMACIÓN DE LOS INGENIEROS DE MATERIALES**

El desarrollo de la ingeniería de materiales en el país, se ha fundamentado en la necesidad de la industria nacional (siderúrgica, metalmecánica, de minas y de petróleos) de contar con profesionales que apoyen los avances de la tecnología y sean los gestores de una verdadera innovación industrial.

La experiencia lograda en el campo docente, investigativo e industrial, durante tantos años de trabajo, se ha visto reflejada en la vinculación activa y permanente de los ingenieros metalúrgicos a la comunidad académica, científica e industrial, tanto a nivel nacional como internacional y en la participación en el establecimiento y fortalecimiento de convenios con la industria y con otras instituciones nacionales e internacionales.

Las Escuelas de Ingeniería de materiales han acumulado gran experiencia en el campo de la extracción, el procesamiento y la caracterización de minerales, así como en los procesos de fabricación y evaluación de un sin número de piezas y partes que comúnmente eran fabricadas de diversos metales. Esto hace que el aporte que han dado al desarrollo de país sea evidente.

A pesar de la labor realizada, la necesidad planteada en esa última década del desarrollo de nuevas materias primas y de su tratamiento por métodos no convencionales, ha generado un giro importante en las actividades de las industrias metalmecánica y de procesos hacia el conocimiento y desarrollo de nuevos materiales (polímeros, cerámicos y compuestos) y hacia la aplicación de nuevos procesos en la fabricación de estos nuevos materiales, que poco a poco y en algunos campos de aplicación irán desplazando a los metales convencionales. Este fenómeno ha obligado a replantear los programas de Metalurgia y sus actividades académicas, administrativas y de investigación.

Los nuevos enfoques han hecho que las Escuelas entren en la dinámica de la reforma curricular y como parte de esta se está dando un cambio del nombre de los programas que ofrecen. Por un lado, unas escuelas conservan como nombre de su programa el de Ingeniería Metalurgia, otras han cambiado a Ingeniería Metalurgia y de Materiales y finalmente en otras universidades, simplemente han creado el programa de Ingeniería de Materiales.

A pesar de esto, se ha observado que independientemente del nombre de los programas, todas las escuelas están concentrando sus esfuerzos en la formación de ingenieros que, en el campo profesional, tengan un vasto conocimiento en las nuevas tecnologías de fabricación y caracterización de nuevos materiales, de tal forma que las variaciones en el pensum de los diferentes programas ofrecidos son muy pequeñas.

Dadas las exigencias actuales de la sociedad, se ha visto que en Colombia se requiere avanzar en áreas como la biotecnología, la microelectrónica, la informática, la química fina y los materiales, para evitar quedarnos a la zaga de los adelantos mundiales. En el campo de los materiales han venido trabajando marginalmente los físicos, los químicos, los ingenieros Metalúrgicos y algunos integrantes de profesiones afines, sin embargo el trabajo debe ser aun mayor. Es por esta razón que los programas de Metalurgia y Materiales están dirigiendo sus esfuerzos hacia la formación de ingenieros con una fuerte fundamentación en las siguientes áreas:

- Ciencias básicas
- Básicas de Ingeniería
- Aplicación profesional
- Socio-humanística
- Económico-administrativas

Las tendencias de formación en las diversas áreas cubren la profundización en los siguientes temas:

- Preparación y adecuación de Materias primas para la producción de materiales. En esta área es de especial interés el conocimiento no solo de minerales básicos para la preparación de metales, sino también el conocimiento de diversos materiales orgánicos y de óxidos para la preparación de polímeros y de cerámicos, respectivamente. De igual manera, es de gran importancia profundizar en la utilización de modernas técnicas de preparación de materias primas y contar con la infraestructura adecuada para ello.
- Conocimiento de la estructura interna de los materiales y su relación con las propiedades que caracterizan el comportamiento de los mismos. En este aspecto es muy importante tener un conocimiento bastante profundo a cerca de la estructura interna de los materiales, a nivel atómico, electrónico y cristalino, ya que esto proporciona las bases para predecir el comportamiento de una material y al mismo tiempo determina la manera como este puede ser modificado en su propiedades por procesos de transformación posteriores a su obtención.
- Conocimiento de los procesos de Manufactura de diversos materiales (metálicos, poliméricos, cerámicos y compuestos) que permitan la obtención de componentes y equipos de alta calidad para su uso en la sociedad. Es importante profundizar en el conocimiento de modernos procesos de manufactura para la obtención de diversos materiales. En Colombia, este aspecto muchas veces se limita a la extracción de materia prima, que pocas veces es sometida a procesos de enriquecimiento tecnológico, y pasa a ser rápidamente conformada para obtener la pieza deseada por métodos poco ortodoxos, de tal manera que estamos siempre dependiendo de las importaciones.
- Conocimiento de diversas técnicas de evaluación y caracterización de materiales que permitan determinar el comportamiento de un componente o de un equipo antes, durante y después de su fabricación. Aquí se incluyen técnicas de evaluación estructural y mecánica, tanto destructivas como no destructivas, y técnicas avanzadas de caracterización química y física. Todo esto contribuirá al desarrollo y a la optimización de diseño de materiales, el cual es aun muy incipiente en nuestro país.
- En el campo de la fundamentación socio-humanística, se ve que cada vez se hace más necesario que el futuro profesional adquiera una visión mucho más amplia de su entorno, que tenga un mayor conocimiento de los problemas del medio y que de la misma manera tenga las suficientes herramientas para interactuar con la sociedad y en la medida de sus capacidades de participar de la solución de los problemas de esta. Se resalta aquí la importancia de una formación con atributos de relevancia social, donde el estudiante pueda acceder al dominio de la lengua castellana y de la lengua inglesa, de tal forma que estas le proporcionen competencia en la comunicación a todo nivel. De igual manera que el estudiante pueda acceder fácilmente a la utilización de las herramientas informáticas, sin que ellas se conviertan en obstáculo para el entendimiento básico del funcionamiento y el análisis de las situaciones.
- Se recalca también la idea de una formación bajo criterios de flexibilidad e integridad, donde se le brinde al estudiante la oportunidad de utilizar tiempos y espacios que lo enriquezcan en temas diferentes a los de su diario aprender profesionalizante, donde el estudiante pueda experimentar lo que su pensamiento lo lleva a investigar. Todo esto sin olvidar el componente de integridad, en donde el aprender va mas allá de preguntarse por las cosas y se traslada a un preguntar por el como ejercer la propia ciudadanía de una manera moderna, pero éticamente orientada.

DEFINICIÓN DE INGENIERÍA DE MATERIALES

La ingeniería de Materiales es la profesión que reúne los principios científicos y tecnológicos relacionados con la estructura interna, las propiedades y el procesamiento de los materiales, utilizando estos conocimientos fundamentales y aplicados para convertir los materiales en productos necesarios y útiles para la sociedad.

OBJETO DE ESTUDIO DE LA PROFESIÓN

El programa de Ingeniería de Materiales busca la formación de profesionales con altos valores éticos y morales, que sean los gestores de un verdadero desarrollo industrial, promotores del mejoramiento continuo del nivel de vida de la sociedad, respetuosos del medio ambiente y de los sistemas ecológicos. Profesionales comprometidos con la búsqueda del mejoramiento continuo y la excelencia en la calidad, con el desarrollo e implantación de nuevos sistemas de beneficio de minerales, con la optimización de procesos metalúrgicos, con el diseño y fabricación de materiales convencionales y nuevos materiales y con la adecuada selección, evaluación y protección de los mismos.

PERFIL OCUPACIONAL

El campo de acción del Ingeniero de Materiales es amplio y variado, esto le permite su desempeño en organizaciones productivas de bienes y servicios, relacionadas con la gran cantidad y diversidad de materiales y procesos de producción existentes en el mercado.

El ingeniero de Materiales, también puede llegar a desempeñarse en Centros de Investigación aplicada, dirigida al desarrollo de nuevos materiales. Al mismo tiempo, su formación le permite generar proyectos empresariales propios de su área de conocimiento.

Su campo de acción se puede definir desde dos puntos de vista:

Desde el punto de vista del fabricante, el ingeniero metalúrgico y de materiales podrá desempeñarse en el diseño, los procesos de fabricación y la aplicación de los materiales

Desde el punto de vista del usuario, el ingeniero metalúrgico y de materiales podrá desempeñarse en la selección, el comportamiento en servicio, la inspección y verificación o evaluación de integridad y vida residual de los equipos.

TÍTULO A QUE CONDUCE

Actualmente las Universidades que ofrecen los programas de Ingeniería Metalurgia y Ingeniería Metalurgia y Materiales, ofrecen en título de "Ingeniero Metalúrgico", sin embargo estas últimas muy probablemente ofrecerán el título de "ingeniero Metalúrgico y de Materiales". Por otra parte, los programas de Ingeniería de Materiales, ofrecen el título de "Ingeniero de Materiales".

Perfil Profesional

El Ingeniero de Materiales es un profesional que combina sabiamente el conocimiento que posee de las ciencias básicas, con el dominio profundo de los principios que rigen la ingeniería. Esta especial condición, le permite aplicar todo su saber al desarrollo, diseño y mejoramiento de procesos que conllevan a la obtención de diversas materias primas; las cuales adapta y convierte en productos útiles a la comunidad, sin olvidar en ningún momento la preservación del medio ambiente.

El conocimiento adquirido a lo largo de su formación profesional le permite, además, relacionar la estructura de los materiales con sus propiedades físicas, químicas y mecánicas, con lo cual puede entrar a diseñar, seleccionar y controlar la calidad de dichos materiales, al mismo tiempo que puede participar en la inspección y control de procesos y materiales utilizados como partes y piezas de diversos equipos.

Desde el punto de vista ético, cultural y humano, es un profesional con una amplia formación integral, que le permite adaptarse e integrarse fácilmente a la sociedad, manteniendo siempre su respeto por el ser humano.

Un profesional con deseos de información y formación continua, con habilidades para transferir, adoptar y adaptar nuevas tecnologías en beneficio de la comunidad.

Un profesional con una formación adecuada en las nuevas tecnologías de la informática, simulación y modelamiento, con habilidades de comunicación con instituciones y profesionales, a nivel nacional e internacional, afines a su área de desempeño, un profesional conocedor de la realidad socioeconómica del país, en conclusión un profesional con una amplia formación integral.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO QUE RECOMIENDA AGREGAR

CONTENIDO PROGRAMÁTICO QUE RECOMIENDA SUPRIMIR

**COMPETENCIA DEL INGENIERO DE MATERIALES ASOCIADAS A SUS DIFERENTES ÁREAS
DE FORMACIÓN**

INGENIERÍA MECÁNICA

- **CONTENIDOS BÁSICOS DE LA INGENIERÍA MECÁNICA**

ÁREAS DE CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA E INGENIERÍA APLICADA SUBÁREA DE MECÁNICA Y DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS

OBJETIVO GENERAL

Aportar al estudiante de Ingeniería Mecánica los conocimientos, métodos y destrezas técnicas que lo capaciten para el logro de diseños de toda clase de equipos mecánicos, eficientes, seguros, económicos y de aplicación en los diferentes tipos de industrias.

TEMA - EXPRESIÓN GRÁFICA

JUSTIFICACIÓN

El Dibujo Técnico y la Geometría Descriptiva conforman el lenguaje gráfico empleado por los ingenieros mecánicos para expresar y registrar las ideas y la información necesarias para la construcción de máquinas y de estructuras, así como su reproducción, reparación o modificación. El ingeniero mecánico debe conocer los conceptos fundamentales para poder representar en forma clara y exacta los diseños concebidos, y para simbolizar de manera gráfica los diversos elementos específicos de aplicación industrial, de tal manera que las partes puedan ser fabricadas y ensambladas según lo previsto en los diseños.

CONTENIDO

- Sistemas de proyección, cortes y secciones.
- Acotado: normas sobre acotado
- Acabados superficiales, ajustes y tolerancias, cortes y secciones de acuerdo a norma ICONTEC
- Representación de elementos mecánicos: ejes, resortes, acoples, frenos, embragues y rodamientos; transmisiones por ejes flexibles, transmisiones por piñones de diferente tipo, engrane sin-fin, corona, bandas y poleas, cadenas y piñones
- Representación de uniones remachadas, roscadas y soldadas según norma ICONTEC.
- Representación esquemática de maquinaria
- Conceptos básicos de geometría descriptiva

TEMA – ESTÁTICA

JUSTIFICACIÓN

El conocimiento y la comprensión correcta de los fundamentos de la Mecánica constituyen la base de la Ingeniería Mecánica. La Estática, como parte de la Mecánica que estudia los cuerpos en reposo y las fuerzas que actúan sobre ellos, así como sus conceptos y fundamentos, resulta necesaria para que el ingeniero mecánico pueda acceder a una de las subáreas pilares de la Ingeniería Mecánica, como es el Diseño de Elementos de Máquinas.

Así mismo, la práctica profesional enfrenta al ingeniero mecánico con una gran variedad de problemas en la que está presente el movimiento de mecanismos y máquinas. En consecuencia, se hace necesario contar con un soporte básico de conocimientos relacionados con el movimiento, desde la perspectiva de la ingeniería, esto es, la Dinámica, para poder comprender, analizar y diseñar sistemas básicos de generación y transmisión de movimiento.

CONTENIDO

- Análisis vectorial: suma gráfica, trigonométrica y analítica, vectores: unitarios, resultante y posición en dos y tres dimensiones, producto escalar.
- Equilibrio de una partícula en dos y tres dimensiones, diagrama de cuerpo libre.
- Cuerpos rígidos: sistemas de fuerzas equivalentes, producto vectorial, momento de una fuerza, momento de un par de fuerzas, sistema equivalente de fuerzas y momentos. Equilibrio en dos y tres dimensiones.
- Análisis estructural: métodos de nudos y secciones, marcos y máquinas, análisis de fuerzas internas y externas.
- Fuerzas en vigas: clases de cargas, ecuaciones y diagramas de cortante y de momento flector.
- Fuerzas distribuidas: Hidrostática
- Centroides y centros de gravedad: de líneas, áreas y de cuerpos compuestos.
- Momentos de inercia por áreas y por integración, teorema de ejes paralelos, momento polar de inercia, radio de giro.
- Análisis de rozamiento: seco, fluido, estático y cinético.

TEMA – DINÁMICA

CONTENIDO

- Movimiento en una dimensión.
- Movimiento en dos dimensiones: coordenadas cartesianas, tangencial y normal, polares. Movimiento relativo.
- Cinemática de cuerpos rígidos.
- Cinética de una partícula.
- Impulso y cantidad de movimiento. Teorema de trabajo y energía.
- Cinética de cuerpos rígidos en dos dimensiones.
- Vibraciones libres y forzadas.

TEMA - RESISTENCIA DE MATERIALES

JUSTIFICACIÓN

Para conocer y evaluar el comportamiento real de un elemento mecánico sometido a unas determinadas condiciones de carga es necesario identificar los efectos (esfuerzos y deformaciones), que producen sobre él las fuerzas aplicadas. Este es el campo de análisis de la Resistencia de Materiales.

CONTENIDO

- Esfuerzos y deformaciones: definición de esfuerzo, tipos de cargas, alargamiento, deformación, módulo de elasticidad, módulo de rigidez; esfuerzos normales (tensión, compresión); esfuerzos cortantes, esfuerzos sobre planos oblicuos; factores de diseño y factores de seguridad
- Carga axial; diagrama esfuerzo-deformación, comportamiento elástico y plástico de un material; cargas repetidas, nociones de fatiga; deformaciones de elementos sometidos a cargas axiales; problemas estáticamente indeterminados, método de superposición; deformación por temperatura; relaciones entre los diferentes tipos de deformación; relación de Poisson, ley generalizada de Hooke; deformaciones por cortante; relación entre módulo de elasticidad, relación de Poisson y módulo de rigidez.
- Torsión: esfuerzos de torsión en árboles (ejes), deformación de árbol circular, esfuerzo y ángulo de torsión en el intervalo elástico, árboles estáticamente indeterminados, diseño preliminar de árboles de transmisión, concentración de esfuerzos.
- Flexión: deducción de fórmula de la flexión, cargas móviles; diseño de secciones económicas, concentración de esfuerzos en flexión, deflexión por el método de doble integración.
- Análisis de cargas: esfuerzos combinados, cortante horizontal. Círculo de Mohr: esfuerzo normal y cortante en cualquier punto, normal máximo y mínimo, cortante máximo, planos principales, planos de cortante máximo. Teorías de Falla a Carga Estática.
- Esfuerzos en recipientes cilíndricos y esféricos de pared delgada sometidos a presión.
- Columnas: relación de esbeltez, pandeo, carga crítica. Fórmula AISC.

TEMA – MECANISMOS

JUSTIFICACIÓN

El análisis cinemático de mecanismos es una ciencia aplicada que sirve para comprender las relaciones entre la geometría y los movimientos de las piezas componentes de una máquina. Así, por ejemplo, al diseñar un motor el ingeniero mecánico debe encontrar respuestas a preguntas como: ¿cuál es la relación entre el movimiento del pistón y el del cigüeñal?, ¿Cuál es la velocidad de deslizamiento de las superficies, en las diversas posiciones del pistón?, ¿Cuál es la dirección y la magnitud de la aceleración del pistón y cómo cambian a lo largo del ciclo de operación?, ¿Cuál es la trayectoria del centro de gravedad de la biela? Estas y otras preguntas similares se responden mediante el análisis cinemático de mecanismos.

El análisis cinético de mecanismos es otra ciencia aplicada que sirve para analizar, identificar y establecer las fuerzas que actúan en los mecanismos y máquinas, la forma como varían éstas con el tiempo y los fenómenos dinámicos resultantes, que deben considerarse en el diseño. Entonces,

el diseñador del nuevo motor de combustión interna debe conocer, entre otras cosas, la magnitud de las fuerzas que actúan en los cojinetes y su variación a lo largo del ciclo de operación, la fuerza que ejerce el pistón contra la pared del cilindro y las fuerzas que actúan sobre el pasador del pistón o sobre el pasador de la biela. Estas y otras fuerzas se determinan mediante el análisis cinético de los mecanismos.

CONTENIDO

- Pares, grados de libertad, cadenas cinemáticas, tipos de movimiento.
- Análisis cinemático: posición, desplazamiento
- centros instantáneos de rotación, rodadura pura y deslizamiento.
- Velocidades por composición y descomposiciones
- Velocidades por centros instantáneos de rotación.
- Polígonos de velocidades.
- Polígonos de Aceleraciones.
- Análisis cinético: determinación de fuerzas en las barras de un mecanismo
- Principio de D'Alembert
- Método de superposición
- Balanceo de maquinas rotativas
- Mecanismos de barras articuladas
- Mecanismo leva-seguidor: clases de levas y seguidores, elaboración, diagramas de desplazamiento, diseño de perfil, fuerzas en levas.
- Trenes de engranajes: valor del tren, clases (simple, compuestos, recurrentes), cálculos, relación de transmisión.

TEMA - DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

JUSTIFICACIÓN

En el diseño de elementos de máquinas se integran y aplican todos los conocimientos y habilidades adquiridos por el estudiante a lo largo de la carrera de Ingeniería Mecánica. El diseño se constituye en la parte fundamental del desarrollo de maquinaria y consiste en la determinación de tamaños, formas, ajustes, elección adecuada de materiales, selección justa de partes estandarizadas y la disposición precisa de las piezas que conforman una máquina; con detalles suficientes que permitan su construcción ágil y de forma tal que el equipo resultante presente el funcionamiento previsto por el proyectista.

CONTENIDO

- Fatiga: cuando se presenta fatiga, clasificación de esfuerzos variables. Solicitaciones: tensión-compresión, flexión rotativa, torsión inversa. Diagrama S-N, resistencia a la fatiga. Límite de resistencia a la fatiga, duración vida finita e infinita. Relaciones entre resistencia a la fatiga y resistencia última a la tensión. Determinación límite de resistencia a la fatiga. Análisis del proceso de falla por fatiga, ecuaciones de resistencia a la fatiga. Diagrama de

Smith y Goodman para esfuerzos fluctuantes, vida infinita. Falla por fatiga y criterio de Soderberg.

- Resortes: clases y aplicaciones, diseño, efecto de la curvatura sobre la distribución de esfuerzos, cálculo de flecha, resortes de tensión, de compresión, pandeo, materiales, cargas de fatiga, indicaciones de fabricación y montaje o instalación.
- Tornillos de potencia: momento de giro, eficiencia. Diseño de tornillos por aplastamiento, flexión, corte, carga axial, esfuerzos combinados y pandeo. Diseño de tuerca.
- Arboles (ejes) de transmisión: configuración geométrica de un árbol, materiales, deflexiones máximas, deformaciones torsionales límites. Diseño por resistencia con carga estática (flexión, carga axial y torsión); criterios: cortante máximo y energía de distorsión. Diseño por resistencia con carga variable; criterios de Soderberg, Goodman modificado, cortante máximo y energía de distorsión.
- Transmisiones con correas: Arco de contacto, longitud de banda, capacidad de banda plana. Transmisión con banda en V: potencia transmitida, diseño de transmisión. Bandas de sincronización. Condiciones de funcionamiento óptimo de una transmisión. Recomendaciones para montaje.
- Transmisión con cadena de rodillos: velocidad de cadena, variación cordal, distancia entre centros, longitud de cadena, diseño de transmisión, manejo de catálogos, condiciones de funcionamiento óptimo, sistemas de lubricación.
- Transmisión con engranajes: trazado del perfil del diente tipo envolvente, sistema diametral paso y módulo, longitud de contacto, acción conjugada, relación de contacto, interferencia, materiales. Procesos de fabricación. Análisis de fuerzas y diseño de engranajes: diente recto, helicoidal, cónico, engrane sinfín-corona. Fórmula de Lewis, método AGMA. Verificación por resistencia a flexión, al desgaste y cálculo de capacidad térmica de transmisión sinfín-corona.
- Transmisión por rozamiento: tipos de embragues y frenos, normas, selección, cálculo de cargas.
- Lubricación y cojinetes: tipos, especificaciones, variables, teoría hidrodinámica, cargas sobre ejes, diseño y cálculo.
- Rodamientos: clasificación, selección y aplicación

SUBÁREA DE TERMODINÁMICA Y FLUIDOS

OBJETIVO GENERAL

El área de Termodinámica y Fluidos comprende los conceptos y habilidades requeridos por los ingenieros mecánicos para el análisis y el diseño de sistemas en los que intervienen la transmisión y la conversión de energía y en donde se utiliza una sustancia de trabajo.

Por tanto, el objetivo básico del área es proporcionar al estudiante de Ingeniería Mecánica los conocimientos necesarios y la habilidad para calcular las propiedades termodinámicas de dichas sustancias, así como la capacidad para aplicar los principios fundamentales que rigen el comportamiento de los sistemas de conversión de energía hidráulica y térmica en mecánica y viceversa.

TEMA - MECÁNICA DE FLUIDOS

JUSTIFICACIÓN

Los ingenieros mecánicos requieren conocimientos que les permitan conocer el comportamiento de fluidos estáticos y en movimiento con el fin de evaluar los cambios de presión, las tasas de flujo, las fuerzas sobre superficies, las fuerzas de arrastre y la sustentación sobre objetos, así como determinar las potencias requeridas para hacer mover una determinada masa de fluido por un sistema, y otras variables relacionadas con este campo.

CONTENIDO

- Sustancias que se comportan como fluidos.
- Fluidos ideales y fluidos reales.
- Fluidos newtonianos. Viscosidad y su dependencia de la presión y de la temperatura.
- Estática de Fluidos: Hidrostática
- El medio continuo como campo de flujo. Campo de velocidades, líneas de corriente, líneas de trayectoria y líneas de trazado.
- Balance de fuerzas en un fluido ideal. Ecuaciones de Euler. Integración a lo largo y a través de las líneas de corriente. Ecuación de Bernoulli. Aplicaciones.
- Campo de presiones en fluidos estacionarios o que se mueven como cuerpos rígidos. Aplicaciones.
- Ecuaciones de continuidad y energía: aplicaciones.
- Regímenes de Flujo
- Análisis dimensional
- Balance de fuerzas en un fluido no ideal newtoniano. Ecuaciones de Navier-Stokes. Soluciones para el caso de geometrías simples y flujos permanentes.
- Cambio y conservación de la cantidad de movimiento (momentum) lineal y angular en fluidos
- Flujo de fluidos reales por el interior de tuberías. Solución de casos.
- Arrastre y sustentación en flujo por el exterior de superficies. Aplicaciones.

TEMA – TERMODINÁMICA

JUSTIFICACIÓN

En el campo de aplicación de la Ingeniería Mecánica se realizan muchos procesos en los que hay un cambio de estado de una sustancia, sea ésta un fluido o no. El tema de Termodinámica permite conocer los conceptos básicos para poder trabajar con procesos en los cuales hay transferencia de calor y realización de trabajo; para dilucidar cuáles procesos son posibles, imposibles, reversibles o irreversibles, y para analizar el funcionamiento térmico de motores y equipos de conversión de energía, en general.

CONTENIDO

- Principio de equilibrio termodinámico.
- Estado, proceso y ciclo; sistemas termodinámicos y su clasificación
- Sustancias puras y sus propiedades. Ecuaciones de estado y tablas de propiedades.
- Trabajo en sistemas termodinámicos y su determinación.
- Primera ley de la termodinámica. Situación general y consecuencias.
- Primera ley de la termodinámica para sistemas. Energía almacenada e interna. Cálculo del calor transferido en un proceso o en un ciclo de un sistema.
- Primera ley de la termodinámica: volúmenes de control y sistemas de flujo. Conservación de la masa y conservación de la energía. Trabajo de flujo y entalpía. Calores específicos. Caso especial y simple de los gases perfectos. Fenómeno de expansión sin transferencia de calor ni trabajo realizado. Coeficiente de Joule-Thomson.
- Segunda ley de la termodinámica o enunciados acerca del rendimiento de los motores térmicos.
- Rendimiento de los motores térmicos y su relación con una escala absoluta de temperatura. El rendimiento de los motores térmicos reversibles y su relación con la entropía.
- Cambio de entropía en procesos reversibles y en procesos irreversibles de una sustancia pura.
- Primera ley de la termodinámica en el caso de procesos reversibles y sustancia pura. $TdS = dU + PdV$. Uso de la ecuación anterior para determinar el cambio de entropía de un gas perfecto (aunque sus calores específicos sean variables con la temperatura).
- Procesos adiabáticos reversibles. Procesos adiabáticos reversibles de un gas perfecto.
- Procesos politrópicos de un gas perfecto.
- Trabajo reversible e irreversibilidad de procesos de las sustancias puras.

TEMA – TRANSFERENCIA DE CALOR

JUSTIFICACIÓN

Aunque la primera ley de la termodinámica se puede utilizar para determinar la cantidad de calor transferido en un proceso, no permite conocer la rapidez con la cual ocurre este fenómeno de transferencia. Este tema trata el fenómeno de la rapidez de la transferencia de calor relacionado con diferencias de temperatura entre las partes de un sistema, utilizando tres principios básicos.

CONTENIDO

- Transmisión de calor en un medio continuo sin movimiento relativo entre sus partes: ley de Fourier de la conducción. Ecuación general de la conducción en la cual se incluye la posibilidad de generación interna de calor y la acumulación de energía. Casos especiales: pared plana con y sin generación, varias capas, geometría cilíndrica y esférica con varias capas, superficies extendidas. Conducción no permanente. Otros casos. Aplicaciones.
- Transmisión de calor en un medio en el cual hay movimiento relativo entre sus partes. Ley de Newton del enfriamiento. Capa límite y su relación con el coeficiente de transmisión de calor de la ley de Newton. Relación entre rozamiento y transmisión de calor. Relaciones

empíricas basadas en el análisis dimensional de las ecuaciones de la capa límite y en mediciones experimentales. Convección forzada y libre, condensación y ebullición. Aplicaciones.

- Transmisión de calor entre dos superficies por efectos de la radiación electromagnética. Radiación térmica. Ley de Stefan-Boltzman. Propiedades de las superficies radiantes. Cuerpos negros y cuerpos grises. Intercambio de calor entre superficies grises. Factor de forma. Encerramientos radiantes. Aplicaciones.
- Intercambiadores de Calor y mecanismos de transferencia de calor

TEMA - CONVERSIÓN DE ENERGÍA EN SISTEMAS TERMODINÁMICOS

JUSTIFICACIÓN

En Este tema se desarrollan los principios de análisis de los principales esquemas o ciclos de conversión de energía que se llevan a cabo en los motores térmicos e hidráulicos de uso común en el campo de la Ingeniería Mecánica, con base en la Mecánica de Fluidos, la Termodinámica y la Transferencia de Calor. Estos principios permiten evaluar la capacidad de producir potencia y las causas principales de irreversibilidad, así como predecir el comportamiento de equipos aún no construidos y dimensionar o diseñar en forma elemental máquinas y equipos térmicos.

CONTENIDO

- Ciclos básicos de conversión de energía térmica a mecánica y viceversa. Rendimiento de los motores que operan con estos ciclos. Irreversibilidades internas y externas.
- Análisis de intercambiadores de calor. Efectividad
- Combustión y combustibles.
- Máquinas de desplazamiento positivo. Compresores.
- Turbomáquinas. Leyes de semejanza
- Motores de combustión interna: de desplazamiento positivo, turbinas de gas.
- Refrigerantes y refrigeración. Aplicaciones.

SUBÁREA DE MATERIALES DE INGENIERÍA

OBJETIVO GENERAL

Los conocimientos básicos en el área de Materiales de Ingeniería permiten al ingeniero mecánico poseer criterios iniciales para la selección adecuada de los materiales más convenientes (desde la perspectiva de la racionalidad tecnológica y económica) para su aplicación en el diseño de componentes y sistemas mecánicos, así como para su posterior fabricación y/o mantenimiento.

TEMA - ESTRUCTURA DE LOS MATERIALES

JUSTIFICACIÓN

El conocimiento de las estructuras que conforman los materiales permite al ingeniero mecánico tener una visión amplia para interpretar el comportamiento y las propiedades de un material específico.

CONTENIDO

- Estructura atómica
- Enlaces en metales, polímeros y cerámicas.
- Clasificación de los materiales.
- Estructura de los sólidos: estructuras cristalinas y no cristalinas (polímeros).
- Imperfecciones cristalinas.
- Fases y soluciones sólidas.

TEMA - COMPORTAMIENTO DE LOS MATERIALES

JUSTIFICACIÓN

El estudio del comportamiento de los materiales y de las propiedades presentadas por éstos son la base que le permite al ingeniero mecánico generar criterios para la selección del material adecuado para una aplicación específica de construcción de elementos de máquinas y productos industriales; así mismo, le permitirá el conocimiento de técnicas experimentales y normas internacionales para ensayo de materiales.

CONTENIDO

- Propiedades mecánicas y físicas.
- Ensayo de tensión.
- Ensayo de Impacto.
- Ensayo de dureza.
- Ensayo de fatiga
- Análisis Metalográfico
- Propiedades ópticas.
- Propiedades térmicas.
- Propiedades eléctricas y magnéticas.

TEMA - MATERIALES NO METÁLICOS

JUSTIFICACIÓN

El desarrollo tecnológico y la evolución en la aplicación de materiales no tradicionales le permiten al ingeniero mecánico contar con un espectro más amplio de aplicaciones, en donde los materiales no metálicos resultan más ventajosos en términos de las propiedades requeridas y el costo de procesamiento, razón por la cual un conocimiento básico acerca de los plásticos, cerámicos y compuestos resulta fundamental para el diseñador de máquinas y productos industriales.

CONTENIDO

- Materiales plásticos: estructura molecular, concepto de polimerización. Termoplásticos y termoestables; elastómeros; agentes aditivos.
- Materiales cerámicos: naturaleza y estructura de los cerámicos; materiales refractarios, abrasivos, vidrios, cermets, cerámicas para aplicaciones mecánicas (cerámica estructural), cerámicos para herramientas de corte.
- Materiales compuestos: concepto de material compuesto, compuestos laminados o en capas, compuestos en partículas, compuesto de fibra reforzada.

TEMA - MATERIALES METÁLICOS

JUSTIFICACIÓN

Los materiales metálicos han sido la materia prima fundamental en el desarrollo y evolución en la construcción de máquinas y productos industriales. Desde los comienzos de la producción industrial del acero, hasta los últimos desarrollos en aleaciones especiales, los metales han proporcionado al ingeniero la alternativa principal ante los requerimientos de resistencia mecánica y propiedades térmicas y eléctricas, entre otras. Razón por la cual el conocimiento de características y propiedades de los metales es fundamental para su selección.

CONTENIDO

- Energía libre de Gibbs.
- Diagramas de fase.
- Soluciones binarias y diagramas de fase binarios.
- Diagrama hierro-carbono.
- Difusión.
- Transformaciones de fase, velocidad de transformación, curva de la C, curva TTT aplicaciones en aceros.
- Microestructuras
- Clasificación y denominación de aceros.
- Tratamientos térmicos: recocido, normalizado, temple, revenido, tratamientos termoquímicos.
- Fundiciones: clases, propiedades.

- Características y aplicaciones del aluminio.
- Características y aplicaciones del cobre.
- Características y aplicaciones del níquel.
- Corrosión: principios, factores, tipos de corrosión. Mecanismos de Prevención y Protección

SUBÁREA DE PROCESOS DE MANUFACTURA

OBJETIVO GENERAL

Los conocimientos fundamentales sobre procesos de manufactura permiten al ingeniero mecánico la selección del proceso más conveniente en términos de la calidad que se desea lograr y de economía de producción, así como la implementación de la tecnología asociada más adecuada para manufacturar un componente mecánico o producto industrial, dentro de una concepción clara de diseño para manufactura.

TEMA - METROLOGÍA BÁSICA

JUSTIFICACIÓN

El requerimiento de manufacturar productos de acuerdo con unas especificaciones establecidas plantea la necesidad de conocer aspectos relacionados con la medición y la inspección de atributos y variables para garantizar niveles adecuados de calidad del producto y del proceso. Las dimensiones, los parámetros de ensamble o ajuste, las tolerancias y las características de textura superficial son características inherentes a los elementos de máquinas y productos industriales.

CONTENIDO

- Concepto de medición, error de medición.
- Tolerancias dimensionales.
- Tolerancias de posición, geométricas y de forma.
- Rugosidad.

TEMA - CONFORMADO PLÁSTICO

JUSTIFICACIÓN

Gran parte de las materias primas empleadas en la manufactura de componentes de máquinas provienen de procesos en donde se aprovecha el comportamiento plástico de los materiales; tal es el caso de las láminas metálicas y los perfiles normalizados, entre otros. Además, este comportamiento plástico no es solamente empleado como parte de un proceso primario, sino en la manufactura de componentes completos en grandes series, con ayuda de matrices y equipo para aplicación de cargas elevadas.

CONTENIDO

- Principios básicos de plasticidad.
- Características, ventajas y desventajas de los procesos de conformado plástico en caliente y en frío.
- Forja, extrusión, trefilado, doblado, embutido, laminado, troquelado, etc.

TEMA - PROCESOS DE FUNDICIÓN

JUSTIFICACIÓN

En la construcción de maquinaria y en la fabricación de elementos industriales, principalmente metálicos, se presentan requerimientos para generar formas complejas y tamaños del orden de milímetros hasta metros. Los procesos de fundición le ofrecen al diseñador la posibilidad de lograr lo anterior, en un solo paso, pudiendo controlar la estructura y composición del material.

CONTENIDO

- Principios básicos de fundición, curvas de enfriamiento, problemas en el metal fundido.
- Procesos de fundición con molde desechable ó transitorio: fundición en arena, modelos, núcleos. Otros tipos de fundición: molde cerámico, molde de grafito desechable. Procesos con modelo desechable: cera perdida.
- Procesos de fundición con molde permanente o de uso múltiple: fundición con matriz, fundición centrífuga y semicentrífuga, fundición continua o colada continua.

TEMA - PROCESOS DE UNIÓN POR SOLDADURA

JUSTIFICACIÓN

Los procesos de unión, en los que se considera la configuración de un producto mediante la coalescencia, adhesión o fijación mecánica de dos o más partes, cubren un alto espectro dentro de la actividades de fabricación del ingeniero encargado de la construcción de máquinas o involucrado en la industria metalmecánica, por lo cual reviste especial importancia el conocimiento de los fundamentos relacionados con estos procesos en la formación del ingeniero mecánico.

CONTENIDO

- Procesos de soldadura: concepto de unión por soldadura, clasificación de los procesos, soldadura por oxiacetileno, soldadura por arco eléctrico, soldadura con electrodo de tungsteno – TIG, con metal-gas inerte – MIG, electrodo revestido, arco sumergido, soldadura por resistencia, otras técnicas (láser, termita).
- Unión por adhesivos: características de los adhesivos y aplicaciones principales.
- Pulvimetalurgia

TEMA - PROCESOS DE MECANIZADO (MAQUINADO)

JUSTIFICACIÓN

Los procesos de mecanizado, definidos en forma básica como la generación de superficies con desprendimiento sistémico de material, mediante la coordinación de movimientos entre una herramienta de corte y el material sobre el cual se trabaja, han jugado un papel importante en el desarrollo de la industria de maquinaria y bienes de capital, desde los comienzos del siglo XIX. El conocimiento de la teoría de corte, la maquinabilidad y los últimos desarrollos en el área de control numérico, permiten al ingeniero mecánico tener un criterio inicial para la selección de los parámetros y la tecnología que se pueden emplear en la elaboración de productos por mecanizado.

CONTENIDO

- Teoría del corte.
- Parámetros de maquinado.
- Herramientas de corte, materiales para herramientas.
- Vida de la herramienta.
- Fuerzas de corte, concepto de maquinabilidad.
- Fundamentos de la tecnología del Control Numérico Computarizado (CNC) en las máquinas herramientas.
- Procesos abrasivos
- Maquinado convencional
- Maquinados no convencionales: electro-erosión, electroquímico, láser, ultrasonido.

TEMA - PROCESAMIENTO DE POLÍMEROS

JUSTIFICACIÓN

En la segunda mitad del siglo XX los materiales plásticos se convirtieron en una alternativa tecnológica importante para la fabricación de distintos tipos de componentes de máquinas, productos industriales y de consumo. El conocimiento de los fundamentos del procesamiento de los plásticos permite al ingeniero mecánico tener las bases para la selección adecuada de los procesos y los parámetros de la fabricación con plásticos.

CONTENIDO

- Procesos principales de fabricación de plásticos: fundición, moldeo por soplado, moldeo por compresión, moldeo por transferencia, moldeo por inyección, extrusión, termoformado, moldeo por expansión.
- Aplicaciones típicas de los procesos de fabricación de elementos plásticos.
- Procesamiento de elastómeros.

TEMA - OTROS PROCESOS

JUSTIFICACIÓN

Durante el siglo XX los procesos de Pulvimetalurgia fueron desarrollados de tal forma que actualmente han alcanzado un lugar preponderante dentro de las tecnologías disponibles para configurar masivamente o con propiedades muy particulares productos de diversas características; ampliando, las técnicas de manufactura disponibles por los ingenieros mecánicos para la fabricación de sus diseños. Así mismo, diferentes procedimientos de recubrimiento de superficies han sido generados y evolucionado para dar acabado superficial a toda clase de materiales y con distintas finalidades.

CONTENIDO

- Métodos para la obtención y producción de metales pulverizados. Caracterización de las partículas metálicas finas. Etapas básicas del proceso: prensado y sinterizado. Operaciones secundarias.
- Aplicaciones típicas de los procesos de pulvimetalurgia para la fabricación de productos y elementos de máquinas.
- Limpieza y preparación de superficies. Procesos para el recubrimiento de superficies. Criterios para la estipulación del tipo de acabado superficial.

TEMA - ASPECTOS BÁSICOS DE PRODUCCIÓN

JUSTIFICACIÓN

Dentro de los parámetros actuales en diseño y manufactura se tienen consideraciones críticas en la relación entre el usuario y el producto: tal enlace se define en términos de la calidad del proceso y del producto, por lo que se considera que todo ingeniero debe conocer los conceptos básicos asociados con la calidad. De igual manera, al producir en serie, es indispensable realizar actividades de planificación y control, que es necesario conocer para garantizar niveles de productividad en las plantas de fabricación.

CONTENIDO

- Calidad: concepto de calidad del producto, calidad de proceso, aseguramiento de calidad.
- Productividad: concepto de productividad global y productividad de mano de obra.
- Áreas típicas funcionales en un sistema de producción y actividades de planificación y control.

SUBÁREA INTERDISCIPLINARIA

OBJETIVO GENERAL

El área Interdisciplinaria tiene como objetivo familiarizar al estudiante de Ingeniería Mecánica con conocimientos y metodologías pertenecientes a áreas que no corresponden al campo de acción directo del ingeniero mecánico, pero que resultan indispensables para el ejercicio adecuado de su

profesión, como son la Computación, el Análisis Numérico, la Electricidad, la Electrónica, los Sistemas de Control, la Ingeniería Ambiental y la Seguridad Industrial. Estos conocimientos resultan fundamentales para que el ingeniero mecánico pueda interpretar la tecnología incorporada en las máquinas, equipos y procesos actuales, así como lograr su aplicación eficiente en el diseño, implementación y mantenimiento de nuevas máquinas y procesos. Así mismo, esta formación le facilitará al futuro ingeniero mecánico el trabajo interdisciplinario con profesionales de otras ramas de la Ingeniería.

TEMA – COMPUTACIÓN

JUSTIFICACIÓN

El uso de los computadores es común en todas las áreas de actividad de la humanidad hoy día. En el campo de la Ingeniería se utiliza para muchas labores tales como bases de datos, computación gráfica, CAD/CAM, diseño asistido ya sea mediante programas especializados o mediante programas elaborados por el ingeniero, y muchas otras aplicaciones como control de proyectos, mantenimiento de equipos y conjuntos de equipos, comunicación y transferencia de datos a través de redes, grupos de discusión a través de redes mundiales, etc. Los ingenieros deben conocer acerca de la estructura común y básica de los computadores, la estructura común de los lenguajes de programación y la programación para realizar cálculos mediante todo tipo de operaciones aritméticas y lógicas.

CONTENIDO

- El computador u ordenador digital, partes que lo componen. Funcionamiento de las partes. Procesamiento de datos dentro del computador. Sistema binario y su uso para la codificación de información en forma de texto, datos e instrucciones. Lenguajes de programación: para qué sirven.
- Algoritmos y programación. Ayudas acerca del orden que debe tenerse en los procesos de programación. Programación estructurada. Documentación de los programas.
- Instrucciones de asignación. Operaciones aritméticas y su simbología. Precedencia de operaciones. Instrucciones lógicas y su representación numérica. Y, O, No. Resultado de instrucciones lógicas.
- Condicionales y secuencias de repetición: Secuencias Si (condición 1) entonces si (condición 2) ... En caso contrario (condición) ... fin. Instrucciones de repetición. Secuencias para índice = a hasta b hacer ... fin. Secuencias Mientras que (condición) hacer ... fin.
- Vectores y matrices. Representación y direccionamiento. Algoritmos para la realización de operaciones de adición y varios tipos de producto.
- Archivos y su representación. Archivos físicos: teclado, pantalla, discos, CD Roms, otros. Archivos lógicos y su utilización dentro de la construcción de algoritmos. Archivos secuenciales y operaciones con archivos: lectura y escritura secuencial, adición de datos.
- Instrucciones de entrada y salida con y sin formato.
- Consideraciones acerca de la complejidad y eficiencia de los algoritmos.

TEMA - ANÁLISIS NUMÉRICO

JUSTIFICACIÓN

En las labores de diseño que realizan los ingenieros mecánicos es frecuentemente necesario resolver ecuaciones o sistemas de ecuaciones (muchas veces no lineales) y representar por medio de una ecuación una serie de datos, ya sean éstos extraídos de tablas publicadas o generadas mediante experimentos o ensayos. Con mayor frecuencia se requiere la solución de problemas en los que influye la variable tiempo, lo cual lleva a resolver ecuaciones diferenciales y a modelar los sistemas de ingeniería mediante funciones y ecuaciones diferenciales, y a presentar los resultados mediante gráficas de toda índole, generadas a partir de los resultados numéricos. Se requiere así mismo entregar un análisis de los resultados de las operaciones realizadas por medio del computador y, en ocasiones, diseñar esquemas numéricos eficientes que permitan obtener resultados apropiados en un tiempo razonable y con el uso racional de los recursos computacionales disponibles.

CONTENIDO

- Precisión y exactitud. Redondeo y truncación. Orden de magnitud. Error absoluto y porcentual. Error en la evaluación de funciones de una ó más series de datos. Interpolación y aproximación.
- Vectores y matrices. Operaciones básicas y algoritmos para realizarlas. Producto de matrices e inversa matricial. Diagonalización y triangularización. Refinación de operaciones. Matrices dispersas y su representación. Matrices singulares. Solución de sistemas de ecuaciones lineales por inversión matricial y por métodos de triangularización (Gauss-Jordan), por diagonalización y por sustitución sucesiva (Gauss-Seidel).
- Raíces de funciones. Polinomios. Métodos numéricos para la evaluación de raíces: sustitución sucesiva, método de Newton. Sistemas de ecuaciones no lineales simultáneas, solución por sustitución sucesiva, solución por el método de Newton-Raphson.
- Representación de funciones por medio de series. Series de Taylor.
- Integración y diferenciación numérica.
- Ecuaciones diferenciales: problemas de valor inicial, ecuaciones de primer orden. Método de Euler. Métodos de Adams y Runge-Kutta. Problemas de valor inicial en dos o más ordenes. Problemas de valor de frontera. Algoritmos de solución: métodos de Euler, Adams y Runge Kutta, métodos de refinación de pendiente.
- Optimización. Condiciones para el mínimo de una función sin restricciones. Métodos de gradiente y de direcciones conjugadas. Optimización con restricciones de igualdad: multiplicadores de Lagrange. Métodos numéricos para encontrar el mínimo de una función con restricciones. Programación lineal y dinámica.

TEMA - ESTADÍSTICA Y PROBABILIDAD

JUSTIFICACIÓN

Para su actividad profesional, y especialmente para labores de investigación, el ingeniero mecánico debe estar en capacidad de manejar y hacer el análisis de diferentes tipos de datos, inferir comportamientos futuros de las variables a partir de la información que posea, entender el concepto de probabilidad y efectuar cálculos sencillos al respecto; distinguir las variables aleatorias, discretas y continuas; aplicar los conceptos de inferencia, regresión y muestreo en problemas asociados a la

Ingeniería Mecánica.

CONTENIDO

- Tipos de variables, series estadísticas, distribución de frecuencias, representación gráfica.
- Representación de datos estadísticos: medidas de tendencia central; promedios, propiedades, interpretación; medidas de posición (mediana, media, moda).
- Medidas de dispersión: varianza, desviación típica.
- Introducción a las probabilidades: cálculo combinatorio (permutaciones y combinaciones), medida de probabilidad.
- Variables aleatorias: variable aleatoria discreta, función de probabilidad y función de distribución; distribución binomial, variable aleatoria continua, función de densidad, valor esperado; distribución normal.
- Regresión y correlación. Conceptos básicos.
- Nociones de muestreo.

TEMA - ELECTRICIDAD BÁSICA

JUSTIFICACIÓN

Las máquinas e instalaciones industriales poseen, como elementos primordiales en su funcionamiento, dispositivos y sistemas eléctricos y electromecánicos. Por esta razón, el ingeniero mecánico tiene la necesidad de comprender algunos fundamentos físicos y las metodologías para su análisis. El conocimiento de los conceptos básicos en electricidad le facilita al ingeniero mecánico su relación con los sistemas eléctricos, sin pretender convertirlo en un diseñador, y le permite interrelacionarse con especialistas en el área.

CONTENIDO

- Circuitos de corriente continua: ley de Ohm, leyes de Kirchoff.
- Corriente alterna: generación, fundamentos de onda, frecuencia, valor eficaz.
- Impedancia: circuitos L-C, R-L, R-C, R-L-C. Factor de potencia.
- Circuitos trifásicos básicos.
- Principio del transformador; relaciones tensión-corriente. Regulación
- El transformador trifásico.
- Generador de corriente continua; partes y componentes, características.
- Motor de corriente continua, principio del motor eléctrico.
- Motor trifásico de inducción; principio de funcionamiento, curvas de par, velocidad y corriente.
- Motor monofásico de inducción y motor universal; principios de funcionamiento.

TEMA - ELECTRÓNICA BÁSICA

JUSTIFICACIÓN

Es indudable que la tecnología electrónica y microelectrónica se ha incorporado cada vez más en las máquinas y procesos industriales, volviéndolos más flexibles dentro de la perspectiva de una mejora de la productividad y de la interrelación hombre-máquina. El ingeniero mecánico moderno debe considerar en sus diseños la posibilidad de incorporar más frecuentemente tecnología electrónica, dentro del advenimiento cada vez más fuerte de la simbiosis de mecánica, electrónica e informática. Sin pretender convertirlo en un diseñador electrónico, los conceptos en esta área le permitirán interactuar con especialistas.

CONTENIDO

- Dispositivos electrónicos; curvas características y aplicaciones: diodo rectificador, diodo Zener, fotodiodo, diodos emisores de luz, diodo PN.
- Transistor bipolar; funcionamiento y curvas características.
- Electrónica de potencia: tiristores; constitución, curvas características.
- El amplificador operacional; aplicaciones.
- Compuertas lógicas y circuitos lógicos.
- Principio del conversor análogo-digital y digital-análogo.

TEMA - INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL Y CONTROL

JUSTIFICACIÓN

La tecnología de la instrumentación ha permitido que hoy se puedan tener máquinas y procesos más confiables y con capacidad de generar funciones y productos de mejor calidad. El conocimiento de técnicas de medición de variables de procesos y máquinas le permite al ingeniero mecánico un mejor desempeño en el diseño, operación y mantenimiento de máquinas e instalaciones industriales. Así mismo, la comprensión de los fundamentos del control posibilita un mejor criterio para visualizar e interpretar la tecnología del control automático, que se incorpora casi en la totalidad de máquinas y procesos modernos.

CONTENIDO

- Medición de temperatura por termopar; termistores.
- Medición de presión; elementos piezoeléctricos.
- Medición de nivel y caudal; principios.
- Medidores de posición, velocidad y aceleración; principios.
- Concepto de función de transferencia.
- Diagrama de bloques. Estabilidad
- Sistemas de control de lazo abierto y lazo cerrado.
- Estructura general de un sistema básico de control automático.

- Acciones de control: dos posiciones, proporcional, derivativo, integral, PI, PD, PID.
- Respuesta transitoria y permanente de sistemas de primero y segundo orden.
- Análisis frecuencial: diagrama de Bode, Nyquist.

TEMA - INGENIERÍA AMBIENTAL

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero mecánico debe estar en capacidad de aplicar los conocimientos científicos y tecnológicos del diseño, la transformación de energía y la manufactura desde el punto de vista de un desarrollo sostenible, adoptando tecnologías limpias y prácticas de mejoramiento continuo de la gestión ambiental; comprender de manera integral la relación entre la problemática ambiental, las actividades productivas y el manejo sostenible de los recursos naturales, y desarrollar la capacidad de gestión interdisciplinaria en la búsqueda de preservar el ambiente.

CONTENIDO

- Definiciones de ecosistema, impacto ambiental, desarrollo sostenible, producción limpia, desarrollo y medio ambiente, recursos naturales, deterioro y preservación, licencia ambiental.
- Clima, recurso natural del aire, contaminantes, control y normas. Atmósfera, composición, propiedades. Fuentes de contaminación. Emisiones de óxidos relacionados con la combustión y compuestos de azufre. Uso de la energía y su relación con la contaminación del aire. Contaminación térmica.
- Contaminación hídrica: compuestos de naturaleza tóxica, sólidos en suspensión. Contaminación térmica, vertimientos, plantas de desmineralización y lixiviados. Factores de calidad del agua, normas y legislación. Administración y gestión ambiental.
- Límites permisibles de ruido. Técnicas de reducción.
- Riesgos profesionales en las operaciones de un proceso industrial. Clasificación de los contaminantes físicos y químicos existentes en ambientes industriales. Límites permisibles. Campañas de prevención de accidentes y visitas industriales. Técnicas de planeación en saneamiento. Equipos de control de la contaminación.

- **TENDENCIAS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS MECÁNICOS**

PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

La ingeniería mecánica, por ser una de las profesiones de ingeniería más tradicionales, ha contribuido, en años recientes, a la generación de una serie de especialidades, donde el nivel mismo de la práctica de la profesión corresponde y es exigido por el desarrollo tecnológico actual.

Vale la pena, entender como especialidades aquellas áreas de la práctica profesional y el campo del conocimiento, en las cuales el ingeniero mecánico ha venido contribuyendo de manera importante en su desarrollo, particularmente en este siglo. Para mencionar unas cuantas se pueden distinguir las siguientes: Biomecánica, mecánica aplicada, elasticidad y plasticidad, combustión, tecnología de turbinas de gas, conformado de metales, máquinas de combustión interna, tecnología de la manufactura, energía nuclear, ingeniería de polímeros, propiedades de los materiales, robótica, análisis de esfuerzos, ingeniería de potencia, tecnología total, tribología, análisis de vibraciones, ingeniería automotriz, aerodinámica industrial, sistemas de producción agrícola, manejo de materiales, ingeniería de precisión y recientemente la ingeniería ambiental, para nombrar unas cuantas. La lista podría extenderse por algunas líneas más.

De las especialidades particulares, se puede notar, que todas ellas están íntimamente relacionadas con la aplicación de las tres áreas básicas y fundamentales de la ingeniería mecánica, como son: la conversión de energía, diseño de productos y maquinaria y la manufactura de productos.

Adicionalmente, la práctica de la ingeniería mecánica se ve más ligada a la informática y la electrónica, por lo cual el ingeniero debe adquirir un desarrollo personal de destrezas y habilidades especiales para acomodarse a esta nueva realidad. Algunos ingenieros consideran esta como la tercera revolución industrial donde el procesamiento de la información se convierte en una parte integral de, por ejemplo, operación de las máquinas herramientas, diseño asistido por computador, etc. implicando esto que muchas operaciones que se efectúan manualmente se deben realizar en base al conocimiento e información. Por otro lado, el ingeniero mecánico debe no solo mantenerse actualizado en estas nuevas técnicas, sino que además, debe interactuar e integrarse permanentemente con profesionales de otras disciplinas.

En este orden de ideas, es claro que el ingeniero del futuro debe procurar adquirir habilidades en el manejo de hardware y software relacionado con su actividad profesional, además de requerir una mayor capacidad de análisis y síntesis, y menos capacidad de cálculo, para la evaluación de resultados y generación de alternativas de solución adecuadas. Así pues, el ingeniero debe evitar llegar a la obsolescencia técnica a través de la actualización permanente en cursos de educación continuada, revistas y medios de comunicación, asociación con sociedades científicas y tecnológicas, etc.

En un estudio elaborado por la Comisión de Ingeniería Mecánica de ACIEM, sobre la ingeniería mecánica del siglo XXI, se hace un análisis riguroso sobre las tendencias tecnológicas y de requerimiento futuro, en las áreas generales de actividad profesional del ingeniero mecánico en Colombia, como son: el diseño, la producción, la realización de montajes y proyectos, la consultoría y las ventas. (Noguera, 1994). En este documento se desean incluir algunos de los puntos analizados por dicha comisión y se realizarán comentarios pertinentes.

DEFINICIÓN

La ingeniería mecánica, es la profesión que aplica los conocimientos científicos y tecnológicos en las áreas de conversión de energía, manufactura y diseño; para desarrollar creativamente productos, maquinaria y sistemas teniendo siempre en mente aspectos ecológicos y económicos para el beneficio de la sociedad.

En este particular se desea complementar esta definición, con la descrita por la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 1991) para esta profesión, en lo que respecta a la clasificación internacional de ocupaciones:

"Los ingenieros mecánicos proyectan y dirigen la producción, el funcionamiento, la conservación y reparación de maquinas y maquinaria e instalaciones, equipos y sistemas de producción industrial e investigan y asesoran al respecto, o estudian aspectos tecnológicos de determinados materiales, productos o procesos y dar asesoramiento pertinente".

SUS TAREAS INCLUYEN LAS SIGUIENTES:

- Proyectar máquinas y maquinas herramientas para las industrias manufacturera, minera y de la construcción y otros fines industriales, así como para la agricultura, y asesorar al respecto.
- Proyectar máquinas de vapor, motores de combustión interna y otras maquinas y motores no eléctricos, y dar asesoramiento pertinente.
- Proyectar y asesorar sistemas de propulsión, cascos y superestructuras de buques, fuselajes para aeronaves, carrocerías para automóviles.
- Proyectar sistemas y equipos de calefacción, ventilación y refrigeración, y asesorar al respecto.
- Proyectar instalaciones y equipos mecánicos para la producción, control y utilización de energía, y asesorar al respecto.
- Especificar y verificar métodos de producción o instalación y el funcionamiento de maquinaria agrícola y otras maquinas, mecanismos, herramientas, motores, instalaciones o equipos industriales.
- Establecer normas y procedimientos de control para garantizar el eficaz funcionamiento y la seguridad de maquinas, mecanismos, herramientas, motores, dispositivos, instalaciones y equipos industriales.
- Organizar y dirigir el mantenimiento y reparación de maquinas, mecanismos, herramientas, motores, dispositivos, instalaciones y equipos industriales.
- Estudiar y asesorar en aspectos tecnológicos de determinados materiales, productos o procesos.
- Supervisar a otros trabajadores.

Se desprende de la descripción de ocupaciones de la O.I.T., que el campo de aplicación y desarrollo profesional de los ingenieros mecánicos es amplio y se relaciona en gran medida con todas las actividades de la sociedad.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO QUE RECOMIENDA AGREGAR

CONTENIDO PROGRAMÁTICO QUE RECOMIENDA SUPRIMIR

COMPETENCIA DEL INGENIERO MECÁNICO ASOCIADAS A SUS DIFERENTES ÁREAS DE FORMACIÓN

INGENIERÍA METALÚRGICA

- **CONTENIDOS BÁSICOS DE INGENIERÍA METALÚRGICA**

ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA

SUBÁREA DE MECÁNICA DE LOS MATERIALES

OBJETIVO GENERAL

Conocer la habilidad y grado de comprensión que tiene el estudiante para resolver en situaciones reales el comportamiento mecánico elástico y plástico de los materiales cuando soportan cargas y experimentan movimiento, la capacidad para predecir y calcular deformaciones y desplazamientos en sistemas mecánicos empleando los principios básicos contenidos en las leyes de Newton.

TEMA - ESTÁTICA Y RESISTENCIA DE MATERIALES

JUSTIFICACIÓN

La estática estudia los cuerpos en reposo y las fuerzas que actúan sobre ellos, así como sus conceptos y fundamentos y la resistencia de materiales evalúa el comportamiento real y el efecto de una carga sobre un elemento mecánico, conceptos importantes que en el diseño y comportamiento en servicio de un material debe tener en cuenta un ingeniero de materiales o metalúrgico.

CONTENIDO

- Representación vectorial. Momentos. Teorema de Varignon. Conversión de fuerzas. Resultantes.
- Concepto de fuerza externa. Diagrama de cuerpo libre. Reacciones. Ecuaciones. Equilibrio en el plano y en el espacio.
- Armaduras planas. Análisis por el método de nudos, secciones y marcos.
- Leyes, coeficientes, ángulo de rozamiento.
- Centro de gravedad y centroides. Momentos de inercia. Vigas, diagramas.
- Traslación rectilínea y curvilínea. Rotación. Movimiento plano general. Velocidad. Aceleración. Centro de rotación.
- Traslación. Rotación. Movimiento plano general.
- Carga axial : Clasificación de las cargas. Definición general de esfuerzo, esfuerzo normal, esfuerzo cortante. Propiedades mecánicas de los materiales metálicos. Ensayo estándar de tracción. Ley de Hooke, relación de Poisson, comportamiento elástico y plástico. Esfuerzo permisible y factor de seguridad. Aplicación a sistemas estructurales estáticamente determinados e indeterminados bajo carga axial.
- Flexión: Diagramas de fuerza cortante y momento flector.
- Torsión : Diagramas de momento. Esfuerzo cortante por torsión (secciones circulares). Deformaciones por torsión (secciones circulares).

- Cargas y esfuerzos combinados: esfuerzos principales y esfuerzo cortante máximo. Círculo de Mohr para esfuerzos principales y esfuerzo cortante. Deformaciones principales y ley generalizada de Hooke. Recipientes de paredes delgadas sometidas a presión interna. Aplicación a sistemas estructurales estáticamente determinados e indeterminados bajo cargas combinadas.

TEMA - COMPORTAMIENTO MECANICO DE MATERIALES

JUSTIFICACIÓN

Es importante para un ingeniero metalúrgico entender la respuesta de un material que esta sometido a la acción de una fuerza o una carga dado que esto conlleva a una selección correcta de un determinado material como componente de una estructura, bajo diferentes condiciones de servicio.

CONTENIDO

- Relaciones Esfuerzo y Deformación para comportamiento elástico: Estado de esfuerzos en tres dimensiones. Esfuerzos principales y esfuerzos cortantes máximos. Planos principales y planos donde actúan los esfuerzos cortantes máximos. Relación entre el esfuerzo cortante máximo y la fluencia en los metales.
- Tensor esfuerzo: Primera invariante del tensor esfuerzo, segunda invariante del tensor esfuerzo y tercera invariante del tensor esfuerzo. Representación del estado de esfuerzos de procesos de trabajado de los metales utilizando el círculo de Mohr en 3D. Tensor desplazamiento. Tensor deformación unitaria.
- Tensión rotación. Deformaciones cortantes principales. Deformación volumétrica y dilatación cúbica. Tensor desviador de la deformación. Representación tensorial de estos esfuerzos. Constante de Lamé. Estado de deformación plana(laminación plana). Esfuerzo plano(recipiente a presión y tubería de pared delgada sometida a presión interna).
- Fundamentos de la Teoría de la Plasticidad: Diferentes aplicaciones, como el conformado plástico de metales y la teoría del diseño límite. La curva de flujo. Deformación elástica recuperable. Comportamiento anelástico. Efecto Bauschinger. Curvas de flujo para material plástico rígido ideal, material plástico ideal con región elástica y material con endurecimiento por deformación. Primera invariante del tensor deformación real.
- Teorías de falla. Teoría del esfuerzo normal máximo. Teoría de la deformación normal máxima. Teoría de la energía de distorsión o criterio de Von Mises. Teoría del esfuerzo cortante máximo o criterio de Tresca. Ensayos bajo esfuerzos combinados, componentes hidrostáticas y desviador del esfuerzo.
- Cálculo de esfuerzos y deformaciones plásticas en recipientes, tuberías, etc. Solución de los problemas de plasticidad. Flujo plástico bidimensional. Esfuerzos y deformaciones en forja, extrusión, recalcado. Ecuaciones de Hencky.
- Ensayo de Tracción: curva ingenieril esfuerzo-deformación. Resiliencia. Tenacidad. Curva Real Esfuerzo-Deformación.
- Ensayo de Torsión: esfuerzos de torsión para grandes deformaciones plásticas. Módulo de rotura. Tipos de fallas en torsión. Comparación del ensayo de torsión con el de tracción. Ensayo de torsión en caliente y su relación con el trabajo en caliente.
- Ensayo de Fatiga: Ciclos de esfuerzos en fatiga. La curva de fatiga. Ecuaciones de Basquin. Naturaleza estadística de la fatiga. Efecto del esfuerzo medio de la fatiga. grietas en fatiga. Propagación de la grieta de fatiga. Ley de Paris. Efecto de la concentración de esfuerzo en

la fatiga. Regla de Miner. Efecto de las variables metalúrgicas en la fatiga. Influencia del tamaño de grano. Influencia de la microestructura. Influencia de las inclusiones no metálicas..

- Termofluencia (creep) y rotura bajo esfuerzo El problema de los materiales que trabajan a alta temperatura. Comportamiento mecánico dependiente del tiempo. La curva de termofluencia (creep). Rata mínima de creep (termofluencia). El ensayo de rotura bajo esfuerzo. Representación gráfica de los datos de rotura bajo esfuerzo. Cambios estructurales durante la termofluencia. Mecanismos de deformación en termofluencia. Fractura a alta temperatura. Temperatura equicohesiva. Aleaciones para alta temperatura. Representación de los datos técnicos de creep.
- Ensayo de Impacto Ensayo Charpy. Ensayo Izod. Significado de la temperatura de transición. Temperatura de transición de aparición de fractura. Temperatura de transición de ductilidad. Temperatura de transición de ductilidad nula. Factores metalúrgicos que afectan la temperatura de transición del acero. Ensayo de caída del peso. Diagramas de análisis de fractura. Su uso para diseño y selección de materiales. Ensayo de impacto para determinar fragilidad de revenido. Flujo y fractura bajo velocidades de carga muy rápidas.
- Ensayos De dureza: Dureza Brinell, Rockwell, Microdureza
- Ensayos de doblado: tipos de doblado, esfuerzos y deformaciones

SUBÁREA DE CRISTALOGRAFÍA

OBJETIVO GENERAL

Familiarizar al estudiante con los minerales más corrientes en nuestro medio, como los sólidos naturales (materias primas) como artificiales (materiales cerámicos, metálicos, etc.) y saber diferenciar los minerales cristalinos y no cristalinos.

TEMA - ESTRUCTURAS CRISTALINAS

JUSTIFICACIÓN

Capacitar al Ingeniero en el entendimiento de las diferentes estructuras cristalinas presentes en los materiales inorgánicos relacionados con su trabajo al nivel de productos y procesos.

CONTENIDO

- Interacciones atómicas en los minerales: configuración electrónica del átomo, tipos de enlace químico
- Sistemas cristalinos. Ley de Steiner. Retículos de Bravais
- Índices de Miller
- Simetría cristalina. Operaciones de simetría. Elementos de simetría.
- Estructuras cristalinas. Regla de Pauling. Modelo de capas. Modelo poliédrico.
- Planos y direcciones cristalográficas
- Factor de empaquetamiento
- Sistemas de deslizamiento

- Polimorfismo, sólidos amorfos

TEMA - DEFECTOS EN LOS CRISTALES

JUSTIFICACIÓN

Capacitar al Ingeniero Metalúrgico en el entendimiento de defectos presentes en los materiales inorgánicos relacionados con su trabajo al nivel de productos y procesos.

CONTENIDO

- Imperfecciones: Químicas (solución sólida sustitucional e intersticial)
- Imperfecciones: Físicas (defectos puntuales, defectos lineales y defectos planares, volumétricos)

SUBÁREA DE FISICOQUÍMICA

OBJETIVO GENERAL

Conocer la habilidad y grado de comprensión que tiene el estudiante para entender la importancia que reviste el conocimiento termodinámico, la cinética de reacción, la mecánica de los fluidos, la transmisión de calor, el transporte de materia y la economía en los procesos metalúrgicos y diseño de reactores

TEMA - TERMODINÁMICA

JUSTIFICACIÓN

Desarrollar las técnicas de la termodinámica clásica y estadística en conjunto y mostrar como esas técnicas pueden usarse para describir las propiedades de equilibrio y el comportamiento de sistemas de interés a los científicos e ingenieros de materiales.

CONTENIDO

- La primera ley termodinámica: Relación entre trabajo y calor. Energía interna. Procesos a volumen y presión constante. Entalpía.
- La segunda ley termodinámica: Procesos naturales y espontáneos. Irreversibilidad. Entropía. Calor reversible. Procesos Reversibles. Propiedades de las máquinas de calor. Combinación de la primera y segunda ley.
- Interpretación estadística de la entropía
- Tercera ley: Cálculo teórico y representación empírica de la capacidad calorífica. Entalpía como función de la T° . Y composición. Dependencia de la entropía con la temperatura.
- Equilibrio de fase en un sistema de un solo componente y varios componentes
- Comportamiento de las soluciones: Ley de Raoult y Henry. Actividad termodinámica de un componente en solución.

- Equilibrio Químico
- Electroquímica

TEMA - BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA

JUSTIFICACIÓN

El análisis y la solución de los problemas de balance de materia y energía en el procesamiento de materiales proporcionan al estudiante los principales conocimientos sistemáticos para entender la termodinámica y cinética de un proceso metalúrgico.

CONTENIDO

- Unidades, conversión, procedimientos matemáticos y análisis dimensional.
- Sistemas dimensionales, factores de conversión, consistencia dimensional. Método de Buckingham. Escalas y representaciones de datos, integración y diferenciación numérica, solución de ecuaciones y sistemas de ecuaciones.
- Mediciones y muestreos: La importancia y la descripción del error. Propagación de los errores experimentales. Procedimientos y métodos de muestreo. Medición de la densidad. Medición de la temperatura. Medición del flujo de fluidos. Medición de la presión.
- Análisis químico Balances de materia: Conservación de la materia. Solución de conjuntos de ecuaciones. Balances de materia en procesos sin reacción química y balance de materia en procesos con reacción química. Representación de los balances de materia.
- Balances de Energía Balance de calor. Temperatura adiabática de reacción. Energía eléctrica. Balances de calor. Balances simultáneos de calor y materia. Análisis de procesos.

TEMA - CINETICA

JUSTIFICACIÓN

La fisicoquímica de superficies y la velocidad de una reacción, considerando todos los factores que influyen sobre ella y explicando la causa de su magnitud, permite entender los mecanismos que explican la cinética de un proceso metalúrgico.

CONTENIDO

- Clasificación de las reacciones. Variables que afectan a la velocidad de reacción.
- Fisicoquímica de superficies: Capilaridad. Tensión superficial, energía superficial.
- Cinética de las reacciones homogéneas: Reacciones. Molecularidad y orden de reacción. Coeficiente cinético.
- Métodos para el análisis de datos cinéticos.
- Efectos de la temperatura y de la presión.
- Transferencia de masa en sistemas heterogéneos: Concentración y velocidad en sistemas multicomponentes. Flujo molar de una especie.

TEMA - FENÓMENOS DE TRANSPORTE

JUSTIFICACIÓN

Proporcionar al estudiante los conceptos de los fenómenos de transporte, mediante el análisis de la cantidad de movimiento, transporte de la energía (conducción, convección y radiación de calor), y transporte de la materia.

CONTENIDO

- Propiedades de los fluidos
- Flujo laminar y balance de momentum
- Flujo turbulento y resultados experimentales
- Aplicaciones de balance de energía al flujo de fluidos
- Leyes de Fourier y conductividad térmica de los materiales
- Conducción de calor en los sólidos
- Transferencia de calor por convección y ecuaciones de energía
- Radiación
- Ley de Fick y Difusividad de materiales

SUBÁREA INTERDISCIPLINARIA

OBJETIVO GENERAL

El área Interdisciplinaria tiene como objetivo familiarizar al estudiante de Ingeniería con conocimientos y metodologías pertenecientes a áreas que no corresponden al campo de acción directo del ingeniero, pero que resultan indispensables para el ejercicio adecuado de su profesión, como son el dibujo, la Computación, la Ingeniería Ambiental y la Seguridad Industrial, Control de Calidad, Control de Producción, Instrumentación y Control. Estos conocimientos resultan fundamentales para que el ingeniero pueda interpretar la tecnología incorporada en los procesos de producción, equipos y procesos actuales, así como lograr su aplicación eficiente en el diseño, implementación y mantenimiento de nuevas máquinas y procesos. Así mismo, esta formación le facilitará al futuro ingeniero el trabajo interdisciplinario con profesionales de otras ramas.

TEMA - DIBUJO GENERAL

JUSTIFICACIÓN

El Dibujo como un método de lenguaje gráfico permite al estudiante desarrollar la imaginación y la destreza mental para visualizar la forma y el tamaño de los objetos que han de presentarse ó estén representados mediante figuras planas.

CONTENIDO

- Construcciones geométricas
- Teoría de proyecciones
- Teoría de seccionado
- Teoría de dimensionado
- Clasificación de los dibujos
- Elementos de unión roscados
- Geometría Descriptiva

TEMA - COMPUTACION

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero debe tener la preparación para la resolución de problemas a través de herramientas de computación. El trabajo con algoritmos y su implementación en un lenguaje de programación es parte fundamental de su formación. Adicionalmente debe manejar paquetes específicos que sirvan de apoyo a otras áreas de la ingeniería.

CONTENIDO

- El computador u ordenador digital, partes que lo componen. Funcionamiento de las partes. Procesamiento de datos dentro del computador. Sistema binario y su uso para la codificación de información en forma de texto, datos e instrucciones. Lenguajes de programación: para qué sirven.
- Algoritmos y programación. Ayudas acerca del orden que debe tenerse en los procesos de programación. Programación estructurada. Documentación de los programas.
- Instrucciones de asignación. Operaciones aritméticas y su simbología. Precedencia de operaciones. Instrucciones lógicas y su representación numérica. Y, O, No. Resultado de instrucciones lógicas.
- Condicionales y secuencias de repetición: Secuencias Si (condición 1) entonces si (condición 2) ... En caso contrario (condición) ... fin. Instrucciones de repetición. Secuencias para índice = a hasta b hacer... fin. Secuencias Mientras que (condición) hacer ... fin.
- Vectores y matrices. Representación y direccionamiento. Algoritmos para la realización de operaciones de adición y varios tipos de producto.
- Archivos y su representación. Archivos físicos: teclado, pantalla, discos, CD Roms, otros. Archivos lógicos y su utilización dentro de la construcción de algoritmos. Archivos

secuenciales y operaciones con archivos: lectura y escritura secuencial, adición de datos.

TEMA - GESTIÓN AMBIENTAL

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero debe estar en capacidad de aplicar los conocimientos científicos y tecnológicos del diseño, la transformación de energía y la manufactura desde el punto de vista de un desarrollo sostenible, adoptando tecnologías limpias y prácticas de mejoramiento continuo de la gestión ambiental; comprender de manera integral la relación entre la problemática ambiental, las actividades productivas y el manejo sostenible de los recursos naturales, y desarrollar la capacidad de gestión interdisciplinaria en la búsqueda de preservar el ambiente.

CONTENIDO

- Definiciones de ecosistema, impacto ambiental, desarrollo sostenible, producción limpia, desarrollo y medio ambiente, recursos naturales, deterioro y preservación, licencia ambiental.
- Clima, recurso natural del aire, contaminantes, control y normas. Atmósfera, composición, propiedades. Fuentes de contaminación. Emisiones de óxidos relacionados con la combustión y compuestos de azufre. Uso de la energía y su relación con la contaminación del aire. Contaminación térmica.
- Contaminación hídrica: compuestos de naturaleza tóxica, sólidos en suspensión. Contaminación térmica, vertimientos, plantas de desmineralización y lixiviados. Factores de calidad del agua, normas y legislación. Administración y gestión ambiental.
- Límites permisibles de ruido. Técnicas de reducción.
- Riesgos profesionales en las operaciones de un proceso industrial. Clasificación de los contaminantes físicos y químicos existentes en ambientes industriales. Límites permisibles. Campañas de prevención de accidentes y visitas industriales. Técnicas de planeación en saneamiento. Equipos de control de la contaminación.

TEMA - CONTROL DE CALIDAD

JUSTIFICACIÓN

La gestión de la calidad y el control estadístico de la misma, la aplicación de normas de calidad es un factor que el ingeniero debe conocer, evaluar y estructurar en todo proceso de manufactura y servicios, por lo tanto debe aplicar en todo momento a sus productos.

CONTENIDO

- Filosofía de la calidad
- Gestión de calidad.
- Control estadístico
- Aseguramiento de la calidad.
- Normalización y especificaciones

- Sistema Justo a tiempo.

TEMA - PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA

JUSTIFICACIÓN

Para su actividad profesional, y especialmente para labores de investigación, el ingeniero debe estar en capacidad de manejar y hacer el análisis de diferentes tipos de datos, inferir comportamientos futuros de las variables a partir de la información que posea, entender el concepto de probabilidad y efectuar cálculos sencillos al respecto; distinguir las variables aleatorias, discretas y continuas; aplicar los conceptos de inferencia, regresión y muestreo en problemas asociados a la Ingeniería.

CONTENIDO

- Tipos de variables, series estadísticas, distribución de frecuencias, representación gráfica.
- Representación de datos estadísticos: medidas de tendencia central; promedios, propiedades, interpretación; medidas de posición (mediana, media, moda).
- Medidas de dispersión: varianza, desviación típica.
- Introducción a las probabilidades: cálculo combinatorio (permutaciones y combinaciones), medida de probabilidad.
- Variables aleatorias: variable aleatoria discreta, función de probabilidad y función de distribución; distribución binomial, variable aleatoria continua, función de densidad, valor esperado; distribución normal.
- Regresión y correlación. Conceptos básicos.
- Nociones de muestreo.

ÁREA DE INGENIERÍA APLICADA

SUBÁREA PROCESOS Y CONTROL

OBJETIVO GENERAL

El ingeniero metalúrgico desarrolla dentro de industria y sus procesos de transformación de la materia prima un papel importante para determinar, evaluar y controlar los materiales, así como prevenir de posibles fallas durante los diferentes procesos de fabricación. Adicionalmente determina por ensayos destructivos y no destructivos y otra técnicas la caracterización de los materiales.

TEMA - METALURGIA DE SOLDADURA

JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de la industria metalmeccánica en las ultimas décadas se debe en gran parte al avance en ciencia y tecnología de los procesos de soldadura, el ingeniero metalúrgico analiza y desarrolla procedimientos de unión que permita una soldabilidad apropiada de los materiales.

CONTENIDO

- Principios para la Unión de metales.
- Efectos del calor y deformación en unión de materiales.
- Unión en estado sólido
- Unión de liquido a sólido
- Soldabilidad de los materiales
- Procesos de soldadura
- Control y seguimiento
- Calificación y certificación

TEMA - ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

JUSTIFICACIÓN

Conocer los fundamentos, alcances, limitaciones y aplicaciones de los ensayos no destructivos empleados en la evaluación superficial e interna de materiales y piezas, con el fin de poder identificar y seleccionar adecuadamente una prueba, teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en códigos y normas.

CONTENIDO

- Generalidades sobre ensayos no destructivos. Defectos en materiales y piezas.
- Técnicas no destructivas para detección de discontinuidades superficiales y subsuperficiales en materiales, Inspección visual, líquidos penetrantes, partículas magnéticas.

- Técnicas electromagnéticas: Fundamentos, alcances, limitaciones, aplicaciones, instrumentación y equipos, interpretación de indicaciones, sensibilidad. Normalización. Otras técnicas asociadas.
- Técnicas no destructivas para detección de discontinuidades internas en materiales Radiografía industrial. Ultrasonido. Fundamentos, alcances, limitaciones, aplicaciones, materiales y equipos, interpretación de indicaciones. Normas y códigos. Aplicaciones no convencionales.

TEMA - FUNDICION Y SIDERURGICA

JUSTIFICACIÓN

Conocer los fundamentos, posibilidades y características del proceso de manufactura de moldeo.

Conocer el manejo, diseño, operación y control de hornos de fusión utilizados en la elaboración de aleaciones industriales.

CONTENIDO

- Propiedades del proceso de moldeo. Materiales utilizados en la fabricación del molde. Materiales cerámicos, metálicos y poliméricos. Defectos originados por el material del molde.
- El modo de solidificación de la aleación y su relación con los defectos producidos por los cambios de volúmenes. La contracción. El efecto de ángulos. Mazarotas. Diseño. Calculo. Tiempo de solidificación. Módulo geométrico. Módulo de solidificación. Alimentación por transporte de líquido y alimentación por transporte líquido-sólido. El sistema de llenado. Diseño y cálculo. Relación con la naturaleza de la aleación a colar. Sistemas de llenado convergentes y divergentes. Principios y defectos.
- El cubilote como medio de fusión. Importancia del cubilote. Mecanismos de la combustión del coque.
- Fabricación del arrabio: minerales de hierro, descripción del alto horno, proceso de alto horno, métodos para intensificar el proceso del alto horno, productos del alto horno, fundamentos termodinámicos y cinéticos del proceso de reducción en el alto horno. Arrabio: Transporte, almacenamiento, desiliciado, desulfurado. Problemas.
- Fabricación del acero: procesos de afino, desoxidación, desulfuración, desfosforación, desgasificación. Acería por soplado, acerías eléctricas, procesos de colada en lingoteras y colada continua.
- Metalurgia secundaria: metalurgia en cuchara, Metalurgia en convertidores bajo atmósferas especiales.

TEMA - CORROSION DE MATERIALES

JUSTIFICACIÓN

Conocer, diagnosticar y evaluar la corrosión de los materiales, las formas de corrosión y los métodos de control.

CONTENIDO

- Termodinámica y potencial de electrodo: Potenciales, Energía libre y potencial de electrodo. Serie de fuerza electromotriz y galvánica. Efectos de la concentración sobre el potencial de electrodo. Potencial de unión líquida. Electrodo de referencia. Aplicaciones la ecuación de Nernst. Aplicación de los diagramas Potencial / pH.
- Cinética electroquímica de la corrosión: Ley de Faraday. Densidad de corriente de intercambio. Polarización electroquímica: por activación, por concentración. Teoría del potencial mixto. Efecto de la densidad de corriente de intercambio. Efecto de los oxidantes añadidos. Efecto de la polarización por concentración. Curvas experimentales de polarización. Polarización anódica. Instrumentación y procedimientos experimentales. Circuitos galvanostáticos. Transporte de carga en celdas de polarización. Diseño de celdas de polarización. Resistencia ohmica del electrolito. Electrodo rotatorio. Espectroscopia de impedancia electroquímica.
- Pasividad de materiales: Descripción. Películas pasivas. Comportamiento de la corrosión activo-pasivo. Efecto de la concentración de oxidantes, de la velocidad de la solución. Criterios para la pasivación. Polarización anódica galvanostática de aleaciones activo-pasivo. Procedimientos potencioestáticos y potenciodinámicos. Variables que afectan las curvas de polarización anódica. Aplicaciones. Evaluación de aleaciones. Protección anódica. Propiedades de las películas pasivas. Estructura y composición. Cinética de crecimiento.
- Métodos para medir la velocidad de corrosión y sistemas de monitoreo: Extrapolación Tafel. Método de resistencia a la polarización. Métodos instrumentales para la resistencia a la polarización. Galvanostático. Potencio dinámico. Procedimiento de tres electrodos. Errores en las medidas de resistencia a la polarización. Otros métodos para determinar la resistencia a la polarización. Ambientes oxidantes en servicio. Ciclado térmico.
- Formas de corrosión: Corrosión en materiales metálicos: Corrosión uniforme, Galvánica, en rendijas, por picadura, intergranular, selectiva, erosión, cavitación y fricción. Agrietamiento por corrosión bajo esfuerzos. Corrosión fatiga. Daño por hidrógeno. Corrosión en concretos.

SUBÁREA DE METALURGIA EXTRACTIVA

OBJETIVO GENERAL

Conocer la habilidad y grado de comprensión del estudiante para explicar los principios de los procesos aplicados al beneficio de minerales, teniendo en cuenta sus características mineralógicas, físicas y mecánicas.

TEMA - MATERIALES PARTICULADOS

JUSTIFICACIÓN

Permite adquirir el conocimiento sobre los fundamentos teóricos por los cuales se realizan los diferentes tipos de concentración de minerales y la aplicación industrial de estos procesos.

CONTENIDO

- Conceptos básicos sobre mineralogía
- Estructura de los minerales
- Propiedades morfológicas y físicas
- Conceptos fundamentales de la preparación mecánica
- Granulometría de los materiales
- Operaciones unitarias
- Diagramas de flujo
- Molienda
- Operaciones unitarias de clasificación
- Concentración por gravedad
- Separación magnética
- Flotación
- Filtración

TEMA - PIROMETALURGIA

JUSTIFICACIÓN

Conocer los procesos de obtención de metales a partir de sus materias primas utilizando procesos pirometalúrgicos.

CONTENIDO

- Introducción, minerales comunes como fuente de metales.
- Técnica de preparación de minerales vía pirometalurgia.
- Proceso de tostación
- Proceso de Aglomeración
- Proceso de calcinación
- Aspectos termodinámicos. Diagramas de Ellingham
- Reducción de óxidos
- Aplicaciones industriales de las reacciones de reducción

TEMA - HIDROMETALURGIA

JUSTIFICACIÓN

Conocer los fundamentos físico-químicos y operacionales de los principales procesos hidro y electrometalúrgicos

CONTENIDO

- Equilibrio químico en soluciones acuosas aplicado a la hidrometalurgia
- Termodinámica de sistemas acuosos
- Cinética de sistemas acuosos
- Sistemas y métodos de lixiviación
- Separación sólido-líquido y lavado de residuos
- Extracción por solventes, intercambio iónico y carbón activado
- Precipitación de materiales metálicos desde soluciones acuosas
- Refinación de electrometalurgia

SUBÁREA DE METALURGIA FISICA

OBJETIVO GENERAL

Los principales comportamientos de los materiales sometidos a trabajo, y su relación con su micro estructura y sus propiedades deben ser estudiados por el ingeniero metalúrgico a fin de asegurar el uso efectivo de los metales en miles de aplicaciones en la industria y al mejoramiento de las propiedades metálica por medio de aleaciones apropiadas.

Conocer la habilidad y grado de comprensión del estudiante para explicar y predecir el comportamiento de los materiales empleando las características de la estructura cristalina de los materiales, sus diagramas de fase y tratamientos térmicos.

TEMA - SOLIDIFICACION Y TRANSFORMACIONES DE FASE

JUSTIFICACIÓN

El estudio de la solidificación proporciona al estudiante la habilidad para comprender los conceptos básicos relacionados con los materiales en estado líquido y su transformación al estado sólido.

CONTENIDO

- Metal fundido: Consideraciones experimentales: Cambio de volumen del metal fundido, calor latente y entropía de fusión,
- Nucleación: Nucleación homogénea y heterogénea, velocidad de nucleación.
- Crecimiento: La estructura de interfase, interfase de crecimiento, crecimiento normal, crecimiento por nucleación superficial, crecimiento en las imperfecciones, defectos de crecimiento.

- Solidificación de fases simples de metales y aleaciones
- Metal puro, efecto del soluto redistribuido en las aleaciones,
- Diagramas de fase: Diagramas de equilibrio de fases binarios, reglas para su lectura reacción eutéctica, peritéctica, monotéctica, eutectoide, peritectoide, reacciones orden-desorden, transformaciones alotrópicas, diagramas de equilibrio de fases ternarios, dos fases en equilibrio, tres fases en equilibrio, equilibrio eutéctico, equilibrio peritéctico, cuatro fases en equilibrio, equilibrio eutéctico, equilibrio peritéctico.
- Segregación: Micro segregación, segregación celular, dendrítica, borde de grano, marco segregación, segregación normal, segregación inversa, segregación por gravedad.

TEMA - ENDURECIMIENTO, CONFORMADO Y FRACTURA DE MATERIALES

JUSTIFICACIÓN

Los mecanismos básicos de la deformación plástica y endurecimiento de los materiales usando la teoría de las dislocaciones como herramienta fundamental permite explicar la respuesta de un material a las diferentes sollicitudes mecánicas y térmicas.

CONTENIDO

- Mecanismos de deformación en los cristales – Cohesión y rigidez
- Causas de endurecimiento
- Restauración de propiedades, intercepción de dos dislocaciones y el endurecimiento,
- Endurecimiento por solución sólida
- Endurecimiento por precipitación,
- Endurecimiento por deformación,
- Endurecimiento por afino de tamaño de grano,
- Endurecimiento por transformación martensítica
- Origen, detección y prevención de fallas.
- Mecanismos de fractura
- Fractura de materiales no metálicos
- Origen y prevención de fallas en los metales
- Mecánica de la fractura
- Tipos de fracturas
- Resistencia cohesiva teórica de los metales
- Teoría de Griffith sobre la fractura frágil
- Modificaciones de la teoría Griffith y su aplicación a la fractura frágil velocidad de propagación de las grietas
- Fractura dúctil
- Efecto en las entallas en la fractura

- Fractura producida por tensiones combinadas Efecto de una presión hidráulica elevada sobre las fracturas
- Fragilización por el hidrogeno
- Estructura básica de los procesos de manufactura
- Procesos de forja
- Laminación de materiales
- Extrusión de materiales
- Trefilación de materiales
- Embutido

TEMA - TRATAMIENTOS TERMICOS

JUSTIFICACIÓN

El estudio de los tratamientos térmicos de las aleaciones metálicas permiten entender la forma de modificar las propiedades mecánica y adaptar la pieza o componente de una estructura para uso industrial

CONTENIDO

- Clasificación y designación de aceros
- Formación de la austenita: Métodos de formación, formación isotérmica de la austenita, diagrama de calentamiento continuo
- Transformación de la austenita: Factores que la afectan, diagramas de transformación y productos de transformación
- Templabilidad: Métodos de evaluación de la templabilidad: ensayo Jominy, ensayo SAC, criterio del diámetro crítico ideal, aplicaciones y limitaciones
- Métodos de endurecimiento por TT.: Tipos de temple, temperatura de austenización, tiempo de sostenimiento. Medios de enfriamiento: mecanismo de enfriamiento de temple, factores que lo afectan, métodos para la evaluación del poder de enfriamiento, características y selección del medio de enfriamiento.
- Revenido: Etapas del revenido (endurecimiento secundario), fragilidad por revenido, características del proceso de revenido.
- Endurecimiento superficial por T.T.: Temple superficial al soplete, por inducción, otro métodos por cambio de estructura.
- Endurecimiento superficial por cambio de composición: Cambio de composición en la superficie, atmósferas protectoras, cementación del acero, nitruración, carbo -nitruración. Otros métodos.
- Recocido y Normalizado: Tipos. Procedimiento.
- Tratamientos térmicos de otros materiales metálicos
- Defectos asociados a los tratamientos térmicos

TEMA - MATERIALES

JUSTIFICACIÓN

La tecnología moderna se desarrolla sobre la base de una adecuada selección de estudio profundo e investigación constante de la ingeniería.

Suministrar un amplio panorama del mundo de los Materiales compuestos, poliméricos y metálicos sus constituyentes, procesos de conformado, las aplicaciones particulares y la normativa existente en esta disciplina

CONTENIDO

- Propiedades de los materiales metálicos
- Propiedades de los materiales cerámicos
- Propiedades de los materiales compuestos
- Propiedades de los materiales poliméricos
- Selección de materiales
- Aplicación de los materiales.

- **TENDENCIAS EN LA FORMACIÓN DE LOS INGENIEROS DE METALURGIA**

El desarrollo de la ingeniería metalúrgica en el país, se ha fundamentado en la necesidad de la industria nacional (siderúrgica, metalmeccánica, de minas y de petróleos) de contar con profesionales que apoyen los avances de la tecnología y sean los gestores de una verdadera innovación industrial.

La experiencia lograda en el campo docente, investigativo e industrial, durante tantos años de trabajo, se ha visto reflejada en la vinculación activa y permanente de los ingenieros metalúrgicos a la comunidad académica, científica e industrial, tanto a nivel nacional como internacional y en la participación en el establecimiento y fortalecimiento de convenios con la industria y con otras instituciones nacionales e internacionales.

Las Escuelas de Ingeniería Metalúrgica han acumulado gran experiencia en el campo de la extracción, el procesamiento y la caracterización de minerales, así como en los procesos de fabricación y evaluación de un sin número de piezas y partes que comúnmente eran fabricadas de diversos metales. Esto hace que el aporte que han dado al desarrollo de país sea evidente.

Algunos ejemplos de las contribuciones realizadas en el campo metalúrgico son: el manejo y tratamiento de minerales, las investigaciones en procesos de extracción y refinación de metales preciosos, el desarrollo de procesos de adaptabilidad de metales con fines industriales, la adecuación de procesos de conformado de metales, la caracterización y búsqueda de utilización de aleaciones, especialmente de aceros, el control de corrosión y otras características físicas y mecánicas de los materiales, las investigaciones para disminuir las contaminaciones de los procesos metalúrgicos al medio ambiente, el estudio del deterioro y falla de los materiales, entre otras.

A pesar de la labor realizada, la necesidad planteada en esa última década del desarrollo de nuevas materias primas y de su tratamiento por métodos no convencionales, ha generado un giro importante en las actividades de las industrias metalmeccánica y de procesos hacia el conocimiento y desarrollo de nuevos materiales (polímeros, cerámicos y compuestos) y hacia la aplicación de nuevos procesos en la fabricación de estos nuevos materiales, que poco a poco y en algunos campos de aplicación irán desplazando a los metales convencionales. Este fenómeno ha obligado a replantear los programas de Metalurgia y sus actividades académicas, administrativas y de investigación.

De esta manera, las Escuelas de Ingeniería Metalurgia conscientes de la importancia del conocimiento y desarrollo de nuevos materiales, y ante la necesidad de crear una infraestructura científica y tecnológica, acorde con las políticas de desarrollo del país, han iniciado trabajos en campos del conocimiento de nuevos materiales y están dirigiendo sus fuerzas hacia la identificación de necesidades de la industria nacional.

Es así como se han generado planes de desarrollo que permiten la renovación de las actividades académicas y administrativas, así como la preparación de docentes e investigadores en temas de actualidad en el campo de los materiales.

Los nuevos enfoques han hecho que las Escuelas entren en la dinámica de la reforma curricular y como parte de esta se está dando un cambio del nombre de los programas que ofrecen. Por un lado, unas escuelas conservan como nombre de su programa el de Ingeniería Metalurgia, otras han cambiado a Ingeniería Metalurgia y finalmente en otras universidades, simplemente han creado el programa de Ingeniería de Materiales.

A pesar de esto, se ha observado que independientemente del nombre de los programas, todas las escuelas están concentrando sus esfuerzos en la formación de ingenieros que, en el campo profesional, tengan un vasto conocimiento en las nuevas tecnologías de fabricación y caracterización de nuevos materiales, de tal forma que las variaciones en el pensum de los diferentes programas ofrecidos son muy pequeñas.

Dadas las exigencias actuales de la sociedad, se ha visto que en Colombia se requiere avanzar en áreas como la biotecnología, la microelectrónica, la informática, la química fina y los materiales, para

evitar quedarnos a la zaga de los adelantos mundiales. En el campo de los materiales han venido trabajando marginalmente los físicos, los químicos, los ingenieros Metalúrgicos y algunos integrantes de profesiones afines, sin embargo el trabajo debe ser aun mayor. Es por esta razón que los programas de Metalurgia están dirigiendo sus esfuerzos hacia la formación de ingenieros con una fuerte fundamentación en las siguientes áreas:

- Ciencias básicas
- Básicas de Ingeniería
- Aplicación profesional
- Socio-humanística
- Económico-administrativas

Las tendencias de formación en las diversas áreas cubren la profundización en los siguientes temas:

- Preparación y adecuación de Materias primas para la producción de materiales. En esta área es de especial interés el conocimiento no solo de minerales básicos para la preparación de metales, sino también el conocimiento de diversos materiales orgánicos y de óxidos para la preparación de polímeros y de cerámicos, respectivamente. De igual manera, es de gran importancia profundizar en la utilización de modernas técnicas de preparación de materias primas y contar con la infraestructura adecuada para ello.
- Conocimiento de la estructura interna de los materiales y su relación con las propiedades que caracterizan el comportamiento de los mismos. En este aspecto es muy importante tener un conocimiento bastante profundo a cerca de la estructura interna de los materiales, a nivel atómico, electrónico y cristalino, ya que esto proporciona las bases para predecir el comportamiento de una material y al mismo tiempo determina la manera como este puede ser modificado en su propiedades por procesos de transformación posteriores a su obtención.
- Conocimiento de los procesos de Manufactura de diversos materiales (metálicos, poliméricos, cerámicos y compuestos) que permitan la obtención de componentes y equipos de alta calidad para su uso en la sociedad. Es importante profundizar en el conocimiento de modernos procesos de manufactura para la obtención de diversos materiales. En Colombia, este aspecto muchas veces se limita a la extracción de materia prima, que pocas veces es sometida a procesos de enriquecimiento tecnológico, y pasa a ser rápidamente conformada para obtener la pieza deseada por métodos poco ortodoxos, de tal manera que estamos siempre dependiendo de las importaciones.
- Conocimiento de diversas técnicas de evaluación y caracterización de materiales que permitan determinar el comportamiento de un componente o de un equipo antes, durante y después de su fabricación. Aquí se incluyen técnicas de evaluación estructural y mecánica, tanto destructivas como no destructivas, y técnicas avanzadas de caracterización química y física. Todo esto contribuirá al desarrollo y a la optimización de diseño de materiales, el cual es aun muy incipiente en nuestro país.

En el campo de la fundamentación socio-humanística, se ve que cada vez se hace más necesario que el futuro profesional adquiera una visión mucho más amplia de su entorno, que tenga un mayor conocimiento de los problemas del medio y que de la misma manera tenga las suficientes herramientas para interactuar con la sociedad y en la medida de sus capacidades de participar de la

solución de los problemas de esta. Se resalta aquí la importancia de una formación con atributos de relevancia social, donde el estudiante pueda acceder al dominio de la lengua castellana y de la lengua inglesa, de tal forma que estas le proporcionen competencia en la comunicación a todo nivel. De igual manera que el estudiante pueda acceder fácilmente a la utilización de las herramientas informáticas, sin que ellas se conviertan en obstáculo para el entendimiento básico del funcionamiento y el análisis de las situaciones.

Se recalca también la idea de una formación bajo criterios de flexibilidad e integridad, donde se le brinde al estudiante la oportunidad de utilizar tiempos y espacios que lo enriquezcan en temas diferentes a los de su diario aprender profesionalizante, donde el estudiante pueda experimentar lo que su pensamiento lo lleva a investigar. Todo esto sin olvidar el componente de integridad, en donde el aprender va mas allá de preguntarse por las cosas y se traslada a un preguntar por el como ejercer la propia ciudadanía de una manera moderna, pero éticamente orientada.

DEFINICIÓN DE INGENIERÍA METALÚRGICA

La ingeniería Metalúrgica y de Materiales es la profesión que reúne los principios científicos y tecnológicos relacionados con la estructura interna, las propiedades y el procesamiento de los materiales, utilizando estos conocimientos fundamentales y aplicados para convertir los materiales en productos necesarios y útiles para la sociedad.

OBJETO DE ESTUDIO DE LA PROFESIÓN

El programa de Ingeniería Metalúrgica busca la formación de profesionales con altos valores éticos y morales, que sean los gestores de un verdadero desarrollo industrial, promotores del mejoramiento continuo del nivel de vida de la sociedad, respetuosos del medio ambiente y de los sistemas ecológicos. Profesionales comprometidos con la búsqueda del mejoramiento continuo y la excelencia en la calidad, con el desarrollo e implantación de nuevos sistemas de beneficio de minerales, con la optimización de procesos metalúrgicos, con el diseño y fabricación de materiales convencionales y nuevos materiales y con la adecuada selección, evaluación y protección de los mismos.

PERFIL OCUPACIONAL

El campo de acción del Ingeniero Metalúrgico es amplio y variado, esto le permite su desempeño en organizaciones productivas de bienes y servicios, relacionadas con la gran cantidad y diversidad de materiales y procesos de producción existentes en el mercado.

El ingeniero Metalúrgico, también puede llegar a desempeñarse en Centros de Investigación aplicada, dirigida al desarrollo de nuevos materiales. Al mismo tiempo, su formación le permite generar proyectos empresariales propios de su área de conocimiento.

Su campo de acción se puede definir desde dos puntos de vista:

Desde el punto de vista del fabricante, el ingeniero metalúrgico y de materiales podrá desempeñarse en el diseño, los procesos de fabricación y la aplicación de los materiales

Desde el punto de vista del usuario, el ingeniero metalúrgico y de materiales podrá desempeñarse en la selección, el comportamiento en servicio, la inspección y verificación o evaluación de integridad y vida residual de los equipos.

TÍTULO A QUE CONDUCE

Actualmente las Universidades que ofrecen los programas de Ingeniería Metalurgia y Ingeniería Metalurgia y Materiales, ofrecen en título de “Ingeniero Metalúrgico”, sin embargo estas últimas muy probablemente ofrecerán el título de “ingeniero Metalúrgico y de Materiales”. Por otra parte, los programas de Ingeniería de Materiales, ofrecen el título de “Ingeniero de Materiales”.

PERFIL PROFESIONAL

El Ingeniero Metalúrgico es un profesional que combina sabiamente el conocimiento que posee de las ciencias básicas, con el dominio profundo de los principios que rigen la ingeniería. Esta especial condición, le permite aplicar todo su saber al desarrollo, diseño y mejoramiento de procesos que conllevan a la obtención de diversas materias primas; las cuales adapta y convierte en productos útiles a la comunidad, sin olvidar en ningún momento la preservación del medio ambiente.

El conocimiento adquirido a lo largo de su formación profesional le permite, además, relacionar la estructura de los materiales con sus propiedades físicas, químicas y mecánicas, con lo cual puede entrar a diseñar, seleccionar y controlar la calidad de dichos materiales, al mismo tiempo que puede participar en la inspección y control de procesos y materiales utilizados como partes y piezas de diversos equipos.

Desde el punto de vista ético, cultural y humano, es un profesional con una amplia formación integral, que le permite adaptarse e integrarse fácilmente a la sociedad, manteniendo siempre su respeto por el ser humano.

Un profesional con deseos de información y formación continua, con habilidades para transferir, adoptar y adaptar nuevas tecnologías en beneficio de la comunidad.

Un profesional con una formación adecuada en las nuevas tecnologías de la informática, simulación y modelamiento, con habilidades de comunicación con instituciones y profesionales, a nivel nacional e internacional, afines a su área de desempeño, un profesional conocedor de la realidad socioeconómica del país, en conclusión un profesional con una amplia formación integral.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO QUE RECOMIENDA AGREGAR

CONTENIDO PROGRAMÁTICO QUE RECOMIENDA SUPRIMIR

**COMPETENCIA DEL INGENIERO METALÚRGICO ASOCIADAS A SUS DIFERENTES ÁREAS
DE FORMACIÓN**

INGENIERÍA DE MINAS

- **CONTENIDOS BÁSICOS DE INGENIERÍA DE MINAS**

ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA

SUBÁREA DE CIENCIAS DE LA TIERRA

OBJETIVO GENERAL

Las Ciencias de la Tierra son la ciencia básica en la formación de ingenieros de Minas, que comprende el conocimiento de la tierra como planeta, su dinámica y los recursos de ella. Los saberes en esta área, son parte de la formación integral de un Ingeniero de Minas, el cual se dedica a la explotación de recursos minerales extraídos del subsuelo.

TEMA - CIENCIA DE LOS MATERIALES

JUSTIFICACIÓN

La Ciencia de los Materiales dentro del contexto moderno proporciona los elementos fundamentales del conocimiento de los materiales de ingeniería, incluidos las rocas, minerales (materiales naturales), como materiales sintéticos. El estudio de las propiedades de los materiales para su posterior aplicación en la Ingeniería de Minas son una herramienta fundamental para la determinar condiciones de uso de materiales específicos en operaciones mineras.

CONTENIDO

- Concepto de material. Tipos de materiales Industriales. Su Importancia Ingenieril y económica. El ciclo de los materiales.
- Estructura, arreglo y movimiento de los materiales: del átomo a los sólidos, líquidos y gases. Cristales y materiales amorfos. Defectos de los materiales
- Propiedades y factores a tener en cuenta en la selección de los materiales.
- Soluciones, aleaciones y mecanismos de endurecimiento.
- Diagramas de fase.
- Principios básicos sobre la obtención de los materiales a partir de procesos Integrados y del reciclaje.

TEMA – GEOLOGÍA GENERAL

JUSTIFICACIÓN

La Geología General hace parte de la formación en ciencias básicas que deben poseer los ingenieros de Minas. Los conocimientos desarrollados en esta área permiten que este profesional comprenda, analice y utilice información para interpretación del comportamiento dinámico de los depósitos minerales, aguas subterráneas, etc.

CONTENIDO

- La tierra como planeta: Origen y tiempo geológico
- Estructura interna de la tierra y la corteza terrestre
- Dinámica de la tierra
- Recursos de la tierra

TEMA - MINERALOGÍA

JUSTIFICACIÓN

El estudio de la estructura de los minerales, sus transformaciones y la caracterización de éstos es una poderosa herramienta la el estudio de la tierra y su dinámica.

CONTENIDO

- Mineralogía determinativa.
- Química mineral
- Uso de los minerales
- Transformación de minerales.
- Cristalografía
- Estructura interna de los minerales.
- Forma externa (macroscópica y microscópica) de los minerales
- Propiedades físicas y sus implicaciones en la determinación, uso y procesamiento de los minerales
- Minerales como fuente de elementos químicos específicos.
- Minerales como materia prima de diversos tipo de materiales cerámicos, metálicos y compuestos.
- Mineral como producto de procesos naturales y artificiales.
- Transformación de minerales y estabilidad fisicoquímica.
- Leyes que gobiernan la formación de los sólidos inorgánicos con especial énfasis en materiales cristalinos y su relación con sus transformaciones
- Vidrios y fases vítreas de materiales minerales y materiales sintéticos y naturales.

TEMA – PETROGRAFÍA

JUSTIFICACIÓN

El Ingeniero de Minas debe describir y clasificar diferentes tipos de rocas que forman parte de la corteza terrestre. Esta aplicación es importante en la descripción de macizos rocosos, evaluación y modelamiento de depósitos minerales, entre otros aspectos.

CONTENIDO

- Petrografía de rocas ígneas.
- Petrografía de rocas metamórficas.
- Petrografía de rocas sedimentarias

TEMA - GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

JUSTIFICACIÓN

El Ingeniero de Minas aplica elementos de geología estructural para el planeamiento y diseño de explotaciones mineras y demás excavaciones en roca. Los conocimientos en esta subarea son fundamentales para el desempeño de los ingenieros en esta rama de la ingeniería.

CONTENIDO

- Metodología para las exploraciones geológicas de campo y para la elaboración de planos y perfiles geológicos.
- Las estructuras geológicas mayores y menores.
- Lectura y elaboración de planos y perfiles estructurales.
- Geoestadística de discontinuidades estructurales.
- Concepciones científicas relacionadas con esfuerzos y, deformaciones, niveles estructurales
- Introducción a la tectónica de placas.

SUBAREA INTERDISCIPLINARIA

OBJETIVO GENERAL

El área Interdisciplinaria tiene como objetivo familiarizar al estudiante de Ingeniería de Minas con conocimientos y metodologías pertenecientes a áreas que no corresponden al campo de acción directo del ingeniero de minas, pero que resultan indispensables para el ejercicio adecuado de su profesión, como son la Computación, el Análisis Numérico, la Electricidad, la Electrónica, los Sistemas de Control, la Ingeniería Ambiental y la Seguridad Industrial. Estos conocimientos resultan fundamentales para que el ingeniero de minas pueda interpretar la tecnología incorporada en las máquinas, equipos y procesos actuales, así como lograr su aplicación eficiente en el diseño, implementación y mantenimiento de nuevas máquinas y procesos. Así mismo, esta formación le facilitará al futuro ingeniero de minas el trabajo interdisciplinario con profesionales de otras ramas de la Ingeniería.

TEMA - INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

JUSTIFICACIÓN

Las herramientas avanzadas en Investigación de Operaciones le permitan al Ingeniero de Minas estudiar y planificar sistemas complejos, con el fin de plantear alternativas que en lo posible sean óptimas para su adecuado funcionamiento, tales como: Programación Lineal, Programación Dinámica y Programación y Control.

CONTENIDO

- Programación Lineal
- Programación entera y no lineal
- Programación dinámica

TEMA - COMPUTACIÓN

JUSTIFICACIÓN

El uso de los computadores es común en todas las áreas de actividad de la humanidad hoy día. En el campo de la Ingeniería se utiliza para muchas labores tales como bases de datos, computación gráfica, CAD/CAM, diseño asistido ya sea mediante programas especializados o mediante programas elaborados por el ingeniero, y muchas otras aplicaciones como control de proyectos, mantenimiento de equipos y conjuntos de equipos, comunicación y transferencia de datos a través de redes, grupos de discusión a través de redes mundiales, etc. Los ingenieros deben conocer acerca de la estructura común y básica de los computadores, la estructura común de los lenguajes de programación y la programación para realizar cálculos mediante todo tipo de operaciones aritméticas y lógicas.

CONTENIDO

- El computador u ordenador digital, partes que lo componen. Funcionamiento de las partes. Procesamiento de datos dentro del computador. Sistema binario y su uso para la codificación de información en forma de texto, datos e instrucciones. Lenguajes de programación: para qué sirven.
- Algoritmos y programación. Ayudas acerca del orden que debe tenerse en los procesos de programación. Programación estructurada. Documentación de los programas.
- Instrucciones de asignación. Operaciones aritméticas y su simbología. Precedencia de operaciones. Instrucciones lógicas y su representación numérica. Y, O, No. Resultado de instrucciones lógicas.
- Condicionales y secuencias de repetición: Secuencias Si (condición 1) entonces si (condición 2) . En caso contrario (condición) ... fin. Instrucciones de repetición. Secuencias para índice = a hasta b hacer ... fin. Secuencias Mientras que (condición) hacer ... fin.
- Vectores y matrices. Representación y direccionamiento. Algoritmos para la realización de operaciones de adición y varios tipos de producto.
- Archivos y su representación. Archivos físicos: teclado, pantalla, discos, CD Roms, otros. Archivos lógicos y su utilización dentro de la construcción de algoritmos. Archivos secuenciales y operaciones con archivos: lectura y escritura secuencial, adición de datos.

- Instrucciones de entrada y salida con y sin formato.
- Consideraciones acerca de la complejidad y eficiencia de los algoritmos.

TEMA - ESTADÍSTICA Y PROBABILIDAD

JUSTIFICACIÓN

Para su actividad profesional, y especialmente para labores de investigación, el ingeniero de minas debe estar en capacidad de manejar y hacer el análisis de diferentes tipos de datos, inferir comportamientos futuros de las variables a partir de la información que posea, entender el concepto de probabilidad y efectuar cálculos sencillos al respecto; distinguir las variables aleatorias, discretas y continuas; aplicar los conceptos de inferencia, regresión y muestreo en problemas asociados a la Ingeniería de Minas.

CONTENIDO

- Tipos de variables, series estadísticas, distribución de frecuencias, representación gráfica.
- Representación de datos estadísticos: medidas de tendencia central; promedios, propiedades, interpretación; medidas de posición (mediana, media, moda).
- Medidas de dispersión: varianza, desviación típica.
- Introducción a las probabilidades: cálculo combinatorio (permutaciones y combinaciones), medida de probabilidad.
- Variables aleatorias: variable aleatoria discreta, función de probabilidad y función de distribución; distribución binomial, variable aleatoria continua, función de densidad, valor esperado; distribución normal.
- Regresión y correlación. Conceptos básicos.
- Nociones de muestreo.

TEMA - ANÁLISIS NUMÉRICO

JUSTIFICACIÓN

En las labores de diseño que realizan los Ingenieros de Minas, es frecuentemente necesario resolver ecuaciones o sistemas de ecuaciones y representar por medio de una ecuación una serie de datos, ya sean éstos extraídos de tablas publicadas o generadas mediante experimentos o ensayos. Con mayor frecuencia se requiere la solución de problemas en los que influye la variable tiempo, lo cual lleva a resolver ecuaciones diferenciales y a modelar los sistemas de ingeniería mediante funciones y ecuaciones diferenciales, y a presentar los resultados mediante gráficas de toda índole, generadas a partir de los resultados numéricos. Se requiere así mismo entregar un análisis de los resultados de las operaciones realizadas por medio del computador y, en ocasiones, diseñar esquemas numéricos eficientes que permitan obtener resultados apropiados en un tiempo razonable.

CONTENIDO

- Precisión y exactitud. Redondeo y truncación. Orden de magnitud. Error absoluto y porcentual. Error en la evaluación de funciones de una ó más series de datos. Interpolación

y aproximación.

- Vectores y matrices. Operaciones básicas y algoritmos para realizarlas. Producto de matrices e inversa matricial. Diagonalización y triangularización. Refinación de operaciones. Matrices dispersas y su representación. Matrices singulares. Solución de sistemas de ecuaciones lineales por inversión matricial y por métodos de triangularización (Gauss-Jordan), por diagonalización y por sustitución sucesiva (Gauss–Seidel).
- Raíces de funciones. Polinomios. Métodos numéricos para la evaluación de raíces: sustitución sucesiva, método de Newton. Sistemas de ecuaciones no lineales simultáneas, solución por sustitución sucesiva, solución por el método de Newton-Raphson.
- Representación de funciones por medio de series. Series de Taylor.
- Integración y diferenciación numérica.
- Ecuaciones diferenciales: problemas de valor inicial, ecuaciones de primer orden. Método de Euler. Métodos de Adams y Runge-Kutta. Problemas de valor inicial en dos o más ordenes. Problemas de valor de frontera. Algoritmos de solución: métodos de Euler, Adams y Runge Kutta, métodos de refinación de pendiente.
- Optimización. Condiciones para el mínimo de una función sin restricciones. Métodos de gradiente y de direcciones conjugadas. Optimización con restricciones de igualdad: multiplicadores de Lagrange. Métodos numéricos para encontrar el mínimo de una función con restricciones. Programación lineal y dinámica.

TEMA - INGENIERÍA AMBIENTAL

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero de Minas debe estar en capacidad de aplicar los conocimientos científicos y tecnológicos del diseño de explotaciones mineras desde el punto de vista de un desarrollo sostenible, adoptando tecnologías limpias y prácticas de mejoramiento continuo de la gestión ambiental; comprender de manera integral la relación entre la problemática ambiental, las actividades productivas y el manejo sostenible de los recursos naturales, y desarrollar la capacidad de gestión interdisciplinaria en la búsqueda de preservar el ambiente. El manejo de relaves, desechos sólidos y efluentes ácidos cada vez se vuelve más complicado en el ámbito tecnológico.

CONTENIDO

- Definiciones de ecosistema, impacto ambiental, desarrollo sostenible, producción limpia, desarrollo y medio ambiente, recursos naturales, deterioro y preservación, licencia ambiental.
- Clima, recurso natural del aire, contaminantes, control y normas. Atmósfera, composición, propiedades. Fuentes de contaminación. Emisiones de óxidos relacionados con la combustión y compuestos de azufre. Uso de la energía y su relación con la contaminación del aire. Contaminación térmica.
- Contaminación hídrica: compuestos de naturaleza tóxica, sólidos en suspensión. Contaminación térmica, vertimientos, plantas de desmineralización y lixiviados. Factores de calidad del agua, normas y legislación. Administración y gestión ambiental.
- Límites permisibles de ruido. Técnicas de reducción.
- Riesgos profesionales en las operaciones de un proceso industrial. Clasificación de los contaminantes físicos y químicos existentes en ambientes industriales. Límites permisibles.

Campañas de prevención de accidentes y visitas industriales. Técnicas de planeación en saneamiento. Equipos de control de la contaminación.

TEMA - SEGURIDAD MINERA

JUSTIFICACIÓN

La preservación de la integridad física de los trabajadores en las operaciones mineras es de vital importancia. Los fundamentos de esta actividad deben ser claros en un ingeniero de Minas y forman parte de la formación integral. Por otra parte, la prevención y control de riesgos profesionales y de accidentes tecnológicos es cada vez más exigida por parte de la sociedad, para evitar daños al medio ambiente, a los bienes económicos y recursos humanos, por lo cual estos temas también deben hacer parte de la formación básica de este profesional.

CONTENIDO

- Aspectos generales: definiciones, H.S.E.Q. (Health, Safety, Environment, Quality).
- Control de la accidentalidad: accidentes – incidentes, elementos, causas y efectos, investigación y análisis de accidentes-incidentes, elementos de protección personal.
- Seguridad en los procesos mineros: la seguridad aplicada al diseño de equipos, normas, códigos y buenas prácticas de seguridad en el diseño de minas
- Efectos prácticos en la prevención del fuego y las explosiones mineras.
- Análisis de riesgos en los procesos: la experiencia acumulada, análisis por el modo de falla y sus efectos (AMFE), análisis por árbol de fallas, estudios de riesgos y operabilidad (HAZOP), índice de fuego y explosión (DOW).
- Higiene minera: identificación de los agentes de riesgos físicos, químicos y biológicos presentes en el ambiente de trabajo; factores físicos (ruido, temperatura, radiaciones).
- Socorro y salvamento minero.
- Bases para la organización y administración de los programas de salud ocupacional.

TEMA - LEGISLACIÓN MINERA Y AMBIENTAL

JUSTIFICACIÓN

La legislación minera y ambiental es uno de los elementos interdisciplinarios que un Ingeniero de Minas debe tener actualizado dentro de su formación integral.

CONTENIDO

- Código de Minas

SUBAREA DE MECÁNICA APLICADA

OBJETIVO GENERAL

La mecánica aplicada en la formación de Ingenieros de Minas posee como objetivos:

- Proporcionar los conocimientos fundamentales para el tratamiento macroscópico de la deformación y el flujo generado por esfuerzos de contacto sobre un material y especialmente en rocas y macizos rocosos.
- Proporcionar los conocimientos y desarrollar las habilidades y destrezas que le permitan plantear y resolver problemas prácticos y teóricos de deformación y flujo de las diferentes áreas de actividad de su profesión.
- Comprender y plantear ecuaciones constitutivas de materiales de uso común en ingeniería, incluyendo las rocas.
- Proporciona los conocimientos de reología de necesarios para comprender sólidos, fluidos y suspensiones.
- Proporcionar las herramientas básicas para comprensión del análisis de deformaciones y deformaciones permanentes.

TEMA – ESTÁTICA

La Estática como parte de la Mecánica, estudia los cuerpos en reposo comp. Respuesta al equilibrio generado por fuerzas que actúan sobre ellos. Los Ingenieros de Minas requieren de un buen conocimiento de esta área de la mecánica en el estudio de excavaciones en roca, además de otra variedad de aplicaciones indirectas en el ejercicio de la profesión.

CONTENIDO

- Análisis vectorial: suma gráfica, trigonométrica y analítica, vectores: unitarios, resultante y posición en dos y tres dimensiones, producto escalar.
- Equilibrio de una partícula en dos y tres dimensiones, diagrama de cuerpo libre.
- Cuerpos rígidos: sistemas de fuerzas equivalentes, producto vectorial, momento de una fuerza, momento de un par de fuerzas, sistema equivalente de fuerzas y momentos. Equilibrio en dos y tres dimensiones.
- Análisis estructural: métodos de nudos y secciones, marcos y máquinas, análisis de fuerzas internas y externas.
- Fuerzas en vigas: clases de cargas, ecuaciones y diagramas de cortante y de momento flector.
- Fuerzas distribuidas: Hidrostática
- Centroides y centros de gravedad: de líneas, áreas y de cuerpos compuestos.
- Momentos de inercia por áreas y por integración, teorema de ejes paralelos, momento polar de inercia, radio de giro.

TEMA – DINÁMICA

JUSTIFICACIÓN

El Ingeniero de Minas debe poseer un amplio conocimiento de los sistemas de fuerzas y torques de contacto y su aplicación a los procesos dinámicos y a la identificación y/o determinación de un estado de esfuerzos.

CONTENIDO

- Sistema de fuerzas y torques
- Potencia mecánica y trabajo
- Axiomas de la mecánica: Ley de conservación de momentum lineal y de momentum angular
- Balance macroscópico de momentum
- Principio del esfuerzo de Cauchy y leyes de Cauchy
- Estado de esfuerzos
- Proceso dinámico
- Procesos dinámicos equivalentes

TEMA – RESISTENCIA DE MATERIALES

JUSTIFICACIÓN

Dentro de la formación de un Ingeniero de Minas, la resistencia de materiales proporciona las herramientas fundamentales para la aplicación de métodos analíticos en la solución de problemas de estabilidad de estructuras en roca, aplicando principalmente la teoría elástica.

CONTENIDO

- Elasticidad y postulados de la elasticidad
- Diagrama esfuerzo-deformación y ley de Hooke
- Análisis de deformaciones y círculo de Mohr.
- Análisis de fatigas y deformaciones
- Esfuerzos cortantes y momento flector
- Deformación de estructuras cargadas transversalmente

TEMA - MECÁNICA DE FLUIDOS

JUSTIFICACIÓN

Los Ingenieros de Minas requieren conocimientos que les permitan determinar el comportamiento de fluidos estáticos y en movimiento con el fin de evaluar los cambios sobre el campo de velocidad debidos a variaciones de presión, las fuerzas de contacto. Por otro lado, es necesario además conocer las variaciones de velocidad de partículas en medios líquidos, por lo que la velocidad de sedimentación de partículas y de sistemas particulados y la aplicación de estos conceptos son muy importantes para resolver diferentes problemas de la ingeniería de Minas, tales como: ventilación de minas, manejo de agua y de suspensiones en labores mineras y mineralúrgicas.

CONTENIDO

- Sustancias que se comportan como fluidos.
- Fluidos ideales y fluidos reales.
- Fluidos newtonianos. Viscosidad y su dependencia de la presión y de la temperatura.
- Estática de Fluidos: Hidrostática
- El medio continuo como campo de flujo. Campo de velocidades, líneas de corriente, líneas de trayectoria y líneas de trazado.
- Balance de fuerzas en un fluido ideal. Ecuaciones de Euler. Integración a lo largo y a través de las líneas de corriente. Ecuación de Bernoulli. Aplicaciones.
- Campo de presiones en fluidos estacionarios o que se mueven como cuerpos rígidos
- Regímenes de Flujo
- Análisis dimensional
- Balance de fuerzas en un fluido no ideal newtoniano. Ecuaciones de Navier-Stokes. Soluciones para el caso de geometrías simples y flujos permanentes.
- Cambio y conservación de la cantidad de movimiento (momentum) lineal y angular en fluidos
- Flujo de fluidos reales por el interior de tuberías. Solución de casos.
- Arrastre y sustentación en flujo por el exterior de superficies. Aplicaciones.

SUBÁREA DE TERMODINÁMICA

OBJETIVO GENERAL

La Termodinámica en la formación de Ingenieros de Minas posee los siguientes objetivos:

- Proporciona los conocimientos fundamentales de la teoría de potenciales termodinámicos y su análisis para la comprensión de los diferentes estados de equilibrio.
- Proporcionar los conocimientos y desarrollar las habilidades y destrezas que le permitan plantear y resolver problemas prácticos y teóricos de desplazamientos de equilibrios químicos y térmicos en un sistema determinado.
- Comprender y plantear las funciones de estados termodinámico para su aplicación a problemas específicos de la mineralurgia y la metalurgia extractiva.

- Comprender, los procesos de transformación propios de la metalurgia extractiva.
- Comprender la termodinámica de soluciones - gaseosas, sólidas y líquidas, con base en los fundamentos teóricos de los fenómenos de mezcla en procesos minero-metalúrgicos.

TEMA - DEFINICIONES Y TÉRMINOS EN TERMODINÁMICA

JUSTIFICACIÓN

Las definiciones fundamentales de la termodinámica y el claro dominio de magnitudes, conversión de unidades y análisis de dimensiones es de suma importancia en el dominio del ejercicio profesional del Ingeniero de Minas.

CONTENIDO

- Unidades, dimensiones y definiciones.
- El Sistema Internacional de Unidades (Sistema SI) y Otros sistemas de unidades
- El proceso de conversión: factores de conversión, la ecuación dimensional, ecuaciones de conversión (escalas de temperatura y presión).
- La homogeneidad dimensional y la conversión de ecuaciones.
- Gases ideales: ecuaciones empíricas, la ecuación de estado de los gases ideales. Mezclas de gases ideales: leyes de Dalton y Amagat.
- Principales formas de energía y concepto de trabajo
- Definición de sistemas: abiertos, cerrados y aislados

TEMA – LEYES Y FUNCIONES TERMODINÁMICAS

JUSTIFICACIÓN

El dominio cognitivo de las leyes de la termodinámica es fundamental para el ingeniero de Minas, respecto a su comprensión de procesos y eventos naturales y/o procesos desarrollados en la actividad ingenieril.

CONTENIDO

- La primera ley y aplicaciones
- La segunda ley de la termodinámica y la entropía. Aplicaciones
- La tercera ley de la termodinámica
- Funciones termodinámicas y aplicaciones

TEMA – EQUILIBRIO TERMODINÁMICO

JUSTIFICACIÓN

Los ingenieros de Minas deben poseer buenos conocimientos de equilibrio termodinámico para aplicaciones cotidianas en su actividad profesional y en el desarrollo conceptual de modelos en los que se fundamentan el diseño de redes de ventilación, química de explosivos, entre otros.

CONTENIDO

- Equilibrio de fases en sistemas de un solo componente mezcla gas-vapor
- equilibrio bifásico $H_2O(s)$ - $H_2O(l)$: representación en diagramas energía libre-temperatura, energía libre-presión. Variación de la energía libre con la temperatura y la presión.
- La ecuación de Clausius Clapeyron y sus aplicaciones
- Equilibrio químico heterogéneo: fases condensadas puras

TEMA – TERMODINÁMICA DE SOLUCIONES

JUSTIFICACIÓN

La termodinámica de soluciones es uno de los mínimos conocimientos termodinámicos que debe poseer un Ingeniero de Minas y que forma parte de la cultura general de un Ingeniero de esta rama de la Ingeniería.

CONTENIDO

- Leyes de Raoult y de Henry. Actividad termodinámica de un componente en solución
- La ecuación de Gibbs-Duhem.
- Funciones de estado para soluciones ideales, regulares y reales.

SUBÁREA DE EXPRESIÓN GRÁFICA

OBJETIVO GENERAL

La expresión gráfica forma parte del lenguaje empleado por los Ingenieros de Minas para expresar, registrar y compilar la información necesaria para el diseño, planeamiento y dimensionamiento de minas, estructuras en roca, plantas de beneficio y la presentación de estrategias y alternativas en el manejo de sistemas de explotación minera, entre otras.

La aplicación de la expresión gráfica en la Ingeniería de Minas se detalla en el análisis de estructuras geológicas, la lectura de mapas geológicos locales y regionales, en la presentación topográfica de avances en las explotaciones mineras y en general en el diseño y trazado de explotaciones mineras en superficie y bajo tierra.

TEMA - DIBUJO Y GEOMETRÍA DESCRIPTIVA

JUSTIFICACIÓN

Los principios básicos de dibujo y de la representación gráfica de puntos, líneas, planos y volúmenes es una herramienta básica para los ingenieros de Minas

CONTENIDO

- Sistemas de proyecciones múltiples
- Dibujo isométrico
- Secciones y dimensiones
- Geometría descriptiva

TEMA – TOPOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA DE MINAS

JUSTIFICACIÓN

Para los Ingenieros de Minas, la topografía y la topografía de minas son herramientas fundamentales, que con el apoyo del dibujo, permiten la formación integral en la expresión gráfica; lo que es muy útil en de trazados de minas, planeamiento y diseño de excavaciones en roca y de las otras obras de infraestructura y de apoyo a las operaciones mineras, desarrollando un manejo preciso de longitudes, áreas y volúmenes en un macizo rocoso.

CONTENIDO

- Errores y manipulación de datos topográficos
- Representación de áreas y volúmenes a partir de levantamientos topográficos
- Topografía de minas y métodos específicos de topografía minera
- Técnicas de nivelación, levantamiento de poligonales, determinación y manejo de áreas y volúmenes.
- Construcción y lectura de mapas y planos de excavaciones en roca
- Análisis de estructuras en rocas y de levantamientos geomorfológicos
- Mapeo de galerías y demás excavaciones
- Expresión gráfica de cortes de excavaciones en roca en superficie y bajo tierra.

SUBAREA DE GEOMECÁNICA Y MACIZOS ROCOSOS

OBJETIVO GENERAL

La Geomecánica en la formación de ingenieros de Minas, proporciona las herramientas y competencias en el manejo de macizos rocosos, introduciendo al futuro ingeniero en las técnicas para: la caracterización de discontinuidades, la clasificación de los diferentes tipos de rocas, la determinación de las propiedades físicas de las rocas y masas rocosas. Por lo tanto, la

Geomecánica proporciona al ingeniero de Minas la capacidad de analizar y aplicar los conocimientos orientados a la identificación y evaluación de deformaciones y fracturas sufridas por las rocas y masas rocosas generadas por esfuerzos tectónicos, predecir la estabilidad de estructuras en roca, determinar los niveles de fortificación necesarios cuando ello se requiere y además proporciona las herramientas necesarias para el control de la dinámica y la estática de las estructuras en roca y los soportes diseñados y empleados.

TEMA - MECÁNICA DE ROCAS

JUSTIFICACIÓN

La mecánica de rocas en la formación de ingenieros de Minas proporciona los conceptos básicos para el análisis de las propiedades de las rocas y de los macizos rocosos, introduciendo el estudio de las discontinuidades como una de las principales variables que debe comprenderse en la caracterización y análisis de la roca como elemento estructural (taludes, túneles, etc) o como elemento sobre el cual se le hace un trabajo (trituradores y molinos y explosivos)

CONTENIDO

- Parámetros ingenieriles de rocas y masas rocosas.
- Falla por concentración de esfuerzos
- Análisis de anisotropía en rocas y masas de roca
- Falla estructuralmente controlada y criterios de falla
- Fricción de rocas en planos de separación
- Mecanismos de falla por deslizamiento
- Introducción a la hidráulica de rocas
- Introducción a la reología de rocas y masas rocosas

TEMA - CARACTERIZACIÓN DE MACIZOS ROCOSOS

JUSTIFICACIÓN

La clasificación y caracterización de macizos rocosos es una herramienta de vital importancia para la orientación del diseño y dimensionamiento de estructuras en roca (túneles, taludes, presas, entre otras). Esta subarea debe ser una de las fortalezas de un Ingeniero de Minas, respecto a las demás ramas de la ingeniería.

CONTENIDO

- Teorías de clasificación de masas rocosas
- Parámetros de evaluación de calidad y competencia de rocas y masas de roca
- Representación gráfica de aspectos geológicos que caracterizan las masas de rocosas con fines de estabilidad.
- Determinación y evaluación de esfuerzos in situ

- Análisis de los estados de esfuerzos de macizos rocosos antes de las excavaciones

TEMA - SOSTENIMIENTO Y ESTABILIDAD DE MACIZOS ROCOSOS

JUSTIFICACIÓN

La comprensión de la dinámica y del equilibrio de masas de rocas es la base del diseño de excavaciones tanto minera como de obras civiles.

CONTENIDO

- Análisis de estabilidad y autoaporte
- Interacción roca-soporte y tipos de soporte
- Estrategias para el diseño de soportes para estructuras que se excavan en roca
- Métodos de diseño para la evaluación de estabilidad de estructuras que se construyen en roca.
- Dinámica de soportes y aspectos tiempo-dependientes de fortificaciones
- Manejo de señales y monitoreo de estabilidad y sistemas de soportes.

ÁREA DE INGENIERÍA APLICADA

SUBAREA DE GEOLOGÍA DE MINAS

OBJETIVO GENERAL

La Geología de Minas es uno de los pilares de la formación profesional de un ingeniero de Minas. Ella comprende las la exploración, prospección de depósitos minerales, además de la evaluación y estimación de reservas en depósitos minerales de interés económico.

TEMA - DEPÓSITOS MINERALES

JUSTIFICACIÓN

Para un ingeniero de Minas es necesario comprender los distintos tipos de depósitos y yacimientos minerales, entender los factores que controlan la mineralización de éstos, su origen y las características más relevantes sobre los ambientes geológicos en que se encuentran los depósitos minerales. Con este conocimiento geológico básico se espera que el ingeniero de minas utilice criterios más racionales para la búsqueda, evaluación y exploración de un yacimiento.

CONTENIDO

- Diferentes conceptos de tenor
- Depósitos minerales y yacimientos
- Condiciones de formación de yacimientos
- Clasificación de los yacimientos minerales
- Principios en la modelación de depósitos minerales

TEMA - PROSPECCIÓN Y EXPLORACIÓN MINERA

JUSTIFICACIÓN

La prospección y exploración de reservas minerales es la primera fase en el ciclo profesional de contacto con el depósito con miras a al explotación del recurso mineral.

CONTENIDO

- Técnicas de exploración: geofísicas, geoquímicas
- Fotogeología y sensores remotos
- Métodos directos
- Análisis de muestras y errores
- Representación de mapas y cortes con fines de prospección y exploración

TEMA - EVALUACIÓN Y ESTIMACIÓN DE RESERVAS MINERALES

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero de Minas debe comprender los principios teóricos y empíricos en que se basa la estimación de reservas minerales en lo que respecta a cantidad y calidad, dentro de un contexto económico ligado al tenor de corte el cual es el punto de partida de los aspectos costo-precio-valor del mineral.

CONTENIDO

- Estimadores determinísticos de la calidad y cantidad de minerales en un depósito
- Estimadores probabilísticas de la calidad y cantidad de minerales en un depósito
- Clasificación de reservas
- Análisis de inversiones y evaluación de reservas proyectada a futuro.
- Factores geopolíticos que afectan la estimación.

SUBÁREA DE TÉCNICAS DE EXPLOTACIÓN MINERA

OBJETIVO GENERAL

Las técnicas mineras para un Ingeniero de Minas incluyen la formación en sistemas de explotación, operaciones de apoyo como ventilación de minas, drenaje, cargue y transporte y perforación y voladuras de rocas. La evaluación de estos aspectos, permite establecer un buen diagnóstico acerca del futuro desempeño de los Ingenieros de Minas.

TEMA - SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN BAJO TIERRA

JUSTIFICACIÓN

Los sistemas de explotación bajo tierra comprenden las diferentes tecnologías que se usan para el arranque de mineral de los frentes de explotación subterráneos, y su posterior disposición para continuar la cadena productiva minera. Las excavaciones bajo tierra están orientadas fundamentalmente por el tenor de mineral económicamente explotable y las propiedades geomecánicas de la roca que forma parte del macizo rocoso.

CONTENIDO

- Definiciones y conceptos en excavaciones mineras subterráneas
- Diseño de excavaciones subterráneas
- Desarrollo preparación y explotación de paneles subterráneos
- Clasificación y descripción geométrica de los diferentes métodos de explotación subterráneos.
- Selección de métodos de explotación subterránea
- Dinámica de los esfuerzos en excavaciones subterráneas

TEMA - SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO

JUSTIFICACIÓN

Los sistemas de explotación a cielo abierto comprenden las diferentes tecnologías que se usan para el arranque de mineral de los frentes de explotación superficial, y su posterior disposición para continuar la cadena productiva minera. Las excavaciones a cielo abierto, están orientadas fundamentalmente por el tenor de mineral económicamente explotable y las propiedades geomecánicas de la roca que forma parte del macizo rocoso.

CONTENIDO

- Comparación económica entre sistemas de explotación a cielo abierto y subterráneos
- Diseño y dimensionamiento de taludes, bermas y tajos de explotación.
- Descripción, clasificación y selección de sistemas de explotación a cielo abierto
- Diseño de operaciones mineras a cielo abierto
- Manejo de diluciones operacionales
- Diseño de escombreras y botaderos que se disponen en superficie

TEMA – PERFORACIÓN Y VOLADURA DE ROCAS

JUSTIFICACIÓN

La perforación y voladura de rocas es la operación más importante en el arranque de mineral de la corteza terrestre. Un ingeniero de Minas debe poseer fuertes conocimientos en estos aspectos para dirigir, planear y diseñar estrategias de arranque.

CONTENIDO

- Ondas de deformación y fractura en el proceso de perforación y voladuras
- Tecnología de la perforación
- Perforación de rocas, mecanismos de penetración y corte mecánico e hidráulico de rocas
- Clasificación y características de los explosivos, química de los explosivos
- Mecánica de la detonación, los agentes explosivos y selección de los explosivos
- Diseño y optimización de voladuras
- Otros métodos de arranque

TEMA - VENTILACIÓN DE MINAS

JUSTIFICACIÓN

La ventilación de minas es una operación muy importante en la operación de minas subterráneas.

CONTENIDO

- Principios de la ventilación
- Medidas y cálculos en ventilación de minas
- Equipos en ventilación de minas
- Diseño y dimensionamiento de redes de ventilación: primarias y secundarias
- Descripción y caracterización de atmósferas mineras subterráneas

TEMA – MANEJO DE MINERALES

JUSTIFICACIÓN

El manejo de los minerales en las explotaciones mineras es en la actualidad una herramienta que sirve para controlar y reproducir especificaciones de calidad y cantidad de los minerales extraídos.

CONTENIDO

- Definiciones y conceptos del cargue, transporte, homogenización, disposición de minerales, manejo de relaves y de escombreras
- Sistemas de homogenización de mineral a granel y de suspensiones minerales
- Sistema de Transporte: Definiciones, equipos y diseño, control y simulación de sistemas de transporte.
- Sistemas de almacenamiento: Silos, tolvas y pilas
- Diseño de sistemas de disposición final de relaves y escombros
- Introducción al mantenimiento de equipo en explotaciones mineras

TEMA - DISEÑO Y TRAZADO DE MINAS

JUSTIFICACIÓN

Para el ingeniero de Minas, el diseño y trazado de minas es la concreción de su actividad ingenieril.

CONTENIDO

- Técnicas en el planeamiento minero
- Diseño de frentes de explotación
- La planeación y programación de la producción.

- Análisis técnico-económico de las variables de decisión que afecten la producción minera
- Trazado de minas y control de operaciones
- Expresión gráfica del diseño minero

TEMA - CIERRE DE MINAS

JUSTIFICACIÓN

Un ingeniero de Minas moderno, debe comprender el efecto del cierre o clausura de excavaciones mineras y su relación con su entorno o medio ambiente.

CONTENIDO

- Importancia del cierre de minas y el medio ambiente
- Diseño de estrategias de cierre de minas
- Introducción al control de aguas ácidas
- Control y manejo de subsidencia
- Introducción a la regeneración de suelos y paisajes

SUBAREA DE BENEFICIO DE MINERALES

OBJETIVO GENERAL

Los conocimientos fundamentales del beneficio de minerales hacen idóneo al ingeniero de Minas en la selección de los procesos y equipos más convenientes para las operaciones mecánicas de fragmentación y concentración de minerales, además de procesos de sedimentación, clarificación, principalmente.

TEMA - PROCESAMIENTO DE MINERALES

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero de Minas debe comprender los fundamentos teóricos y tecnológicos de los diferentes procesos de procesamiento de minerales, los cuales le permiten disponer de elementos para el diseño y dimensionamiento de estrategias de beneficio mineral.

CONTENIDO

- Distribuciones de tamaño y modelos de distribuciones granulométricas
- Conceptos en la liberación de minerales
- Caracterización de pulpas: densidad de pulpas, medidas de dilución, etc.
- Fundamentos de la conminución de minerales
- Conceptos en circuitos de fragmentación y clasificación (circuitos abiertos, cerrados,

normales, inversos)

TEMA – SEPARACIÓN DE MINERALES

JUSTIFICACIÓN

El procesamiento de minerales describe las operaciones de separación como clasificación (Separación de tamaño) y Concentración (separación de acuerdo a otras propiedades de los minerales) con fines de obtener concentrados comercialmente valiosos.

CONTENIDO

- Índices metalúrgicos
- Sistemas de clasificación de minerales
- Sistemas de concentración de minerales
- Sedimentación y filtración de minerales

- **TENDENCIAS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS DE MINAS EN COLOMBIA**

Aparte de la adaptación a la actualidad y realidad de los problemas nacionales, la Ingeniería de Minas tiene perspectivas interesantes: deberá enfrentar los nuevos retos tecnológicos de modernización, productividad y competitividad y llevar nuestra minería a nivel internacional; enfatizar en sus contenidos los aspectos, económicos, ambientales y de manejo de información, de tal modo que los nuevos profesionales acometan la tarea de compatibilizar la extracción y utilización de los minerales con la conservación del proceso productivo y los ecosistemas y prepararse para competir con los ingenieros que traiga al país la inversión extranjera.

EL ESTADO DEL ARTE Y LA PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

La producción de minerales en Colombia se realiza en una amplia gama de unidades de explotación en cuanto a la aplicación de tecnologías “que va desde minas como la de níquel en Cerromatoso S.A. –que es la primera productora de este metal en Suramérica, la tercera a nivel latinoamericano y que aporta el 12% de la producción mundial- o como la mina de El Cerrejón Zona Norte –la más grande explotación de carbón a cielo abierto del mundo, que participa con el 6% del mercado internacional de este mineral-, en las que se utilizan las más modernas técnicas de perforación, voladuras, movimiento de tierra y rehabilitación de terrenos, hasta pequeñas unidades de explotación artesanales, inseguras, nocivas al medio ambiente, principalmente productoras de oro, carbón, esmeraldas y materiales de construcción”¹.

Teniendo en cuenta la consideración anterior, estrictamente no podría hacerse una caracterización válida sobre el estado del arte de la Ingeniería de Minas en Colombia, porque es posible encontrar explotaciones con sistemas de avance, cargue y transporte de gran productividad y eficiencia, en medio de minas de corto alcance, con métodos de laboreo rudimentarios y en las que cualquier mejora administrativa y el más mínimo incremento en la organización de métodos y mecanización de operaciones puede considerarse como un avance importante. Es posible concluir en este aspecto que la Ingeniería de Minas en Colombia está en capacidad de proponer soluciones a los problemas actuales de la minería nacional y de dar respuesta a las necesarias inversiones que deberán realizar las empresas mineras en exploración, equipamiento, infraestructura, procesos de valor agregado, etc.

Las principales tendencias en la modernización de minas son las siguientes: convertir operaciones subterráneas a cielo abierto donde ello sea posible debido a la reducción de costos de producción; incrementar la automatización y mecanización, incluyendo el diseño de minas por computador, así como el planeamiento de la producción, el mantenimiento de equipos y galerías, el despacho de camiones y hasta la sistematización de la operación diaria; diseñar y utilizar máquinas cada vez más rápidas en todas las fases del trabajo minero; convertir el transporte de camiones para largos recorridos en bandas transportadoras; aumentar el conocimiento que se tiene en cuanto al comportamiento de las rocas sometidas a grandes voladuras (fragmentación, empuje, hundimiento de bloques) para incrementar las posibilidades de construir galerías cada vez más grandes y excavaciones mayores aún cuando la profundidad de las explotaciones sea considerable; desarrollar técnicas y métodos para reducir los impactos negativos socio-ambientales de la minería.

Entre los temas y áreas de desempeño profesional en los cuales debe incursionar el Ingeniero de Minas y Metalurgia, además de los que tienen relación con el laboreo de minas propiamente dicho, y con miras a elaborar escenarios de progreso tecnológico que darían un aporte a las necesidades de desarrollo económico y social del país, estarían:

¹ Vargas P., Elkin. Repercusiones de un modelo de desarrollo económico sostenible en la gestión de los recursos mineros en Colombia. Capítulo 5, página 371. Desarrollo económico sostenible. Relaciones internacionales y recursos minero-energéticos. Universidad Nacional de Colombia 1997.

- Mecánica de rocas aplicada (túneles, vías, geotécnica),
- Industria cementera,
- Industria cerámica,
- Industria energética,
- Industria pirometalúrgica (sector metalmecánico),
- Área de legislación minera y ambiental.
- Área de la información y Sistemas aplicados.
- Problemas económicos y planeación del sector minero.
- Desarrollo sostenible y los recursos no renovables, entre otros.

LA INGENIERÍA DE MINAS EN COLOMBIA

La carrera de Ingeniería de Minas en Colombia busca formar profesionales que tengan las siguientes características:

- Promotores del progreso nacional en el sector minero y en algunos casos metalúrgico.
- Sensibles sobre el medio ambiente, los recursos minerales, la sociedad y el individuo.
- Con capacidad de investigar la solución a los problemas técnicos y económicos relacionados con la extracción, beneficio, transporte y transformación de los recursos naturales no renovables.
- Así mismo se busca propiciar el desarrollo de la habilidad intelectual como elemento básico de innovación y progreso.

Además deberán :

- Ser conscientes de la realidad de los recursos minerales tanto a nivel nacional como mundial.
- Participar en la generación, elaboración y ejecución de proyectos mineros y metalúrgicos de cualquier naturaleza y escala y de manera competente.
- Impulsar el desarrollo tecnológico del sector minero-metalúrgico nacional.
- Actuar con responsabilidad y en el marco de los valores éticos y morales.

DEFINICIÓN

La ingeniería de minas comprende todas las actividades tecnológicas y de gestión del sector minero (incluido lo público y lo privado) que tienen que ver con aspectos de la exploración, la extracción, el beneficio, el mercadeo y la utilización de los productos minerales que el país emplea. Por razones de índole social y exigencias gubernamentales, algunas de las actividades de la Ingeniería de Minas cubren campos distintos a la minería, como los relacionados con la tenencia de las minas y su fiscalización en el marco de la ley, con las contraprestaciones económicas al Estado, con el respeto a los derechos y las culturas de los habitantes y comunidades de las áreas explotadas, con la protección al ambiente natural de los impactos negativos y con el uso racional de la riqueza mineral agotable.

Por lo tanto, el objeto de estudio en el área de Ingeniería de Minas es la aplicación de las matemáticas, las ciencias físicas y humanas al aprovechamiento de los recursos naturales no renovables, bajo criterios de sostenibilidad y competitividad para satisfacer las necesidades del mercado nacional e internacional.

PERFIL PROFESIONAL

La formación del profesional en ingeniería de minas debe estar encaminada a formar profesionales integrales con excelentes calidades y cualidades en las siguientes áreas:

- Ciencias Básicas: fuerte fundamentación, en nuestro contexto las básicas proporcionan al futuro profesional la capacidad de análisis, una mentalidad ágil en la solución de problemas en la toma de decisiones.
- Básicas de Ingenierías: proporciona la fundamentación ingenieril procurando e incrementando el ingenio y la creatividad de los nuevos profesionales.
- Aplicación de Ingeniería: volcar todos esos conocimiento y habilidades en la solución de problemas.
- Humanística : reforzar la calidad humana del ingeniero interactuando en grupo e identificando los problemas de la sociedad en la cual se desenvuelve.
- Ambiental : para desarrollar la actividad minera teniendo en cuenta permanentemente la preservación y el mejoramiento de las condiciones ambientales.
- Idiomas : conocimiento básico de una segunda lengua ; debe tener una fuerte habilidad en el idioma ingles.

PERFIL OCUPACIONAL

Las actividades en las cuales se puede desempeñar con suficiencia el futuro ingeniero de minas son las siguientes :

- En la industria minera. El ingeniero de minas se podrá desempeñar en todos los aspectos relacionados con la parte minera (estudios topográficos y geológicos, yacimientos, levantamientos topográficos, esquemas de perforación en voladuras, sistemas y métodos de exploración superficiales y subterráneas, selección de equipos, evaluaciones técnicas y económicas, entre otros).
- En el sector público. Asesoría y funciones propias de administración
- En técnicas afines a la minería. Como la tunelería de proyectos hidroeléctricos especiales y obras civiles.
- En funciones derivadas de la minería. Como son la consultoría, asesoría, gestión.
- En la docencia. Formación de nuevos profesionales para el país.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO QUE RECOMIENDA AGREGAR

CONTENIDO PROGRAMÁTICO QUE RECOMIENDA SUPRIMIR

COMPETENCIA DEL INGENIERO DE MINAS ASOCIADAS A SUS DIFERENTES ÁREAS DE FORMACIÓN

INGENIERÍA QUÍMICA

- **CONTENIDOS BÁSICOS DE INGENIERÍA QUÍMICA**

ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA

SUBÁREA INTERDISCIPLINARIA

TEMA - ESTADÍSTICA Y PROBABILIDAD

JUSTIFICACIÓN

Para su actividad profesional, especialmente para labores de investigación, el ingeniero químico debe estar en capacidad de manejar y hacer el análisis de diferentes tipos de datos, inferir comportamiento futuros de las variables a partir de la información que posea, entender el concepto de probabilidad y efectuar cálculos sencillos al respecto; distinguir las variables aleatorias, discretas y continuas; aplicar los conceptos de inferencia, regresión y muestreo en problemas asociados a la Ingeniería Química.

CONTENIDOS

- Tipos de variables, series estadísticas, distribución de frecuencias, representación gráfica.
- Representación de datos estadísticos: medidas de tendencia central; promedios, propiedades, interpretación; medidas de posición (mediana, media, moda).
- Medidas de dispersión: varianza, desviación típica.
- Introducción a las probabilidades: cálculo combinatorio (permutaciones y combinaciones), medida de probabilidad.
- Variables aleatorias: variable aleatoria discreta, función de probabilidad y función de distribución; distribución binomial, variable aleatoria continua, función de densidad, valor esperado; distribución normal.

TEMA - COMPUTACIÓN

JUSTIFICACIÓN

El uso de los computadores es común en todas las áreas de actividad de la humanidad hoy día. En el campo de la Ingeniería se utiliza para muchas labores tales como bases de datos, computación gráfica, CAD/CAM, diseño asistido ya sea mediante programas especializados o mediante programas elaborados por el ingeniero, y muchas otras aplicaciones como control de proyectos, mantenimiento de equipos y conjuntos de equipos, comunicación y transferencia de datos a través de redes, grupos de discusión a través de redes mundiales, etc. Los ingenieros deben conocer acerca de la estructura común y básica de los computadores, la estructura común de los lenguajes de programación y la programación para realizar cálculos mediante todo tipo de operaciones

aritméticas y lógicas.

CONTENIDOS

- Algoritmos y programación. Ayudas acerca del orden que debe tenerse en los procesos de programación. Documentación de los programas.
- Instrucciones de asignación. Operaciones aritméticas y su simbología. Precedencia de operaciones. Instrucciones lógicas y su representación numérica. Y, O, No. Resultado de instrucciones lógicas.
- Condicionales y secuencias de repetición: Secuencias Si (condición 1) entonces si (condición 2)... En caso contrario (condición)... fin. Instrucciones de repetición. Secuencias para índice = a hasta b hacer ... fin. Secuencias Mientras que (condición) hacer ... fin.

TEMA - ANÁLISIS NUMÉRICO

JUSTIFICACIÓN

En las labores de diseño que realizan los ingenieros químicos es frecuentemente necesario resolver ecuaciones o sistemas de ecuaciones (muchas veces no lineales) y representar por medio de una ecuación una serie de datos, ya sean éstos extraídos de tablas publicadas o generadas mediante experimentos o ensayos. Con mayor frecuencia se requiere la solución de problemas en los que influye la variable tiempo, lo cual lleva a resolver ecuaciones diferenciales y a modelar los sistemas de ingeniería mediante funciones y ecuaciones diferenciales, y a presentar los resultados mediante gráficas de toda índole, generadas a partir de los resultados numéricos. Se requiere así mismo entregar un análisis de los resultados de las operaciones realizadas por medio del computador y, en ocasiones, diseñar esquemas numéricos eficientes que permitan obtener resultados apropiados en el tiempo razonable y con el uso racional de los recursos computacionales disponibles.

CONTENIDOS

- Precisión y exactitud. Redondeo y truncación. Orden de magnitud. Error absoluto y porcentual. Error en la evaluación de funciones de una ó más series de datos. Interpolación y aproximación.
- Vectores y matrices. Operaciones básicas y algoritmos para realizarlas. Producto de matrices e inversa matricial. Diagonalización y triangularización.
- Raíces de funciones. Polinomios. Métodos numéricos para la evaluación de raíces: sustitución sucesiva, método de Newton.
- Representación de funciones por medio de series. Series de Taylor.
- Ecuaciones diferenciales: problemas de valor inicial, ecuaciones de primer orden. Método de Runge-Kutta.

SUBÁREA DE TERMODINÁMICA

Es una herramienta científica fundamental para el Ingeniero Químico. Las leyes de la termodinámica imponen restricciones sobre la dirección, espontaneidad y equilibrio de los cambios físicos y químicos. También es base fundamental para el estudio de los efectos energéticos de los procesos.

TEMA - PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA

CONTENIDOS

- Principio de conservación de la energía
- Ecuaciones de balance de energía diversos sistemas – cerrado, abierto, aislado; en estado estacionario y transiente.
- Termoquímica, calor latente; calor sensible; cálculo del calor de reacción; calor de solución

TEMA - SEGUNDA LEY DE TERMODINÁMICA

CONTENIDOS

- Formulaciones
- Entropía. Generación de entropía y trabajo perdido; eficacia.
- Aplicaciones sencillas
- Procesos en fase gaseosa
- Ciclos: carnot, refrigeración
- Máquinas térmicas

TEMA - TERCERA LEY DE LA TERMODINÁMICA

CONTENIDOS

- Formulación

TEMA - EQUILIBRIO

CONTENIDOS

- Criterios de equilibrio: energía libre, fugacidad, actividad, regla de fases.
- Equilibrio de las reacciones químicas: cálculo de constante de equilibrio. Cálculo de la

- composición en el equilibrio. Principio de Le Chatelier
- Equilibrio de fases

TEMA - CÁLCULO DE PROPIEDADES TERMODINÁMICAS

CONTENIDOS

Ecuaciones de estado.

Principio de los estados correspondientes

SUBÁREA DE BALANCES DE MATERIA

Basados en el principio de conservación de la masa es una herramienta básica para el cálculo de procesos: corrientes y composición.

TEMA - PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA MASA

CONTENIDOS

- Formulación
- Ecuaciones de balance en diversos sistemas macroscópicos
- Balances de materiales en sistemas en reacciones químicas
- Estequiometría

SUBÁREA DE FENÓMENOS DE TRANSPORTE

Es el fundamento de las operaciones unitarias. Los mecanismos y ecuaciones básicas de transporte de masa, calor y cantidad de movimiento son la base de las ecuaciones de cálculo de sistemas macroscópicos.

TEMA - PROPIEDADES DE TRANSPORTE

CONTENIDOS

- Viscosidad, difusividad, conductividad
- Efecto de la temperatura
- Ecuaciones de transporte: Fick, Newton, Fourier. Analogías

TEMA - MECANISMOS DE TRANSPORTE

CONTENIDOS

- Conducción, convección, radiación, fenómeno y ecuaciones de transporte
- Números adimensionales: Reynolds, Sherwood, Schmidt, Prandtl, Nusselt,. Significado físico.

TEMA - TURBULENCIA Y CAPA LÍMITE

CONTENIDOS

- Conceptos básicos
- Turbulencia y transporte de masa calor y cantidad de movimiento

TEMA - BALANCES MACROSCÓPICOS

CONTENIDOS

- materia, cantidad de movimiento, energía, energía mecánica
- Formulaciones de balances
- Aplicaciones sencillas

ÁREA DE INGENIERÍA APLICADA

SUBÁREA DE CINÉTICA Y DISEÑO DE REACTORES

La industria de los procesos químicos se compone de operaciones unitarias y procesos químicos. En estos últimos ocurren transformaciones químicas y los equipos usados son los reactores. El diseño y la simulación de los reactores es el problema fundamental del estudio de cinética y diseño de reactores.

TEMA - REACTOR QUÍMICO

CONTENIDOS

- Tipos de reactor
- descripción
- dinámica
- criterios de selección

TEMA - ECUACIONES DE DISEÑO

CONTENIDOS

- Balances: molar y de energía en reactores discontinuos; semicontinuos; tubular
- CSTR

TEMA - CÁLCULO DE LA EXPRESIÓN DE LA VELOCIDAD DE REACCIÓN

CONTENIDOS

- Orden de reacción:
- Métodos de tratamiento de datos experimentales; integral; diferencial; método vida media, velocidad inicial
- Dependencia de la constante de reacción con la temperatura
- Catalizadores: análisis de efectos: cinéticos y termodinámicos

SUBÁREA DE OPERACIONES UNITARIAS

El cálculo de las operaciones unitarias resume los estudios de estequiometría, termodinámica y fenómenos de transporte. Es el campo distintivo de la ingeniería química.

TEMA - OPERACIONES DE SEPARACIÓN Y MEZCLADO

CONTENIDOS

- Destilación; absorción; secado
- Conceptos básicos: definición: descripción de fenómenos; variables de operación; propiedades fisicoquímicas de interés.
- Balances globales y de componentes: molar y de masa. Balance de energía

TEMA - OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE CALOR

CONTENIDOS

- Intercambiadores de calor: doble tubo, coraza y tubo placas
- Conceptos básicos: definiciones; mecanismos; variables de operación; propiedades fisicoquímicas de interés
- Balance de energía. Aplicaciones

TEMA - OPERACIONES DE TRANSPORTE DE FLUIDOS

CONTENIDOS

- Ecuación de Bernoulli. Aplicaciones
- Hidrostática y Principios Básicos
- Cálculo de Perdidas por fricción. Conceptos NPSH

TEMA - OPERACIONES DE MANEJO DE SÓLIDOS

CONTENIDOS

- Propiedades de partículas sólidas.
- Sedimentación.
- Distribución de tamaño de Partícula

- Filtración
- Reducción de tamaño.

SUBÁREA DE CONTROL

Se plantean estrategias de control basadas en la dinámica de los procesos. También se particulariza en el conocimiento de los accesorios de control.

TEMA - DISEÑO DE ESTRATEGIAS DE CONTROL

CONTENIDOS

- Presión
- temperatura
- nivel
- concentración

TEMA - INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL

CONTENIDOS

- Válvulas
- Medidores de caudal
- Medidores de presión
- Medidores de nivel
- Medidores de temperatura

SUBÁREA DE DISEÑO Y ANÁLISIS DE PROCESOS

Se plantea en Este tema la necesidad de desarrollar una metodología sistemática de diseño y de comunicación de los procesos diseñados mediante diferentes tipos de diagramas.

TEMA - CONSISTENCIA DE UN MODELO MATEMÁTICO

CONTENIDOS

- Grados de libertad

- Consistencia dimensional

TEMA - DISEÑO Y ANÁLISIS DE PROCESOS

CONTENIDOS

- Diagramas de ingeniería: bloques, flujo, PI&D
- Etapas de diseño conceptual y básico

• TENDENCIAS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS QUÍMICOS

Aquí se plantean tendencias en lo que respecta a la formación e investigación en la ingeniería química, buscando un norte para la adecuación, actualización y modernización de los planes de estudio. Se presenta un conjunto de planteamientos encaminados a la orientación general del campo de la ingeniería química en Colombia, un análisis de la prospectiva de la profesión, los escenarios posibles de investigación básica y aplicada que pueden servir de referencia, con el firme propósito de lograr una ventaja competitiva sostenible en el tiempo. Se toman como base los documentos repartidos en el Seminario Internacional llevado a cabo por la UIS, del 13 al 15 de diciembre de 1995, en Bucaramanga.

El gran adelanto científico que se desarrolló en la posguerra a nivel mundial, las nuevas avanzadas tecnologías, los nuevos métodos de producción y la diversificación de productos han obligado al profesional a actualizarse y especializarse, a la universidad a modificar su plan de estudios para que el egresado tenga un amplio dominio de los fenómenos fisicoquímicos que intervienen en los procesos, y que pueda ser capaz de modificarlos y adecuarlos de acuerdo con las circunstancias y desarrollar así sus propios diseños.

Paralelamente, al avance técnico y científico, nuestro profesional ha tenido que, poco a poco, atender un área complementaria pero muy importante de la industria química nacional que guarda relación con las políticas del gobierno, en lo referente al impulso de la industria. Si bien es cierto que en un principio se optó por la importación de tecnología, la llegada de empresas multinacionales que instalaban sus fábricas siguiendo parámetros propios, en donde el ingeniero químico solo tenía oportunidad de operarlas bajo normas preestablecidas, al cabo de un tiempo se fueron organizando grupos financieros colombianos que aprovechando las normas de protección aduanera y el apoyo económico de entidades como el Instituto de Fomento Industrial, IFI, iniciaron el montaje de industrias de transformación en donde había que acomodar a nuestro medio la tecnología extranjera e iniciar las labores de montaje y control incluyendo modificaciones en los diseños. Esta actividad sirvió de escuela al profesional quien pronto estuvo en capacidad de enfrentarse al diseño completo y construcción de nuevas plantas, tal como ocurrió con las industrial del ácido sulfúrico y sus derivados.

Los ingenieros han respondido satisfactoriamente al reto y al complementar la experiencia adquirida por el egresado con las modificaciones en los programas académicos en la universidad, han mejorado y actualizado la formación básica del estudiante, y lo han preparado para las nuevas actividades.

La situación actual es muy variada, el país cuenta con numerosos complejos industriales propios, otros con capacidad extranjero, o binacionales y algunos multinacionales en donde los ingenieros químicos ejercen sus actividades profesionales en todos los niveles, desde el que inicia en producción hasta el que llega a la gerencia de la entidad, pasando por las etapas de operación, supervisión, control, administración, diseño, investigación, desarrollo, entre otras. El país cuenta también con un gran número de pequeñas empresas en donde el ingeniero debe atender varios frentes simultáneamente incluyendo mercadeo y venta de sus productos, las relaciones públicas y comerciales, aspectos laborales, entre otros.

No es optimista pensar que los ingenieros químicos que se han venido graduando durante todos estos años en nuestras universidades, han venido recibiendo la adecuada preparación para ejercer con éxito las numerosas actividades para las que se les requería. Nuestros profesionales han sido capaces de evolucionar y adecuarse a los adelantos técnicos y científicos que la investigación mundial genera y el desarrollo competitivo les impone, todo dentro del marco cambiante de las políticas económicas del Estado. Los egresados pueden, con criterio profesional y gracias a su formación, atender los adelantos que se presentan en la industria de la transformación química, superar el nivel de la producción para entrar al campo del diseño y la investigación o, si lo prefieren, desempeñarse en el campo administrativo hasta la dirección de la empresa.

Tampoco es exagerado atribuir la correcta preparación del ingeniero químico al tipo de formación universitaria recibida. Aunque los planes de estudio están en permanente juicio, evaluación y cambio para tenerlos al día con el desarrollo de la industria y su actividad en el medio, en nuestro nivel profesional se ha tratado de mantener una fuerte formación básica, científica, representada en las matemáticas, física y química que le dé al estudiante una estructura mental capaz de asimilar, en cualquier época de su vida, nuevos principios, fórmulas y métodos. Esta estructura es lo que lo identifica como ingeniero y lo diferencia como técnico.

Sin desconocer la importancia de las asignaturas que configuran el grupo básico profesional, como las químicas inorgánica y orgánica, la físico-química, la termodinámica, las operaciones unitarias, etc., que lógicamente tienen que estar en permanente actualización, resaltamos la formación que se recibe del grupo que puede identificarse como asignaturas profesionales aplicadas, tales como control de procesos, diseño de reactores y equipos, diseño de procesos, planta piloto, etc., en donde el estudiante adquiere la capacidad para discernir, aplicar criterios, buscar alternativas no tradicionales, hallar por sí mismo otras fuentes de información para encontrar un resultado satisfactorio a los problemas propuestos, o sea, iniciar su labor mental como ingeniero, y enfrentar el puede aunar los conocimientos adquiridos y demostrar que es capaz de desempeñarse como profesional. Paralelamente, el estudiante ha recibido la información complementaria atendida principalmente por las asignaturas de sistemas, humanidades, administración, economía, todo dentro del ámbito de los principios éticos que debe tener todos ser humano y con mayor razón cuando adquiere el carácter y la responsabilidad de un profesional.

Al entrar a analizar, una vez más, los planes de estudio o programas curriculares y pensar en cómo se ha venido preparando al ingeniero y si su formación está de acuerdo con la situación que este ingeniero debe enfrentar en las décadas siguientes, es necesario tomar la experiencia a que hemos hecho referencia, y sin creer que lo que se ha hecho esté necesariamente perfecto, tampoco puede tenerse el pesimismo de que no se ha trabajado correctamente.

Como parte de la evaluación de los programas académicos actuales y de las propuestas que se hacen para su actualización, debe tenerse en cuenta que el ingeniero colombiano enfrenta hoy retos que no eran vitales para la humanidad, para la industria y para el usuario. Uno de estos retos lo constituye la protección del medio ambiente, el conocimiento de los efectos proceso lanza al mercado, la conservación de los recursos naturales, en especial el agua natural, los problemas que producen los desechos tóxicos en las aguas residuales y los gases en la calidad de la atmósfera, el factor térmico, los residuos sólidos tanto en la planta como durante el manejo y consumo del producto, el desbaste de la tierra fértil en la búsqueda de las materias primas. Otro reto es la calidad misma del producto ofrecido, su presentación, su uso adecuado. Por otra parte, el ingeniero se enfrenta con urgencia a la búsqueda de nuevas fuentes de energía y a la conservación y uso racional de las que actualmente posee.

Otros retos, tan importantes como los anteriores, serían en la parte operativa la eficiencia del proceso, todo lo que esto significa en costos, volumen de producción, economía de materia prima, recirculación, mercado, automatización, para hacer que la industria sea altamente competitiva y rentable ante el mercado extranjero que se está presentado con la política de libre comercio y el bajo precio de los productos importados dado, entre otros factores, por la producción masiva y con alta tecnología.

La aceleración en la generación de conocimientos científicos y tecnológicos y el grado de interdependencia económica entre las naciones ha llegado a tales niveles que ningún país puede tomar decisiones económicas desconociendo el impacto que tiene el desarrollo de nuevas tecnologías en la evolución de los términos de intercambio comercial, el crecimiento económico y el nivel de bienestar de su población. Con una mayor celeridad en el futuro, la creación científica y el desarrollo de tecnologías basadas en la aplicación casi inmediata de estos conocimientos, hará efímeras las ventajas económicas derivadas de los recursos naturales. No se puede desconocer que las investigaciones que hoy se realizan sobre nuevos materiales tendrán impactos negativos sobre nuestra economía en una escala superior. El avance científico ha posibilitado el reemplazo de la madera y materiales metálicos por plásticos y cerámicos, y el desplazamiento de fibras naturales por

sintéticas. La investigación científica y tecnológica no solo ha neutralizado estos recursos naturales, sino que ha creado otros y aún pide hacer desaparecer ventajas geográficas y climáticas que le han permitido a los países en desarrollo participar con productos primarios en el concierto de la economía mundial.

En el contexto de una economía abierta, el desarrollo económico de los países depende en buena medida del grado de madurez de su aparato productivo y de los esfuerzos que se hagan para ganar ventajas comparativas en el intercambio comercial y para mantener competitivo el sistema productivo. Esta capacidad de competencia es sólo una cara del problema, pues hay que tener presente su relación íntima con la capacidad científica y tecnológica, que es en última instancia la fuerza motriz de un país para desencadenar los procesos de asimilación e innovación tecnológica y una manifestación del nivel de competencia de las personas que protagonizan la producción económica y las actividades creadoras.

PLAN BÁSICO DE ESTUDIOS

DEFINICIÓN

El Consejo de Acreditación para la Ingeniería y la Tecnología (Accreditation Board for Engineering and Technology, ABET) define a la ingeniería como

“La profesión en la cual el conocimiento de las matemáticas y las ciencias naturales, adquirido mediante el estudio, la experiencia y la práctica, se aplica con buen juicio al desarrollo de maneras de utilizar, económicamente, los materiales y las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad”.

Y según la AIChE (Instituto Americano de Ingenieros Químicos)

“La ingeniería química trata con las modificaciones de composición, de contenido energético o de estado físico que pueden experimentar las sustancias y de los procesos en que se involucran estas”.

La ingeniería química, en el Manual Descriptivo de Carreras de la Educación Superior, se presenta de la manera siguiente: “rama de la ingeniería que se basa en el dominio teórico – práctico de los principios físicos y químicos aplicados a la industria”. (ICFES 1977).

Según esto, la ingeniería es una profesión que aplica conocimientos para el beneficio general y la satisfacción de las necesidades humanas, esperándose entonces que un ingeniero posea educación, conocimientos, habilidades y capacidad de asimilar los cambios. ¿Cuál es entonces la misión del ingeniero químico? “El desarrollo de los procesos industriales transformando cualquier concepción de laboratorio en un proceso de fábrica eficaz”.

En un sentido amplio la ingeniería química abarca el desarrollo de procesos químicos, el diseño, montaje y operación de equipos y plantas industriales que registran operaciones y procesos físico – químicos aplicados a la transformación de materias primas.

La ley 18 de 1976 “por la cual se reglamenta el ejercicio de la profesión de Ingeniero Químico en el país, reconocida por el Ministerio de Educación Nacional”, orienta a los egresados en sus funciones a partir de la normatividad requerida para el reconocimiento de las posibilidades y limitaciones inherentes a toda profesión.

PERFIL PROFESIONAL

Debe ser un profesional competente conocedor de la fundamentación, estado actual y perspectivas de la ingeniería química y con profundización en algún campo de su interés; conocedor de la función social de la transformación química y conocedor de su potencialidad para desarrollarse persona y

profesionalmente. Es un profesional capacitado para diseñar, construir y operar plantas e instalaciones en las que se aplican las operaciones unitarias y los procesos químicos y bioquímicos. Su formación universitaria le permite desempeñarse en los campos de la gestión industrial, el desarrollo tecnológico, la investigación aplicada y las ventas.

El ingeniero químico debe actuar éticamente, con alto sentido de responsabilidad profesional y social, con respeto humano; consciente del uso productivo, racional y eficiente de los recursos a su disposición y de la necesidad de proteger el medio ambiente; tener la personalidad, tacto y habilidad para asumir responsabilidades y trabajar con grupos interdisciplinarios; con calidad humana y profesional para participar eficazmente en planes, programas y proyectos de apertura, integración y desarrollo empresarial, industrial, comercial y de servicios.

PERFIL DE PERSONALIDAD

- Sentido universal de la profesión para desempeñarse adecuadamente en la sociedad cambiante, con espíritu nacionalista y conciente del papel de liderazgo que debe jugar como profesional en un país como Colombia y garantizar el progreso material y social del medio en el cual se encuentra inmerso.
- Relaciones humanas para comunicarse horizontal y verticalmente, dar y recibir cooperación, y administrar el recurso humano a su cargo.
- Planificador para generar y desarrollar planes y programas a nivel integral empresarial; organizar y proyectar el trabajo buscando resultados en los procesos y plantas a su cargo.
- Responsabilidad para cumplir los deberes y compromisos profesionales; concentrarse en sus actividades laborales y optimizar sus resultados; identificarse con los objetivos y políticas empresariales e institucionales.
- Seguridad en sí mismo, para tomar decisiones y resolver problemas, valorarse en forma positiva; relacionarse y dirigir personal.
- Sólida formación humanística para estudiar, analizar críticamente la historia, geografía, recursos, ciencia y tecnología y legislación de nuestro país con el fin de desarrollar actitudes y aptitudes hacia la preservación de la identidad cultural, la interdisciplinariedad, el espíritu y orgullo nacionalista.

PERFIL OCUPACIONAL

- Realizar los diseños conceptual y detallado de los procesos y las plantas químicas, agroquímicas y bioquímicas.
- Ser generador de su propio puesto de trabajo y de empresas químicas e industriales.
- Apropiar, adaptar y desarrollar tecnologías duras y blandas requeridas por las industrias y procesos químicos.
- Resolver problemas de contaminación y aprovechamiento de desechos.
- Promover el uso racional de la energía y de los recursos naturales.
- Suministrar servicios de asesoría, consultoría y asistencia técnica.
- Apropiar las tecnologías involucradas en los equipos, procesos, productos y sistemas de información, para mejorar la calidad y productividad de las empresas nacionales.
- Participar o dirigir la construcción, operación y el mantenimiento de los equipos, procesos y plantas de producción industrial.
- Administrar industrias químicas o empresas con procesos químicos y coordinar sus áreas

de ingeniería, financiera, legal, laboral, productiva, ventas y de política institucional.

- Lograr una alta calidad, seguridad y precisión en los trabajos de ingeniería química a través de la informática y la computación, dentro de un marco de economía y eficiencia.

PERFIL PROSPECTIVO

- Orientado hacia la asimilación de los avances científicos - tecnológicos generados en los campos de la biotecnología, la ingeniería enzimática, la bioingeniería, los nuevos materiales, el control automático, la simulación y la modelación de procesos, la ecología, calidad total y química fina.
- Actitud de apertura hacia los cambios socioculturales propios de la globalización e internacionalización de la economía, la política y la integración del ser humano.
- Animado por el espíritu e iniciativa profesional para formular, evaluar y controlar proyectos dirigidos a resolver problemas de ingeniería química, a desarrollar productos, a adecuar procesos y mejorar materias primas.
- Con la habilidad para manejar y utilizar las nuevas tecnologías informáticas y de procesamiento de la información; los CAD – CAM, las bases de datos; la transmisión telefónica o por satélite, las redes de información nacionales e internacionales.
- Caracterizado por el ingenio y la creatividad para presentar conclusiones y recomendaciones orientadas a solucionar los problemas prioritarios del desarrollo económico y social, empresarial, sectorial, regional o nacional.
- Con los conocimientos y destrezas que le permitan satisfacer permanentemente las necesidades y expectativas de los usuarios, clientes o consumidores de los insumos, procesos, servicios y productos químicos.
- Permanentemente interesado en adaptar y apropiar las tecnologías avanzadas y de punta a las necesidades de competitividad e internacionalización de los sectores productivos e industriales de la nación.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO QUE RECOMIENDA AGREGAR

CONTENIDO PROGRAMÁTICO QUE RECOMIENDA SUPRIMIR

COMPETENCIA DEL INGENIERO QUÍMICO ASOCIADAS A SUS DIFERENTES ÁREAS DE FORMACIÓN

INGENIERÍA DE SISTEMAS

- **CONTENIDO BÁSICOS DE LA INGENIERÍA DE SISTEMAS /
INFORMÁTICA**

ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA

SUBÁREA INTERDISCIPLINARIA

OBJETIVO GENERAL

Se incluyen en esta área materias de la formación general de ingeniería, que se consideran fundamentales en la formación básica de IS.

TEMA - ANÁLISIS NUMÉRICO

JUSTIFICACIÓN

El análisis numérico es útil para el modelaje y simulación de procesos descritos con modelos continuos con la ayuda de técnicas discretas. Su conocimiento es útil para entender las limitaciones de la informática frente al mundo de lo continuo y el uso de técnicas de simulación y aproximación de soluciones de problemas de matemática continua (números reales, solución de ecuaciones, ecuaciones diferenciales, etc.).

CONTENIDO

- Precisión y exactitud. Redondeo y truncación. Orden de magnitud. Error absoluto y porcentual. Interpolación y aproximación.
- Vectores y matrices. Operaciones básicas y algoritmos para realizarlas. Producto de matrices e inversa matricial. Diagonalización y triangularización. Refinación de operaciones. Matrices dispersas y su representación. Matrices singulares. Solución de sistemas de ecuaciones lineales por inversión matricial y por métodos de triangularización (Gauss-Jordan), por diagonalización y por sustitución sucesiva (Gauss-Seidel).
- Raíces de funciones. Polinomios. Métodos numéricos para la evaluación de raíces: sustitución sucesiva, método de Newton. Sistemas de ecuaciones no lineales simultáneas, solución por sustitución sucesiva, solución por el método de Newton-Raphson.
- Representación de funciones por medio de series. Series de Taylor.
- Integración y diferenciación numérica.
- Ecuaciones diferenciales: problemas de valor inicial, ecuaciones de primer orden. Método de Euler. Métodos de Adams y Runge-Kutta. Problemas de valor inicial en dos o más ordenes. Problemas de valor de frontera. Algoritmos de solución: métodos de Euler, Adams y Runge Kutta, métodos de refinación de pendiente.
- Optimización. Condiciones para el mínimo de una función sin restricciones. Métodos de gradiente y de direcciones conjugadas. Optimización con restricciones de igualdad: multiplicadores de Lagrange. Métodos numéricos para encontrar el mínimo de una función

con restricciones.

TEMA - PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA

JUSTIFICACIÓN

El modelaje de procesos aleatorios es esencial en campos de aplicación de la IS en los que se tiene información incompleta o hay incertidumbre sobre el comportamiento del sistema en cuestión.

Hay aplicaciones directas de la Probabilidad y la Estadística al analizar la complejidad de los algoritmos o el rendimiento de una solución informática.

Para IS, es importante destacar la importancia de la probabilidad discreta sobre la continua, puesto que la gran mayoría de las aplicaciones se refieren a comportamientos aleatorios de sistemas discretos.

CONTENIDO

- Tipos de variables, series estadísticas, distribución de frecuencias, representación gráfica.
- Representación de datos estadísticos: medidas de tendencia central; promedios, propiedades, interpretación; medidas de posición (mediana, media, moda).
- Medidas de dispersión: varianza, desviación típica.
- Introducción a las probabilidades: cálculo combinatorio (permutaciones y combinaciones), medida de probabilidad.
- Variables aleatorias: variable aleatoria discreta, función de probabilidad y función de distribución; distribución binomial, variable aleatoria continua, función de densidad, valor esperado; distribución normal.
- Regresión y correlación. Conceptos básicos.
- Nociones de muestreo.

TEMA - INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

JUSTIFICACIÓN

Desde la Revolución Industrial, el mundo ha sido testigo de un crecimiento sin precedentes en el tamaño y la complejidad de las organizaciones. Con los métodos cuantitativos, los profesionales de las diferentes áreas (grupos interdisciplinarios) utilizan las matemáticas y las herramientas computacionales para encontrar la mejor forma de resolver problemas y tomar decisiones racionales concernientes a las diferentes situaciones que se presentan en las organizaciones. Modernamente se habla de problemas de optimización, en los que para una función objetivo deben estimarse valores extremos (máximos, mínimos) que representen las mejores soluciones posibles.

CONTENIDO

- Programación lineal

- Modelos de transporte y asignación
- Teoría de la decisión
- Técnicas de programación matemática
- Inventarios
- Teoría de colas
- Procesos de Markov
- Simulación

SUBÁREA DE MATEMÁTICAS DISCRETAS

OBJETIVO GENERAL

Las estructuras discretas son material fundamental para las ciencias de la computación. Aunque pocos IS terminarán teniendo las estructuras discretas como su objeto principal de trabajo, muchas áreas de la informática requieren de la capacidad de trabajar con esta clase de conceptos ([CC2001]).

Por matemática discreta se entienden temas como teoría de conjuntos, lógica, teoría de números o aritmética, combinatoria y conceptos de estructuras abstractas.

Los fundamentos matemáticos son útiles para modelar situaciones reales, especificar problemas y verificar soluciones. Son también esenciales para establecer sintaxis y semántica de lenguajes formales que permitan la programación de computadores. En general, las ciencias de la computación y la ingeniería de software se fundamentan en matemáticas discretas y las utilizan en sus desarrollos.

TEMA - FUNCIONES, RELACIONES, CONJUNTOS

JUSTIFICACIÓN

Los conjuntos constituyen la notación básica para expresar nociones matemáticas. Las relaciones y funciones expresan cómo se pueden denotar diferentes clases de asociaciones entre elementos de conjuntos.

CONTENIDO

- Conjuntos (Operaciones básicas, producto cartesiano, potencia, diagramas de Venn)
- Relaciones binarias (propiedades: reflexividad, simetría, transitividad, equivalencia, clausuras, inversas, composición)
- Funciones (como relaciones unívocas; propiedades: inyección, sobreyección, biyección).

TEMA - LÓGICA

JUSTIFICACIÓN

La lógica es una herramienta para la IS que permite expresar formalmente las propiedades que posee un objeto (especificación), así como seguir procedimientos para establecer que así sea (pruebas, verificaciones).

Es importante el conocer el uso y las limitaciones de la lógica al ser aplicada a la informática. En cambio, es importante señalar que la lógica, como objeto de estudio, no es esencial en la IS.

CONTENIDO

- Lógica proposicional, Conectivos lógicos, Tablas de verdad
- Forma normal conjuntiva / disyuntiva
- Fórmulas válidas / Tautologías
- Lógica de predicados, Cuantificación universal / existencial
- Límites de la lógica
- Técnicas de demostración
- estructura de pruebas formales
- prueba directa, por contradicción, por contraposición
- inducción matemática
- órdenes bien fundados
- Definiciones matemáticas recursivas

TEMA - CONTEO, ECUACIONES DE DIFERENCIA

JUSTIFICACIÓN

El conteo de elementos de conjuntos finitos es esencial en la práctica de la IS. Es importante para estimar los recursos (especialmente, espaciales o temporales) que demanda una solución.

El tema de ecuaciones de recurrencia tiene relevancia para IS, de manera análoga a como las ecuaciones diferenciales pueden ser importantes en ingenierías en que lo continuo prima sobre lo discreto. La dinámica de los sistemas discretos puede expresarse en cambios modelables con ecuaciones de recurrencia.

CONTENIDO

- Reglas de suma y producto
- Recursión
- Progresiones aritméticas y geométricas
- Principio del palomar
- Permutaciones y combinaciones
- Ecuaciones de recurrencia lineales

TEMA - GRAFOS

JUSTIFICACIÓN

Los grafos constituyen una forma genérica de estructuras de información. Cuando un grafo se puede dibujar corresponde a un modelo visual de una relación binaria.

Los árboles son grafos de gran utilidad en IS como estructuras de información dinámicas básicas.

CONTENIDO

- Árboles
- Grafos dirigidos, no dirigidos
- Recorrido de grafos
- Recursión

SUBÁREA - PROGRAMACIÓN Y ALGORÍTMICA

OBJETIVO GENERAL

En esta área se incluyen conceptos fundamentales de programación que deben manejarse, independientemente del paradigma computacional subyacente. Dentro de estos están conceptos básicos de algorítmica y de estructuras de datos. Estos conocimientos son esenciales para el estudio de otras áreas relacionadas, en especial, ingeniería de software y lenguajes de programación.

Los algoritmos son fundamentales en ciencias de la computación e ingeniería de software. De hecho, el desempeño de un sistema de software real depende solamente de dos cosas: el algoritmo elegido y la eficiencia de la implementación. El buen diseño de algoritmos es crucial para el desempeño de los sistemas de software. El estudio de la algorítmica da luces sobre la naturaleza intrínseca de los problemas y de sus posibles soluciones, independientemente de aspectos como el lenguaje de programación o la plataforma computacional disponible.

Es importante saber reconocer situaciones en las que se sea conveniente emplear algoritmos específicos, así como reconocer situaciones en las que no hay soluciones algorítmicas o solo se conocen soluciones ineficientes.

TEMA - ESTRUCTURAS DE DATOS

JUSTIFICACIÓN

Las estructuras de datos sirven para almacenar modelos de la realidad sobre los que se implementan soluciones informáticas. Se estudian de manera abstracta, suponiendo la existencia de un lenguaje algorítmico (lenguaje formal para expresar algoritmos) conocido.

La persistencia en el tiempo resulta importante para estructuras de datos manejadas por programas que manejan información que debe sobrevivir a la terminación del programa que la manipula.

CONTENIDO

- Tipos primitivos
- Arreglos, Registros, Cadenas
- Representación de datos en memoria
- Manejo dinámico de almacenamiento
- Apuntadores y referencias
- Estructuras dinámicas (pilas, colas, árboles, grafos, ...)
- Recursión (en datos)
- Archivos
- Estrategias para elegir la estructura de datos correcta

TEMA – ALGORITMOS

JUSTIFICACIÓN

Los buenos algoritmos son esenciales para la buena programación. Es importante saber cuándo un algoritmo soluciona un problema (corrección, verificación) y cómo usa los recursos para hacerlo (eficiencia). Por otra parte, para ciertos problemas típicos, la cultura informática ha identificado soluciones que suelen usarse como patrones reutilizables de control.

El IS debe tener un conocimiento básico sobre lo que distingue los buenos de los malos algoritmos, así como de las limitaciones de la algorítmica en la solución de problemas.

CONTENIDO

- Análisis De Algoritmos
 - Complejidad
 - Algoritmos Polinomiales / Exponenciales
 - ...
- Algoritmos Clásicos
 - Búsqueda
 - Ordenamiento
 - Ruta Mínima En Grafos
 - ...
- Verificación De Programas
 - Especificación
 - Corrección
 - Aserciones, Invariantes, ...
- Límites De La Algorítmica

- Indecidibilidad
- Clases P Y NP

SUBÁREA DE INFORMÁTICA TEÓRICA

OBJETIVO GENERAL

Bajo esta denominación se han agrupado temas técnicos de informática que constituyen material fundamental para el estudio y el ejercicio de la profesión. La denominación del área pretende seguir una analogía con el papel de las ciencias básicas hacia las ingenierías, en general: la informática teórica es un soporte de muchos de los conocimientos y desarrollos de la IS e incluye conceptos técnicos fundamentales del dominio de la informática.

La programación orientada por objetos se ha impuesto como paradigma de programación en la última década, especialmente por su capacidad para capturar en el lenguaje de programación la semántica del modelo que se crea en el análisis y el diseño estableciendo una relación uno a uno entre el dominio del problema y el dominio solución.

TEMA - LENGUAJES FORMALES Y AUTÓMATAS

JUSTIFICACIÓN

Con esta denominación se agrupan temas que, en currículos clásicos, pueden ser incluidos en cursos de lenguajes formales o de compiladores.

Al enunciar 'Autómatas' dentro de los temas del área se ha advertido que no se quiere incluir el tema de autómatas en toda la extensión de la palabra (teoría de autómatas, por ejemplo), sino su uso práctico en IS, en el modelaje de sistemas descritos con estados y transiciones y en aplicaciones de lenguajes formales.

CONTENIDO

- Conceptos básicos de lenguajes formales
 - Definición
 - Gramáticas / BNF
- Maquinas de Turing
 - Definición, fundamentos
 - Autómatas
 - Estados, transiciones
- Autómatas determinísticos, no determinísticos
 - Modelaje con autómatas
 - Autómatas finitos / Relación con lenguajes regulares
 - Autómatas de pila / Relación con lenguajes libres de contexto
- Semántica de lenguajes

- Herramientas de análisis sintáctico
 - Cómo se utilizan
 - Limitaciones

TEMA - PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS (POO)

JUSTIFICACIÓN

La POO se ha impuesto como paradigma de programación práctica en la última década. Es importante, independientemente de la plataforma tecnológica que se use (v.gr., C++, Java, ...) que se tenga claridad en conceptos fundamentales, de manera que las soluciones propuestas aprovechen de la mejor manera la tecnología OO (modelaje, diseño, implementación).

CONTENIDO

- Diseño OO
- Encapsulamiento y ocultamiento de información
- Clases / Subclases / Jerarquías de clases
- Herencia
- Polimorfismo
- Clases contenedoras / iteradores
- Representación interna de objetos y métodos
- Patrones básicos

ÁREA DE INGENIERÍA APLICADA

SUBÁREA DE ARQUITECTURA Y FUNCIONAMIENTO DEL COMPUTADOR

JUSTIFICACIÓN

El conocimiento básico del computador y de sus componentes hace que el IS no considere esta herramienta como una caja mágica que ejecuta programas. Cuando se tiene una noción de la forma en que los sistemas informáticos se implementan y ejecutan en una máquina, se puede pensar en evaluar la conveniencia o factibilidad de una solución.

Se ha incluido en esta área lo concerniente al tema de sistemas operacionales, como software de base necesario para usar una plataforma computacional.

TEMA - CIRCUITOS LÓGICOS

JUSTIFICACIÓN

El conocimiento básico de la forma en que operan los circuitos digitales es útil para entender el funcionamiento, capacidades y limitaciones de los componentes fundamentales de un computador.

CONTENIDO

- Bloques de construcción básicos
 - Compuertas
 - Flip-flops
 - Contadores
 - Registros
- Expresiones lógicas, minimización, suma de productos

TEMA - REPRESENTACIÓN DE DATOS

JUSTIFICACIÓN

El conocimiento de la forma en que se pueden representar datos a bajo nivel es fundamental para conocer cómo la máquina puede manipularlos y qué recursos puede requerir para hacerlo.

CONTENIDO

- Bits, bytes, palabras
- Representación de números / bases numéricas
- Punto fijo / punto flotante
- Representación con signo / Complemento a 2
- Representación de datos no numéricos (caracteres, datos gráficos)

- Representación de registros y arreglos

TEMA - ARQUITECTURA DE HARDWARE

JUSTIFICACIÓN

La arquitectura von Neumann define la organización clásica de los computadores actualmente utilizados. Su conocimiento es importante para la programación de software de base (sistemas operacionales, comunicaciones a bajo nivel).

CONTENIDO

- Organización básica de la máquina de von Neumann
- Unidad de control / Ciclo de máquina
- Conjuntos de instrucciones: Manipulación de datos /Control / Entrada - Salida
- Lenguaje ensamblador / Programación en ensamblador
- Modos de direccionamiento
- Llamado de subrutinas
- Interrupciones
- Sistemas de almacenamiento
- Codificación, compresión
- Memoria principal / caché / virtual
- Latencia, tiempo de ciclo, ancho de banda
- Manejo de errores

TEMA - SISTEMAS OPERATIVOS

JUSTIFICACIÓN

Un sistema operativo define una abstracción del comportamiento del hardware para que los programadores puedan controlarlo. También administra los diferentes recursos para ser compartidos por usuarios simultáneos.

Los sistemas operativos se han vuelto más complejos con el tiempo, para poder implantar servicios demandados por software de aplicación más especializado, v.gr., programación concurrente, seguridad, administración de redes, etc.

CONTENIDO

- Principios de sistemas operativos
- Arquitectura Cliente-Servidor
- Concurrencia
- Programación de tareas (inglés: scheduling)

- Manejo de memoria
- Manejo de dispositivos
- Sistemas de archivos

SUBÁREA DE REDES Y COMUNICACIONES

OBJETIVO GENERAL

Avances recientes en redes de computadores y de telecomunicaciones, particularmente los basados en TCP/IP, han incrementado la importancia de las tecnologías de redes en IS. En esta área se incluyen conceptos de comunicaciones de redes de computadores, protocolos de comunicación, sistemas multimediales, estándares y tecnologías de Internet, seguridad, sistemas distribuidos.

Esta es un área en evolución, en la informática actual. El conocimiento que se pretenda medir debe ser básico y suficientemente abstracto como para no depender de tecnologías específicas o técnicas no estandarizadas.

TEMA - REDES

JUSTIFICACIÓN

Objetivo general del área

CONTENIDO

- Arquitecturas de redes
- Comunicaciones y redes
 - Estándares de redes
 - El modelo ISO de 7 niveles y su relación con TCP/IP
 - Nivel físico (bases teóricas, medios de transmisión, estándares)
 - Nivel de enlace (tramas, control de errores, control de flujo, protocolos)
 - Nivel de red (enrutamiento, comunicación de redes, control de congestión)
 - Nivel de transporte (establecimiento de conexión, desempeño)
- Seguridad
 - Fundamentos de criptografía
 - Clave secreta / clave pública
 - Protocolos de autenticación
 - Firmas digitales
- La Web como ejemplo de computación cliente-servidor
 - Programación en la web (en el servidor, CGIs, applets, ...)
 - Características de servidores web (permisos, manejo de archivos, capacidades de arquitecturas de servidores)

- El papel del computador cliente
- Protocolos web
- Creación y administración de sitios web

SUBÁREA DE ADMINISTRACIÓN DE INFORMACIÓN

JUSTIFICACIÓN

La administración de la información desempeña un papel crítico en casi todas los dominios en que se usan los computadores. Esta área incluye captura, digitalización, representación, organización, transformación y presentación de la información. Además, algorítmica para acceso eficiente y para actualización de la información, modelaje de datos, abstracción y técnicas de almacenamiento. Finalmente, tiene que ver con la seguridad, privacidad, integridad y protección de los datos, en ambientes compartidos.

En un nivel fundamental, se puede resumir esta área en temas de bases de datos como mecanismos de almacenamiento persistente de información y en conceptos generales de modelaje.

TEMA - BASES DE DATOS

JUSTIFICACIÓN

El almacenamiento en bases de datos de información que debe persistir en el tiempo y ser compartida por diferentes usuarios y con múltiples fines es requerido por muchas aplicaciones informáticas. Las aplicaciones web están normalmente conectadas a una base de datos que colecta información o la despliega según consultas construidas dinámicamente.

CONTENIDO

- Componentes de sistemas de bases de datos
- Funciones de sistemas manejadores de bases de datos
- Arquitectura de bases de datos
- Uso de un lenguaje de consulta de bases de datos
- Bases de datos relacionales
 - Modelo entidad relación
 - Integridad referencial
 - Álgebra y cálculo relacional

TEMA – MODELAJE

JUSTIFICACIÓN

Toda solución informática supone una abstracción de la realidad -en la que se da el problema que se soluciona- en un modelo que simula los objetos reales y su dinamismo.

El concepto de modelo es recurrente a lo largo y ancho de los currículos de IS, aunque usualmente se estudia con mayor énfasis cuando se piensa en modelos de bases de datos (v.gr., con técnicas como el modelaje entidad-relación). Aquí se incluye como una tema importante del manejo de información, para resaltar la importancia del tema por sí mismo en la práctica de IS.

CONTENIDO

- El concepto de modelo
 - Lo estático
 - Lo dinámico
- Modelos conceptuales
 - Tipos abstractos de datos
 - Entidad – relación
 - UML
- El modelo OO (UML)

SUBÁREA DE SISTEMAS Y ORGANIZACIONES

OBJETIVO GENERAL

Las organizaciones contemporáneas necesitan apoyarse en tecnologías de información y comunicación para lograr un desempeño exitoso. El desarrollo de concepciones y metodologías adecuadas para intervenir y poner a punto los llamados sistemas socio-técnicos, es indispensable para quienes trabajan la informática en las organizaciones.

Desde su conceptualización, hace 40 años, la IS en Colombia tuvo esta visión que respondía a la necesidad de actualización de las empresas. En varias universidades se comenzó a trabajar en algo que hoy es un lugar común en el mundo entero: la visión sistémica. Es decir, la capacidad de acometer la solución de problemáticas organizacionales cada vez mas complejas, que necesariamente tienen incorporada la componente tecnológica.

TEMA - SISTEMAS Y ORGANIZACIONES

JUSTIFICACIÓN

Objetivo general del área.

CONTENIDO

- Conceptos de Teoría de Sistemas y Sistémica
- Sistemas Organizacionales
- Sistemas socio-técnicos
- Planeamiento estratégico
- Metodologías de intervención
- Lingüística organizacional
- Sistemas de información y comunicación
- Transformación organizacional con apoyo de tecnología
- Desarrollo humano y organizacional
- Metodologías de evaluación y seguimiento
- Tecnología para la realidad colombiana
- Informática y Sociedad

SUBÁREA DE INGENIERÍA DE SOFTWARE

OBJETIVO GENERAL

La ingeniería de software es la disciplina que se ocupa de la aplicación de la teoría, conocimiento y práctica para la construcción eficaz y eficiente de sistemas de software que satisfagan requerimientos de usuarios y clientes. Es aplicable a sistemas de escala pequeña, media y grande. El ciclo de vida del software incluye análisis de requerimientos, especificación, diseño, construcción, pruebas, operación y mantenimiento del software.

La ingeniería de software emplea métodos, procesos, técnicas y mediciones. Se beneficia del uso de herramientas para el desarrollo de software, para el análisis y modelaje, para el aseguramiento y control de la calidad, para la administración de la evolución y para la reutilización del software. El desarrollo de software requiere habilidades individuales y de grupo, uso de metodologías y seguimiento de procesos de producción.

La aplicación de la ingeniería de software es fundamental para el desarrollo profesional de cualquier aplicación informática.

TEMA - INGENIERÍA DE SOFTWARE

JUSTIFICACIÓN

Objetivo general del área.

CONTENIDO

- Diseño de software
 - Conceptos y principios fundamentales de diseño
 - Arquitectura de software
 - Diseño estructurado
 - Análisis y Diseño OO
 - Reutilización
- Procesos básicos de software
 - Modelos de ciclo de vida
 - Modelos de procesos de software
 - Métricas
- Especificación de software
 - Recolección y análisis de requerimientos
 - Requerimientos funcionales / no funcionales
 - Prototipos
 - Conceptos básicos de especificación formal
- Validación de software
 - Planeación de la validación
 - Chequeos fundamentales / Plan de pruebas / Generación de casos de prueba
 - Técnicas de caja blanca / caja negra
 - Pruebas unitarias / de integración / de validación / de sistema
 - Inspecciones

- Administración de proyectos de software
 - Trabajo en grupo (administración, procesos, organización, decisiones, roles y responsabilidades)
 - Planeación de proyectos / Seguimiento
 - Estimación de esfuerzo
 - Análisis de riesgos
 - Aseguramiento de calidad
 - Manejo de configuraciones

• ANEXO - LENGUAJE PARA ESPECIFICACIÓN DE LOS ALGORITMOS

Los algoritmos que, eventualmente, hagan parte de alguna pregunta del examen, se expresarán en un lenguaje algorítmico de sintaxis y semántica sencillas. El lenguaje en cuestión está inspirado en C; se evitan, sobre todo, los efectos de borde.

En la siguiente descripción se usará:

- Letra corriente para explicaciones sobre el lenguaje
- Letra Courier New, para denotar expresiones del lenguaje en sí.
- Letra Courier New bastardilla, para denotar constructos sintácticos.

Se usará una sintaxis BNF simplificada. Una regla de producción tendrá la forma

lado_izquierdo:

lado_derecho₁

lado_derecho₂

...

lado_derecho_k

de modo que un objeto de la forma *lado_izquierdo* produce un objeto de la forma *lado_derecho_i*, para algún $i \in 1..k$.

1. TIPOS

Dado un tipo T, se pueden declarar:

- variables de tipo T : T x_1, x_2, \dots, x_m ;
- arreglos de tipo T : T a[k];
- funciones de tipo T : T f(declaración_de_parámetros);
- apuntador a tipo T : T* p;
- archivo de tipo T : T File arch;

Se suponen conocidos tipos básicos estándar (int,char,string,float,bool,...).

Para los arreglos, k es una constante entera positiva. Los elementos del arreglo se denotan a[0], a[1],...,a[k-1].

Hay tipos registro o estructura, declarados de la forma:

```

struct T {
    declaración1

    ...

    declaraciónm }

```

Los elementos de una estructura se referencian por nombre utilizando el operador “.”. Se utiliza el operador “->” para referenciar un elemento de una estructura mediante un apuntador, i.e., si ap es un apuntador a una estructura, ap->e es una abreviatura de (*ap).e.

Ejemplo:

Se declara el tipo Arbol así:

```

struct Arbol {
    int elem;
    Arbol *izq;
    Arbol *der;
};

```

y se pueden declarar variables de tipo Arbol:

```

Arbol a;
Arbol *p;

```

y referenciar partes de entidades con estructura Arbol así: a.elem, a.izq, a.der , p->elem, p->izq, p->der.

El tipo void se usa para declarar funciones que no retornan un valor al final de su ejecución.

2. EXPRESIONES

No se menciona una sintaxis especial para expresiones. Cada expresión tiene un tipo, pero no se insistirá en una definición formal de cómo se deduce. Se usarán operadores de expresiones estándar (v.gr., aritméticos, de comparación, de cadenas, etc.) sin ambigüedades, utilizando las precedencias usuales y paréntesis, de ser necesario.

Algunos operadores de comparación: igualdad (==), desigualdad (!=), mayor o igual (>=), etc.

Hay constantes que, según el contexto, se suponen conocidas, v.gr., números, cadenas de caracteres, nil (apuntador vacío), etc.

Cada expresión evalúa a un valor único, dependiendo del contexto o entorno en que sea calculada.

3. INSTRUCCIONES

La sintaxis de las instrucciones está definida por la regla:

instrucción:

asignación

bloque

condicional

iteración

llamada

3.1. Asignaciones

asignación:

identificador_de_variable = expresión;

La variable y la expresión son del mismo tipo. El símbolo de asignación es '='. El comparador de igualdad, en cambio, se denota '=='.

Ejemplo: $x = x*x + 2*y + 1;$

3.2. Bloques

bloque:

{ lista_instrucciones }

lista_instrucciones:

instrucción

instrucción lista_de_instrucciones

Las instrucciones enmarcadas en llaves {...} se usan para resolver posibles ambigüedades.

Ejemplo: $\{ \text{temp} = x; x = y; y = \text{temp}; \}$

3.3. Condicionales

condicional:

if (condición) instrucción

if (condición) instrucción **else** instrucción

donde condición es una expresión booleana.

Ejemplos: **if** (x == y) y = z+17;
 if (d == 365) bisiestro = 0; **else** bisiestro = 1;

3.4. Iteraciones

iteración:

while (condición) instrucción

for (inicialización; condición; instrucción-1) instrucción-2

En la primera variante, se evalúa la condición (una expresión booleana). De ser verdadera, se ejecuta la *instrucción* y se vuelve al principio de la iteración.

En la segunda variante inicialización es una secuencia de asignaciones separadas por comas. La inicialización se evalúa ejecutando las asignaciones de izquierda a derecha. Así las cosas, la segunda variante equivale a

Inicialización; **while** (condición) {instrucción-2; instrucción-1}

Ejemplos: **while** (x != 0) {s = s+x; x = x-1};
 for (i=10, s=0; i!=0; i= i-1) s= s+i;

3.5. Llamada

Una función f debe tener una declaración de la forma

T f(decl_param₁, ..., decl_param_m) instrucción;

donde cada *decl_param_i* es una declaración de parámetro para la función. La función debe retornar un valor de tipo *T* (excepto si *T* es void, en cuyo caso no hay valor retornado).

La función puede llamarse con una expresión *f*(arg₁, ..., arg_m) donde *arg_i* es un argumento correspondiente al parámetro *i*-ésimo. Los argumentos pasan por valor.

El valor retornado al llamar una función se determina al ejecutar una instrucción de la forma *return expresión*; dentro del cuerpo de la función. Si la función no debe retornar un valor, se usa, simplemente, *return*.

Ejemplo:

Supóngase la función declarada

```
int suma3 (int x, int y, int z) {  
    return x+y+z;  
}
```

La siguiente instrucción usa una llamada a la función:

```
if (suma3(2,3,a) >= suma3(a,4,7)) a = 0;
```

3.6. Memoria dinámica

Para solicitar memoria dinámica se utiliza la construcción **new** (T), la cual retorna un apuntador a un elemento de tipo T. El manejo de la memoria dinámica se realiza automáticamente, i.e., no es necesario utilizar una construcción (como free, dispose, delete, etc.) para devolver la memoria solicitada.

Ejemplos:

```
int *pi = new (int);
```

```
Arbol *p = new (Arbol);
```

3.7 Entrada / Salida

El tipo File se utiliza para definir los descriptores de archivo. Se supone definidas las siguientes funciones para todo tipo T:

- abrir archivo : T File open(String arch);
- leer de archivo : void read(T File arch, T *e);
- escribir en archivo : void write(T File arch, T e);
- cerrar archivo : close(T File arch);

Así mismo, se suponen definidas para cualquier tipo T, las siguientes funciones para el manejo de la entrada y salida del terminal (entrada estándar, salida estándar):

- leer de entrada estándar : void input(T *e);
- escribir en salida estándar : void print(T e);

4. ASERCIONES Y COMENTARIOS

Los comentarios se escriben comenzando con los caracteres /* y terminando con */.

Ejemplo:

```
/* Esto es un comentario */
```

Eventualmente se pueden usar comentarios que tienen un valor de verdad con respecto al contexto del programa y al estado de las variables. Estos comentarios, llamados aserciones, se utilizan para expresar condiciones de corrección de un programa. Por legibilidad y para hacer referencia a las aserciones, es usual identificarlas con un marcador.

Para las aserciones se usará la sintaxis:

```
/* Marcador: condición */
```

Ejemplos de aserciones:

```
/* P1: x==2 && y>z */
```

```
/* P2: true */
```

```
/* P3: a==A && b==B */
```

En P2 se usa true para denotar la condición que es universalmente verdadera.

En P3 se usa la convención de denotar con identificadores en bastardilla mayúscula (A, B) valores de las variables a los que se puede hacer referencia más adelante, en otra aserción. Estos identificadores sirven para recordar valores iniciales y no pueden mencionarse en el código.

El enmarcar una porción de código entre aserciones, así como incluir aserciones intermedias se denomina anotar el código.

Ejemplo de anotación:

```
/* Q: a==A && b==B */
```

```
temp = a;
```

```
a = b;
```

```
b = temp;
```

```
/* R: a==B && b==A */
```

Para anotar lo que una función hace se prefiere escribir la precondición² y la poscondición³ justo después de su declaración. Si la función debe retornar un valor, el identificador de la función se usa para denotar lo retornado en la expresión de la poscondición.

Por ejemplo:

```
int suma3 (int x, int y, int z) {  
    /* Pre Q: x==A && y==B && z==C */  
    /* Pos R: suma3 == A+B+C */  
    return x+y+z;  
}
```

² Precondición: una condición que se debe cumplir para llamar a la función.

³ Poscondición: una condición que se cumple al final de la ejecución, si la llamada fue correcta.

- **TENDENCIAS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS DE SISTEMAS EN COLOMBIA**

Desde hace ya varios lustros los investigadores y los estudiosos del futuro han empezado a preocuparse por un fenómeno que según ellos cambiará fundamentalmente las relaciones sociales y económicas : la sociedad postindustrial, en la cual la información jugará un papel fundamental. Esto ha llevado a algunos a pensar que los nuevos juegos de poder entre las naciones girarán en torno a estos aspectos y que por lo tanto las naciones deben estar preparadas para esta “revolución de la información”.

En opinión de algunos está ocurriendo una nueva fusión de la tecnología de información y de la de telecomunicaciones, que afectará radicalmente a todas las organizaciones, aún a las que no hayan sido usuarias importantes de tecnología. Esta nueva fusión es extraordinariamente dinámica y va a conducir a cambios fundamentales en la estructura de las empresas, quienes estarán ahora más interconectadas, favoreciendo así el trabajo cooperativo. Otro aspecto que hay que destacar con respecto a la tecnología de información es que, además de posibilitar la automatización de algunos procesos, permite generar grandes cantidades de información que antes no estaban disponibles en la organización, y que ofrece la posibilidad de integrar la conversión, el almacenamiento, el procesamiento y la comunicación de información y de comprimir el tiempo y el espacio, no sólo en velocidad , sino también en la cantidad de información transmitida.

Es en el contexto anterior que debe entenderse la importancia del desarrollo de la carrera de Ingeniería de Sistemas, como un medio para poder ser depositarios de todos los beneficios de este nuevo paradigma y como un requisito fundamental para la competitividad.

En esta sección presentaremos algunas tendencias en la formación del ingeniero de sistemas: primero, algunos apartes de un artículo de Peter Denning [DEN 94] que muestran el nuevo paradigma que se requiere en las carreras de ingeniería y particularmente en la de sistemas, dado el enorme interés y pertinencia que tiene para el diseño de un currículo de sistemas y después una descripción de las principales tendencias que están modificando el ambiente en que se va a tener que desenvolver el ingeniero de sistemas y que tienen relevancia en nuestra realidad y en nuestra cultura nacional.

Los paradigmas cambiantes, según Denning

En opinión de Denning las carreras de ingeniería, y particularmente la de sistemas están sufriendo un cambio de paradigma debido a las nuevas formas de concebir los siguientes aspectos :

- La profesión
- La universidad
- La educación
- La investigación
- El trabajo
- La innovación

Presentaremos a continuación sus reflexiones con respecto a los cambios en la carrera que están siendo inducidos por esta nueva visión.

Con respecto a la profesión

“Actualmente, la mayoría de los ingenieros de sistemas ven su disciplina como el estudio de los fenómenos que rodean a los computadores. Para ellos, su profesión la constituyen un conjunto de

expertos que dedican su vida a resolver problemas de hardware y de software, para producir sistemas de información más rápidos, baratos y confiables.....pero la noción anterior entra en conflicto con nuestro conocimiento de otras profesiones. Pocos dirían, por ejemplo, que el Derecho estudia los fenómenos que tienen que ver con las leyes, sino más bien que los seres humanos están preocupados de vivir en sociedades ordenadas con gobiernos, constituciones y cortes... De la misma manera podemos decir que el proceso de registro, procesamiento y comunicación de información son partes de una preocupación de todos los seres humanos por una coordinación efectiva de su trabajo y acción. (teniendo en cuenta lo anterior) los profesionales de la computación son vistos ahora como personas que se ocupan de las preocupaciones de otras personas con respecto a esa área. Estas preocupaciones no se reducen al diseño de mejor hardware y software, sino que incluyen la instalación, configuración y mantenimiento de sistemas de computación en las organizaciones, los estándares para la comunicación e intercambio de información, la privacidad e integridad de las conversaciones, archivos y documentos, el contexto histórico de la computación y las comunicaciones, así como los valores compartidos por la gente que usa los computadores y las redes”.

“ (sin embargo) esas nuevas ideas no han afectado todavía nuestro currículo, nuestra enseñanza y nuestra forma de hacer los negocios”.

Con respecto a la universidad

“La universidad ya no es el único sitio en donde se puede tener acceso a librerías, computadores e instrumentos, pues las primeras pueden ser accedidas electrónicamente y a los segundos se puede llegar remotamente”.

....“Similarmente, se está volviendo posible ofrecer enseñanza a través de canales de multimedios incluyendo la televisión interactiva, el video y aún el correo electrónico. En los años venideros, pocos estudiantes necesitarán venir al campus para interactuar con los profesores”.

...“los estudiantes no quieren prolongar su estadía en la universidad, sino que ven el diploma como un requisito para obtener un mejor trabajo. Cada vez más, creen que para ser más valiosos para sus empleadores necesitan menos teoría y más práctica. El número de estudiantes que trabajan durante sus estudios está aumentando”.

...“Organizaciones privadas como Nintendo, Sony, Apple Computer y otras se están preparando para ofrecer servicios educativos que por la primera vez compiten directamente con los que ofrecen las universidades”

..”Además de lo anterior, muchas firmas privadas están ofreciendo servicios educativos sobre las redes. Las universidades están empezando a tener competencia, cosa a la que no estaban acostumbradas. Esto las fuerza a formular la educación como un servicio que debe establecer sus nichos del mercado y ofrecer un mejor valor”.

Con respecto a la educación

“La aproximación a la educación que utilizamos en la formación del ingeniero, está basada en una suposición implícita: que antes de que podamos tomar una acción efectiva, debemos tener un modelo preciso del mundo, el cual adquirimos a través del conocimiento. Por consiguiente, nuestra enseñanza está organizada como una presentación continua de hechos, procedimientos, métodos y modelos importantes que transferimos a los estudiantes como un subconjunto del cuerpo de conocimiento que constituye la disciplina. Nuestros currículos son especificaciones de esas presentaciones. Nuestros programas de investigación constituyen una búsqueda de nuevos hechos, leyes y modelos que puedan algún día manifestarse en el currículo”.

“Las anteriores suposiciones implícitas están perdiendo validez. El mundo cambia ahora muy rápidamente y es demasiado complejo para permitir una reflexión completa antes de la acción. La gente se ve forzada a la acción antes de que pueda entender completamente lo que está pasando. El deseo de actuar efectivamente en ese mundo es una exigencia de los estudiantes y empleadores. Los estudiantes aceptan la teoría sólo como un medio de extender su acción a otros dominios”.

... “Lo anterior no significa que debamos reemplazar el conocimiento informacional con conocimiento para la acción, sino que debemos reconocer que existe una segunda clase de conocimiento además de los hechos, los procedimientos, las reglas y los modelos, la clase de conocimiento que sólo puede ser obtenido en la interacción con otros que ya lo tienen, y que incluye habilidades para escuchar, diseñar, preocuparse, persuadir, organizarse para aprender, para ser un profesional y aun para ser honesto”.

Con respecto a la investigación

“(después de la segunda guerra mundial) se estableció un contrato social bajo el cual el gobierno pagaba a los investigadores para que se dedicaran a la investigación con el entendido de que se obtendrían beneficios substanciales para la sociedad en forma de seguridad, salud, y bienestar económico. Como consecuencia de esas intenciones del gobierno las universidades reestructuraron sus sistemas de recompensas alrededor del éxito en la investigación produciendo el popular sistema actual de ‘publique o muera’..... ”en el contexto de la búsqueda universal por la reputación en investigación, esto ha producido entre los profesores jóvenes un frenesí de publicación de artículos y una resistencia a gastar tiempo en dar clases”.... “alrededor de dos millones de artículos en ciencia e ingeniería son publicados cada año por 72.000 revistas. La gran mayoría de esos artículos son leídos por máximo una centena de personas”

...En las universidades se concibe la investigación como un proceso formal de generar nuevo conocimiento para agregar al acervo de conocimiento de la humanidad. Se considera la investigación como el primer paso en un proceso lineal que transforma ideas en productos. Según eso, después de la investigación vienen el desarrollo, la producción y el mercadeo. El flujo a través de ese proceso es lo que se denomina usualmente transferencia de tecnología. Como la creación de conocimiento se considera en las universidades más importante que su transferencia o aplicación, la investigación tiene un puesto más privilegiado que la docencia o los servicios en la mayoría de las universidades”.

..”Se está gestando un descontento extendido y creciente con las concepciones anteriores. La relación entre mucho del trabajo que se hace en las universidades y las preocupaciones de la gente, las empresas o el sector público no son muy evidentes, ni para un observador externo ni para el investigador... Aquellos que financian la investigación están empezando a pedir que ella esté conectada con alguna preocupación real de largo plazo y que no sea simplemente el conocimiento por el conocimiento”.

“La investigación está empezando a ser vista como la anticipación de ciencia y tecnología que pueda ser útil en el mundo que nos preocupa”.

Con respecto a la innovación

“Por tradición le damos mucha importancia a la innovación. Nuestra visión actual es que ella consiste en la introducción de una nueva máquina o procedimiento que hace que un conjunto de acciones sea más eficiente. La innovación es concebida como el trabajo de personas especialmente dotadas. Uno de los trabajos del administrador de tecnología es el de encontrar gente creativa y de involucrarla en los procesos tecnológicos. Según lo anterior, sólo unos pocos son capaces de generar innovaciones y sólo unas pocas de estas pueden llevarse al mercado”.

“La realidad de las organizaciones que aprenden y que están haciendo permanentemente mejoras en sus productos y ganando reputación de innovadoras contradice la concepción anterior...Ejemplos de innovaciones son los restaurantes de comida rápida, las colas únicas en los bancos, el reemplazo de la regla de cálculo por la calculadora y la puesta de órdenes por fax. Esto nos lleva a una nueva concepción de la innovación como un cambio en las prácticas estándar de una comunidad que le ayuda a realizar sus propósitos más efectivamente.... Un innovador es una persona u organización que articula un cambio, ofrece los medios para realizarlo y moviliza a la gente para que adopte la nueva práctica. La innovación es un fenómeno organizacional, no sólo individual”.

Con respecto al trabajo

“Nuestra concepción de la educación está influenciada por nuestra concepción del trabajo. Nuestra

visión tradicional de este es que está constituido por un conjunto de tareas por medio de las cuales un conjunto de personas cumple un objetivo. Además, que el trabajo puede ser optimizado reduciendo el número de movimientos y etapas, y que la productividad puede ser aumentada si hay menos pasos. Las tareas son planeadas, especificadas y supervisadas por los administradores”.

“Un nuevo entendimiento de tipo lingüístico está empezando a surgir. El trabajo es un proceso por medio del cual un agente completa una acción que conduce a la satisfacción de un requerimiento de un cliente... El trabajo puede incluir movimientos, pero muchos requerimientos son satisfechos sin necesidad de que este exista (por ejemplo cerrar un negocio). Muchas tareas son realizadas a través de conversaciones telefónicas, fax o correo electrónico”.

..”Un punto importante de lo anterior es que muchos opinan que el trabajo efectivo comprende dimensiones más amplias que la realización de tareas eficientes”.

“Muchas de las habilidades que le faltan a nuestros estudiantes son en el área de comunicación y colaboración más que en aspectos técnicos, y el adquirirlas les permitirá desempeñarse mejor en su nuevo trabajo, entendido este en la concepción que acabamos de mostrar”.

Algunas tendencias que están modificando el ambiente en el que tiene que desenvolverse el ingeniero de sistemas

la globalización

“Las evidencias empíricas nos explican en gran medida la vida económica del momento, que ha estado sujeta a la modernización y a la reestructuración del aparato productivo en sus aspectos técnicos y organizativos. Esta es una consecuencia, entre otras razones, de la generación de los conocimientos científicos y tecnológicos, que se han convertido en aspectos estratégicos de la sociedad y de las empresas. En especial, son tomadas como ventajas competitivas que se desarrollan para la supervivencia - dentro de lo cual los cambios tecnológicos y las innovaciones son elementos claves para que las empresas compitan con posibilidades de éxito en los mercados”.

“..Este nuevo escenario se denomina el de la globalización, y tiene diferentes características: se exige la apertura de mercados en los países en desarrollo, mientras aparecen nuevas formas de protección económica en las naciones industrializadas; las nuevas necesidades de comunicación son parte substancial del crecimiento, mientras hay carencias en la infraestructura de comunicaciones en los países en vías de desarrollo; las nuevas tecnologías se presentan como uno de los recursos fundamentales, lo cual plantea nuevos problemas en cuanto a su planeación, manejo, gestión, gerencia, evaluación y prospectiva; se profundiza la dicotomía entre las necesidades del mercado y las tendencias sociales de los sectores y comunidades de menores recursos; continúan los efectos perversos de un estado, de por sí pequeño; son evidentes las debilidades inherentes a la formación y preparación de la población en general, para afrontar los retos que plantea el valor estratégico del conocimiento científico y tecnológico” .

La consecuencia más obvia de los planteamientos anteriores, en lo que tiene que ver con la formación de los ingenieros de sistemas, es la enorme necesidad de profesionales capacitados en estas áreas para poder afrontar los enormes desafíos que implica la globalización.

Cualquier información de cualquier lugar en cualquier momento

La posibilidad de poder tener acceso a “cualquier información de cualquier lugar en cualquier momento”, al utilizar la superautopista de información y redes como Internet, induce profundos cambios en la forma de organización de las empresas al permitir llevar a extremos insospechados (en el tiempo y en el espacio) las posibilidades de coordinación. Dos implicaciones importantes tiene esto en la formación de los ingenieros de sistemas: por un lado, es muy probable que los modelos pedagógicos y en general los estilos tradicionales de impartir educación cambien radicalmente (se habla por ejemplo de la “universidad virtual” aunque todavía hay muchas preguntas por contestar con respecto a esta idea), y por otro es fundamental que el ingeniero de sistemas tenga una formación que le permita entender los profundos cambios organizacionales que está teniendo la Informática en las empresas para que las transformaciones se hagan de una manera exitosa.

La tendencia anterior llevará a que se creen grandes problemas relacionados con la seguridad, la intimidad y el uso apropiado de la información, y planteará problemas éticos, sociales y legales de gran magnitud, que deberá enfrentar el ingeniero de sistemas con el concurso de otros profesionales.

los grupos de trabajo

“Saber comunicar es tal vez la calidad personal más importante en un ingeniero recién egresado. Trabajar en una empresa implica integrarse en un equipo y esto requiere ante todo una buena comunicación. Excepto en ciertos casos, las empresas no necesitan genios aislados, sino personas que contribuyan realmente al éxito del equipo”⁴.

Uno de los aspectos más destacados de las organizaciones modernas es el surgimiento de las "adhocracias", que se refieren al uso de equipos de trabajo que se conforman dinámicamente, según las necesidades de un proyecto, y redes altamente descentralizadas de grupos empresariales relativamente autónomos. Las tecnologías informáticas pueden, por ejemplo, ser usadas para encontrar y coordinar gente con conocimientos y habilidades diversos, en diferentes partes de la organización. Esto puede ser enormemente potenciado por la facilidad de estas para hacer más veloz el "metabolismo de información" de las organizaciones, o sea, la tasa a la cual estas capturan, mueven, digieren y responden la información, y por el aumento en la capacidad de compartir la información entre la gente.

Otro efecto importante de las facilidades de coordinación que proporciona la Informática es que ellas facilitan el surgimiento de organizaciones verdaderamente globales, entendiéndose por esto aquellas que incorporan grupos de trabajo de diferentes sitios para el diseño de productos o de nuevas estrategias, o las que tienen mercados de alcance global y no local.

En un ambiente como el descrito más arriba es fundamental que el estudiante desarrolle habilidades para trabajar en grupo y para entender las características de los nuevos ambientes de trabajo lo cual debe verse reflejado en los currículos.

El mundo del software ha tenido grandes transformaciones en el último tiempo. Una de ellas es la gran importancia que ha ido adquiriendo y que lo ha hecho predominar sobre el hardware. Por ejemplo, la iniciativa de los nuevos desarrollos informáticos la tienen usualmente las compañías de software, dentro de los costos de un equipo el porcentaje atribuible al hardware es cada vez más bajo, etc. Otro aspecto importante de destacar es la creciente importancia de la informática del hogar (se estima que muy pronto el volumen de negocios correspondiente a la informática del hogar va a superar el de la informática empresarial lo cual es lógico pues hay más hogares que empresas) y en general la absoluta masificación de la tecnología computacional cuyo resultado más directo es una demanda insatisfecha muy grande de soluciones de software en diferentes campos.

Lo anterior, junto con las nuevas posibilidades de comercialización de software a través de Internet, hacen pensar que la industria del software, una de las industrias sin chimeneas por excelencia, puede llegar a ser muy importante y a constituirse en una alternativa muy interesante de desarrollo para el país.

Una de las consecuencias más importantes que esto puede llegar a tener es la necesidad de contar con un volumen grande de profesionales calificados para el desarrollo profesional de software. Aunque este papel lo pueden cumplir otras empresas como las casas de software, es indudable que la universidad debe jugar un rol importante en esta causa.

Otro aspecto importante de tener en cuenta es el siguiente: “la producción de software en donde se programa absolutamente todo se hace cada vez más rara. Cada vez es más importante la reutilización de componentes de software y hardware existentes y la preparación del producto para su integración en el medio en donde se va a usar. Esta preparación consiste esencialmente en la realización de las interfaces adecuadas. La fase crítica en todo el proceso es la integración global”.

⁴ Los textos que aparecen entre comillas en los próximos párrafos corresponden al documento de Claudia Roncancio presentado en la reunión nacional, a menos que se especifique su autor.

Como consecuencia de lo anterior, “tanto para prestar servicios como en la reutilización de productos, el ingeniero debe ser capaz de buscar en el mercado productos (hardware y software) que le permitan acelerar su trabajo y bajar los costos. Esto implica que debe poder evaluar la calidad del producto, negociar con el proveedor, estimar el grado de confianza que se puede tener en este y analizar los aspectos jurídicos (propiedad industrial, por ejemplo)”.

“En el plano técnico, se trata de saber integrar en un sistema global un producto desarrollado por otros equipos. También se acentúa la necesidad de saber instalar y configurar productos del mercado”.

Esta visión, y las habilidades necesarias para manejarla, deben ser dadas entonces al profesional de sistemas.

Actualmente las organizaciones están delegando el área de sistemas en otras empresas especializadas en lo que se denomina usualmente “outsourcing”. Esto ha llevado a que lo usual ahora sea que el egresado se vincule a empresas de consultoría en donde se requiere una alta especialización. La consecuencia lógica de esta situación es que la formación del ingeniero de sistemas va a ser cada vez más exigente y especializada.

“Lo anterior implica también que el ciclo de vida del ingeniero de sistemas va a cambiar. Antiguamente, una vez graduado el ingeniero entraba a trabajar a una empresa, normalmente en labores de apoyo de sistemas, como mantenimiento y asistencia a los usuarios. Ganaba un poco de experiencia y buscaba conectarse con otra empresa en donde tuviera un salto en salario y en funciones. Este paso se repetía dos o tres veces hasta ubicarse en una empresa cuya actividad principal no eran los sistemas. Allí se atrevía a dar el salto desde los sistemas hacia un área colateral como planeación, finanzas o mercadeo. Lo más importante era que su ciclo se desarrollaba en compañías que no eran de su profesión. Los que lograban conectarse con multinacionales del área de los sistemas lo hacían generalmente con funciones de soporte y ventas. Este esquema va a cambiar ahora”.

“El profesional entrará a trabajar en compañías de sistemas, usualmente más pequeñas, más planas, con menos niveles, quizás dos o tres, pero concentradas en actividades como el desarrollo de software, las comunicaciones, etc. La carencia de un árbol frondoso hará que su carrera sea más corta y concentrada en actividades verdaderamente relacionadas con el desarrollo de proyectos. El salto hacia lo administrativo se reducirá pues esos cargos están ocupados por los dueños. En este ambiente de trabajo hay mayor competencia y mayor riesgo. Hay imperativos más exigentes pues las compañías viven de obtener contratos, lo cual las obliga a distinguirse por la buena calidad, el buen servicio y el cumplimiento. El riesgo aumenta porque hay menos márgenes de acción en la compañía. Un proyecto mal ejecutado o valorado puede llevarla a la quiebra. Hay, por consiguiente, mayores requerimientos de productividad. Los contratos están rodeados de muchas cláusulas de cumplimiento, lo que no sucede como empleado bajo la frondosidad de una empresa grande que permite estructuralmente asimilar los costos extras. En la empresa pequeña deberá entrar a producir inmediatamente pues esta no tiene las posibilidades de financiar el período de inducción y entrenamiento, lo que obliga a que el profesional posea ya el manejo de herramientas más ágiles y gran capacidad de materialización. Hay mayor movilidad de temáticas, puesto que entre proyecto y proyecto se marcan fuertes diferencias sobre los objetos simbólicos a manejar, contrario al terreno estable de las necesidades de una entidad grande. Las plataformas de trabajo, tanto físicas como de ambientes de desarrollo son variadas pues son inversiones ya hechas por los contratantes. Los proyectos deben terminar a tiempo y sin dejar cabos sueltos, pues estos incurrirían en sobrecostos a los cuales es altamente sensible la pequeña compañía. Se requiere una capacidad mucho más desarrollada en la comunicación debido a la permanente interacción que hay que desplegar con los contratistas y a la movilidad y variedad de éstos. Como ya comienza a observarse, las convocatorias para empleo cambiarán: ya no se pedirá tanto un listado de milagros, deseos, sueños, fantasías y hasta mentiras, a través de la hoja de vida, sino que se solicitará una muestra del trabajo que se está en capacidad de realizar, tal como código y documentación para el caso de actividades de desarrollo” [RIO96].

LA VELOCIDAD VERTIGINOSA DE LOS CAMBIOS

Es casi ya un lugar común la constatación de la enorme velocidad a la que ocurren los cambios en nuestra sociedad y particularmente en lo que tiene que ver con el área de sistemas.

Esto nos lleva a pensar que el profesional de sistemas debe tener una gran capacidad para evolucionar. "Es necesario que los jóvenes egresados estén listos a la movilidad en todos los sentidos de la palabra. Las empresas esperan que ellos sean capaces de cambiar de contexto técnico, de contexto aplicativo, de nivel de responsabilidad y muchas veces de lugar de trabajo".

"Junto con esta capacidad de adaptación y evolución, los ingenieros deben ser capaces de valorar su experiencia. Las empresas se dan cuenta de que la evolución del trabajo puede ser tan frecuente que es prácticamente imposible llegar a un dominio completo de la profesión".

La enorme velocidad de los cambios en el mundo informático implica también que los currículos de sistemas deben ser flexibles para poder estar actualizados permanentemente. Además se debe fomentar la agilidad en los procesos administrativos de las universidades para que los cambios curriculares puedan tramitarse en forma expedita.

las debilidades típicas del ingeniero de sistemas que deben ser superadas

Desde hace algún tiempo se ha hecho el diagnóstico de que el recién egresado de sistemas tiene unas debilidades que deben ser superadas. Se considera además que la adquisición de ciertas habilidades es crítica en su desempeño futuro.

Algunos de los aspectos que se consideran fundamentales para el profesional del futuro (y particularmente para el de sistemas) se mencionan a continuación.

"Hablar el mismo lenguaje que el cliente: la complejidad de un sistema de información debe ser transparente para los usuarios. El sistema debe ser simplemente una herramienta que está a su servicio. El ingeniero de sistemas debe adquirir rápidamente el lenguaje del usuario y presentar en esos términos el sistema que corresponda a sus necesidades".

"El 'lenguaje' también influye en el desarrollo del sistema. El usuario debe encontrar en la interface del sistema que manipula el vocabulario que usa normalmente y la ergonomía adecuada. Este no es un aspecto secundario, como se piensa frecuentemente".

"Manejar un proyecto: Para poder asumir plenamente las responsabilidades que se le imponen, el ingeniero de sistemas debe hacerse cargo de un proyecto en su totalidad. Esto cubre aspectos tales como negociar el monto del contrato, administrar el proyecto y manejar los aspectos contractuales, además de los aspectos técnicos".

"Conocer el mundo empresarial: El ingeniero debe conocer el mundo de la empresa, saber cómo funciona y qué tipo de relaciones existen en ese medio. Un punto particular y muy importante es la relación con los clientes. La mayoría de los jóvenes egresados ignoran lo que es un cliente, las diferentes formas de relación empresa-cliente y no conocen ni siquiera un mínimo de socio-psicología para el trato con los clientes".

La gran importancia que se le da a la Informática como herramienta competitiva refuerza la necesidad de que el profesional de sistemas tenga un alto grado de compenetración con la estrategia de la empresa y sea capaz de plantear soluciones informáticas para apoyarla.

"Saber presentar en forma sintética: Expresarse oralmente o por escrito en su idioma y/o en inglés es indispensable. El ingeniero de sistemas debe ser capaz de adaptarse a las circunstancias: tiempo y público. Esto significa ser capaz de presentar en 2 minutos, 20 minutos o 2 horas o en 10 líneas, 10 páginas o 100 páginas, adaptando el discurso a un público de expertos, clientes o neófitos".

"El dominio (hablar, escribir, leer) del inglés es necesario".

Generosidad y humildad: la primera, para hacer partícipes a los demás de sus conocimientos y habilidades y la segunda para aceptar que para poder prestar un beneficio a la comunidad es necesario empaparse de sus problemas con el fin de contribuir a dar soluciones adecuadas a ellos.

Esta fue uno de los temas que generó más debate en la reunión nacional, en parte por la juventud de la profesión y en parte por la dificultad de encasillar en una definición los diferentes enfoques de la misma. Quizás una de las dificultades mayores reside en que se les ha colocado la misma etiqueta, de por sí bastante ambigua, sistemas, a programas disímiles. En Estados Unidos, por ejemplo, se hace una diferenciación entre la Ingeniería de Sistemas (“Systems Engineering”) y la Ciencia de la Computación (“Computer Science”), teniendo la primera un enfoque más acentuado hacia la Ingeniería y la segunda hacia los aspectos tecnológicos de la computación. En otras partes (la mayoría de los países hispanohablantes) la carrera se denomina Informática, para hacer énfasis en los aspectos relacionados con la información, y no se usa el término sistemas.

De acuerdo con lo anterior podemos decir que hay dos maneras de concebir la profesión: con énfasis en los sistemas o en el manejo de información. En el primer caso se hace énfasis en el modelaje y el análisis de sistemas en el segundo en los sistemas de información.

Según la IEEE la Ingeniería de Sistemas es la aproximación interdisciplinaria que gobierna el esfuerzo técnico total requerido para transformar un requerimiento en una solución de sistemas. Esto incluye la definición de las medidas de desempeño técnico, la integración de las especialidades de la Ingeniería para el establecimiento de una arquitectura de sistemas, y la definición de procesos que soportan el estilo de vida y que balancean los criterios de costo/desempeño y los objetivos de planeación (Estándar P1220 IEEE).

La definición de Andrew Sage concuerda bastante con la de la IEEE. Según él la Ingeniería de Sistemas es el arte y la ciencia de producir un producto, con base en diferentes fases que incluyen esfuerzos para la definición, el diseño, el desarrollo, la producción y el mantenimiento. El sistema debe ser funcional, confiable, de alta calidad, y debe haber sido desarrollado dentro de restricciones de costo y tiempo.

Una posible definición de lo que es la Ciencia de la Computación podría ser que esta es el estudio de la teoría que subyace al diseño de software para computadores y a la arquitectura de los sistemas computacionales (CMSC).

Como puede verse, de las referencias bibliográficas mencionadas, la concepción de la ingeniería de sistemas define su objeto según un “enfoque sistémico”. Por otro lado, las ciencias de la computación definen su objeto con base en los desarrollos en los computadores.

Intentando suministrar una definición que refleje lo que buscan los programas actuales y lo que la gente usualmente entiende por Ingeniería de Sistemas en Colombia, podemos decir que esta se refiere a los aspectos humanos y organizacionales y a la tecnología relacionados con la planeación, el análisis, el modelamiento, la captura, la transmisión, la presentación y la seguridad de la información, en cuanto que éste es un recurso estratégico de las organizaciones. Esto implica, por supuesto, elementos importantes de modelaje y diseño (sistemas).

El profesional de ingeniería de sistemas debe tener capacidades para diagnosticar, diseñar, construir, evaluar, auditar y mantener sistemas y procesos de información dentro de un marco administrativo, empresarial y humanista. Debe además tener autonomía para dirigir su desarrollo personal y una actitud de compromiso hacia la sociedad que lo circunda.

Un aspecto que se debe tener en cuenta es que no debe supeditar la preparación educativa únicamente a los requerimientos inmediatos de la empresa, pues hay que tener siempre en mente que se están formando personas y no únicamente engranajes para que se acoplen a los sistemas de información de la empresa. Por esta razón hay que descartar todo perfil que tienda a que el ingeniero de sistemas se convierta únicamente en alguien que únicamente se ocupa de resolver los problemas de la empresa, olvidando su desarrollo personal.

Lo anterior implica el desarrollo de algunas habilidades y cualidades :

- Crear esquemas donde se aprenda más y se enseñe menos.

- Trabajar en grupo.
- Liderazgo para vender ideas, saber negociar los proyectos y generar su propia empresa.
- Se considera fundamental la formación básica y el desarrollo de las calidades humanas. Proponer, diseñar, construir, evaluar, auditar y mantener soluciones informáticas.
- Gerenciar proyectos informáticos.
- Entender los problemas humanos y organizacionales implícitos en la implantación de las soluciones informáticas con el fin de que esta pueda ser llevada a feliz término.
- Buscar en el mercado productos (hardware y software) que le permitan acelerar su trabajo y bajar los costos. Esto implica que debe poder evaluar la calidad del producto, negociar con el proveedor, estimar el grado de confianza que se puede tener en el proveedor y analizar los aspectos jurídicos (propiedad industrial, por ejemplo)
- En el plano técnico, se trata de saber integrar en un sistema global un producto desarrollado por otros equipos. También se acentúa la necesidad de saber instalar y configurar productos del mercado.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO QUE RECOMIENDA AGREGAR

CONTENIDO PROGRAMÁTICO QUE RECOMIENDA SUPRIMIR

**COMPETENCIA DEL INGENIERO DE SISTEMAS ASOCIADAS A SUS DIFERENTES ÁREAS
DE FORMACIÓN**

INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

- **CONTENIDOS BÁSICOS DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES**

ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA

SUBÁREA INTERDISCIPLINARIA

TEMA - ESTADÍSTICA Y PROBABILIDAD

JUSTIFICACIÓN

Para su actividad profesional, y especialmente para labores de investigación, el ingeniero debe estar en capacidad de manejar y hacer el análisis de diferentes tipos de datos, inferir comportamientos futuros de las variables a partir de la información que posea, entender el concepto de probabilidad y efectuar cálculos sencillos al respecto; distinguir las variables aleatorias, discretas y continuas; aplicar los conceptos de inferencia, regresión y muestreo en problemas asociados a la Ingeniería de Telecomunicaciones.

CONTENIDO

- Tipos de variables, series estadísticas, distribución de frecuencias, representación gráfica.
- Representación de datos estadísticos: medidas de tendencia central; promedios, propiedades, interpretación; medidas de posición (mediana, media, moda).
- Medidas de dispersión: varianza, desviación típica.
- Introducción a las probabilidades: cálculo combinatorio (permutaciones y combinaciones), medida de probabilidad.
- Variables aleatorias: variable aleatoria discreta, función de probabilidad y función de distribución, variable aleatoria continua, función de densidad, valor esperado; distribución normal
- Distribuciones especiales de probabilidad: Bernoulli, Binomial, Geométrica, Binomial negativa, Hipergeométrica, Poisson, Exponencial, Uniforme, Normal.
- Regresión y correlación. Conceptos básicos.
- Nociones de muestreo.

TEMA - INFORMÁTICA

JUSTIFICACIÓN

Es necesario que el estudiante tenga los conocimientos para que pueda analizar, diseñar e implementar soluciones a problemas software mediante el uso del computador.

Con esta temática el estudiante debe:

- Conocer la arquitectura física y lógica de un computador, el manejo de un sistema operativo y un procesador de texto.
- Desarrollar esquemas de raciocinio adecuados para el desarrollo de soluciones a los problemas presentados.
- Dar las pautas necesarias para la solución de problemas mediante la construcción de los algoritmos que los resuelven.
- Conocer la sintaxis y capacidades de un lenguaje de programación y manejar con suficiencia las herramientas asociadas a dicho lenguaje.

CONTENIDO

- Introducción: conceptos generales de un computador, sistema operativo, editor de texto
- Conceptos básicos de programación: introducción a la lógica, introducción a procesos de desarrollo de software estructurado
- Estructuras repetitivas
- Funciones
- Procedimientos
- Paso de parámetros
- Variables locales y globales
- Datos compuestos
- Manejo de Archivos
- Conceptos básicos de complejidad

TEMA – HERRAMIENTAS DE SOFTWARE

JUSTIFICACIÓN

Este conocimiento es necesario, pues proporciona al estudiante las herramientas y técnicas para el desarrollo de software e introducir los conceptos fundamentales del paradigma orientado a objetos, adecuado para el desarrollo de software de telecomunicaciones

- Brindar al estudiante un entorno de trabajo como el sistema operativo UNIX
- Familiarizar al estudiante con las nociones básicas de los métodos y herramientas de la ingeniería del software. Estudiar los procesos asociados al desarrollo de sistemas, análisis, diseño, implementación, calidad, métrica, riesgos.
- Diseñar, probar, depurar e implantar algoritmos que manejan estructuras de datos lineales y no lineales.
- Presentar conceptos abstractos, enfatizando en como estos son útiles en la solución de problemas y también en como estas abstracciones pueden convertirse en algo concreto utilizando un lenguaje de programación.
- Brindar al estudiante los conocimientos básicos del PSP de forma tal que le ayude a medir la efectividad y calidad del software que desarrolla.
- Conocer las sintaxis y capacidades de un lenguaje de programación orientado a objetos.

CONTENIDO

- Introducción a la ingeniería de software
- Introducción al sistema operativo Unix
- Introducción a los Tipos Abstractos de Datos
- Estructuras dinámicas lineales
- Conceptos de estructuras no lineales
- Programación orientada a objetos

SUBÁREA DE CIRCUITOS ELECTRICOS

OBJETIVO GENERAL

Suministrar al estudiante las bases necesarias que le permitan analizar el comportamiento de los circuitos y de las redes de corriente continua y alterna, componentes utilizados en Telecomunicaciones

TEMA - CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE CORRIENTE DIRECTA

JUSTIFICACIÓN

Proporcionar las bases generales de los circuitos de corriente directa e introducción al análisis de circuitos de corriente alterna

CONTENIDO

- Teoría de electricidad
- Leyes de análisis de circuitos
- Técnicas de análisis de circuitos
- Redes de un par de terminales
- Teoremas de redes
- Cuadripolos
- Corriente alterna
- Circuitos básicos de corriente alterna
- Aplicación de los números complejos al análisis de redes
- Resonancia serie

TEMA - CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE CORRIENTE ALTERNA

JUSTIFICACIÓN

Proporcionar los conocimientos necesarios para el manejo de las leyes y métodos tanto en el dominio del tiempo como en el de la frecuencia que permitan analizar y diseñar redes de corriente alterna que involucren los parámetros r , l , c y m .

CONTENIDO

- Resonancia paralelo
- Resonancia múltiple
- Circuitos acoplados magnéticamente
- Circuitos acoplados sintonizados
- Transformación de impedancias
- Señales singulares
- Respuesta transitoria de circuitos simples
- Respuesta total a redes lineales

TEMA - CIRCUITOS ELÉCTRICOS EN SISTEMAS DE COMUNICACIÓN

JUSTIFICACIÓN

Se deben conocer los conceptos fundamentales y las técnicas de análisis, síntesis y diseño de algunas redes de uso común en los sistemas de comunicaciones.

CONTENIDO

- Introducción
- Funciones de transferencia. Polos y ceros
- Funciones de transferencia de redes activas
- Métodos gráficos de análisis de amplitud y fase, vectorial y de bode
- Análisis de cuadripolos sin carga
- Análisis de cuadripolos con carga
- Diseño convencional de filtros
- Atenuadores, adaptadores y desfasadores
- Ecuilibradores de amplitud y de fase
- Realizabilidad. Síntesis de redes de un par de terminales
- Síntesis de funciones de transferencia
- Diseño de filtros por el método de aproximación

- Diseño de filtros activos

SUBÁREA DE CIRCUITOS ELECTRÓNICOS

OBJETIVO GENERAL

Suministrar al estudiante los medios que le permitan la utilización y el análisis de los circuitos y dispositivos electrónicos y sus correspondientes aplicaciones.

TEMA - ELECTRÓNICA BÁSICA

JUSTIFICACIÓN

El estudiante debe identificar las propiedades generales de los dispositivos semiconductores básicos como diodos, transistores bipolares y de efecto de campo, amplificadores operacionales y sus aplicaciones con el fin de utilizarlas adecuadamente posteriormente.

CONTENIDO

- Diodo. Aplicaciones
- Transistor: Generalidades, Análisis D.C.
- Transistor: Análisis de A.C.
- Amplificadores multi-etapas
- Respuesta en frecuencia
- Circuitos básicos de un amplificador operacional
- Principios básicos del par diferencial

TEMA - CIRCUITOS ANALÓGICOS

JUSTIFICACIÓN

El estudiante debe tener la capacidad para el análisis y la síntesis de Circuitos analógicos con énfasis en amplificadores operacionales y su aplicación en circuitos lineales (amplificadores) y no lineales (comparadores)

CONTENIDO

- Realimentación
- Estabilidad
- Osciladores
- Amplificadores operacionales
- Aplicaciones lineales del operacional
- Aplicaciones no lineales del operacional

- Amplificadores de potencia

TEMA - CIRCUITOS DIGITALES

JUSTIFICACIÓN

En el mundo de la tecnología digital es necesario que el estudiante disponga de los conocimientos, herramientas y destrezas básicas necesarias que le permitan entender, mantener y diseñar sistemas digitales. Además hay que introducir al estudiante en el mundo de los ambientes de desarrollo hardware, conceptualizándolo e introduciéndolo en la utilización de herramientas para simulación y análisis, que dan una visión más amplia de lo que es el diseño digital.

CONTENIDO

- Generalidades de electrónica digital
- Redes combinatorias
- Redes secuenciales
- Circuitos aritméticos
- Contadores y registros
- Familias lógicas de circuitos integrados
- Circuitos lógicos MSI
- Dispositivos de memoria
- Dispositivos lógicos programables
- Ambientes de desarrollo hardware
- Introducción a los microcomputadores
- Procesadores digitales de señal

TEMA - DISPOSITIVOS ANALÓGICOS

JUSTIFICACIÓN

Suministrar al estudiante toda una serie de dispositivos analógicos que permitan el contacto del mundo físico con la parte inteligente del sistema electrónico (mundo digital), de forma que pueda proveer soluciones globales a problemas específicos de baja y mediana complejidad.

CONTENIDO

- Dispositivos de Conmutación
- Dispositivos de control
- Osciladores
- Acondicionamiento de señal
- Procesamiento de señal

TEMA – APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

JUSTIFICACIÓN

Suministra la formación básica suficiente que permita al estudiante diseñar, mantener y construir implementaciones de sistemas electrónicos digitales basados en microprocesadores.

CONTENIDO

- El microcomputador
- El microcontrolador
- El microprocesador
- Evolución de los microprocesadores
- Diseño hardware de aplicaciones basadas en microprocesador
- Ambiente de desarrollo como soporte para implementaciones
- Sistemas multiprocesador
- Sistemas de tiempo real

TEMA – SUB-SISTEMAS DE RADIOFRECUENCIA

JUSTIFICACIÓN

Análisis de los sistemas de radiofrecuencia con ilustración de conceptos técnicos. Interpretación de circuitos prácticos, diseño, operación y aplicación. Utilización de las notaciones estándar de la IEEE. Efecto del ruido y la distorsión en los sistemas de radiocomunicaciones. Estudio de los sistemas de amplificación, mezcladores, demoduladores, PLL y CAG. Características y planeación de un sistema receptor. Amplificación de potencia. Características y planeación de transmisor.

CONTENIDO

- Consideraciones básicas de radiocomunicaciones
- Ruido
- Amplificadores de pequeña señal: Diseño. Amplificadores de RF y FI
- Mezcladores
- Demoduladores de AM y FM
- Control automático de ganancia
- P.L.L.
- Características de los receptores
- Planeación del sistema receptor
- Amplificadores de potencia lineales
- Amplificadores de potencia sintonizador

- Amplificadores de alta eficiencia
- Transmisores CW, FM y AM
- Transmisores B.L.U.

ÁREA DE INGENIERÍA APLICADA

SUBÁREA DE RADIOCOMUNICACIONES

OBJETIVO GENERAL

Proveer al estudiante de los conocimientos de los principios y fenómenos de radiación y dispositivos presentes en la transmisión de señales de radiofrecuencia por lo que el Ingeniero de Telecomunicaciones debe estar en capacidad de conocer y analizar los diferentes medios de transmisión, sus principios de funcionamiento y sus principales características.

TEMA – TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA

JUSTIFICACIÓN

Debido a que una gran parte de las Telecomunicaciones se basan en los fenómenos de radiación se deben conocer adecuadamente los conceptos, técnicas físico-matemáticas y fenómenos físicos, que permitan analizar los problemas que involucren la generación, propagación y usos de las ondas electromagnéticas.

CONTENIDO

- Fuentes de campos eléctricos y magnéticos.
- Polarización y magnetización de medios materiales.
- Las ecuaciones de Maxwell.
- Propagación de ondas en diferentes medios.
- Reflexión, refracción de ondas.
- Superposición de ondas.
- Difracción de ondas.

TEMA - MICROONDAS

JUSTIFICACIÓN

El estudiante debe conocer los principios de funcionamiento, características y aplicaciones de los dispositivos que se emplean en microondas, con el fin de tener criterios que le permitan hacer uso de ellos en la práctica.

CONTENIDO

- Espectro electromagnético.
- Las microondas sus características y aplicaciones en los sistemas de comunicaciones.
- Otras aplicaciones: radar, satélites, industria, gps.

- Modos TEM, TE, TM.
- Guías rectangulares, circulares, coaxiales, microtiras, cavidades.
- Magnetron, klystron, diodo túnel, gunn.
- Dispositivos de microondas: Atenuador, desfasador, T híbrida, bocinas piramidales y circulares cónicas, postes y tornillos, iris, sintonizadores de línea ranurada, frecuencímetro de cavidad.
- Adaptación de impedancias a frecuencias de microondas y carta de Smith.
- Razón de onda estacionaria.

TEMA - RADIO-PROPAGACIÓN

JUSTIFICACIÓN

El estudiante debe conocer los diferentes mecanismos de radio- propagación, con el fin de tener criterios que le permitan hacer uso de ellos en la práctica.

CONTENIDO

- Generalidades
- Propagación por Onda Terrestre
- propagación por Línea de Vista
- propagación por Dispersión Troposférica
- Propagación por Onda Ionosférica

TEMA - ANTENAS

JUSTIFICACIÓN

Suministrar los conceptos y técnicas físico matemáticas que permitan analizar el fenómeno de la radiación y diferentes estructuras radiantes.

CONTENIDO

- Conceptos y Definiciones Generales de los Radiadores
- Radiadores Elementales
- Arreglos de Radiadores
- Parámetros de las antenas: Patrón de radiación, directividad, ganancia, ancho de banda, ancho de haz del patrón de radiación a potencia media.
- Bocinas plano E, H, piramidales.
- Antenas Parabólicas.
- Arreglos de Antenas.

SUBÁREA DE REDES Y SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES

OBJETIVO GENERAL

El estudiante debe estar en capacidad de conocer y analizar los componentes y fenómenos presentes en una Red y en un sistema de Telecomunicaciones

TEMA - MEDIOS DE TRANSMISIÓN

JUSTIFICACIÓN

Proporcionar los conocimientos fundamentales sobre las características de los diferentes medios de transmisión utilizados actualmente en el transporte de información en los sistemas de comunicación. Brindar los conocimientos básicos sobre conductores de fibra óptica, conformación de cables de fibra óptica, su utilización en los sistemas de transmisión, parámetros y métodos de medida.

CONTENIDO

- Introducción
- Línea Infinita
- Reflexión
- Líneas de Bajas Pérdidas
- Adaptación de Impedancias con Secciones de Líneas de Transmisión
- Principios Generales de los Conductores de Fibra Óptica
- Características de los conductores de Fibra Óptica
- Cables Conductores de Fibra Óptica
- Tipos de fibras ópticas: aplicaciones y parámetros característicos
- Conversión electro-óptica de señales
- Desarrollo de los sistemas ópticos de comunicaciones: Multiplexación en longitud de onda (WDM), Componentes de un enlace WDM Acopladores, Multiplexores y filtros
- Amplificadores ópticos
- Sistemas de comunicaciones por fibras ópticas
- Redes con fibras ópticas

TEMA – FUNDAMENTOS DE REDES DE TELECOMUNICACIONES

JUSTIFICACIÓN

Analizar la estructura general de las Redes de Telecomunicaciones, y proporcionar los conocimientos básicos para conocer las características particulares de cada uno de los elementos que las conforman, identificar los servicios que ellas prestan y las leyes que las regulan.

CONTENIDO

- Evolución Histórica
- Conceptos Básicos
- Modelo de Referencia OSI y Regulaciones
- Tipos de Redes de Telecomunicaciones
- Planificación de Redes de Telecomunicaciones
- Tendencias en las Redes de Telecomunicaciones

TEMA - SISTEMAS DE CONMUTACIÓN

JUSTIFICACIÓN

Presentar en forma global los conceptos, características, elementos y funcionamiento de un Sistema de Conmutación, independiente de la tecnología utilizada, de tal manera que el estudiante obtenga las herramientas básicas que le permitan entender, analizar, comparar, adaptar, evaluar, modernizar y gestionar dicho sistema. Además le permitirá ser dinámico y flexible con los avances tecnológicos y el contexto de globalización de las telecomunicaciones.

CONTENIDO

- Conceptos básicos de telefonía
- Evolución de las redes de telecomunicaciones
- Técnicas y herramientas para el diseño de redes de telecomunicaciones
- Tecnologías asociadas
- Principios de control de un sistema de conmutación
- Nuevo modelo de telecomunicaciones

TEMA – FUNDAMENTOS DE SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES

JUSTIFICACIÓN

Proporcionar los conocimientos básicos de las técnicas y configuraciones de los sistemas de telecomunicaciones.

CONTENIDO

- Conceptos Generales de FDM
- Multicanalización por División de Frecuencia
- Señalización y Pilotos
- Composición de una Estación Terminal Multiplex
- Factores de Degradación de la Calidad de la Señal en el Sistema Multiplex
- Principios de Técnicas Multiplex PDH
- Funciones Fundamentales
- Funciones Complementarias
- Sistemas PDH de Orden Superior
- Transmisión de Señales PDH
- Jerarquía Digital Sincrónica (SDH)
- Estructura de la Trama SDH
- Estructuras de Mapeo SDH
- Mapeo de Señales Plesiocronas y Apuntadores
- Taras de Sección y Trayecto
- Configuración de Red SDH

TEMA - SISTEMAS DE COMUNICACIÓN POR MICROONDAS

JUSTIFICACIÓN

Suministrar los conocimientos básicos para el diseño y planeamiento de Sistemas de Radiocomunicaciones Analógicos y Digitales por Microondas, Punto a Punto Terrestres.

CONTENIDO

- Sistemas de Comunicación por Microondas Punto a Punto Terrestres
- Criterios y Elementos de Diseño para un Sistema de Comunicación Analógico por Microondas con base a las Especificaciones ITU-R
- Criterios y Elementos de Diseño para un Sistema de Comunicación Digital por Microondas con base a las Especificaciones ITU-R

TEMA – SISTEMAS DE RADIO-COMUNICACIONES MÓVILES

JUSTIFICACIÓN

Realizar un estudio de los diferentes tipos de radiocomunicaciones móviles, partiendo de los sistemas de radio-búsqueda o buscapersonas hasta los sistemas de comunicaciones vía redes de satélites. En cada caso se analizan las definiciones del ITU-R, las características y servicios básicos y suplementarios, la interfaz radio, el tipo de control de acceso al servicio para los abonados, los procedimientos de establecimiento de comunicación y al final se presentan los sistemas comerciales más comunes del mercado.

CONTENIDO

- Conceptos básicos. Elementos de un sistema de comunicaciones móviles.
- Sistemas de Radio-búsqueda (Beeper)
- Teléfonos sin hilos
- Sistemas troncales (Trunking)
- El concepto celular. Características de un sistema celular básico. Cluster. Rehusos de frecuencias. Caracterización geométrica de un sistema celular. Planeación de frecuencias
- Sistemas móviles celulares
- Sistemas Móviles Digitales
- Estructura de red y técnicas de acceso celular. FDMA TDMA Y CDMA. Otras técnicas de acceso múltiple. Capacidad de sistemas celulares
- El sistema GSM. GSM 800, DCS 1800 y PCS 1900. Características técnicas, Arquitectura, Elementos componentes de los subsistemas de Estación base y de red. Areas de servicio.

TEMA - SISTEMAS DE COMUNICACIÓN DE DATOS

JUSTIFICACIÓN

Suministrar los conocimientos elementos y básicos empleados en los sistemas de comunicación de datos y su aplicación en las telecomunicaciones modernas.

CONTENIDO

- Conceptos Generales
- Tele-procesamiento
- La Comunicación de Datos
- Control y Coordinación
- La Interfaz Eléctrica y Los Protocolos del Nivel Físico
- Protocolos del Nivel 2 (Enlace)
- Protocolos del Nivel 3 (X.25)
- Otros Protocolos

- Módems, Multiplexores y Compartición de Líneas de Transmisión
- Arquitectura de Redes de Computadores

TEMA - INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS TELEMÁTICOS

JUSTIFICACIÓN

Conocer las características y tecnologías asociadas al Nuevo Modelo de Red de Telecomunicaciones, entendiendo éste como la plataforma de red que soportará el desarrollo y ejecución de las aplicaciones telemáticas actuales y futuras.

CONTENIDO

- Arquitectura del nuevo modelo de Red de Telecomunicaciones
- Acceso. Definición. Tecnologías asociadas
- Transmisión. Jerarquía Digital Sincrónica SDH
- Conmutación. Modo de Transferencia Asíncrono ATM
- Señalización. Sistema de Señalización No. 7. ITU
- Inteligencia. Redes Inteligentes
- Gestión. Gestión de Redes de Telecomunicaciones TMN
- Red Inteligente Integrada de Banda Ancha

SUBÁREA DE SISTEMAS Y SEÑALES

OBJETIVO GENERAL

Suministrar al estudiante los conceptos necesarios que le permitan avanzar en el modelamiento matemático que le permitan conocer y analizar formas de procesamiento de señales, analizar sistemas de transmisión de información y el ruido e interferencia a las pueden estar expuestos.

TEMA – SISTEMAS DE TRANSMISIÓN

JUSTIFICACIÓN

Proporcionar los fundamentos teóricos de las señales y de los sistemas de transmisión de información, el ruido y la interferencia y su efecto sobre la señal, las limitaciones físicas y tecnológicas de los sistemas, las distintas formas existentes de procesamiento de las señales, y los criterios de selección de los mismos con énfasis en aquellos de naturaleza analógica.

CONTENIDO

- Introducción
- Análisis Espectral

- Señales Aleatorias y Ruido
- Comunicación en Banda Base
- Modulación Lineal
- Modulación Exponencial
- Modulaciones: PAM, PPM, PCM, PWM, FSK, PSK, QPSK, 8PSK y QAM
- Ruido en Modulación de Onda continua

TEMA – PROCESAMIENTO DE SEÑALES EN TELECOMUNICACIONES

JUSTIFICACIÓN

Realizar el tratamiento de señales tanto analógicas como digitales para ser transmitidas y recibidas por equipo de naturaleza digital, considerando tres clases: señales de banda base, modulación por pulsos y modulación digital. El estudio de ellas comprende además de la generación y la detección, el análisis de los problemas que se presentan (en especial el ruido) y la forma de solucionarlos.

CONTENIDO

- Generalidades
- Características de las señales
- Clasificación de las señales
- Señales periódicas
- Series de Fourier (Tiempo continuo, tiempo discreto)
- Transformada de Fourier de tiempo continuo
- Transformada de Laplace
- Teoría de la información
- Teorema del muestreo y sistemas de modulación por pulsos
- Sistemas de modulación digital
- La codificación para detectar y corregir errores
- El espacio de la señal y la detección óptima
- Transformada Z.
- Función de transferencia y polos y ceros de sistemas discretos.
- Resonadores digitales.
- Análisis y diseño de filtros digitales
- Transformada discreta de Fourier DFT
- Análisis espectral mediante la DFT
- Transformada rápida de Fourier FFT.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO QUE RECOMIENDA AGREGAR

CONTENIDO PROGRAMÁTICO QUE RECOMIENDA SUPRIMIR

**COMPETENCIA DEL INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES ASOCIADAS A SUS
DIFERENTES ÁREAS DE FORMACIÓN**

BIBLIOGRAFÍA

ACOFI – ICFES, Actualización y modernización del currículo en Ingeniería Agrícola. Santafé de Bogotá D.C., Noviembre de 1999

ACOFI – ICFES, Actualización y modernización del currículo en Ingeniería de Alimentos. Santafé de Bogotá D.C., Noviembre de 1999

ACOFI – ICFES, Actualización y modernización del currículo en Ingeniería Ambiental. Santafé de Bogotá D.C., Noviembre de 1999

ACOFI – ICFES, Actualización y modernización del currículo en Ingeniería Civil. Santafé de Bogotá D.C., Septiembre 1996

ACOFI – ICFES, Actualización y modernización del currículo en Ingeniería Eléctrica, Electrónica. Santafé de Bogotá D.C., Septiembre 1996

ACOFI – ICFES, Actualización y modernización del currículo en Ingeniería Industrial. Santafé de Bogotá D.C., Septiembre 1996

ACOFI – ICFES, Actualización y modernización del currículo en Ingeniería Mecánica. Santafé de Bogotá D.C., Septiembre 1996

ACOFI – ICFES, Actualización y modernización del currículo en Ingeniería Química. Santafé de Bogotá D.C., Septiembre 1996

ACOFI – ICFES, Actualización y modernización del currículo en Ingeniería de Sistemas. Santafé de Bogotá D.C., Mayo 1997

ACOFI – ICFES, Actualización y modernización del currículo en Ciencias de la Tierra. Ingeniería de Minas, Ingeniería Geológica y Geología, Ingeniería de Petróleos, Ingeniería Metalúrgica y Materiales. Santafé de Bogotá D.C., Diciembre 1998

ACOFI – ICFES, Especificaciones de los Exámenes de Estado de Calidad de la Educación Superior en Ingeniería Agrícola – 2003. Santafé de Bogotá D.C., Agosto de 2003

ACOFI – ICFES, Especificaciones de los Exámenes de Estado de Calidad de la Educación Superior en Ingeniería de Alimentos – 2003. Santafé de Bogotá D.C., Agosto de 2003

ACOFI – ICFES, Especificaciones de los Exámenes de Estado de Calidad de la Educación Superior en Ingeniería Ambiental – 2003. Santafé de Bogotá D.C., Agosto de 2003

ACOFI – ICFES, Especificaciones de los Exámenes de Estado de Calidad de la Educación Superior en Ingeniería Civil – 2003. Santafé de Bogotá D.C., Agosto de 2003

ACOFI – ICFES, Especificaciones de los Exámenes de Estado de Calidad de la Educación Superior en Ingeniería Eléctrica – 2003. Santafé de Bogotá D.C., Agosto de 2003

ACOFI – ICFES, Especificaciones de los Exámenes de Estado de Calidad de la Educación Superior en Ingeniería Electrónica – 2003. Santafé de Bogotá D.C., Agosto de 2003

ACOFI – ICFES, Especificaciones de los Exámenes de Estado de Calidad de la Educación Superior en Ingeniería Geológica – 2003. Santafé de Bogotá D.C., Agosto de 2003

ACOFI – ICFES, Especificaciones de los Exámenes de Estado de Calidad de la Educación Superior en Ingeniería Industrial – 2003. Santafé de Bogotá D.C., Agosto de 2003

ACOFI – ICFES, Especificaciones de los Exámenes de Estado de Calidad de la Educación Superior en Ingeniería de Materiales – 2003. Santafé de Bogotá D.C., Agosto de 2003

ACOFI – ICFES, Especificaciones de los Exámenes de Estado de Calidad de la Educación Superior en Ingeniería Mecánica – 2003. Santafé de Bogotá D.C., Agosto de 2003

ACOFI – ICFES, Especificaciones de los Exámenes de Estado de Calidad de la Educación Superior en Ingeniería Metalúrgica – 2003. Santafé de Bogotá D.C., Agosto de 2003

ACOFI – ICFES, Especificaciones de los Exámenes de Estado de Calidad de la Educación Superior en Ingeniería de Minas – 2003. Santafé de Bogotá D.C., Agosto de 2003

ACOFI – ICFES, Especificaciones de los Exámenes de Estado de Calidad de la Educación Superior en Ingeniería Química – 2003. Santafé de Bogotá D.C., Agosto de 2003

ACOFI – ICFES, Especificaciones de los Exámenes de Estado de Calidad de la Educación Superior en Ingeniería de Sistemas – 2003. Santafé de Bogotá D.C., Agosto de 2003

ACOFI – ICFES, Especificaciones de los Exámenes de Estado de Calidad de la Educación Superior en Ingeniería de Telecomunicaciones – 2003. Santafé de Bogotá D.C., Agosto de 2003

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL, Resolución Número 2773 de Noviembre 13 de 2003