



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Apuntes complementarios de
Instalaciones Industriales**

MATERIAL DIDÁCTICO

Que para obtener el título de
Ingeniero Industrial

P R E S E N T A

Damaris Valencia Mercado

ASESOR DE MATERIAL DIDÁCTICO

M.I. Alejandro Suárez Herrera



Ciudad Universitaria, CD. MX., 2018

AGRADECIMIENTOS

*Gracias a mi familia Valencia Mercado,
porque entre más sombría se torne la
situación, más intenso brillan al final del túnel.
Los amo.*

*Gracias José Miguel y Bryan, por el “qué bonito
amor”. Especialmente JM, por encontrarme en
el camino.*

*Gracias Alejandro, por brindar todos sus
conocimientos y hacer esto posible.*

*Finalmente, gracias Susana por las lecciones
aprendidas, las clases, los consejos y sobre
todo las risas.*

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
I. Resumen	1
II. Planteamiento del problema.....	2
III. Justificación.....	3
IV. Objetivo general	4
V. Antecedentes	4
VI. Alcance	7
CAPÍTULO 1. DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA.....	9
1.1. Datos Generales	9
1.2. Ubicación de la materia.....	9
1.3. Objetivo de la asignatura.....	10
1.4. Contenido temático	11
1.5. Sugerencias Didácticas.....	12
1.6. Formas de evaluación	12
1.7. Bibliografía básica.....	13
CAPÍTULO 2. APUNTES TEMA 1: INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	15
2.1. Objetivo del tema	15
2.2. Generalidades, normas y reglamentos.....	15
2.3. Generación, autogeneración y cogeneración.....	18
2.4. Transmisión, distribución, tarifas y medición.....	19
2.4.1. Transmisión	19
2.4.2. Distribución.....	20
2.4.3. Tarifas.....	21
2.4.4. Medición	22

2.5. Subestaciones. Tierras. Materiales	22
2.5.1. Subestaciones	22
2.5.2. Tierras	24
2.5.3. Materiales	24
2.6. Motores y arrancadores.	25
2.6.1. Motores.....	25
2.6.2. Arrancadores	25
2.7. Protecciones. Canalizaciones.	26
2.7.1. Protecciones.....	26
2.7.2. Canalizaciones	28
2.8. Cálculo de conductores.....	32
2.8.1. Calculo de conductores por su capacidad de conducción de corriente. 33	
2.8.2. Calculo de conductores por caída de voltaje	35
2.9. Ahorro de energía.	36
CAPÍTULO 3. APUNTES TEMA 2: SISTEMAS HIDRÁULICOS	39
3.1. Objetivo del tema	39
3.2. Generalidades. Alimentación directa. Calidad del agua.	39
3.2.1. Generalidades	39
3.2.2. Alimentación directa	40
3.2.3. Calidad del agua.....	40
3.3. Normas y reglamentos. Tarifas de medición.	40
3.3.1. Normas y reglamentos.....	40
3.3.2. Tarifas de medición	41
3.4. Captación, potabilización, conducción y regularización.	43

3.4.1.	Captación	43
3.4.2.	Potabilización.....	43
3.4.3.	Conducción.....	44
3.4.4.	Regulación.....	44
3.5.	Plantas de bombeo y pozos.....	44
3.5.1.	Plantas de bombeo.....	44
3.5.2.	Pozos.....	45
3.6.	Cisternas, bombas, válvulas y fontanería.....	46
3.6.1.	Cisternas	46
3.6.2.	Bombas	47
3.6.3.	Válvulas	47
3.6.4.	Fontanería	48
3.7.	Tanque hidroneumático.....	49
3.8.	Tanque elevado	50
3.9.	Ahorro de agua y reúso. Cálculo de tuberías.....	51
3.9.1.	Ahorro de agua y reúso	51
3.9.2.	Calculo de tuberías.....	51
CAPÍTULO 4. APUNTES TEMA 3: SISTEMAS NEUMÁTICOS.....		53
4.1.	Objetivo del tema	53
4.2.	Neumática	53
4.3.	Compresores.....	53
4.4.	Componentes de un sistema neumático	55
4.5.	Producción y tratamiento del aire comprimido	56
CAPÍTULO 5. APUNTES TEMA 4: INSTALACIONES ESPECIALES.....		59
5.1.	Objetivo del tema	59

5.2.	Elevadores.....	59
5.2.1.	Partes de un elevador.....	59
5.2.2.	Tipos de elevadores	59
5.3.	Gas natural.....	61
5.4.	Gas LP	62
5.5.	Aire acondicionado.....	63
5.6.	Comunicaciones.....	65
CAPÍTULO 6. APUNTES TEMA 5: SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL		67
6.1.	Objetivo del tema	67
6.2.	Distribución, diseño y manejo de materiales.....	67
6.2.1.	Distribución.....	67
6.2.2.	Diseño	67
6.2.3.	Manejo de materiales	71
6.3.	Maquinaria, recipientes a presión y puntos de operación.	73
6.3.1.	Maquinaria.....	73
6.3.2.	Recipientes a presión	74
6.3.3.	Punto de operación.....	74
6.4.	Exposiciones a energía eléctrica y productos químicos	75
6.4.1.	Exposiciones a energía eléctrica.....	75
6.4.2.	Exposición a productos químicos	76
6.5.	Radiación Ionizante y no ionizante.....	77
6.5.1.	Radiación ionizante	77
6.5.2.	Radiación no ionizante	80
6.6.	Protección personal dentro de la industria	82
6.6.1.	Condiciones a reunir y características a exigir	83

6.6.2. Clasificación.....	83
6.6.3. Equipos de protección	85
6.7. Análisis de riesgo y siniestralidad	86
CAPÍTULO 7. APUNTES TEMA 6: MANTENIMIENTO.....	91
7.1. Objetivo del tema	91
7.2. Historia y desarrollo del mantenimiento.	91
7.3. Marco conceptual del mantenimiento.....	93
7.4. Enfoque sistémico e integral - CMD (confiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad).....	93
7.5. Enfoque sistémico kantiano de mantenimiento	96
VII. Conclusiones.....	99
VIII. Futuras líneas de Investigación	100
REFERENCIAS.....	101

INTRODUCCIÓN

I. Resumen

El presente documento fue creado para satisfacer la necesidad de fuentes de apoyo tanto para profesores como alumnos que cursen la materia de Instalaciones Industriales.

Se plantea la explicación de la materia vista académicamente, así como sus antecedentes, objetos, problemas que soluciona y abundante explicación de la materia.

En el capítulo uno se describe la materia de Instalaciones Industriales, datos generales, ubicación de la materia en el plan de estudios, objetivos de la asignatura y de cada uno de los temas, algunas sugerencias didácticas formas de evaluación y la bibliografía que se recomienda para la asignatura.

El capítulo 2 “Instalaciones eléctricas” se habla sobre reglamentos y normas existentes en México, los tipos de producción que existen, los elementos para que la energía eléctrica llegue a su destino, un ejercicio en donde se explica cómo se calcula la tarifa de luz eléctrica en México, los elementos de una subestación y algunos de los materiales que se utilizan en las instalaciones eléctricas

El tema tres habla sobre los sistemas hidráulicos, factores que debe tener una instalación de este tipo como la calidad del agua, algunas normas que existen en México. Similar al capítulo uno un ejemplo de cálculo de tarifa, los elementos para que el agua llega hasta el consumidor final, terminando con el ahorro de agua, muy importante en esta época.

El capítulo cuatro habla sobre los sistemas neumáticos, algunos de sus componentes más importantes, como lo son los compresores, como se produce el aire comprimido y su tratamiento.

En el capítulo cinco se explica el funcionamiento de las instalaciones especiales que se pueden presentar la industria, por ejemplo, elevadores, instalaciones de gas natural y gas LP, aire acondicionado y comunicaciones.

El capítulo seis es uno de los temas más extensos que hay en el temario, ya que este tema que habla sobre la seguridad industrial, teniendo numerosos ámbitos, los cuales comprenden desde la seguridad que se le debe brindar al usuario para protegerlo de accidentes que van desde la maquinaria, la distribución de la planta, el almacenamiento de los materiales, hasta la protección de los operarios ante peligros eléctricos, químicos así como emisiones radioactivas. En este capítulo, se proporcionan consejos para la protección del usuario y el entorno que rodea a este.

Finalmente en el capítulo siete se habla sobre el mantenimiento, visto desde la perspectiva kantiana, un enfoque interesante, el cual profundiza en modelos matemáticos y estadísticos para tener un control más concreto sobre el mantenimiento que se debe realizar.

II. Planteamiento del problema

Ante la creación del nuevo plan de estudios, para la carrera de Ingeniería Industrial se crea, con la modificación de la materia de instalaciones electromecánicas, la nueva asignatura llamada Instalaciones Industriales.

Con la implementación de nuevas tecnologías, el internet de las cosas, transformación digital, robótica, realidad aumentada, entre otros aspectos que integran a la industria 4.0, el principal problema al que se enfrentan las instalaciones electromecánicas es la dificultad de actualización al cambio.

Es importante que esta actualización sea homogénea e incluya todos los ámbitos de las instalaciones, es decir, que esta actualización vaya desde apuntes hasta certificaciones, que actualmente son de gran utilidad en la industria. Otro de los problemas detectados es la falta de apuntes complementarios para reforzar el aprendizaje de cualquier entidad que desee consultarlos.

III. Justificación

El principal objetivo del ingeniero es mantenerse actualizado y con ello a su entorno. La actualización en la Facultad de Ingeniería incluyendo a todas las carreras que esta institución imparte, implicó un cambio de planes de estudio para las generaciones sucesoras a partir del año 2016.

Los beneficios que presenta el nuevo plan es la actualización de conocimientos, debido a las crecientes revoluciones industriales y el cambio que ellas conllevan como lo son la Industria 4.0, utilización de softwares con los cuales puedes tener otro panorama de los problemas a los que se enfrentaran las futuras generaciones. Para cumplir con esta tarea, este plan (2016) entro en vigor en el semestre 2016-1, dirigido para los alumnos de primer ingreso de la Facultad de Ingeniería a partir de la generación 2016.

Con el pasar de los años tanto alumnos como profesores, pueden darse cuenta de que cada uno en su función es único. Por lo tanto, hay alumnos que pueden retener todo lo visto en una clase, así como existirán los que son más autodidactas y buscan formas de complementar sus estudios y lo visto en clase, ya sea consultado la bibliografía básica o explorando más allá.

Cabe destacar que también existen muchos tipos de profesores, los cuales pueden pedir a sus alumnos que exploren más allá de lo visto en clase, así como los que dejan tarea, entre muchos otros más.

Dicho lo anterior, la Facultad de Ingeniería siempre se ha preocupado por el desempeño de sus alumnos y que sus profesores estén actualizados con el paso del tiempo. Por lo cual una de las modificaciones al nuevo plan de estudios, en este caso es para la carrera de Ingeniería Industrial, donde incorporan la materia de Instalaciones Industriales y por ello la creación de este material de apoyo, para ser consultada por profesores y alumnos.

IV. Objetivo general

Elaborar material didáctico para el proyecto PAPIME PE101071 “Preparación de material didáctico para la asignatura de recién incorporación al plan de estudios de Ingeniería Industrial”,

Dotar al docente extractos de diversas bibliografías, experiencias profesionales y ejercicios para la preparación de la clase de Instalaciones Industriales, siendo estos apuntes una base de consulta para el docente.

Proporcionar al alumno material de consulta y que estos puedan complementar lo visto en clase o indagar más sobre los temas expuestos en el temario de la asignatura. Consultado los diversos elementos que se ponen a su disposición como son estos apuntes, para mejor entendimiento de los temas de la materia de Instalaciones Industriales.

V. Antecedentes

Las primeras actualizaciones a los planes de estudios fueron en 2008 y 2009, donde los cambios fueron menores, corrigiendo algunos errores y ajustando otros más. No fue el caso en 2014 y 2015, donde los ajustes fueron aumento y requirieron, tanto la creación de un nuevo plan de estudios, como de una nueva carrera (Ingeniería en Sistemas Biomédicos).

Para los nuevos planes se agregaron y actualizaron algunas asignaturas, además de reubicar asignaturas, que en el plan de 2009 ya se habían trasladado a otros semestres. En este nuevo plan, la seriación de algunas asignaturas cambió, desde su última actualización el 2010.

El nuevo plan de estudios 2016, surge para mantener actualizadas las carreras y los planes de estudios de las carreras que se imparten en la Facultad de Ingeniería. Además de la modificación al cloque móvil, el cual solo es aplicable a los alumnos que ingresaron a la Facultad con el plan 2016.

Ahora bien, lo destacable de este plan es la integración de la materia, que tiene por objetivo estos apuntes, es decir, Instalaciones Industriales. Esta materia no cuenta con seriaciones, pero esto no implica que el alumno no deba contar con antecedentes de otras materias vistas a lo largo de la carrera, para poder complementar el contenido temático. A continuación se presentan algunas materias en orden descendente, que se consideran pertinentes tener como antecedentes para cursar Instalaciones Industriales, basada en planes de estudios anteriores.

Tabla 1. Temas antecedentes relacionados con el temario de Instalaciones Industriales

ASIGNATURA	SEMESTRE	SERIACION OBLIGATORIA	TEMAS ANTECEDENTES	TEMA CON EL QUE SE RELACIONA EN II ¹
Electrónica básica	7 °	Antecedente: Ninguna Consecuente:	Diodos Filtrado y regulación Transistores Lógica combinacional Lógica secuencial Dispositivos ópticos y de potencia Amplificadores operacionales	Instalaciones eléctricas
Relaciones laborales Y organizacional es	7°	Antecedente: Ninguna Consecuente: Ninguna	La ingeniería y las organizaciones Derechos y obligaciones de patrones y trabajadores	Seguridad e higiene industrial
Diseño de Sistemas Productivos	6 °	Antecedente: Ninguna Consecuente: Ninguna	Distribución de planta Movimiento almacenaje materiales	Seguridad e higiene industrial

¹ II: Instalaciones Industriales

ASIGNATURA	SEMESTRE	SERIACION OBLIGATORIA	TEMAS ATECEDENTES	TEMA CON EL QUE SE RELACIONA EN II ¹
Análisis de circuitos	6 °	Antecedente: Ninguna Consecuente: Ninguna	Elementos básicos de circuitos resistivos Circuitos resistivos con fuentes independientes y dependientes Análisis del estado transitorio de circuitos RC, RL y RLC	Instalaciones eléctricas
Contabilidad financiera y costos	6 °	Antecedente: Ninguna Consecuente: Ninguna	El presupuesto	Seguridad e higiene industrial
			Contabilidad financiera	Instalaciones eléctricas
Electricidad y magnetismo	5 °	Antecedente: Calculo Vectorial Consecuente: Ninguna	Campo potencial eléctricos y Capacitancia y dieléctricos Introducción a los circuitos eléctricos	Instalaciones eléctricas
Termofluidos	5 °	Antecedente: Termodinámica Consecuente: Ninguna	Aplicaciones de termodinámica Conceptos básicos de mecánica de fluidos	Instalaciones eléctricas Sistemas hidráulicos Sistemas neumáticos

ASIGNATURA	SEMESTRE	SERIACION OBLIGATORIA	TEMAS ATECEDENTES	TEMA CON EL QUE SE RELACIONA EN II ¹
Estudio del trabajo	4 °	Antecedente: Ninguna Consecuente: Ninguna	Condiciones y medio ambiente de trabajo	Seguridad e higiene industrial
Termodinámica	4°	Antecedente: Ninguna Consecuente: Termofluidos	Gases ideales	Instalaciones especiales
Dibujo mecánico e industrial	3°	Antecedente: Ninguna Consecuente: Ninguna	Introducción al dibujo	Instalaciones eléctricas
Dibujo mecánico e industrial	3°	Antecedente: Ninguna Consecuente: Ninguna	Análisis geométrico Norma de dibujo técnico Dibujo en el proyecto Proyecto de dibujo	Instalaciones eléctricas

FUENTE: elaboración propia

VI. Alcance

El Material en conjunto está conformado por presentaciones en Power Point, una por cada tema del programa de Instalaciones Industriales². Los temas que abarca este ambicioso temario son los siguientes:

² (Facultad de Ingeniería, UNAM, 2015)

1. Instalaciones eléctricas
2. Sistemas hidráulicos
3. Sistemas neumáticos
4. Instalaciones especiales
5. Seguridad e higiene industrial
6. Mantenimiento

Cada punto del temario fue desarrollado, consultado la bibliografía básica presentada en el programa de la asignatura, así como también se consultaron más libros los cuales se anexan en la bibliografía, al final de este documento.

El temario se divide en dos partes, la primera parte abarca los primeros cuatro temas (1.Instalaciones Eléctricas, 2.Sistemas Hidráulicos, 3.Sistemas Neumáticos, 4. Instalaciones Especiales) los cuales se enfocan a la parte mecánica de la industria, es decir, se enfoca en sus instalaciones, cálculo de cuotas, potencia, cuidados especiales entre otros aspectos. La segunda parte se enfoca al factor de riesgos y cuidados, es decir, el tema 5. Seguridad e higiene Industrial se enfoca en la seguridad de los operarios y el tema 6. Mantenimiento, se enfoca al cuidado de las máquinas y los procesos creados a partir de este tema.

Finalmente, este material tiene como alcance la consulta del mismo, pretendiendo ser una base para ampliar el conocimiento. Estudiando más a profundidad los temas descritos con anterioridad de la materia "Instalaciones Industriales" ubicada en el nuevo plan de estudios 2016, en el octavo semestre contado con 8 créditos obligatorios.

Se busca que este material sea de apoyo, mas no de consulta obligatoria, esperando poder resolver dudas, así como complementar lo visto en clase a los alumnos que cursen el octavo semestre o afines, que estén cursando la materia de Instalaciones Industriales. Así como poder apoyar al docente con el desarrollo de la clase con lo diversos materiales presentados.

CAPÍTULO 1. DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

1.1. Datos Generales

El nombre de la asignatura es Instalaciones Industriales con clave 2805, contando con 8 créditos y de carácter obligatorio para la carrera de Ingeniería Industrial. Se le dedican 4.0 horas teóricas a la semana y a lo largo de 16 semanas que dura el semestre se tomarán un total de 64.0 horas.

Figura 1. Ubicación de Instalaciones Industriales en el plan de estudios 2016 (Facultad de Ingeniería)

7	ELECTRÓNICA BÁSICA (I) 18 c4.0 p2.0 T=4.0	INGENIERÍA ECONÓMICA 8 c4.0 p0.0 T=4.0	INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES I 8 c4.0 p0.0 T=4.0	PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN (I) 10 c4.0 p2.0 T=6.0	RELACIONES LABORALES Y ORGANIZACIONALES 8 c4.0 p0.0 T=4.0	OPTATIVA 6 c2.0 p2.0 T=4.0	44 6 50	
8	INSTALACIONES INDUSTRIALES 8 c4.0 p0.0 T=4.0	INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES II 8 c4.0 p0.0 T=4.0	DISEÑO DE LA CADENA DE SUMINISTROS 8 c4.0 p0.0 T=4.0	EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN 8 c4.0 p0.0 T=4.0	PROCESOS INDUSTRIALES 8 c4.0 p0.0 T=4.0	ÉTICA PROFESIONAL 6 c2.0 p2.0 T=4.0	46 46	
9	CALIDAD 8 c4.0 p0.0 T=4.0	PRÁCTICAS PROFESIONALES PARA INGENIERÍA INDUSTRIAL (P-1) 12 c8.0 p12.0 T=12.0	AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL (I) 8 c2.0 p0.0 T=4.0	SISTEMAS DE MEDICAMENTO AMBIENTAL 8 c4.0 p0.0 T=4.0	OPTATIVA 6 c2.0 p2.0 T=4.0		36 6 42	
10	SIMULACIÓN (P) 6 c2.0 p2.0 T=4.0	DIRECCIÓN DE PROYECTOS (P) 6 c2.0 p2.0 T=4.0	ANÁLISIS Y MEJORA DE PROCESOS (P) 8 c2.0 p2.0 T=4.0	RECURSOS Y NECESIDADES DE MÉXICO 8 c4.0 p0.0 T=4.0	OPTATIVA 6 c2.0 p2.0 T=4.0	OPTATIVA 6 c2.0 p2.0 T=4.0	OPTATIVA 6 c2.0 p2.0 T=4.0	26 18 44

Fuente: (Facultad de Ingeniería, UNAM, 2015)

1.2. Ubicación de la materia

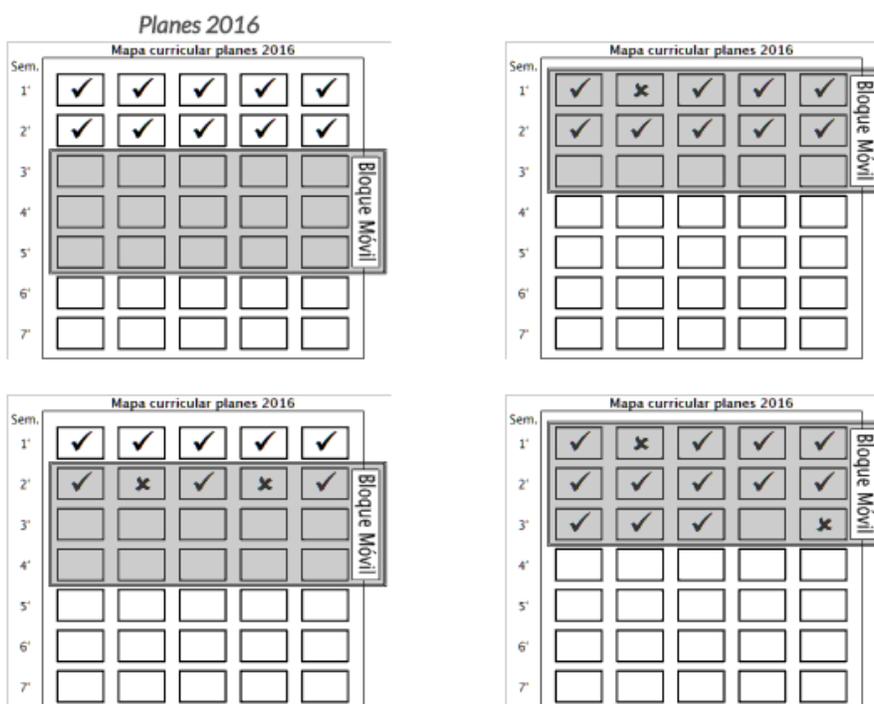
Instalaciones Industriales se imparte en el octavo semestre del nuevo plan de estudios 2016. No posee seriaciones antecedentes ni consecuentes. La principal razón de no contar con ellas es porque durante el desarrollo de los semestres anteriores ya cursados, el alumno adquiere los conocimientos básicos, científicos y empíricos afirmando dichos conocimientos en las materias correspondientes.

Otra de las razones por la cual no existe seriación es debido a la modificación del bloque móvil, el cual es el mecanismo que, en conjunto con la seriación obligatoria entre asignaturas, permite regular el avance de los estudiantes. Representa el conjunto de las materias que un estudiante puede inscribir, integrado por las

asignaturas de tres semestres consecutivos del mapa curricular, iniciando con aquel en que se ubique la más rezagada.³

Los alumnos pueden inscribir cualquier materia incluida en el bloque móvil, respetando la seriación obligatoria. El avance del bloque móvil se da mientras se aprueben las asignaturas.

Figura 2. Ejemplos de bloque móvil.



Fuente: (Facultad de Ingeniería, 2017)

1.3. Objetivo de la asignatura

La asignatura cuenta con diversos objetivos a lo largo de su temario, es decir, en primera instancia se presenta un objetivo general y posteriormente se presentan los objetivos de cada tema a desarrollar. A continuación, se presenta una tabla con los objetivos descritos con anterioridad.

³ Fuente: (Facultad de Ingeniería, 2017)

Tabla 2. Descripción de los objetivos de la asignatura

TEMA	OBJETIVO
General	El alumno analizará los elementos que constituyen las distintas instalaciones eléctricas, hidráulicas, neumáticas y de seguridad presentes en la industria y su correcta configuración, para garantizar su funcionamiento sin interrupciones y disminuir los agentes causales de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.
Instalaciones eléctricas	El alumno identificará los diferentes tipos de instalaciones eléctricas, reglamentos vigentes, tarifas y sus características, considerando el concepto de ahorro de energía
Sistemas hidráulicos	El alumno distinguirá los elementos para la captación, conducción, distribución y regulación del agua para el suministro a la industria, el comercio y las residencias. Valorará el concepto de ahorro de agua
Sistemas neumáticos	El alumno distinguirá la neumática como la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos.
Instalaciones especiales	El alumno identificará los diferentes tipos de instalaciones especiales, los equipos principales que se utilizan, los criterios y las limitantes para su montaje, operación y mantenimiento.
Seguridad e higiene industrial	El alumno analizará los agentes causales de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales
Mantenimiento	El alumno aplicará los conceptos de mantenimiento para garantizar el funcionamiento de las instalaciones en la industria.

Fuente: (Facultad de Ingeniería, UNAM, 2015)

1.4. Contenido temático

El temario de la asignatura de Instalaciones Industriales, conforme al plan de estudios 2016. Está conformado por 6 temas. Se presenta a continuación una tabla

en donde se puede observar el contenido del temario, así como las horas/clase, que se le debe dedicar a cada tema.

Tabla 3. Contenido temático asignatura de Instalaciones Industriales

TEMA	HORAS
1. Instalaciones eléctricas	16.0
2. Sistemas hidráulicos	6.0
3. Sistemas neumáticos	6.0
4. Instalaciones especiales	8.0
5. Seguridad e higiene industrial	18.0
6. Mantenimiento	10.0
TOTAL (horas teóricas)	64.0

Fuente: (Facultad de Ingeniería, UNAM, 2015)

1.5. Sugerencias Didácticas

En el programa de la asignatura, al final del documento, se da el consejo al docente, sobre cómo impartir la asignatura, para este caso se sugiere:

- Exposición oral
- Exposición audiovisual
- Ejercicios dentro de clase
- Trabajos de investigación

1.6. Formas de evaluación

Al igual que con las sugerencias didácticas, se hace la sugerencia de evaluar a los alumnos que cursen esta asignatura con:

- Exámenes parciales
- Trabajos y tareas fuera del aula
- Participación en clase

1.7. Bibliografía básica

Se presenta algunas referencias recomendadas, para su consulta, tanto del profesor como del alumno, además se presenta el tema para cual servirá esa bibliografía.

Tabla 4. Bibliografía de la asignatura

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA	TEMA PARA LOS QUE SE RECOMIENDA
BRATU, Neagu, CAMPERO, Eduardo <i>Instalaciones eléctricas: conceptos básicos y diseño</i> 2a. edición México (GRIMALDI & SIMONDS, 2012) Alfaomega, 2001	1
CREUS SOLÉ, Antonio <i>Neumática e hidráulica</i> 2a. edición Barcelona Alfaomega - Marcombo, 2011	2,3
DE-VOS PASCUAL, José Manuel <i>Seguridad e higiene en el trabajo</i> México McGraw-Hill, 2001	5
ENRÍQUEZ HARPER, Gilberto <i>Fundamentos de instalaciones eléctricas de mediana y alta tensión.</i> 2a. edición México Limusa, 2012	1

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA	TEMA PARA LOS QUE SE RECOMIENDA
GRIMALDI, John, SIMONDS, Rollin <i>La seguridad industrial: su administración</i> 2a. edición México Alfaomega, 2007	5
HERNÁNDEZ ZÚÑIGA, Alfonso, et al. <i>Seguridad e higiene industrial</i> México Limusa, 2003	5
JANANIA, Abrahm Camilo <i>Manual de seguridad e higiene industrial</i> México Limusa, 2004	5
MAYNARD, Harold <i>Manual de ingeniería industrial</i> 5a. edición México McGraw-Hill, 2008	2, 3, 4, 5
MORA GUTIÉRREZ, Alberto <i>Mantenimiento: planeación, ejecución y control</i> México (MORA, 2009) Alfaomega, 2009	6
RODELLAR LISA, Adolfo <i>Seguridad e higiene en el trabajo</i> México Alfaomega - Marcombo, 2009	5

Fuente: (Facultad de Ingeniería, UNAM, 2015)

CAPÍTULO 2. APUNTES TEMA 1: INSTALACIONES ELÉCTRICAS

2.1. Objetivo del tema

El alumno identificará los diferentes tipos de instalaciones eléctricas, reglamentos vigentes, tarifas y sus características, considerando el concepto de ahorro de energía.

2.2. Generalidades, normas y reglamentos.

Entendemos por instalación eléctrica al “conjunto de elementos que permiten transportar y distribuir la energía eléctrica desde el punto de suministro hasta los equipos que la utilizan”⁴, la distribución debe ser segura y eficiente, económica, flexible y de fácil acceso. Estos elementos pueden ser tableros, interruptores, transformadores, bancos, dispositivos, conexiones, contactos.

Existen diferentes tipos de instalaciones, las cuales son:

- Abiertas: Los conductores están visibles.
- Aparentes: en conductos o tubos
- Ocultas: Dentro de paneles o falsos plafones
- Ahogadas: en muros, techos o pisos

A su vez las instalaciones se clasifican, principalmente dependiendo de su voltaje, ambiente del lugar de instalación, aunque existen más clasificaciones. En este documento nos enfocaremos únicamente a las dos mencionadas con anterioridad.

Nivel de voltaje

- Instalaciones no peligrosas: cuentan con voltajes menores a 12 volts
- Instalaciones de baja tensión: El voltaje a tierra no excede los 750 volts
- Instalaciones de media tensión: Se considera un rango entre 1,000 y 1,500 volts. Cabe mencionar que este rango no es preciso y puede existir variabilidad.

⁴ (BRANTU & CAMPERO, 2001)

- Instalaciones de alta tensión: Voltajes superiores a los anteriores.

Lugares de instalación

- Interiores o exteriores: Como su nombre lo dice están o no a la intemperie, en caso de estar al exterior se recomienda que la instalación cuente con cubiertas, empaques y sellos, evitando así condiciones climáticas adversas.
- Especiales: Son aquellas que están en lugares con ambiente peligroso, húmedo o con mucho polvo.

2.2.1. Normas y reglamentos

Con el fin de garantizar la legalidad de las instalaciones eléctricas, se crearon normas y reglamentos, las cuales constituyen el marco legal para la construcción e instalación de las mismas.

En México, se puede consultar el sitio web <http://www.economia-mex.gob.mx/normasmx> el cual presenta un meta buscador, en donde se pueden encontrar todo tipo de normas, vigentes y canceladas. A continuación se presenta una lista de las algunas de las normas vigentes relacionadas con las instalaciones eléctricas.

Tabla 5. Normas mexicanas vigentes relacionadas con las instalaciones eléctricas

CLAVE	FECHA	DESCRIPCIÓN
NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2012	18/06/2013	Instalaciones eléctricas (utilización).
NMX-E-242/1-ANCE-CNCP-2005	16/03/2006	Industria del plástico-tubos de polietileno de alta densidad (pead) para instalaciones eléctricas subterráneas (conduit)-especificaciones y métodos de prueba-parte 1: pared corrugada.
NMX-E-242/2-ANCE-CNCP-2005	16/03/2006	Industria del plástico-tubos de polietileno de alta densidad (pead) para instalaciones eléctricas

CLAVE	FECHA	DESCRIPCIÓN
		subterráneas (conduit)-especificaciones y métodos de prueba-parte 2: pared lisa.
NMX-E-252-ANCE-CNCP-2008	26/01/2009	Industria del plástico-tubos (conduit) y conexiones de poli(cloruro de vinilo) (pvc) sin plastificante tipo 1 (cedula 40) y tipo 2 (cedula 80) para instalaciones eléctricas-especificaciones y métodos de prueba.
NMX-J-306-1977	09/08/1977	Sistemas de recubrimientos anticorrosivos y acabados utilizados para la protección de equipo e instalaciones eléctricas
NMX-J-570/1-ANCE-2006	18/05/2006	Sistema de canalizaciones y ductos para instalaciones eléctricas - parte 1: requisitos generales.
NMX-J-570/2-ANCE-2006	18/05/2006	Sistema de canalizaciones y ductos y para instalaciones eléctricas-parte 2: requisitos particulares-sección 1: sistema de canalizaciones y ductos diseñados para montarse en paredes y techos.
NMX-J-589-ANCE-2010	27/09/2010	Métodos de medición para instalaciones eléctricas.
NMX-J-609-826-ANCE-2009	25/09/2009	Vocabulario electrotécnico internacional-parte 826: instalaciones eléctricas (utilización).
NMX-J-610/3-6-ANCE-2009	03/07/2009	Compatibilidad electromagnética (emc)-parte 3-6: evaluación de límites de distorsión armónica para la conexión de instalaciones eléctricas a sistemas eléctricos en mt, at y eat
NMX-J-610/3-7-ANCE-2012	13/12/2012	Compatibilidad electromagnética (emc)-parte 3-7: límites-guía para evaluación de límites de parpadeo para la conexión de instalaciones eléctricas a sistemas eléctricos en mt, at y eat.
NMX-J-610/3-8-ANCE-2008	16/02/2009	Compatibilidad electromagnética (emc)-parte 3-8: límites-transmisión de señales en instalaciones eléctricas de baja y media tensión-niveles de

CLAVE	FECHA	DESCRIPCIÓN
		emisión, bandas de frecuencia y niveles de perturbaciones electromagnéticas.
NMX-J-623-ANCE-2009	02/02/2010	Sistemas de canalizaciones para cables-cinchos de sujeción para cables para instalaciones eléctricas
PROY-NMX-J-364/1-ANCE-2014	27/06/2014	Instalaciones eléctricas parte 1: principios fundamentales, planificación de características generales, definiciones.
PROY-NMX-J-548-ANCE-2014	30/01/2014	Conectores - conectadores tipo empalme para instalaciones eléctricas de utilización - especificaciones y métodos de prueba.

Fuente: Elaboración propia

2.3. Generación, autogeneración y cogeneración

2.3.1. Generación

Reproducción de energía eléctrica producida conjuntamente con vapor u otro tipo de energía térmica secundaria, o ambos; cuando la energía térmica no aprovechada en los procesos se utilice para la producción directa o indirecta de energía eléctrica o cuando se utilicen combustibles producidos en sus procesos para la generación directa o indirecta de energía eléctrica. Se realiza en centrales térmicas, hidráulicas, etc.

2.3.2. Autogeneración

Es la producción de electricidad con motores de ciclo Otto a gas natural. Dicha energía se suministra para distintas aplicaciones industriales y comerciales. Es decir, la autogeneración es la producción de energía eléctrica, comúnmente de empresas las cuales demandan más energía eléctrica o quieren “economizar” en este punto.

2.3.3. Cogeneración

Es la producción de energía eléctrica, la cual combina diferentes modos de generación utilizados simultáneamente.

2.4. Transmisión, distribución, tarifas y medición.

El diseño de una instalación depende ampliamente de la potencia y la carga que se va a alimentar, es importante conocer estos rubros ya que con ellos se entiende la demanda que la instalación requiere.

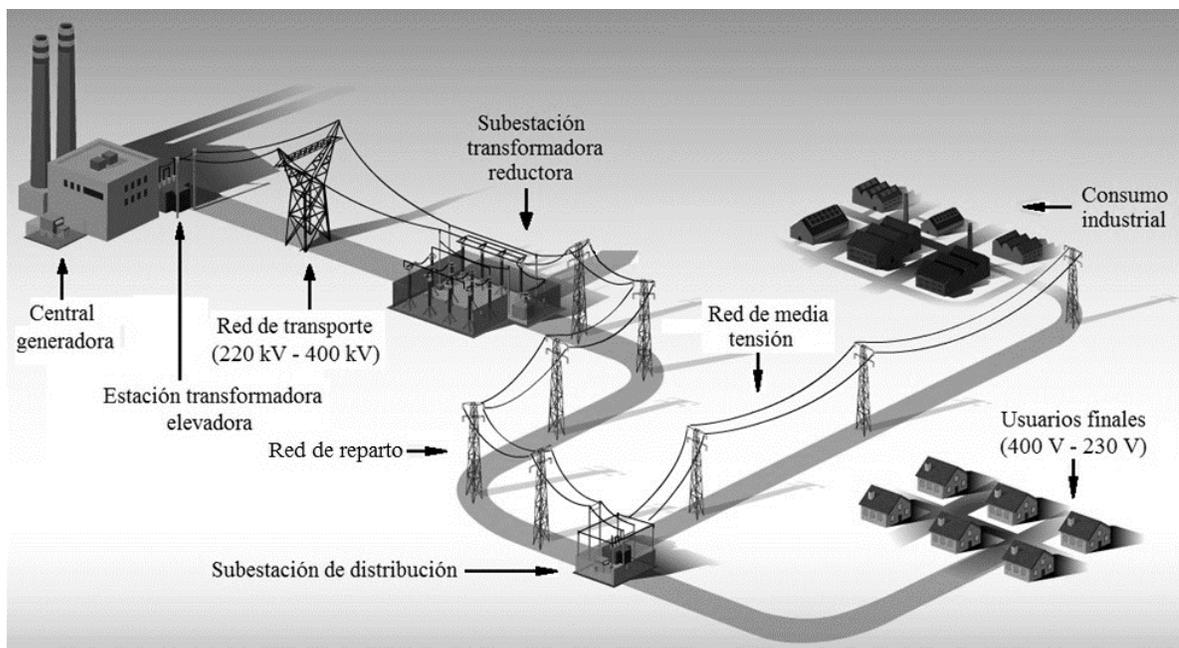
2.4.1. Transmisión

Es la energía en grandes cantidades transportada por medio de las redes de transmisión, este transporte se da desde las centrales de generación hasta los centros de consumo.

Las redes de transmisión se componen de los siguientes elementos:

- Estaciones transformadoras elevadoras.
- Líneas de transmisión.
- Estaciones de maniobra.
- Estaciones transformadoras reductoras

Figura 3. Elementos de una red de transmisión



Fuente: (Red eléctrica de España , 2018)

2.4.2. Distribución

Los sistemas de distribución son aquellos que tienen que tienen por objetivo el suministro de energía eléctrica, entre las subestaciones y el consumidor final.

Dichos sistemas están compuestos por:

- Subestación principal de potencia
- Sistema de sub-transmisión
- Subestación de distribución
- Alimentadores primarios
- Transformadores de distribución
- Secundarios y servicios.

Dentro de los sistemas de distribución o redes de distribución existen muchas clasificaciones, a continuación se enlistaran algunas de las más importantes:

1. De acuerdo a su construcción

- Aéreas: Sus partes principales van desde postes, conductores, crucetas, aisladores, etc. Esta instalación va al exterior.
- Subterráneas: Normalmente se instalan por estética o logística, utilizado comúnmente en zonas urbanas. Sus partes principales son ductos, cables, cámaras, etc.

2. De acuerdo a voltajes nominales

- Redes de distribución secundarias: monofásicas, trifásicas
- Redes de distribución primarias

3. De acuerdo a su ubicación geográfica

- Redes urbanas
- Redes rurales
- Redes suburbanas
- Redes turísticas

4. De acuerdo al tipo de cargas

- Cargas residenciales
- Cargas comerciales
- Cargas industriales
- Cargas de alumbrado publico
- Cargas mixtas

2.4.3. Tarifas

En la página de la Comisión Federal de Electricidad, existe un apartado (http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/factores/factores_negocios.asp) en donde se explican las tarifas aplicables en la República Mexicana. En este apartado se explican las diferentes tarifas que se aplican, por ejemplo si la tarifa será doméstica, servicios públicos o agrícolas. A si mismo se desglosa en baja, media y alta tensión y otras categorías establecidas por la CFE.

A continuación se presenta un ejemplo en donde se puede ver la tarifa cobrada por el mes de diciembre del año 2017.

Figura 4. Ejemplo de cálculo de tarifa.

Tarifa PDBT (Diciembre 2017 - 2018)

Consultar tarifas de:

Pequeña demanda baja tensión hasta 25 kW-mes

1.- Aplicación

Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía en baja tensión a cualquier uso, con demanda hasta de 25 kilowatts, excepto a los servicios para los cuales se fija específicamente su tarifa.

2.- Cuotas aplicables en el mes de de 2017.

2.1 Identifica tu región tarifaria

CIUDAD DE MÉXICO ▼

COYOACAN ▼

VALLE DE MÉXICO SUR ▼

Valle de México Sur

Tarifa	Descripción	Cargo	Unidades	DIC-17
PDBT	Pequeña demanda baja tensión hasta 25 kW-mes	Fijo	\$/mes	70.22
		Variable (Energía)	\$/kWh	2.389

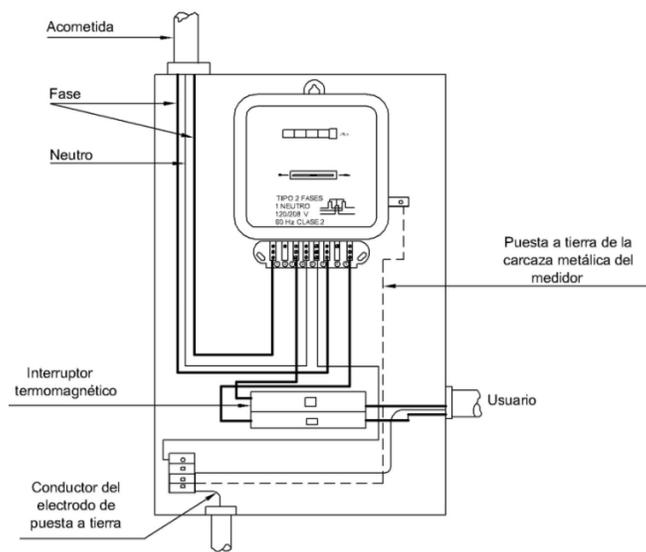
Fuente: (CFE, 2017)

2.4.4. Medición

La medición es la comparación entre cantidades ya establecidas, en el caso de la energía eléctrica, la energía de cualquier tipo se mide en “Joule [J]”, y la potencia en Joule por segundo [J/s] que es igual a 1 Watt [W].

Para medir energía eléctrica se utilizan medidores, los cuales son dispositivos capaces de sumar vueltas efectuadas por un disco.

Figura 5 Elementos de un medidor bifásico



Fuente: (CODENSA, 2011)

2.5. Subestaciones. Tierras. Materiales

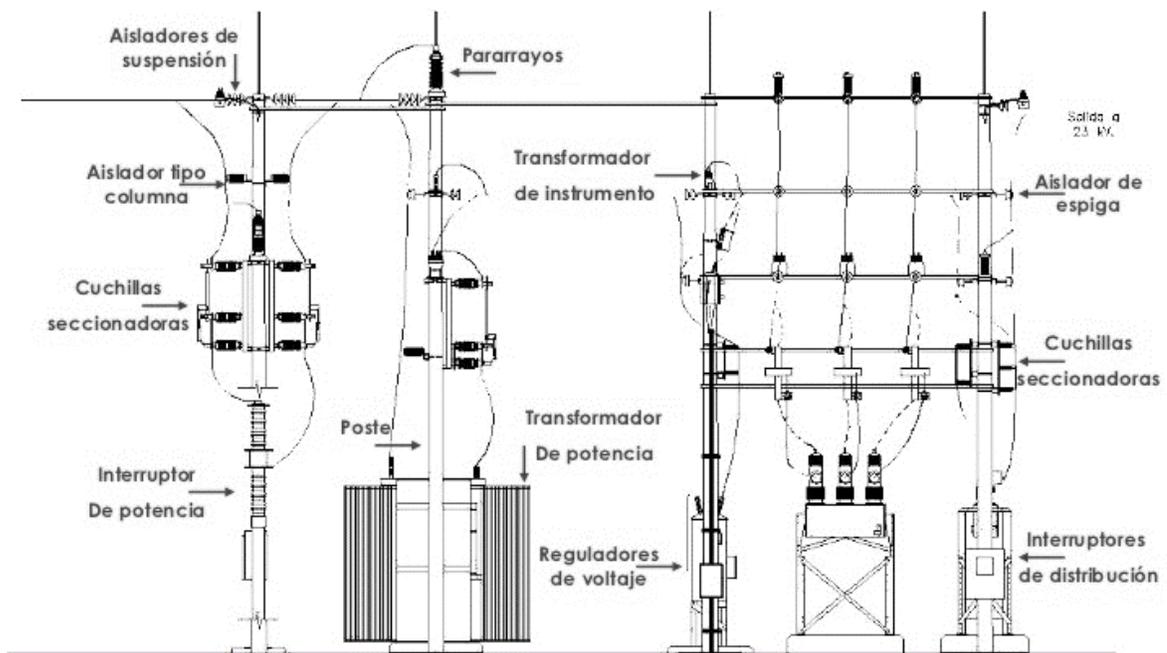
2.5.1. Subestaciones

Una subestación eléctrica es participe en la generación de energía eléctrica, es decir, es un conjunto de elementos o dispositivos que hacen posible el cambio de diversas características eléctricas, como el voltaje, corriente frecuencia, entre otros elementos. A continuación se enlistan los elementos principales de las subestaciones eléctricas:

- Transformador
- Interruptor de potencia

- Restaurador
- Cuchillas fusible
- Cuchillas desconectadas y cuchillas de prueba
- Pararrayos
- Tableros dúplex de control
- Condensadores
- Transformadores de instrumento

Figura 6. Elementos de una subestación



Fuente: (Partesdel, 2015)

Las subestaciones se pueden clasificar por su:

1. Operación: Corriente alterna o corriente directa
2. Servicio:
 - Primarias: elevadoras, receptoras reductoras, de enlace o distribución, de apagadores o de maniobra, convertidores o rectificadoras
 - Secundarias: Receptoras (reductoras o elevadoras), distribuidoras, de enlace, convertidores o rectificadoras.

3. Construcción: tipo intemperie, interior o blindado.

2.5.2. Tierras

La conexión a tierra es vital para la protección personal y de los equipos. Se considera que existen diferentes definiciones de tierra, a continuación se definirán algunas definiciones, muy usadas en la industria.

- Tierra: El planeta tierra tienen un potencial neutral, cuando hay nubes o descargas atmosféricas (causas naturales) o fallas eléctricas (causas artificiales). Debido a esto existe una zona por donde estas descargas se mitigan.
- Resistencia a tierra: Es la resistencia presentada por el suelo o tierra de un lugar en específico.
- Toma de tierra: Es un electrodo (puede ser una varilla o un tubo) enterrado en la tierra, con una terminal unida a un conductor.
- Tierra remota: Es una tierra lejana al punto considerado.
- Sistema de tierra: es una red de conductores, conectados con más tomas de tierra, diseñado en función del voltaje, corriente, superficie ocupada, humedad o temperatura.
- Conexión a tierra: Es la unión entre un conductor y una tierra.
- Tierra física: Es la unión de un conductor a un sistema de tierra, conectados a una toma de tierra.

2.5.3. Materiales

Existen muchos materiales en el mercado, normalmente se deben utilizar los autorizados por las normas nacionales o internacionales. Dichos materiales van desde canalizadores, cables, conductores, cajas de conexión, dispositivos de protección.

Preferentemente en las instalaciones se ocupan materiales aislantes, esto con el fin de lograr una estabilidad, como sabemos la temperatura es un factor que debemos cuidar, ya que esto envejece los materiales. En la relación temperatura y tiempo, es importante recalcar la vida del material aislante, es decir, la vida del material se reduce a la mitad por cada 7u 8°C de temperatura por encima de la estabilidad

térmica. Es importante, al momento de diseñar, tomar en cuenta posibles sobrecargas, las cuales producen alzas de temperatura.

2.6. Motores y arrancadores.

2.6.1. Motores

Los motores son máquinas que transforman energía calorífica en energía mecánica. Dicha energía calorífica puede provenir de diversas fuentes. Los motores se clasifican de la siguiente manera.

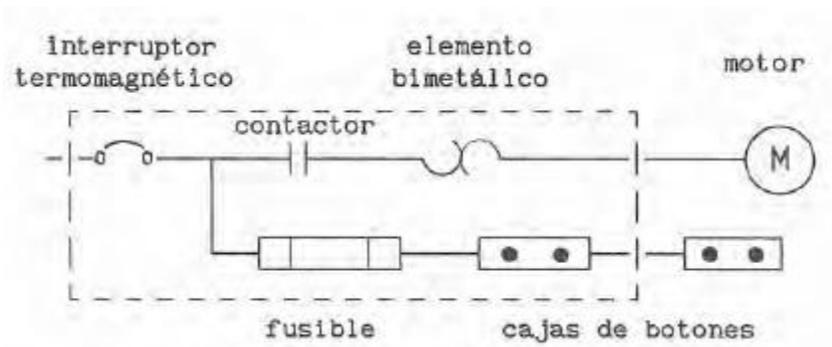
1. Donde se realiza la combustión
 - Combustión interna
 - Combustión externa
2. Generación de energía mecánica
 - Alternativos
 - Rolativos

Cabe mencionar que dentro de cada categoría también se pueden encontrar más clasificaciones, estas son aún más específicas que las ya mencionadas.

2.6.2. Arrancadores

Es un arreglo integrado por un interruptor (termo magnético o de navajas con fusibles), un contador electromagnético y un relevador bimetálico. El arrancador tiene como función dirigir la velocidad del giro inducido. En la siguiente imagen se puede observar un diagrama. Consiste básicamente en una bobina con un núcleo de hierro que cierra o abre un juego de contacto al energizar o des energizar la bobina. La función principal del arrancador es regular, es decir poner en marcha y acelerar un motor.

Figura 7. Representación unifilar de un arrancador



Fuente: (BRANTU & CAMPERO, 2001)

Algunas de las ventajas que presenta son:

- En caso de emergencia o de un corto circuito, se dispone del interruptor, para la desconexión o conexión total del arrancador.
- El arranque del motor puede hacerse a control remoto.
- Los relevadores son elementos bimetalíticos, los cuales sirven para la protección ante una sobrecarga.
- Los botones sirven para restablecer disparos por sobrecarga.

2.7. Protecciones. Canalizaciones.

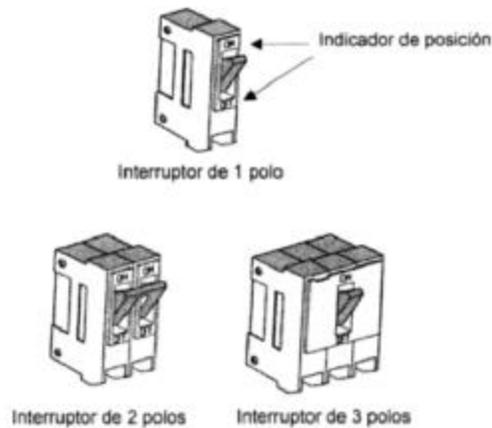
2.7.1. Protecciones

En este caso se hablará sobre los dispositivos de protección y control en las instalaciones eléctricas, es necesario contar y conocer los siguientes dispositivos.

1. Interruptores: Sirven para desconectar cuando se llega a un máximo de corriente,
 - De lámina: Son parte de la seguridad, ya que cuentan con interruptores de navajas con puerta y palanca exterior.
 - Termo magnético: Sirven para abrir el circuito cuando hay sobre corriente, es la unión de dos elementos metálicos con diferente coeficiente de dilatación. El elemento térmico se encarga de las sobrecargas y el magnético de sobrecargas.

- Tiempo inverso: Tienen una puerta de seguro para evitar abrirlo en posición cerrada, pueden tener desde un polo hasta tres.

Figura 8

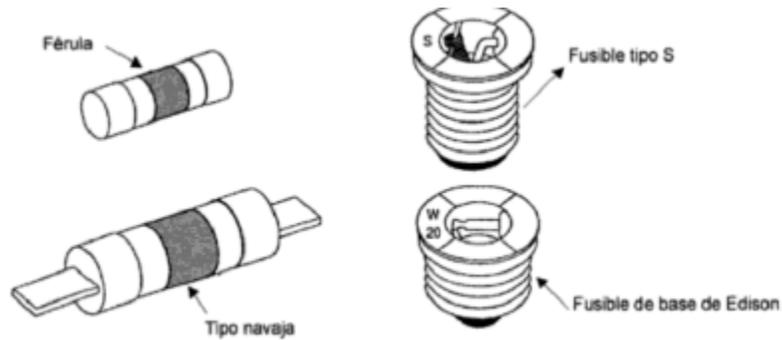


Fuente: (ERINQUEZ HARPER, 2004)

2. Tableros de distribución: También llamados centros de carga, son dispositivos con dos o más interruptores de navaja, con palanca o interruptores automáticos termo magnético.
3. Fusibles: Protegen la instalación de sobre cargas, están constituidos por un alambre o cinta de aleación de plomo y estaño. Esta aleación se funde cuando se excede el límite de corriente para así interrumpir al circuito.
 - Fusibles de tapón: Usados en casa habitación, su capacidad de es 10 a 30 amperes
 - Fusibles de Cartucho: Tipo casquillo (capacidad de 3 a 60 amperes), Tipo navaja (capacidad 75 a 600 amperes)

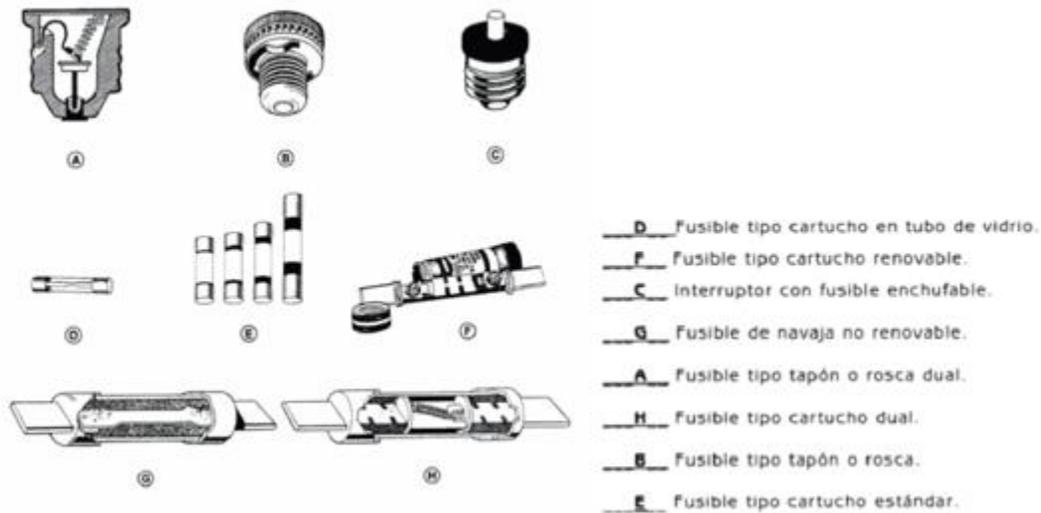
A su vez los fusibles pueden ser de tipo normal (formado por cinta o alambre) o de acción retardada (diversas formas)

Figura 9 Tipos de fusibles parte 1



Fuente: (ERINQUEZ HARPER, 2004)

Figura 10 Tipos de fusibles parte 2



Fuente: (ERINQUEZ HARPER, 2004)

2.7.2. Canalizaciones

Los canalizadores son conductos cerrados, los cuales contienen alambres, cables, buses-ducto, entre otros elementos de la instalación eléctrica. Estos canalizadores se clasifican en:

1. Tubos conduit metálicos rígido: Tienen diámetros disponibles desde ½ pulgada hasta 6 pulgada, se encuentra en tramos de 10 pies (3.05metros), cada extremo

cuenta con una rosca y un cople. Normalmente se usa en exteriores, muros o losa, apoyado en bandas de tubería.

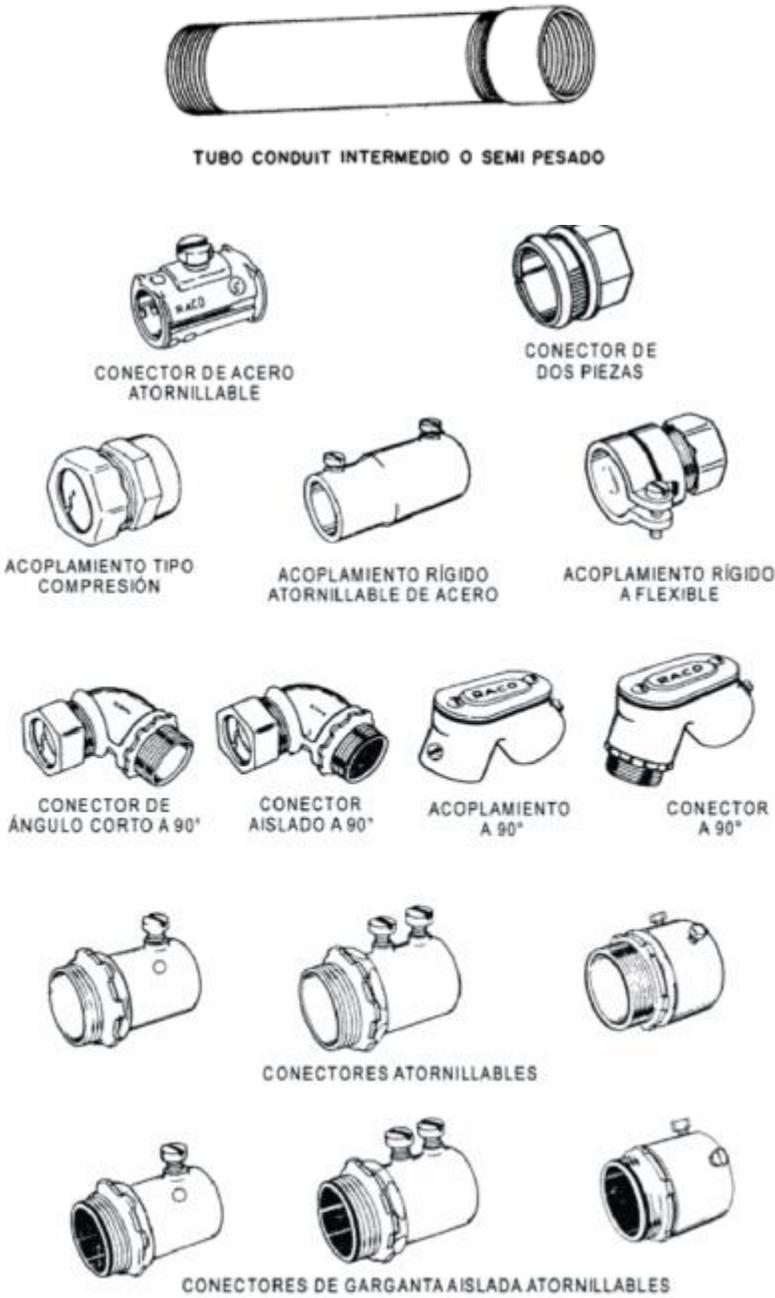
Figura 11 Tubo conduit metálico rígido conectores para tubos rígidos



Fuente: (ERINQUEZ HARPER, 2004)

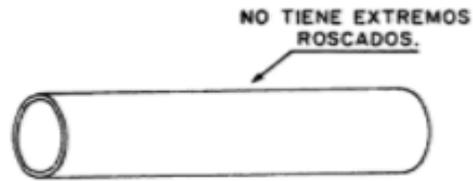
2. Tubos conduit metálicos intermedio y semipesado: Cuenta con diámetros de hasta 4 pulgadas, cuenta con paredes más delgadas en comparación con el tubo anterior, es decir cuenta con más espacio interior, tiene roscas en sus extremos. (Figura 12Figura 11)
3. Tubo metálico de pared delgada: Son aún más delgados que los tubos conduit semipesados, se utilizan en instalaciones visibles u ocultas, mampostería, lugares secos. No cuentan con extremos roscados, usan conectores de tipo atornillado. (Figura 13)
4. Tubo conduit metálico flexible: Esta hecho con cinta metálica, no cuenta con recubrimiento, tiene un tubo no metálico que hace que sea hermético. Es útil en áreas donde es difícil hacer dobleces con tubos metálicos. Se encuentra con un diámetro mínimo de ½ pulgada (13 milímetros) y un máximo de 4 pulgadas. (Figura 14)

Figura 12 Tubo conduit metálico semipesado y conectores para tubos semipesados



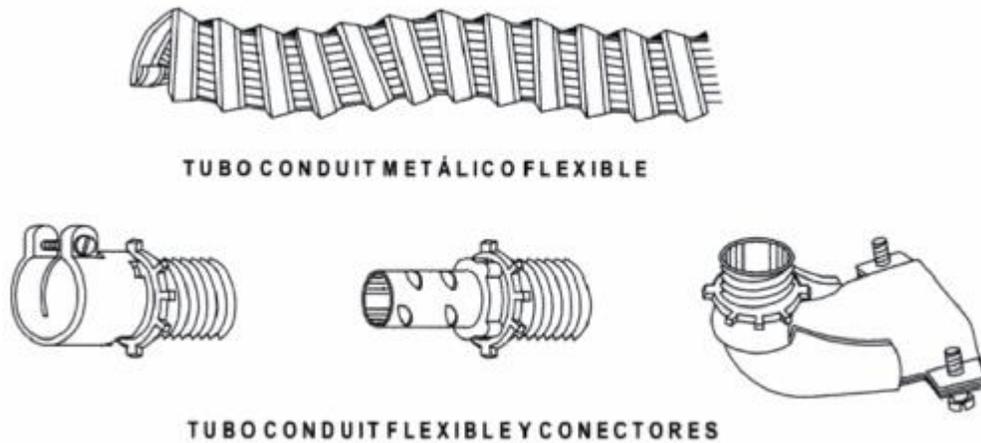
Fuente: (ERINQUEZ HARPER, 2004)

Figura 13 Tubo de pared delgada



Fuente: (ERINQUEZ HARPER, 2004)

Figura 14 Tubo conduit metálico flexible y sus conectores.



Fuente: (ERINQUEZ HARPER, 2004)

5. Tubos conduit no metálicos: Existe mucha variedad de este tipo de tubos, contruidos a base de diversos materiales (polietileno, PVC, fibra de vidrio, entre otros). Se puede usar en instalaciones ocultas, o en lugares con diversas exposiciones, cabe destacar que ahí depende el material a emplear.

Las canalización integran algunos accesorios, que son muy útiles para su mejorar la dirección de los conductos, evitando así instalaciones más ordenadas. Algunos de estos accesorios son:

1. Cajas eléctricas: es la terminación, en donde llegan distintos tubos o cables y son acomodados, proporcionando salidas de contactos, apagadores, salidas de lámparas, etcétera.

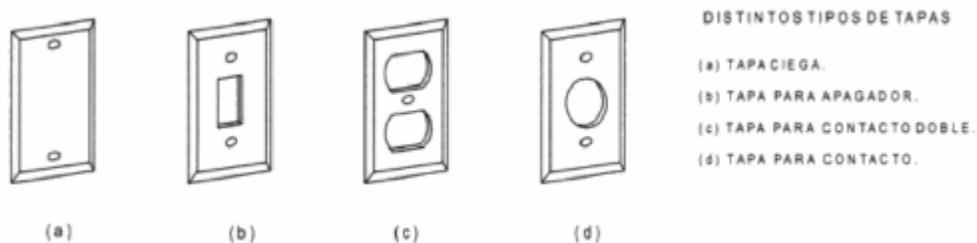
Figura 15 Diferentes tipos de cajas eléctricas



(ERINQUEZ HARPER, 2004)

2. Tapas: Como su nombre lo indican le dan estética a las cajas eléctricas, cerrándolas para que no se vean los cables. En estas tapas se coloca la parte eterna de los apagadores o contactos.

Figura 16 Tipos de tapas



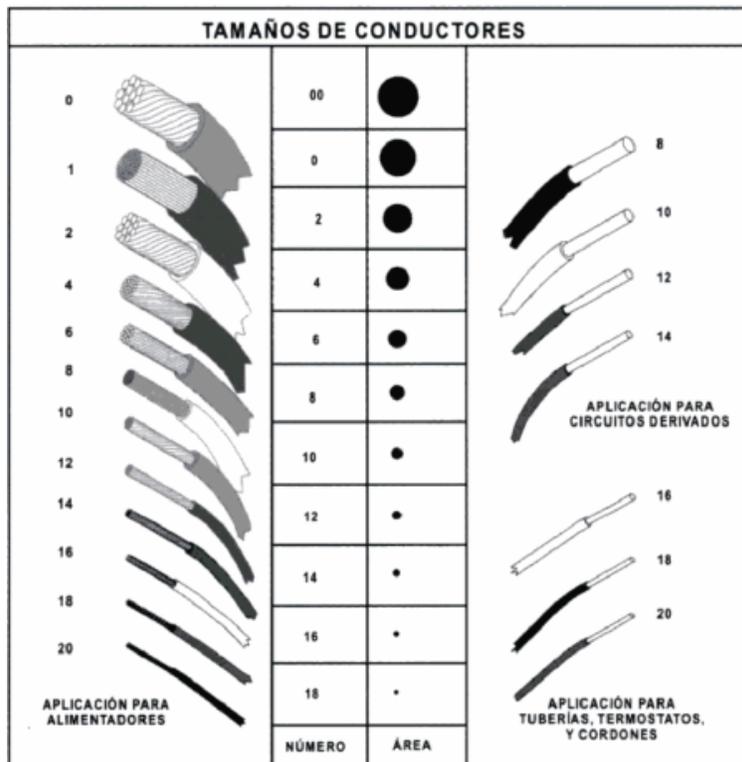
(ERINQUEZ HARPER, 2004)

2.8. Cálculo de conductores.

Es importante mencionar la definición de conductor, el cual es un elemento que conduce la corriente eléctrica, generalmente de sección circular de material sólido. Estos conductores deben cumplir primeramente con buena conductividad, entre otras propiedades mecánicas y eléctricas. El material de los conductores más usados por ser económicos es el cobre o aluminio. El aluminio es aproximadamente 16% menos conductor que el cobre, pero es utilizado por su bajo peso.

La forma en cómo se identifican los conductores es por el material y su calibre, es decir el grosor de la sección. Normalmente el calibre es designado por American Wire Gage (AWG), en esta escala el menor valor es el 20, y generalmente el mayor 4/0, cuando se requiere de un calibre mayor se hace una designación en pulgadas con una unidad denominada Circular mil, la cual es la sección del círculo que tiene un diámetro de un milésimo de pulgada.

Figura 17 Tamaño de conductores según la AWG



Fuente: (ERINQUEZ HARPER, 2004)

Para la sección correcta del calibre del conductor se deben tomar dos aspectos: La capacidad de conducción de corriente y la caída de voltaje. Se deben tomar por separado para su análisis. El valor que sea más alto es el que se considera para la elección del calibre.

2.8.1. Calculo de conductores por su capacidad de conducción de corriente.

Esta capacidad se ve limitada por la conductividad del metal conductor y la capacidad térmica de aislamiento. Cabe mencionar que existen tablas para los

conductores de cobre, pero también es importante determinar las pérdidas de potencial mediante:

$$W = R * I^2 \text{ [Watts]}$$

Donde:

$R =$ Resistencia eléctrica en Ohms

$I =$ Corriente eléctrica en Amperes

$W =$ Potencia en Watts

Para el cálculo de temperatura, normalmente se trabaja con temperaturas iguales a 60 °C, en caso de no ser así, se utiliza la fórmula:

$$\Delta t = Rx * W$$

Donde:

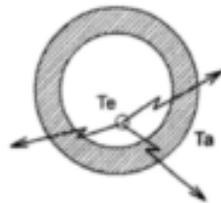
$\Delta t =$ Incremento o caída de temperatura en °C

$W =$ Calor circundante en Watts/m

$Rx =$ Resistencia térmica del medio en $\frac{^{\circ}\text{C} - m}{\text{Watt}}$

Como sabemos dentro de un conductor la existen diferentes temperaturas, Ilustración

Figura 18 Variación de temperatura en conductores



Fuente: (ERINQUEZ HARPER, 2004)

Se deduce que la corriente es: $I = \sqrt{\frac{T_c - T_a}{R * Rx}}$

Expresando al conductor como: $R = \sigma \frac{l}{s}$

Calculando así la intensidad como: $I = \sqrt{\frac{\Delta(T_c - T_a)}{\sigma Rx}}$

Donde:

$\Delta(T_c - T_a) = \text{Variación de temperatura}$

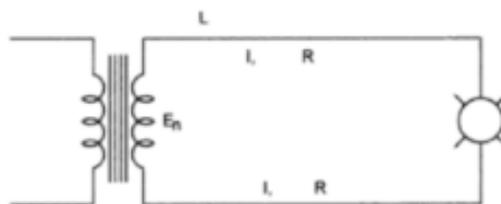
$\sigma = \text{Resistividad en } \frac{\Omega m}{mm^2}$

$l = \text{Longitud en m}$

$s = \text{Sección en } mm^2$

2.8.2. Calculo de conductores por caída de voltaje

También es necesario calcular el conductor por la caída de voltaje, el conductor no debe de exceder los valores establecidos por las normas, comúnmente estos valores van del 2% para instalaciones residenciales y 3 o 4% en instalaciones industriales. Para el cálculo del porcentaje de caída utilizaremos la siguiente fórmula.



$$e\% = \frac{e * 100}{E_n} = \frac{ef * 100}{E_f}$$

Podemos calcular la caída del voltaje por medio de la resistencia del conductor, con las siguientes fórmulas.

La potencia que consume la carga

$$W = E_n I \cos \theta$$

La caída del voltaje por resistencia del conductor.

$$e = 2RI$$

La resistencia del conductor:

$$R = \frac{\sigma L}{s} = \frac{1}{50} \frac{L}{s} e = \frac{1}{25} \frac{LI}{s}$$

En donde

$$e = \frac{1}{25} \frac{LI}{s} E\% = \frac{LI}{25s} \frac{100}{E_n} = 4 \frac{LI}{E_n s}$$

$$e\% = \frac{LI}{25s} \frac{100}{E_n} = 4 \frac{LI}{E_n s}$$

Donde:

$W =$ Potencia en watts

$I =$ Corriente en amperes por conductor

$E_f =$ Voltaje en fases

$E_n =$ Voltaje de línea a neutro

$\cos \theta =$ Factor de potencia

$R =$ Resistencia de un conductor en Ohms

$\sigma =$ Resistividad del cobre $\frac{1}{58} \left(\frac{\Omega m}{mm^2} \right) = \frac{1}{50}$

$L =$ Longitud del conductor en metros

$s =$ Sección del conductor en mm^2

$e =$ Caída de voltaje de fase a neutro en volts

2.9. Ahorro de energía.

En México existe el FIDE (Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica), el cual financia programas de apoyo y sustantivos para propiciar el ahorro de energía

eléctrica. La página en donde se encuentra este organismo es:
<http://www.fide.org.mx/index.php>

Los programas con los que ayuda son, consejos sobre la eficiencia energética, generación distribuida, eco-crédito empresarial, cambio de focos y mejoramiento sustentable de viviendas. Entre otros más proyectos.

CAPÍTULO 3. APUNTES TEMA 2: SISTEMAS HIDRÁULICOS

3.1. Objetivo del tema

El alumno distinguirá los elementos para la captación, conducción, distribución y regulación del agua para el suministro a la industria, el comercio y las residencias. Valorará el concepto de ahorro de agua.

3.2. Generalidades. Alimentación directa. Calidad del agua.

3.2.1. Generalidades

Los sistemas de fluido se utilizan para impulsar dispositivos lineales o rotatorios, dichos sistemas son utilizados en diversas aplicaciones, como en dispositivos móviles tales como maquinaria de construcción, excavadoras, plataformas elevadoras, aparatos de elevación y transporte, maquinaria para agricultura y simuladores de vuelo.

Según el tipo de fluido es la clasificación que se le da al sistema, en el caso de sistemas hidráulicos utilizaran fluidos líquidos. Algunos de estos fluidos son:

- Aceites derivados del petróleo
- Agua con glicol
- Fluidos con base de agua elevada (HWBF)
- Fluidos de silicón
- Aceites sintéticos

Para seleccionar el fluido a utilizar, se deben ponderar factores como el ambiente en donde se utilizará, viscosidad, capacidad alta de lubricación (lubricidad), limpieza, estabilidad química, corrosividad, amigables con el ambiente y baja compresibilidad.

A partir de lo anterior definiremos una instalación hidráulica como el conjunto de elementos como lo son tinacos, tanques elevados, cisternas, tuberías de succión, descarga y distribución, válvulas de control, válvulas de vapor etc., y demás servicios especiales, los cuales proporcionan agua caliente, agua fría, vapor.

3.2.2. Alimentación directa

Llamamos alimentación directa a todo aquel abastecimiento que va desde la red directa que el gobierno aporta y llega hasta el aparato o inmueble. Se debe tomar en cuenta que no deben existir tanques elevados o tinacos de almacenamiento. Para que esto sea posible, se recomienda que los dispositivos o accesorios se localicen a poca altura, y que la red pública tenga presión suficiente.

3.2.3. Calidad del agua

Algunos de los problemas que se presentan cuando la calidad del agua no es adecuada, es la mala distribución o los almacenes que solo deterioran el agua. A continuación, se enlistan algunas prácticas recomendadas para el aseguramiento de la calidad del agua.

- Aumentar el cambio de almacenamiento: Rotación de agua, es decir cambiar el agua de almacenes, evitando que esta permanezca almacenada más de 5 días.
- Programación de lavados preventivos: cronograma con cuidados de lavado o purga, con métodos de enjuague direccional.
- Limpieza y recubrimiento: Se debe estar pendiente
- Reforzamiento de desinfección
- Tratamiento de agua fuente
- Planeación de emergencias

3.3. Normas y reglamentos. Tarifas de medición.

3.3.1. Normas y reglamentos

Con el fin de garantizar la legalidad de los sistemas hidráulicos, se crearon normas y reglamentos, las cuales constituyen el marco legal para la construcción e instalación de estas.

En México, se puede consultar el sitio web <http://www.economia-nmx.gob.mx/normasmx> el cual presenta un meta buscador, en donde se pueden encontrar todo tipo de normas, vigentes y canceladas. A continuación, se presenta

una lista de las algunas de las normas vigentes relacionadas con los sistemas hidráulicos.

Tabla 6. Normas mexicanas vigentes relacionadas con los sistemas hidráulicos

CLAVE	FECHA	DESCRIPCIÓN
PROY-NMX-CH-4064-2-IMNC-2008	19/06/2009	Medición de flujo de agua en conductos cerrados de sistemas hidráulicos-medidores para agua potable fría-parte 2: requisitos de instalación
PROY-NMX-CH-4064-4-IMNC-2008	27/03/2009	Medición de flujo de agua en conductos cerrados de sistemas hidráulicos-medidores para agua potable fría-parte 4: pruebas de influencia del campo magnético
NMX-AA-147-SCFI-2008	21/04/2009	Servicios de agua potable, drenaje y saneamiento tarifa-metodología de evaluación de la tarifa
NMX-H-078-1982	05/03/1982	Válvulas terminología

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. Tarifas de medición

El Sistema Nacional de Tarifas (SNT) es una aplicación web encargada de la base de datos de tarifas de agua potable, alcantarillado y saneamiento de las principales ciudades de la República Mexicana. Esta aplicación permite consultar tarifas estatales, así como consultas históricas. Dichas tarifas se pueden calcular en la página web: <http://www.conagua.gob.mx/tarifas/>.

En la Figura 19 se puede observar los buscadores que se tienen para filtrar una tarifa. Para el caso de este ejemplo se buscaron las tarifas para la CDMX en el año 2017. Dando como resultado la siguiente pantalla.

Figura 19. Ejemplo de cálculo de tarifa

Principal
Fichas Tarifarias

▼
2017

Estado:

▼
Ciudad de México

Municipio:

▼
Ciudad de México

Organismo Operador:

▼
Ciudad de México-

🔍 Buscar

Fuente: (Gobierno de México, 2018)

Figura 20. Impresión de pantalla de resultados arrojados por buscador

I. Datos Principales	II. Clasificación de Usuarios	III. Servicio Medido	IV. Cuota Fija	V. Documentos ?
----------------------	-------------------------------	----------------------	----------------	--

Datos Principales	
ID:	1610
Año de vigencia de las tarifas:	2017
Estado:	Ciudad de México
Municipio:	Ciudad de México
Organismo Operador:	Sistema de Aguas de la Ciudad de México
Tarifas Proyectadas?:	No
Fecha Publicación:	29/12/2016
Mes de Vigencia:	Enero
Página de internet para más información:	www.sacm.df.gob.mx
Periodo Cobro:	Bimestral
Está indexada la Tarifa?:	No
¿Con base en qué indicador?:	
Porcentaje de actualización de la Tarifa (%):	0
Periodo Actualización Tarifa:	Anual
¿Quién define la Tarifa?:	Consejo estatal
¿Dónde se publica la Tarifa?:	Gaceta
Tipo de Cálculo (m3xm3):	Normal Con memoria

Observaciones	
Observaciones:	

Seguridad			
Fecha creación:	martes 08 de agosto de 2017	Creado por:	Supervisor
Fecha modificación:	martes 08 de agosto de 2017	Modificado por:	Supervisor

Fuente: (Gobierno de México, 2018)

Como se puede observar en la imagen, dicha búsqueda arroja diversas pestañas que ayudan a evaluar y saber cómo es que se realiza el cálculo de tarifas.

3.4. Captación, potabilización, conducción y regularización.

3.4.1. Captación

Captación es toda obra civil y electromecánica que permite disponer del agua superficial subterránea de la fuente de abastecimiento. A continuación, se enlistan los proyectos que se utilizan dependiendo el tipo de captación.

1. Aguas superficiales

- Captaciones directas
- Presas de derivación
- Presas de almacenamiento

2. Aguas subterráneas

- Manantiales
- Galerías filtrantes
- Pozos someros
- Pozos profundos

3.4.2. Potabilización

La potabilización es el conjunto de operaciones y procesos físicos y/o químicos que se aplican al agua, con el fin de preservar y asegurar la calidad del agua en los sistemas, hasta la entrega al consumidor, logrando que esta sea apta para el uso y consumo humano.

En México existe la NOM-127-SSA1-1994, "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización". En donde se habla sobre las propiedades que debe tener el agua para considerarse potable.

3.4.3. Conducción

Se denomina conducción a la parte del sistema que transporta el agua desde el sitio de captación hasta el tanque de regulación, planta potabilizadora o cruceo predeterminado de la red.

Una de las recomendaciones es que estas líneas de conducción deben ser de fácil inspección, además de que se busca sean paralelas a algún camino.

Otra definición de línea de conducción es la línea o líneas de interconexión entre pozos y que conduce uno o varios caudales acumulados.

3.4.4. Regulación

Definiremos regulación como parte del sistema de abastecimiento de agua potable, la cual tiene por objeto lograr la transformación de diversos elementos que aportan al sistema hidráulico, como lo son:

- Conducción: la cual debe ser constante, normalmente.
- Red de distribución: consumos o demandas normalmente variables.

Es decir, la regulación se refiere a como el sistema trabajan en conjunto, con especificaciones según la región en donde se suministra el agua potable.

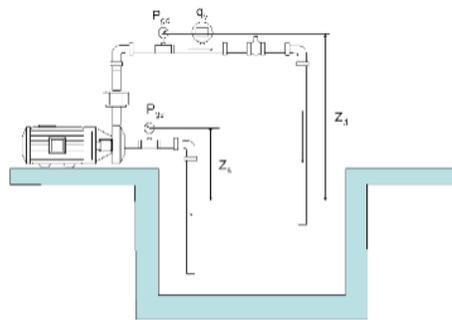
3.5. Plantas de bombeo y pozos.

3.5.1. Plantas de bombeo

Son obras que tienen como fin elevar el nivel del agua de la fuente de suministro, tiene como características de instalación realizar las pruebas de la bomba y del conjunto motor-bomba, deben cumplir con las siguientes características:

- Tubería de succión y descarga deben ser de los diámetros especificados por el fabricante y de acuerdo al diseño intrínseco de la bomba.
- Para el caso de la descarga el diámetro de la tubería después del manómetro podrá variar de acuerdo a los requerimientos del laboratorio.
- Sin válvula de pie (pichancha).

Figura 21 Diagrama típico de instalación



Fuente: (Diario Oficial de la Nación , 2008)

3.5.2. Pozos

Un pozo es una perforación vertical, generalmente en forma cilíndrica y de diámetro menor al de la profundidad, esto crea un flujo de tipo radial. Los pozos deben ir revestidos para que el agua pueda ser extraída mediante sistemas de bombeos.

En la NOM-003-CONAGUA-1996 los pozos son clasificados por su uso:

- Agrícola: La utilización de agua nacional, destinada a la actividad de siembra, cultivo y cosecha de productos agrícolas, y su preparación para la primera enajenación, siempre que los productos no hayan sido objeto de transformación industrial.
- Agroindustrial: La utilización de agua nacional, para la actividad de transformación industrial de los productos agrícolas y pecuarios
- Domestico: Utilización del agua nacional, destinada al uso particular de las personas y del hogar, riego de sus jardines y de sus árboles de ornato, incluyendo el abrevadero de sus animales domésticos que no constituya una actividad lucrativa.
- Acuicultura: La utilización de agua nacional, destinada al cultivo, reproducción y desarrollo de cualquier especie de la fauna y flora acuáticas
- Industrial: La utilización de agua nacional en fábricas o empresas que realicen la extracción, conservación o transformación de materias primas o minerales, el acabado de productos o la elaboración de satisfactores, así como la que se utiliza en parques industriales, en calderas, en dispositivos para enfriamiento, lavado, baños y otros servicios dentro de la empresa, las

salmueras que se utilizan para la extracción de cualquier tipo de sustancias y el agua aun en estado de vapor, que sea usada para la generación de energía eléctrica o para cualquier otro uso o aprovechamiento de transformación.

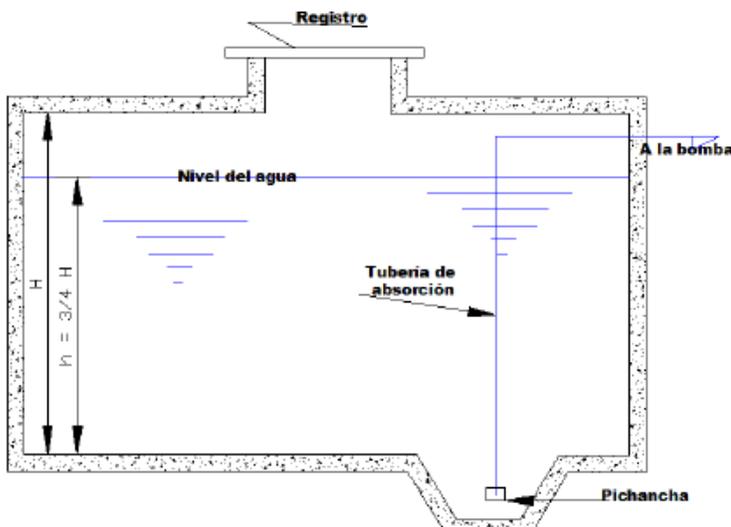
- Pecuario: La utilización de agua nacional para la actividad consistente en la cría y engorda de ganado, aves de corral y animales, y su preparación para la primera enajenación, siempre que no comprendan la transformación industrial.
- Público urbano: La utilización de agua nacional para centros de población o asentamientos humanos, a través de la red municipal.
- Usos múltiples: La utilización de agua nacional aprovechada en más de uno de los usos definidos en párrafos anteriores, salvo el uso para conservación ecológica, el cual está implícito en todos los aprovechamientos.

3.6. Cisternas, bombas, válvulas y fontanería.

3.6.1. Cisternas

La cisterna es un depósito artificial cubierto, destinado a recolectar agua, ubicado en la parte baja de la construcción. Comúnmente son hechas con ladrillos, concreto o prefabricadas con plásticos.

Figura 22 Cisterna y sus características generales.



Fuente: (Sin autor, 2000)

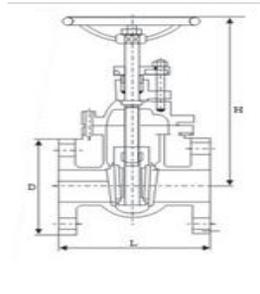
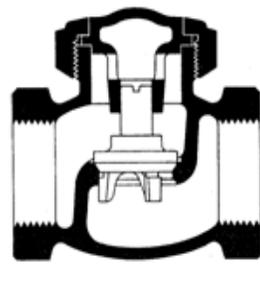
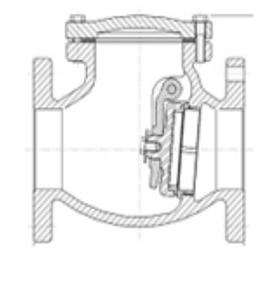
3.6.2. Bombas

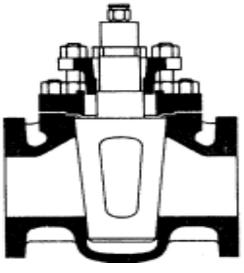
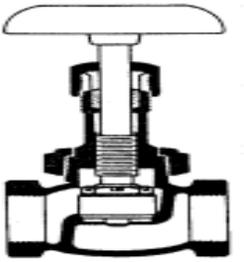
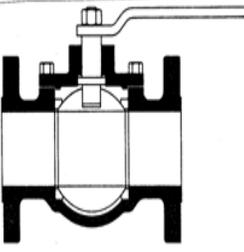
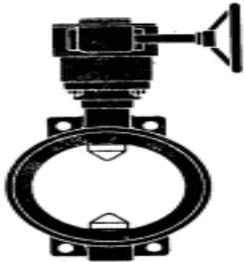
Una bomba es una maquina hidráulica que transfiere energía al agua incrementando su velocidad, la cual se reduce transformándose en energía de presión.

3.6.3. Válvulas

Una válvula es un dispositivo capaz de abrir o cerrar el paso de un fluido. A continuación, se describen las más utilizadas en las instalaciones hidráulicas.

Tabla 7 Tipos de válvulas y su descripción

VÁLVULA	DESCRIPCION	IMAGEN
Compuerta.	Consiste en una compuerta en forma de cuña que se desplaza por medio de un tornillo y al bajar se introduce entre dos anillos de latón. Se recomienda cuando se quiere un servicio con apertura total o cierre total, sin estrangulación, otra de sus ventajas es que tiene un cierre hermético.	
De retención de cierre vertical	Se emplean cuando se desea que el agua circule en una misma dirección; además, existe la posibilidad de invertir el sentido de flujo.	
De retención de cierre horizontal	Se emplea cuando se desea que el agua circule en una misma dirección, además existe la posibilidad de invertir el sentido de flujo.	

VÁLVULA	DESCRIPCION	IMAGEN
Macho	Es recomendada para cuando se quiere un servicio con apertura total o cierre total y es de $\frac{1}{4}$ de vuelta y controla la circulación por medio de un macho cilíndrico o cónico que tiene un agujero en el centro, el cual se puede mover de la posición abierta a la cerrada mediante un giro de 90° .	
De globo	Es recomendada para estrangulación o regulación, es de accionamiento frecuente y es de vueltas múltiples, en la cual el cierre se logra por medio de un disco o tapón que cierra o corta el paso del fluido.	
De bola	Se emplea para servicio de conducción y corte, sin estrangulación y es de $\frac{1}{4}$ de vuelta, en las cuales una bola taladrada gira entre asientos elásticos, lo cual permite la circulación directa en la posición abierta y corta el paso cuando se gira la bola 90° .	
De mariposa	Es recomendada cuando se requiere servicio con apertura total o cierre total y es de $\frac{1}{4}$ de vuelta y controla la circulación por medio de un disco circular.	

Fuente: (Sin autor, 2000)

3.6.4. Fontanería

La fontanería es la técnica de colocar, reparar y mantener, dichas instalaciones son muy complejas, debido a que constituyen diversos tipos de instalaciones, como son:

- Fontanería: Distribución interior de agua fría y caliente, formada por dos redes independientes de tuberías.
- Calefacción: Se conforma por caldera, conductos y radiadores.
- Saneamiento: Es la recolección de las aguas negras y pluviales.

Algunas de las tareas que se deben asignar al operador son:

- Instalación general del edificio (batería de contadores, grupo de sobreelevación, acumulador de agua caliente, tubo de alimentación de agua fría, caldera)
- La instalación de los interiores de edificios (contadores, tuberías, derivaciones individuales de agua, tomas de aparatos sanitarios)
- La instalación de la recogida de aguas pluviales y residuales.
- Arma y coloca los aparatos sanitarios (lavabos, bañeras, duchas, electrodomésticos, desagües, grifería, válvulas) y prepara sus desagües.
- Repara y mantiene en perfecto estado las instalaciones de agua fría y caliente, las redes de desagüe y los aparatos sanitarios del edificio

3.7. Tanque hidroneumático.

Este tipo de tanque, contiene aire comprimido y agua. Este tipo de tanque es útil para entregar agua en un rango de presión seleccionada, prevenir que la bomba no tenga pérdidas y reducir golpes de ariete, se instala cuando el abastecimiento no garantiza la presión suficiente.

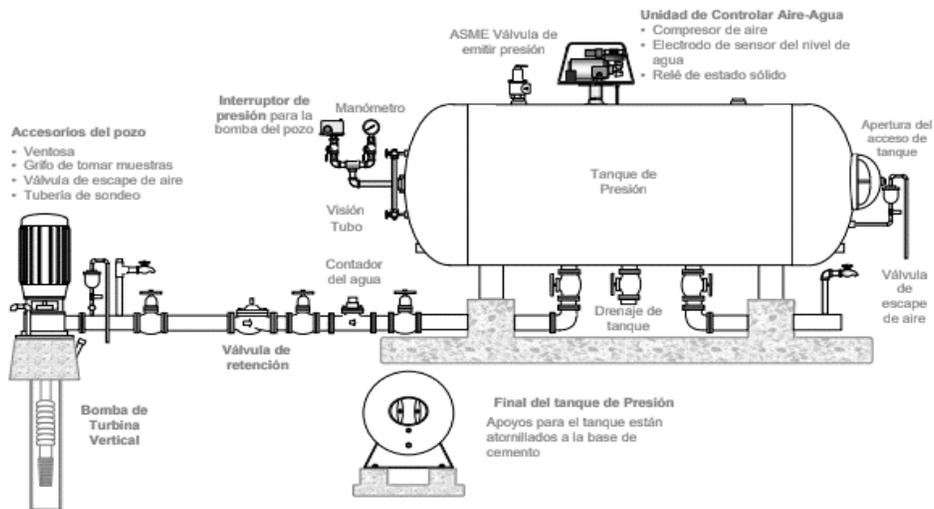
Para la instalación de equipos hidroneumáticos, deberá disponerse de un tanque bajo de almacenamiento con capacidad mínima igual a la dotación total diaria de la edificación. Las bombas deben seleccionarse para trabajar contra una carga por lo menos a la presión máxima en el tanque hidroneumático. ⁵ (Figura 23)

⁵ (Rodríguez, 2007)

3.8. Tanque elevado

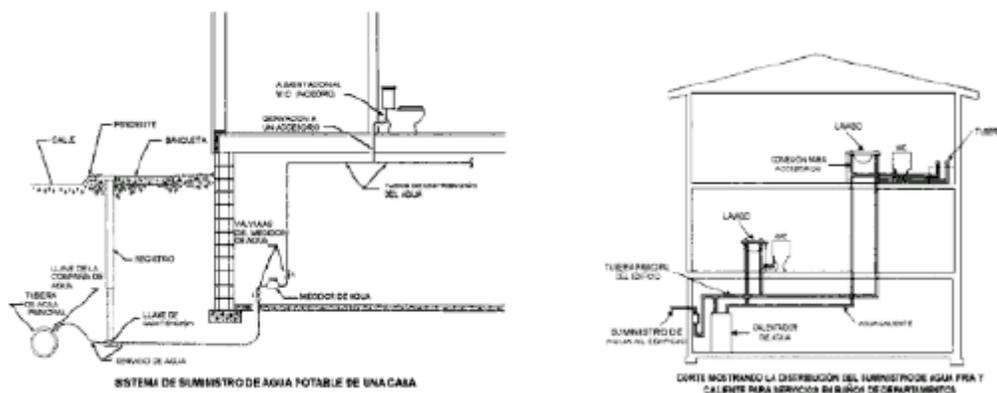
Tiene la capacidad de un tinaco, es decir, su capacidad es la adecuada a la demanda diaria, normalmente son fabricados de asbesto, fibra de vidrio o plástico. Se ubican en la parte alta de las construcciones. La distribución del agua será por gravedad. (Figura 24)

Figura 23 Esquema de un tanque hidroneumático



Fuente (Department of Health, 2011)

Figura 24 Suministro de agua desde un tanque elevado



Fuente: (Guillermo)

3.9. Ahorro de agua y reúso. Cálculo de tuberías

3.9.1. Ahorro de agua y reúso

La Comisión Nacional del Agua, publicó un artículo en donde se exponen algunas recomendaciones para ahorrar agua, el artículo completo se encuentra en: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/contenido/documentos/Recomendaciones%20para%20ahorrar%20el%20agua.pdf> . A continuación se exponen algunas de las recomendaciones más relevantes.

1. En el hogar
 - Cuidar manchas en la pared, ya que pueden ser fugas de agua
2. En el baño
 - Instalar economizadores de agua en regaderas, escusados y fregaderos.
3. En la cocina
 - Reutilizar el agua con la que se limpian los alimentos.
4. Industria y lugares públicos
 - Tratamiento de agua

3.9.2. Calculo de tuberías

Una tubería es el conjunto de tubos y uniones, actualmente en la industria se utilizan tuberías de plástico o acero, para saber que material se debe utilizar se debe considerar el uso y el diámetro.

- Tuberías de plástico: Comúnmente son materiales como PVC o PEAD, normalmente transportan agua potable.
- Tuberías de acero: Van desde diámetros de 3.18mm hasta 1219 mm, se recomiendan para trabajos con altas presiones.

CAPÍTULO 4. APUNTES TEMA 3: SISTEMAS NEUMÁTICOS

4.1. Objetivo del tema

El alumno distinguirá la neumática como la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos

4.2. Neumática

Neumática se refiere al estudio del movimiento del aire, industrialmente la neumática sirve para tratar los fenómenos y aplicaciones de sobrepresión o depresión. Este tipo de sistemas tienen como ventaja los bajos costos y abundancia del aire. La fácil transformación y almacenamiento del aire. Sin embargo una de las desventajas es la imposibilidad de mantener velocidades constantes.

4.3. Compresores

El principal elemento de los sistemas neumáticos es el compresor, el cual sirve como elevador de la presión atmosférica que entra a dicho elemento

Los compresores se dividen según el tipo de ejecución, estos pueden ser:

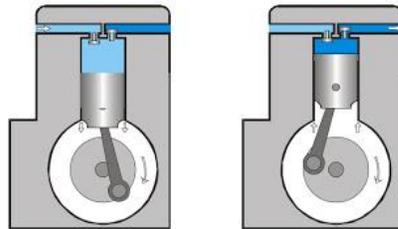
1. **Compresores de embolo:** este dispositivo es el más comúnmente utilizado, ya que resulta muy fácil su transportación. La compresión es obtenida en uno o más cilindros, donde los émbolos comprimen el aire. A su vez se dividen en:
 - Compresores de una etapa: llegan a presiones finales de 6 a 8 bar
 - Compresores de dos etapas: llegan a presiones finales de hasta 50 bar
 - Compresores de tres etapas llegan a presiones finales de hasta 250 bar

Para los compresores de dos y tres etapas, es necesario que en la etapa final exista un enfriador, el cual está situado a la salida del último cilindro. (Figura 25)

2. **Compresores rotativos:** Suministran presiones más bajas que los de embolo. Además el volumen de aire suministrado por unidad de tiempo es más grande

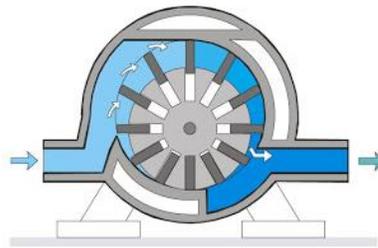
que en los compresores de embolo. Regularmente son paletas o tornillos. Llegan a tener presiones finales de hasta 8 bar.

Figura 25 Compresor de Embolo



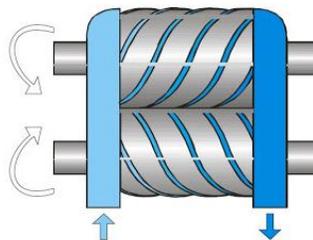
Fuente: (Automatización Industrial, 2010)

Figura 26 Compresor de paletas



Fuente: (Automatización Industrial, 2010)

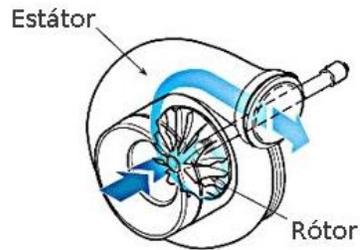
Figura 27 Compresor de tornillo



Fuente: (Automatización Industrial, 2010)

3. Compresores centrífugos: **Se** utiliza un rotor giratorio, el cual comunica una velocidad elevada y una presión a las partículas de aire. Llegan a tener presiones finales de hasta 6 bar.

Figura 28 Compresor centrífugo



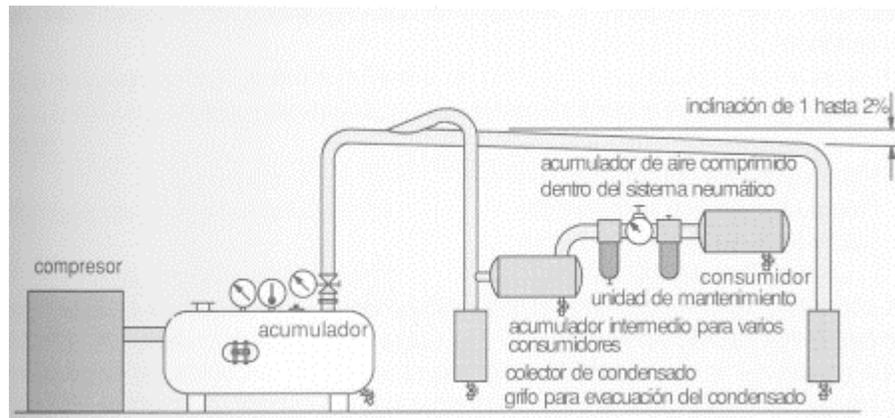
Fuente: (Automatización Industrial, 2010)

4.4. Componentes de un sistema neumático

Debido a que los sistemas neumáticos son la ejecución de diversos grupos de elementos, se compone de los siguientes:

1. Elementos de trabajo
 - Cilindros
 - Motores
 - Componentes
2. Elementos de control
 - Válvulas distribuidoras direccionales
3. Elementos de proceso
 - Válvulas distribuidoras direccionales
 - Válvulas de aislamiento
 - Válvulas de presión
4. Elementos de entrada
 - Interruptores
 - Pulsadores
 - Interruptores final de carrera
 - Módulos programadores
 - Sensores

Figura 29 Elementos de un sistema neumático



Fuente: (Mendoza, s.f.)

4.5. Producción y tratamiento del aire comprimido

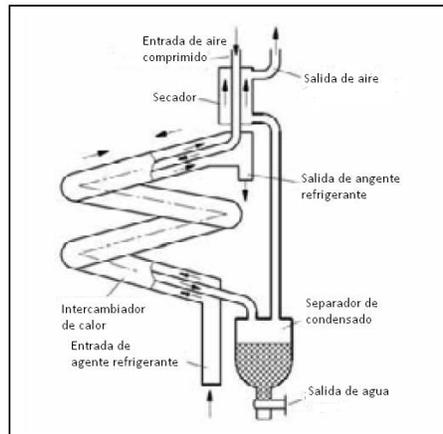
Para la producción de aire comprimido, se necesita: producción de aire comprimido, acondicionamiento del aire comprimido y conducción del aire hasta su utilización.

Antes de que el aire comprimido cumpla con su función, es necesario que este aire no contenga agua o impurezas (agua, polvo, óxido y aceite). Cuando se comprime el aire su temperatura se eleva, poseyendo como impurezas aceite y vapor de agua. Para quitar dichas impurezas el compresor cuenta con un refrigerador.

El tratamiento de aire comprimido se da en tres partes:

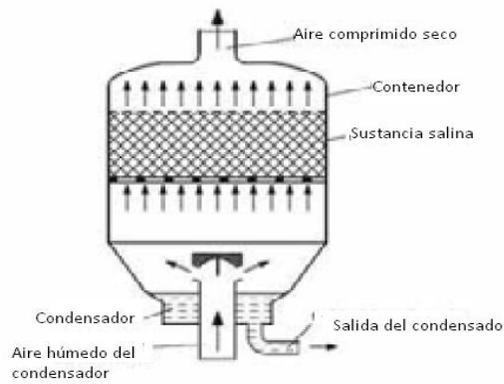
1. Eliminación de partículas gruesas: Se realiza mediante un separador, el cual es un depósito acumulador situado a salida del compresor.
2. Secado: Esto se hace con el fin de que el aire este en su punto de rocío (temperatura donde el exceso se condensa). Los secados más comunes son
 - Frio: La temperatura es disminuida.(Figura 30)
 - Absorción: La humedad es absorbida y disuelta mediante una solución salina (Figura 31)
 - Membrana: Se componen de fibras huecas permeables (Figura 32)
3. Preparación fina del aire: una vez comprimido y secado el aire, este se dirige a la unidad de alimentación, la cual está compuesta por un filtro, un regulador de presión y un lubricador de aire.

Figura 30 Secador por frío



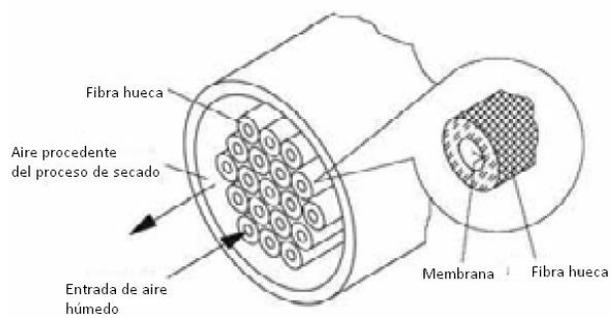
Fuente: (Creus Solé, 2007)

Figura 31 Secado por absorción



Fuente: (Creus Solé, 2007)

Figura 32 Secador de membrana



Fuente: (Creus Solé, 2007)

CAPÍTULO 5. APUNTES TEMA 4: INSTALACIONES ESPECIALES

5.1. Objetivo del tema

El alumno identificará los diferentes tipos de instalaciones especiales, los equipos principales que se utilizan, los criterios y las limitantes para su montaje, operación y mantenimiento.

5.2. Elevadores.

Los elevadores son dispositivos que tienen como función elevar cargas mediante guías verticales, estas pueden ser de pasajeros, materiales, mercancía, etc.

Un elevador se guía bajo dos principios básicos, adherencia (poleas y cables) y por arrastre (sin contrapeso o con cadenas).

5.2.1. Partes de un elevador

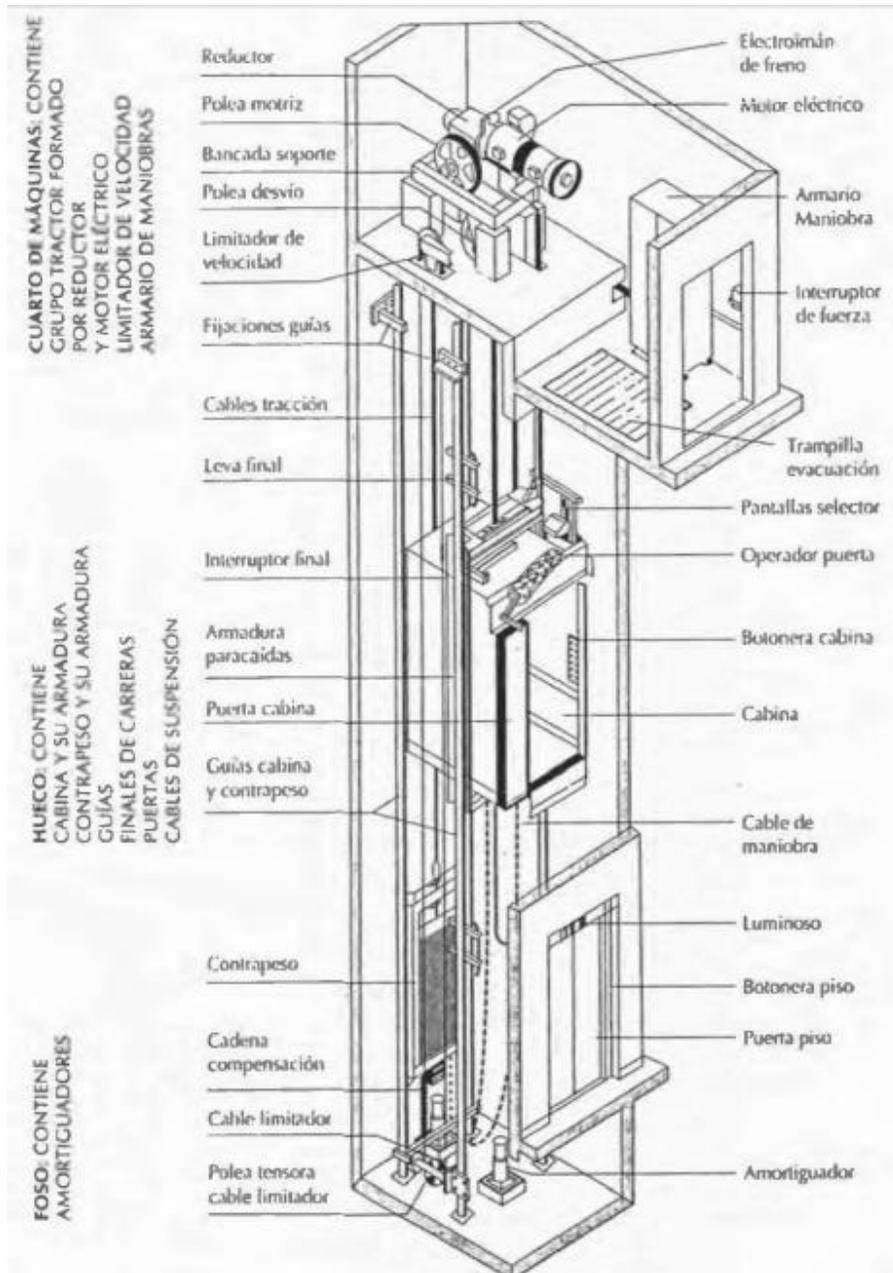
- Caja o hueco: Es el espacio destinado a la circulación de la cabina y el contrapeso, contiene puertas de acceso, guías para cabina y contrapeso, amortiguadores
- Sistema de tracción: Contiene poleas de tracción, motor eléctrico y freno electromecánico.
- Sistema de control: Indica en donde se debe detener el elevador.
- Cabina: Es aquí donde las personas o cargas se colocan para ser elevadas. Tiene una cuña que impide que el elevador sobrepase su velocidad límite.
- Contrapeso: Se compone de la carga de la cabina más la mita de la carga a transportar.

5.2.2. Tipos de elevadores

- Elevadores eléctricos: Están conformados por un grupo motor, un reductor de velocidad en el aje de salida se ubica la polea. Normalmente trabajan con corrientes alternas y trabajan a dos velocidades.
- Elevadores hidráulicos: Fueron de los primeros que se introdujeron en el mercado en edificios o viviendas, actualmente este tipo de elevadores es utilizado en montacargas, monta coches (para uso de materiales). Se

componen de una central hidráulica, cilindro, pistón, cabina y cuarto de máquinas. Este elevador no agrega contrapeso.

Figura 33 Partes de un elevador



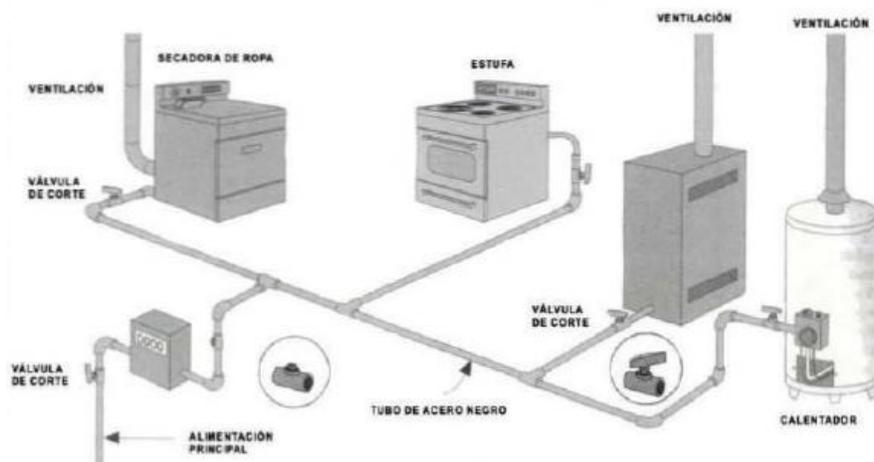
Fuente: (Miravete & Larrodé, 2007)

5.3. Gas natural.

Un sistema de gas natural sirve para alimentar en el hogar, estufas, secadoras de ropa y en la industria calderas y calentadores. La instalación es parecida a la de agua, es decir por medio de una tubería, la única diferencia es, que esta instalación no cuenta con drenajes.

Usualmente el gas natural puede tener algunas impurezas, las cuales dificultan el consumo, cuando se hace llegar el gas natural al consumidor final, este lleva las menos impurezas posibles, a este gas se le llama gas seco o gas dulce.

Figura 34 Instalación de gas en una casa



Fuente: (Enríquez, 2004)

En el caso de esta instalación, no existe un material obligatorio para la tubería, normalmente se utiliza el acero galvanizado, tubos de fierro o tubos PVC.

La ventaja que presenta esta fuente de abastecimiento, es la alimentación directa a las áreas de consumo, evitando así el almacenamiento en tanque, registrando el consumo por medio de un medidor.

El gas natural se compone principalmente de metano, siendo una mezcla de hidrocarburos y otros componentes. Los tipos de gas natural son:

- Gas natural calidad intercambiable: se puede sustituir una fuente de gas natural de ciertas características por otra de características diferentes, sin cambiar significativamente la seguridad operacional, eficiencia, desempeño

o la emisión de contaminantes de equipos o instalaciones que utilizan ese combustible.

- Gas natural fuera de especificaciones: el gas natural que no cumpla con las especificaciones establecidas en la NOM-001-SECRE-2003.

El gas natural es comúnmente usado en la industria alimenticia, textil, vidriera, cerámica, fabricación de acero, fundición de metales, entre otras.

5.4. Gas LP

El gas LP es el gas Licuado de Petróleo, se encuentra en estado líquido, este gas consiste principalmente en butano, propano o mezcla de ambos. Tiene seis diferentes clasificaciones, las cuales dependen del almacenamiento (recipiente) y el servicio que presta. Las clases son:

- Instalaciones domesticas con recipientes portátiles o estacionarios
- Instalaciones de edificios o departamentos
- Instalaciones de tipo comercial, aquellos comercios que involucran procesos de manufactura (restaurantes, tintorerías, etc.)
- Instalaciones domesticas de edificios con casa-habitación
- Instalaciones para carburación en motores
- Aplicaciones industriales.

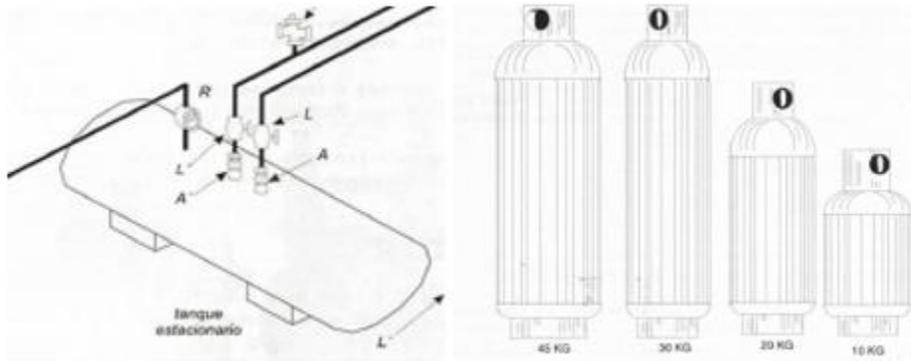
Para la instalación de tuberías se recomienda:

- Separar tuberías de Gas LP de tuberías eléctricas y de tuberías con fluidos corrosivos o de alta presión
- Enterrar tuberías de Gas LP en jardines o patios con una profundidad mínima de 60 cm

A diferencia del Gas natural, el Gas LP requiere medios de distribución, estos se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Tanques de almacenamiento, este tipo de almacenamiento es destinado a plantas distribuidoras
- Recipientes de uso doméstico como tanques estacionarios, tanques o cilindros portátiles, recipientes manuales.
- Tanque para el transporte de gas LP
- Tanques en vehículos que usan este combustible.

Figura 35 Recipientes de Gas LP (Lado izquierdo tanque estacionario. Lado derecho recipientes portátiles)



Fuente : (Enríquez, 2004)

5.5. Aire acondicionado.

El aire acondicionado es la adaptación del aire en el espacio interior, esta idea implica calefacción, refrigeración, control de humedad, ventilación. El principal objetivo de esta instalación es hacer circular el aire a todos los rincones del establecimiento en donde este se instaló. Esta instalación cuenta con un sistema mecánico y un sistema eléctrico.

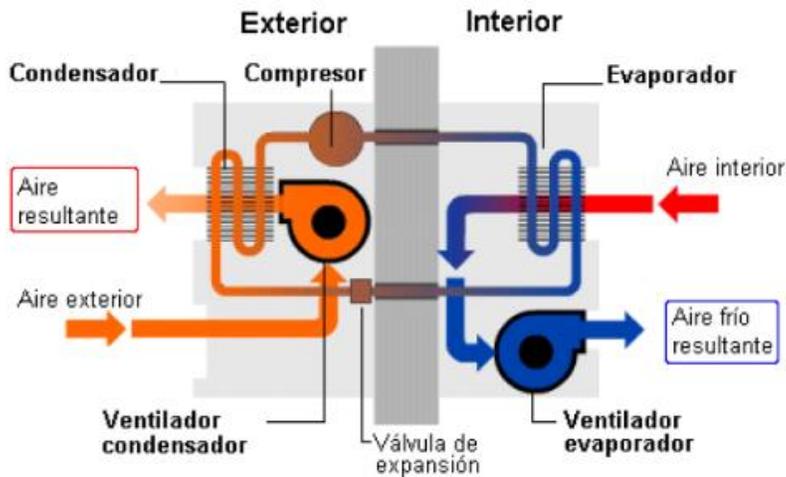
1. Sistema Mecánico:

- Compresor: hace circular el refrigerante
- Soplador evaporador: con forma de “jaula de ardilla” exige al aire fresco a volver a la habitación
- Ventilador del condensador: Impulsa el aire exterior hacia el ventilador y lo envía afuera.
- Filtro: Retiene partículas de polvo, humo, polen, entre otras partículas.
- Conductos y cámaras de aire: Los conductos evitan que el calor entre en el interior del sistema, la cámara de aire es por donde pasa el aire.

2. Sistema Eléctrico

- Termostato: Define el funcionamiento del compresor.

Figura 36 Diagrama de funcionamiento de aire acondicionado

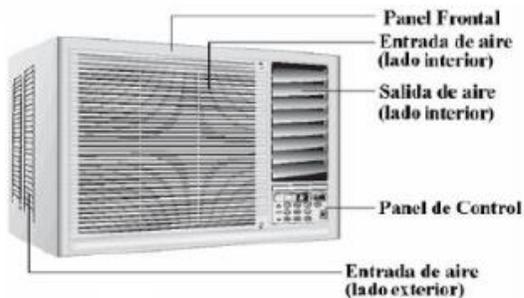


(Sin Autor, 2010)

Algunos de los tipos de aire acondicionado que existen son:

1. Aire Acondicionado Compacto: también conocido como sistema de ventana o autónomo, es un equipo unitario, compacto y de descarga directa (el aire enfriado es expulsado directamente al espacio a través de la unidad). Es utilizado para espacios pequeños e individuales. Se ubican en muros que den al exterior.

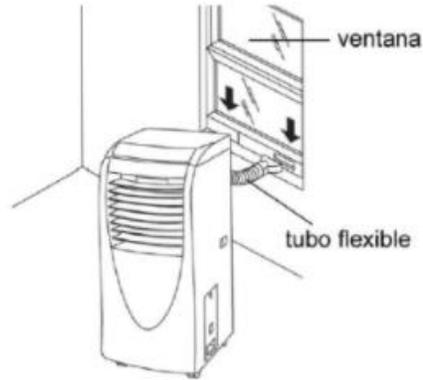
Figura 37 Sistema de aire acondicionado compacto.



(Manual de operaciones carrier, 2009)

2. Aire Acondicionado Portátil: equipo unitario, compacto de descarga directa, la mayoría de estos equipos poseen una salida al exterior a través de un tubo flexible colocado en ventanas.

Figura 38 Sistema de aire acondicionado portátil



(Manual de operaciones carrier, 2009)

3. Aire Acondicionado tipo Split: son equipos descentralizados (descarga directa), el condensador y el compresor se instalan al exterior y la unidad evaporadora en el interior. Regularmente se instalan en la parte alta de una pared,

Figura 39 Sistema de aire acondicionado tipo Split



(Gonzalez, 2015)

5.6. Comunicaciones.

Los sistemas de comunicaciones son redes de comunicación, las cuales son medios y equipos con el objetivo de transferir información (imágenes, datos o voz) entre dos usuarios o más conectados a dicha red. El diseño de la infraestructura, deben observar las normas correspondientes específicas que aprobará el ministerio de transportes y comunicaciones.

La instalación debe contemplar el diseño, de ductos y canalizaciones de líneas de telecomunicación, cables de distribución para cámaras, señales de televisión entre otros.

Las telecomunicaciones consideran los siguientes sistemas:

- Sistemas telefónicos fijos y móviles
- Sistemas de telefonía pública
- Sistemas satelitales
- Sistemas de procesamiento y transmisión de datos
- Sistemas de acceso a Internet
- Sistemas de cableado, inalámbricos u ópticos
- Sistemas de radiodifusión sonora o de televisión
- Sistemas de protección contra sobretensiones y de puesta a tierra

Los materiales deberán cumplir con las normas técnicas emitidas por la entidad competente y de ser el caso por estándares internacionales que sean aplicables. Se deberá prever aspectos de seguridad necesarios para asegurar la inviolabilidad y el secreto de las telecomunicaciones.

Toda instalación de telecomunicaciones en edificaciones deberá tomar en cuenta otras instalaciones tales como las eléctricas, mecánicas, de gas, agua, entre otras y cumplir las normas de seguridad con relación a ellas.

Toda edificación deberá contar con las cajas de distribución, ductos y conductos que posibiliten la prestación de los servicios públicos de telecomunicaciones de acuerdo con la norma vigente.

El planeamiento de la red de tuberías deberá asegurar una eficiente distribución en toda la edificación de tipo empotrado, salvo a nivel del sótano en el cual la instalación puede ser expuesta.

Las instalaciones industriales deben respetar los criterios y recomendaciones generales que se hacen tanto para edificios como para las urbanizaciones, en cuanto corresponda, para el diseño y ejecución de las obras en cuestión.

CAPÍTULO 6. APUNTES TEMA 5: SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL

6.1. Objetivo del tema

El alumno analizará los agentes causales de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

6.2. Distribución, diseño y manejo de materiales.

La importancia de la distribución de las instalaciones, su diseño y el manejo de los materiales, regularmente afecta a la productividad y rentabilidad de una compañía. Es decir, la calidad y costo del producto, se ve afectada por la instalación.

6.2.1. Distribución

La distribución de las instalaciones, es uno de los factores más desafiantes, debido a la inversión de la ubicación de la planta, diseño de inmueble, distribuciones planta y manejo de materiales. La distribución es el arreglo físico de máquinas y equipos para la producción, estaciones de trabajo, personal, ubicación de materiales de todo tipo y en toda etapa de elaboración, y el equipo de manejo de materiales.

Actualmente los trabajos físicos pesados manuales se han eliminado gracias a los equipos diseñados para estas operaciones, debido al involucramiento de la distribución física del equipo. Cabe mencionar que el manejo de materiales genera el 50 por ciento de todos los accidentes (aproximadamente) y entre el 40 y 80 por ciento de los costos de operación. Con esto podemos decir que se han hecho esfuerzos para reducir estos accidentes, como lo son códigos o normas, así con el correcto cumplimiento de estos evitar daños.

6.2.2. Diseño

Como se ha mencionado anteriormente la etapa de diseño o el diseño de las instalaciones es el uso eficiente de la planta, debemos tener en cuenta la

eliminación o control de los riesgos potenciales, recordando que las correcciones tienen un costo agregado, por lo que se recomienda diseñar desde que se inicia la construcción de la planta. Se espera que se diseñe tomando en cuenta el control de eventos arriesgados. A continuación, se enlista una serie de consideraciones básicas que se deben tomar al momento de diseñar.

1. Pasillos y almacenamiento local: Se debe permitir el tránsito de un buen número de personas en rápido movimiento.
2. Válvulas u otros controles: están pueden estar muy altas, se recomienda el uso de escaleras instaladas de forma permanente.
3. Superficies calientes con temperaturas mayores a 93°C: Se recomienda que, si están al alcance del personal, se debe impedir el contacto accidental a través de rejillas o pantalla de protección.
4. Operaciones o procesos ruidosos: Se recomienda la separación en áreas especiales preparadas para la eliminación de procesos ruidosos, en caso de ser riesgos elevados.
5. Equipo de seguridad integrado especial: Existen ocasiones en donde se ven involucrados el manejo de materiales químicos o inflamables, se recomienda la instalación de regaderas o rociadores y métodos para el lavado de ojos.
6. Remodelación: Se deben revisar niveles de los pisos, puertas y pasillos, iluminación, ventilación, control de polvos, espacio del almacenamiento. Dicho remodelado involucra un peligro para la construcción, esto afecta a la seguridad ya que pueden existir demoliciones, dificultad para el manejo de materiales, continuación de operaciones parciales durante la construcción y los desperdicios de la remodelación.
7. Salidas y escaleras: Se recomienda que se cuenten con dos salidas (independientes entre sí) por cada piso, estas salidas deben conducir a un lugar seguro, las puertas deben abrir hacia afuera y no deben necesitar llave para su apertura, la apertura no debe incidir en una escalera.
8. Suelos y plataformas: Se recomienda el uso de barandales en lados que estén expuestos. Además de tapas para protección contra caídas.

9. Carteles. Es necesario poner carteles en las zonas en donde esté permitido fumar o no y las rutas que se deben seguir en casa de evacuar la planta.

10. Tuberías: Los sistemas de tuberías más complejos son los químicos, siendo generalmente utilizados para el transporte de materia prima, productos complejos y de productos acabados. Existe riesgo cuando no se sigue un sistema lógico de identificación de tuberías, dicho sistema consiste en la utilización de marcadores y colores distintivos. Algunas leyendas para fluidos peligrosos son:

- Toxico
- Inflamable
- Explosivo
- Irritante
- Corrosivo
- Reactivo
- Riesgo biológico
- Alta temperatura
- Baja temperatura
- Alta presión

En las siguientes tablas se presentan algunas indicaciones relacionadas a las tuberías.

Tabla 8. Colores de seguridad para tuberías y su significado

COLOR DE SEGURIDAD	SIGNIFICADO
Rojo	Identificación de fluidos para el combate de incendio conducidos por tubería.
Amarillo	Identificación de fluidos peligrosos conducidos por tubería.
Verde	Identificación de fluidos de bajo riesgo conducidos por tubería.

Fuente: (NOM-026-STPS-2008, 2008)

11. Iluminación: Debemos recordar que es un factor importante para la prevención de accidentes, existen cuatro tipos de iluminación:

- Iluminación general: Son fuentes de luz distribuidas a tres metros o más del piso.
 - Iluminación general localizada: Cuando existen operaciones especiales, es decir cuando se quiere iluminar una maquina o área específica de trabajo.
 - Iluminación suplementaria: sirve para iluminar tareas que son difíciles de ver con detalle.
 - Iluminación de emergencia: Su aplicación es iluminar pasillos, escaleras de emergencia, a salidas importantes o cuando existen fallas en el suministro habitual.
12. Ventilación: La ventilación controla el ambiente, protegiéndolo de riesgos físicos (incendios- ventilación de vapores).
13. Pintado y acabado: Se recomienda que las paredes sean pintadas de colores claros, mejorando con esto la distribución de la iluminación artificial. Se recomienda que el techo sea del color más claro, las paredes un color un poco más oscuro dejando pauta para un mantenimiento menos riguroso, siendo un tercio o la mitad de la pared la del tono aún más oscuro, siendo más difícil que se ensucie esta parte, dejando la parte superior del mismo color del techo.
14. Colores: Se utilizan colores para estimular una consciencia de la presencia de riegos, los códigos de color, así como los colores de contraste dentro de las señales se puntúan a continuación:

Tabla 9. Colores de seguridad con su significado, indicaciones y precisiones y color de contraste

COLOR DE SEGURIDAD	SIGNIFICADO	INDICACIONES Y PRECISIONES	COLOR CONTRASTENTE
ROJO	Paro.	Alto y dispositivos de desconexión para emergencias.	Blanco
	Prohibición.	Señalamientos para prohibir acciones específicas.	
	Material, equipo y sistemas para combate de incendios.	Ubicación y localización de los mismos e identificación de tuberías que conducen fluidos para el combate de incendios.	

COLOR DE SEGURIDAD	SIGNIFICADO	INDICACIONES Y PRECISIONES	COLOR CONTRASTENTE
AMARILLO	Advertencia de peligro.	Atención, precaución, verificación e identificación de tuberías que conducen fluidos peligrosos	Negra Magenta (únicamente utilizado para indicar presencia de radiaciones ionizantes)
	Delimitación de áreas.	Límites de áreas restringidas o de usos específicos.	
	Advertencia de peligro por radiaciones ionizantes.	Señalamiento para indicar la presencia de material radiactivo.	
VERDE	Condición segura.	Identificación de tuberías que conducen fluidos de bajo riesgo. Señalamientos para indicar salidas de emergencia, rutas de evacuación, zonas de seguridad y primeros auxilios, lugares de reunión, regaderas de emergencia, lavaojos, entre otros.	Blanco
AZUL	Obligación.	Señalamientos para realizar acciones específicas.	Blanco

Fuente: (NOM-026-STPS-2008, 2008)

6.2.3. Manejo de materiales

Actualmente el manejo de materiales presenta serios problemas en la industria, esta sección abarca temas que van desde levantamiento de cajas y transportación, hasta desplazar objetos grandes, granos e inclusive gas. Sabemos que un material

peligroso es “cualquier sustancia que se ha determinado puede imponer un riesgo irracional a una persona o propiedad⁶”

El objetivo de este subtema es establecer procedimientos adecuados para el manejo de materiales, debido a que el manejo de materiales es el responsable de aproximadamente una cuarta parte de las lesiones. Algunos factores a considerar son las propiedades de los materiales, carácter la operación, localización de inicio o llegada del material, cantidad de material, ambiente (químico, mecánico, natural, etc.), ya que de todos estos factores depende el tipo de transporte, almacenaje y lugar de destino.

En el manejo de materiales, además de importar la forma de transporte y en que se llevara a cabo, una preocupación latente es el usuario u operario al que se le encargara la tarea. Algunos rubros en que se deben fijar los operarios son:

1. Levantamiento de cargas: Es la mayor causa de lesiones en la columna vertebral, la mayoría de estas lesiones son por defectos en la estructura de los discos vertebrales. Se recomienda levantar dichas cargas, bajo el siguiente esquema:
 - Posición correcta de los pies: Colocar un pie junto al objeto a levantar, dejando al otro pie a una distancia confortable.
 - Espalda recta: Colocar los pies en la posición “A”, colocarse en cuclillas con la espalda recta, inclinando un poco las caderas hacia arriba.
 - Brazos junto al cuerpo: Los brazos deben estar extendidos, rectos y lo más cercano al cuerpo.
 - Agarre correcto: Colocar las palmas de las manos oprimidas contra el objeto.
 - Barbilla metida: Esto fortalece la espina y ayuda a mantenerla firme

⁶ (GRIMALDI & SIMONDS, 2012)

2. Transporte de materiales: Esta decisión se ve afectada por el método de transporte, es decir el costo, disponibilidad, mantenimiento y funcionamiento. El método a elegir depende de la forma en que se transporte el material:
 - Uso de maquinaria: En el caso de vehículos a motor, los operarios deben estar físicamente calificados mediante exámenes médicos, la circulación debe tener un mínimo de cruces, preferentemente tener un solo sentido.
 - Uso manual: Es decir si el transporte será manual (levantamiento, transporte de cajas, paquetes, etc.), vehículos operados a mano (carretillas, carretones, vehículos de dos ruedas elevadores manuales) o vehículos con motor (montacargas, camiones, etc.). Se debe tomar en cuenta el género, peso, complexión que pueden limitar la capacidad ejecución; peso, forma, dimensiones de los materiales a transportar; si se transportara.
 - Otra observación que se hace es que los hombres no carguen más de 25 kg y las mujeres 10 kg, para menores de 16 años solo podrán cargar 7 kg. Y la mayor distancia que se puede transportar una carga, si es que se hace manual, es a 4 metros. En caso de hacerlo con diablos o patines la carga será de 200kg.
3. Almacenamiento de materiales: Es necesario evitar el bloqueo de salidas. Se recomienda almacenar el material apilándolo, empaquetado, en estantes de manera que no pueda caer o deslizarse. Deben considerarse:
4. Orden y limpieza: Se debe trabajar bajo el estándar “un lugar adecuado para cada cosa en su propio lugar” y así prevenir lesiones mediante consideraciones, entre ellas se debe incluir sistemas de eliminación de polvos y humos.

6.3. Maquinaria, recipientes a presión y puntos de operación.

6.3.1. Maquinaria

Dentro de la maquinaria existen partes que requieren mayor protección, debido a que están desprotegidas por el movimiento, transmisiones, partes con engranes, cadenas inclusive algunas veces el mayor riesgo es la combinación entre velocidad de la maquinaria y objetos que el operario pueda transportar (ropa, dedos, cabello, etc.). A continuación se hacen algunas recomendaciones básicas para la protección de la maquinaria.

- La protección debe ser resistente, para que el operador no pueda manipular dicha protección, además de que así no puede sufrir daños por el uso.
- La protección debe permitir la realización de las operaciones diarias y de mantenimiento.

Existen diversos tipos de protección, dependiendo de la maquinaria que operara el usuario, estas pueden ser:

- En cerco y barrera (aparatos de transmisión): Se utilizan para evitar el contacto entre usuario-maquina o partes de la máquina que puedan salir volando y lastimar al usuario. Se recomienda construir una armadura y después rellenarla para que no sea pesada.
- Para prensas mecánicas: Estas prensas son consideradas el mayor peligro en la industria, debido a las presiones que manejan, se recomienda la instalación de un dispositivo que proteja al operador de la presa.
- Para prensa de potencia: Se recomienda mantener las revisiones y mantenimiento en orden a las fechas indicadas por el fabricante, poner más énfasis en el cuidado del freno, se recomienda colocar dispositivos de no repetición para que la presa de solo un golpe. Los pedales en la presa deben estar colocados en lugares específicos de forma que no sean accionados de forma accidental.

6.3.2. Recipientes a presión

Los recipientes a presión es aquel en donde se genera vapor mediante la aplicación de calor, estos se pueden clasificar entre calentados y no calentados. Algunos de los dispositivos con los que se debe tener mayor cuidado son los recipientes a presión no calentados: deben contar con válvulas de seguridad, tapones fusibles, los recipientes que contienen líquido caliente deben tener estas dos. Hacer pruebas hidrostáticas, las cuales nos dirán la capacidad del recipiente en relación con la presión que resiste el método. Aunado a esto se debe saber el volumen del líquido que se introducirá en el recipiente.

6.3.3. Punto de operación

El punto de operación es el lugar ideal para proteger al usuario de los riesgos que pueden existir cuando se maneja la maquinaria. Estas protecciones solo se aplican

cuando la maquina se utiliza por un largo tiempo de operación. A continuación se presentan algunos tipos de protecciones.

- En cerco o barrera: Normalmente son varillas de acero, metal perforado o cercos de plástico los cuales rodean el punto de operación con mayor riesgo, separando así eficazmente al operador del riesgo. Regularmente se deja que las manos operen libremente. Tiene como desventaja la limitación de observación por parte del usuario.
- A distancia: Se recomienda la operación de la maquina a control remoto, algunas prensas de potencia, el dispositivo que utiliza se acciona con dos botones de presión, haciendo obligatorio el uso de las dos manos dejando estas en un lugar de seguridad.
- Para retirar manos: Instalar un aparato para que el usuario retire las manos de forma automática de la zona de peligro. Son comúnmente llamados “saca manos” o “quita manos”. El dispositivo son unas bandas unidas a las muñecas del operario, a su vez unidas a unas cuerdas accionadas por un mecanismo de tracción.
- Otro dispositivo es el de separación, el cual es un brazo giratorio montado en la parte alta de la prensa, así cuando baja el martillo, el brazo barre la zona de peligro.
- Desactivación de seguridad: Son interruptores, alambres, botones al alcance del operador que tiene como objetivo detiene la operación.
- Detención de presencia: Son sensores que detienen la operación de la máquina reanudando la operación hasta que el operario no corra peligro.
- Herramientas para alimentación: Son extensiones (bastones, sierras, guías, ventosas de succión, etc.) ajenas al cuerpo del operario que ayudan a la manipulación de la máquina.
- Automatización: Es el movimiento de partes o materiales por medio de máquinas automáticas.

6.4. Exposiciones a energía eléctrica y productos químicos

6.4.1. Exposiciones a energía eléctrica.

El principal objetivo del ingeniero industrial es garantizar la seguridad, tanto de sus trabajadores como las personas que estas al redor y de las instalaciones. Los principales riesgos en la industria son coques eléctricos de corrientes así como

temperaturas excesivas que pueden generar quemaduras, incendios u otros efectos, también la generación de chispas o arcos eléctricos generan riesgos al usuario. Se enlistan la principal fuente de riesgo y su atenuación.

- Alambrado fusibles e interruptores eléctricos: Se recomienda que el alambrado se coloque en tubos y que dicho alambrado se conecte a tierra. Los interruptores deben estar cerrados en el mantenimiento, evitando así el accionamiento accidental, debe ser fácil saber el estado del interruptor. Los fusibles deben estar señalados, para evitar quemaduras por contacto.
- Tierra: Es la protección ante corrientes eléctricas esporádicas.
- Lugares de trabajo: se debe contar con equipo antincendios y botiquín de primeros auxilios.
- Lugares peligrosos: Tener cuidado con zonas donde se generen vapores, gases o polvos inflamables.

6.4.2. Exposición a productos químicos

La química ha ayudado a desarrollar incontables aplicaciones de la vida diaria la mayoría de estas controlables, pero también ha genera algunos problemas de salud (cunado su cuidado se sale de control), entre ellos los de la industria, como lo son la exposición a productos químicos, ya que dichos productos suelen ser reactivos, combinables, inflamables, tóxicos, corrosivos, entre otras consecuencias. Algunas de las consecuencias son:

- Ubicación de producto químico: La ubicación debe considerar los posibles riesgos, como temperatura, humedad, ventilación.
- Servicios locales: revisar si los servicios locales son adecuados, en caso de no serlo se recomienda capacitación del personal para manejo de posibles problemas.
- Transporte de productos químicos: se recomienda mantenimiento a tuberías o tanques de transporte, uso de válvulas de auxilio de seguridad. En el caso de las tuberías, las de descarga se prueban a menudo para probar obstrucciones o fugas.
- Explosiones de polvo: Determinar las características de polvos, saber el tipo de combustión, si es por auto ignición, cuánto dura la combustión. Se recomienda limpieza y orden. Además de cámaras de filtración para polvos.

- Explosiones de gases: Se recomienda la implementación de un supresor de gases los cuales liberan una cantidad de gas inerte diseñada para extinguir el contenido explosivo.

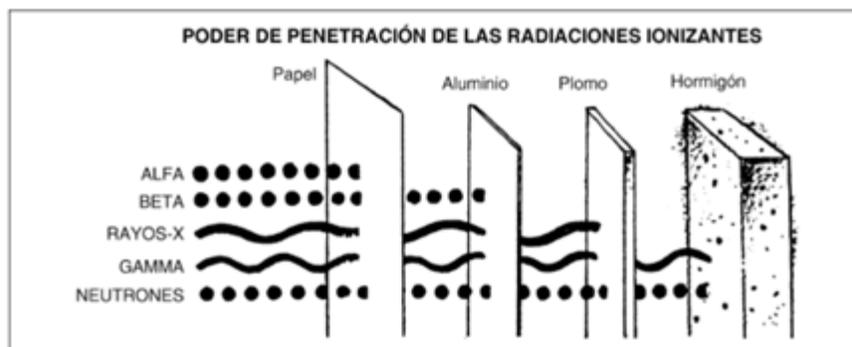
6.5. Radiación Ionizante y no ionizante

La radiación son fenómenos físicos que consisten en la emisión, propagación y absorción de energía por parte de la materia, tanto en forma de ondas (radiaciones sonoras o electromagnéticas), como partículas subatómicas (corpusculares).

6.5.1. Radiación ionizante

Como sabemos estas radiaciones se caracterizan por la capacidad que tiene al incidir sobre la materia, es decir de producir el fenómeno de ionización. Las características de cada tipo de radiación se ilustran en el siguiente cuadro. Y los tipos de radiación se mencionan en Tabla 10.

Figura 40 Poder de penetración de las radiaciones Ionizantes



Fuente: (CORTÉS, 2007)

Existen dos tipos de exposiciones a las radiaciones ionizantes, las cuales son:

- Irradiación: Es la exposición radiactiva a la exposición a la fuente de radiación sin que exista contacto directo con ella. Puede ser; global si está expuesto todo el cuerpo y parcial si solo se expone un parte del cuerpo.
- Contaminación radioactiva: Es la exposición por contacto directo con la fuente radiactiva dispersa en el ambiente o depositada en superficies.

Tabla 10 Tipos de radiaciones ionizantes

TIPOS DE RADIACIONES IONIZANTES		
RADIACIONES ONDULATORIAS	Rayos X	<ul style="list-style-type: none"> - Se producen en reacciones o interacciones de las capas electrónicas del átomo - En las fuentes en las que normalmente se utilizan se puede controlar su producción
	Rayos γ	<ul style="list-style-type: none"> - Se producen en reacciones de núcleos atómicos inestables - Su poder de penetración es muy elevado
RADIACIONES CORPUSCULARES	Partículas α	<ul style="list-style-type: none"> - Son núcleos de helio. Poseen unidades de masa y dos unidades de carga eléctrica positiva - Su poder de penetración es muy escaso
	Partículas β	<ul style="list-style-type: none"> - Son electrones nucleares expulsados a gran velocidad. Su masa es prácticamente nula y posee carga negativa - Poseen penetración escasa
	Neutrones	<ul style="list-style-type: none"> - Forman junto con los protones el núcleo. No tienen masa ni carga - Poseen penetración elevada

Fuente: (CORTÉS, 2007)

Las afectaciones pueden variar y depende de la dosis de irradiación recibida y de la dosis por unida de tiempo. Las alteraciones se dan en el sistema digestivo, en la piel, en el sistema reproductor, ojos, sistema cardiovascular, sistema nervioso, sistema urinario, entre otros sistemas. A continuación, se presentan ejemplos, en donde se indica la actividad y la cantidad que se recibe.

Radiación en los alimentos y el agua	25 mrem ⁷ /año
Radiación por ver la TV en color	1 mrem/año
Radiación por cada viaje en avión	4 mrem/año
Radiación por radiografía gástrica	2,000 mrem/año
Radiación por radiografía de tórax	100-200 mrem/año
Radiación por radiografía dental	20 mrem/año

Se recomienda que una persona no reciba más de 150mrem al año, limitando los tiempos de exposición, aumentando la distancia al foco de emisión y utilizando pantallas y blindajes, esta última medida no es tan recomendable y se solicita que se utilice como complemento a la protección individual.

El control de la exposición se da indicando el peligro de la zona, las cuales pueden ser controladas (permanencia limitada, reglamentada y de acceso prohibido) y vigilada.

Figura 41 Silueta de radiación



Fuente: (CORTÉS, 2007)

Existen dos categorías, las cuales indican la cantidad a la que los trabajadores están expuestos, es decir, la dosis equivalente a la que deben estar expuestos en un año oficial.

⁷ REM: Roentgen Equivalent Man dosis equivalente absorbida.

- CATEGORIA A: Cuando la dosis efectiva es superior a 6 mSv (0.6 rem) o la equivalente superior a 3/10 de los límites de dosis equivalente para el cristalino, la piel y las extremidades.
- Categoría B: Cuando resulta muy improbable que reciban dosis superiores a las establecidas para la anterior categoría.

Existen los siguientes valores límites y el tiempo de exposición.

- Límite de dosis efectiva: 100 mSv⁸ (10 rem) para periodos de cinco años consecutivos sujetos a una dosis efectiva máxima de 50 mSv en cualquier año oficial.
- Límite de dosis equivalente para el cristalino: 150 mSv por año oficial
- Límite de dosis equivalente para las manos, antebrazo, pies y tobillos; 500 mSv por año oficial.
- Límite de dosis equivalente para piel: 500 mSv por año oficial.

La administración de los residuos debe ser al momento de construir una planta se debe tomar en cuenta la forma de evitar o reducir al mínimo posible la evacuación de residuos al medio ambiente. Se debe tener un contrato con empresas autorizadas para su manejo.

6.5.2. Radiación no ionizante

Son aquellas radiaciones, situadas en la parte de espectro electromagnético, incapaces de producir fenómenos de ionización. En los últimos años ha aumentado considerablemente, ya que en la industria y en la vida diaria los productos electrónicos emiten radiación. Los tipos de radiación más importantes ordenadas de menor a mayor:

⁸ 1 mSV = 10 rem

- Radiaciones microondas: Impactan mayormente en la industria y en la medicina (hornos microondas, aceleradores de reacción para disminuir tiempos de reacción.)
- Radiaciones infrarrojas: Procede de los objetos calientes, impacta a operaciones industriales tales como hornos de fusión, hornos de secado. Los efectos en las personas expuestas pueden ser irritaciones en la piel, efectos sobre los ojos.
- Radiaciones ultravioletas: Empata mayormente en el sol, la capa de ozono trabaja como protectora. La industria con las operaciones de soldadura de arco, plasma, lámparas germicidas, fotocopiadoras, lámparas de descarga de alimentos, entre otras, son las que afectan mayormente. Los afectos en las personas expuestas son pigmentación, enrojecimientos, quemaduras y cáncer de piel, etc.

Los daños que provocan estas radiaciones dependen del tiempo de exposición al daño y del tipo de radiación, estos pueden ser térmicos, fotoquímicos y electromagnéticos.

Los daños térmicos se presentan como aumento de la temperatura corporal, quemaduras, cataratas, conjuntivitis, lesiones de la retina, impotencia.

Los fotoquímicos y electromagnéticos se presentan como dolor de cabeza, vértigo, depresión, pérdida de memoria, malestar, debilidad, temblores, disminución de ritmo cardiaco, enrojecimiento, cáncer de piel, alteraciones hormonales.

Se recomienda mantener las exposiciones por encima de los límites e intentar que siempre sean lo más bajas posible. Algunos consejos que se dan son:

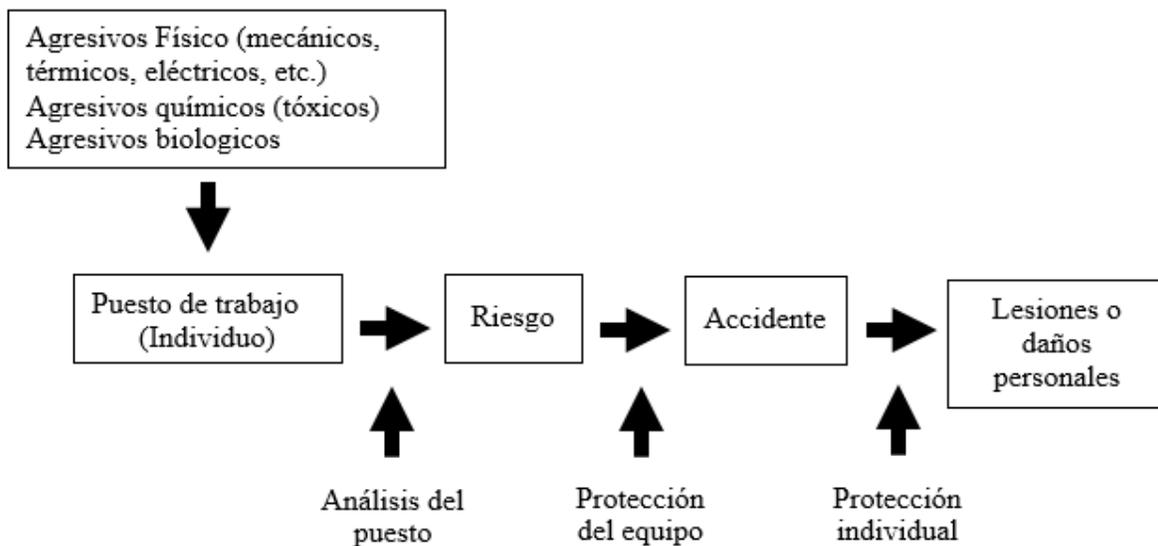
- Diseño adecuado de la instalación, cerramiento de cabinas o cortinas, aislamiento del equipo irradiador, control del campo de difusión y de la intensidad de radiación.
- Recubrimiento de paredes, control de temperatura, humedad y ventilación, delimitación y señalización de zonas de peligro.

- Reducción de tiempo de exposición, capacitación del personal.
- Protección adecuada de acuerdo al tipo de radiación, exámenes de salud en función de riesgos.

6.6. Protección personal dentro de la industria

Riesgo es la técnica, cuyo objetivo es proteger al trabajador de agresiones externas físicas, químicas o biológicas, presentadas durante el desempeño de la actividad laboral. Las normas obligan al empresario a aplicar las medidas que integran el deber general de previsión con arreglo a una serie de principios, en donde se prefiera la protección colectiva e individual. En el siguiente diagrama se puede observar la protección individual y su uso, únicamente cuando ya se haya intentado eliminar el riesgo mediante estudio.

Figura 42 Condiciones de trabajo



Fuente (CORTÉS, 2007)

Debemos recordar que la protección personal no elimina el riesgo de accidente, sino ayuda a reducir o eliminar las consecuencias personales o lesiones que el accidente pueda causar.

6.6.1. Condiciones a reunir y características a exigir

“Cualquier tipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que pueda amenazar su seguridad o su salud en el trabajo, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin” (Cortes, 2007).

Las características de dichos equipos de protección están relacionadas con el tipo de lesión y el riesgo que se pretende minimizar. Se deben tomar en cuenta aspectos como los materiales empleados para fabricación, el diseño y construcción del producto, es decir su ergonomía, precio, entre otros aspectos. Como son:

- Análisis y valoración de los riesgos existentes
- Conocimiento de las normas generales de utilización de los equipos
- Conocimiento de las características y exigencias
- Estudio de la parte del cuerpo que pueda ser afectada
- Estudio de exigencias ergonómicas y salud del trabajador
- Evacuación de los equipos disponibles

Se debe utilizar en función de las siguientes condiciones

- Gravedad de exposición
- Frecuencia de la explosión
- Prestaciones o condiciones particulares de los equipos
- Riesgos múltiples existentes y compatibilidad de los equipos a utilizar
- Información suministrada por el fabricante

6.6.2. Clasificación

1. Grado de protección ofrecida:

- Protección parcial: protegen determinadas zonas del cuerpo (casco guante, calzado, etc.)
- Protección integral: Son los que protegen a individuo sin especificar zonas determinadas (trajes contra fuego, dispositivos antiácidos, etc.)

2. Tipo de riesgo al que se destina

- Daños físicos: mecánicos (cascos, guantes); acústicos (tapones, orejeras); térmicos (trajes, calzado).
- Daños químicos: mascarillas, equipos autónomos.
- Daños biológicos: Trajes especiales.

3. Técnica que aplica

- Accidente por las condiciones de seguridad
- Enfermedad profesional por condiciones medioambientales

4. Zona del cuerpo a proteger

- Cabeza
- Oído
- Ojos y cara
- Vías respiratorias
- Manos y brazos
- Pies y piernas
- Piel
- Tronco y abdomen
- Todo el cuerpo

En el caso de buscar una certificación, se establece una valoración de la conformidad de los equipos de protección individual con los requisitos esenciales de seguridad, para las siguientes categorías:

- CATEGORIA I: Tienen un diseño sencillo, el usuario define la eficiencia, ya que con el tiempo pueden ser percibidos sin peligro. A esta categoría pertenecen daños mecánicos cuyos efectos sean superficiales, agentes atmosféricos, pequeños coques y vibraciones que no afecten partes vitales del cuerpo, radiación solar.
- CATEGORIA II: Equipos que no reúnan las condiciones de la categoría anterior, no diseñados para la forma y magnitud de riesgo.

- CATEGORIA III: Equipos con diseño complejo, destinados para protección de mortalidad o a un daño grave e irreversible. Estos son: equipos de protección respiratoria a líquidos o gases irritantes, peligrosos, tóxicos o radio-tóxicos; Equipos de protección respiratoria total; equipos para la protección contra daños químicos, equipos para protección térmica; Protección ante caídas y contra riesgos eléctricos.

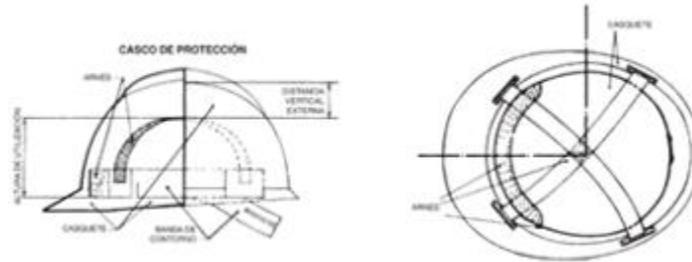
6.6.3. Equipos de protección

Tabla 11 Principales partes de cuerpo, sus riesgos y equipo de protección a utilizar

PARTE DEL CUERPO	SITUACIONES DE RIESGO	EQUIPO DE PROTECCIÓN
Cráneo	Condiciones atmosféricas Coques, impactos y caídas de objetos Enganches de cabello Radiaciones Sustancias contaminantes Agresivos químicos diversos	Casco: fabricado de materiales no metálicos. Compuesto de un casquete (Parte resistente que actúa como pantalla frente a golpes, choques e impactos) y un arnés (sistema de cintas o bandas, permite la sujeción del casco a la cabeza, amortigua los impactos y facilita la aireación) (Figura 43)
Brazos y manos	Amputaciones Aplastamientos Pinchazos Abrasiones Quemaduras	Guantes: de dos y tres dedos, miñones, manoplas, maguitos, dediles, muñequeras, almohadillas, el material puede ser textiles, de cuero, de tejido aluminizado, de PVC, de cota de malla, de caucho o mixto.
Pies y piernas	Aplastamientos Pinchazos Riesgo químico Riesgo térmico Riesgos eléctricos	Zapatos y botas de seguridad: botas, zapatos, polainas, cubrepies,

Fuente: Elaboración propia

Figura 43 Ejemplo de protección para la cabeza



Fuente: (CORTÉS, 2007)

6.7. Análisis de riesgo y siniestralidad

Podemos definir riesgo como “situación que puede conducir a una consecuencia negativa no deseada en un acontecimiento”, es decir, probabilidad de que ocurra una situación física que puede provocar daños a la vida, equipos o al medio y que este sea potencial.

Es importante saber la diferencia entre riesgo y peligro, el peligro es un sinónimo de accidente o daño. El riesgo es la probabilidad de que se convierta en un accidente con consecuencias determinadas. Los riesgos se pueden clasificar como:

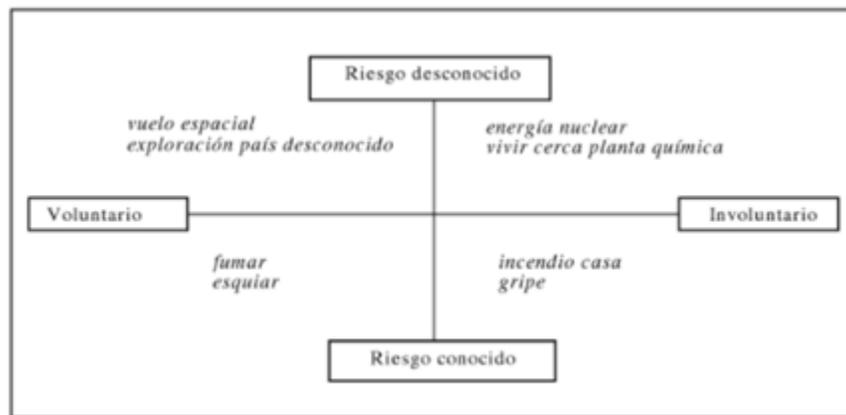
- Categoría A: Son los inevitables y aceptados, sin compensación (morir fulminado por un rayo)
- Categoría B: Son riesgos evitables, en principio, pero que deben considerarse inevitables si uno quiere integrarse plenamente en la sociedad moderna (morir en un accidente aéreo o automovilístico)
- Categoría C: Normalmente evitables, voluntarios y con compensación (practicar algún deporte peligroso)

Los riesgos a nivel industrial se pueden clasificar como:

- Riesgos convencionales: Relacionados con la actividad y el equipo existentes en cualquier sector (electrocución, caídas)

- Riesgos específicos: Asociados a la utilización o manipulación de productos que, por su naturaleza, pueden ocasionar daños (productos tóxicos, radioactivos)
- Riesgos mayores: Relacionados con accidentes y situaciones excepcionales. Sus consecuencias pueden presentar gravedad ya que la rápida expulsión de productos peligrosos o de energía podría afectar áreas considerables (escape de gases y explosiones)

Figura 44 Factores que afectan a la percepción del riesgo



Fuente: (CORTÉS, 2007)

En la imagen anterior se ilustran cuatro categorías, estas, al ser diferentes entre sí, la comparación se hace imposible. La mayoría de los riesgos se encuentran situados en riesgo involuntarios, desconocidos la mayor parte de las veces,

Se debe tomar en cuenta los riesgos asociados a una instalación industrial, transporte de materiales y transporte de residuos peligrosos. Este análisis se lleva a cabo, orientando dicha observación de accidentes que pueden ocurrir, frecuencia de estos accidentes, magnitud de sus consecuencias.

- Estudio de sucesos externos: Análisis de todos los peligros posibles (inundaciones, nube toxica de otras fábricas, choques ajenos a la fábrica).

- Estudio de acontecimientos internos: Se analizan los históricos (acontecimientos ocurridos previamente) es un análisis puntos débiles del sistema. Sin embargo, este método no permite explorar los peligros esperados, por lo tanto, se pide que se haga una exploración llamada HAZOP (de HAZard and OPerability analysis) o análisis de riesgo y operatividad.
- Cuantificación de consecuencias: Una vez identificados los peligros, deben cuantificarse todas sus consecuencias posteriores, (cálculos aproximados). Debemos tomar en cuenta las consecuencias y donde recaen estas (personas, entorno, bienes, etc.). Tomar en cuenta el impacto que tienen haciendo una estimación mediante modelos de vulnerabilidad.
- Finalización de análisis. Se hace un tratamiento determinístico, estableciendo los peores accidentes que pueden ocurrir y estimando sus consecuencias. Este análisis es del tipo probabilístico, es decir se estima la frecuencia con la que ocurrirían los accidentes. El análisis más utilizado es el llamado arboles de fallos.

Figura 45 Análisis de riesgo



Fuente: (CORTÉS, 2007)

Finalmente la siniestralidad es la producción de accidentes y de enfermedades profesionales ligadas al ejercicio de una actividad personal, el estudio de la siniestralidad permite valorar debilidades y fortalezas del sistema de prevención de riesgos.

Para el estudio de la siniestralidad se recomienda contar con sistemas eficaces de notificación y registro de accidentes de trabajo y enfermedades laborales.

CAPÍTULO 7. APUNTES TEMA 6: MANTENIMIENTO

7.1. Objetivo del tema

El alumno aplicará los conceptos de mantenimiento para garantizar el funcionamiento de las instalaciones en la industria.

7.2. Historia y desarrollo del mantenimiento.

El mantenimiento surge a partir de la necesidad de preservar la funcionalidad de sus herramientas primarias. A continuación, se muestra una tabla con la historia y la evolución del mantenimiento industrial.

Tabla 12 historia y evolución del mantenimiento

AÑO	DESCRIPCIÓN
1780	Mantenimiento correctivo
1796	Uso de partes intercambiables
1903	Producción industrial masiva
1910	Cuadrillas de mantenimiento correctivo
1914	Mantenimiento preventivo
1931	Control de calidad del producto manufacturado
1950	Control estadístico de calidad
1960	Desarrollo del mantenimiento en la confiabilidad
1971	Desarrollo del mantenimiento productivo total
1995	Desarrollo del proceso de las 5 S
2005	Surgimiento de la filosofía de conservación industrial

Fuente: (MEDRANO, GONZÁLEZ, & DÍAZ DE LEÓN, 2017)

Hasta 1914, este concepto tenía una importancia secundaria, donde el personal de operación y producción eran los encargados de realizar dicho mantenimiento. Durante la Primera Guerra Mundial, Ford Motor Company inicio con la revolución industrial, por lo tanto, la implementación de programas de producción, así como el mantenimiento de las máquinas utilizadas para la línea de producción sería necesario. Así surgió el mantenimiento correctivo, la cal duro hasta los años 30.

A partir de la Segunda Guerra Mundial, debido a las aplicaciones militares, surge la necesidad de prevenir fallas en los equipos utilizados. Como consecuencia surge el mantenimiento preventivo, desarrollando observaciones para prevenir daños en los equipos. En un principio este mantenimiento resultaba costoso, ya que se basaban en el tiempo de operación para el reemplazo de piezas, aun cuando a estas todavía les quedaba tiempo de vida, haciendo el remplazo era innecesario.

Después de la Segunda Guerra Mundial, se comenzó integrando equipos de especialistas, llamado después ingeniería de mantenimiento, encargados de la planeación y el control del mantenimiento preventivo, además de analizar las causas y los efectos de las averías.

Posterior al periodo anterior, se crearon criterios de predicción o previsión de fallas, cuidando la optimización de equipos. Estos criterios fueron asociados a métodos de planeación y control del mantenimiento. Otros tipos de mantenimiento son:

- De precisión
- Mantenimiento de clase mundial
- Proactivo
- Mejora Continua (TPM)
- Mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM)

En 1960 se comienza a usar el término de mantenimiento productivo y se cambió el nombre de ingeniería de mantenimiento a ingeniería de planta.

En 1970, Seichi Nakajima desarrolla el Mantenimiento Productivo Total (TPM), este sistema consiste en integrar a trabajadores, operadores, supervisores, ingenieros y administradores, en donde todos comparten la misma responsabilidad.

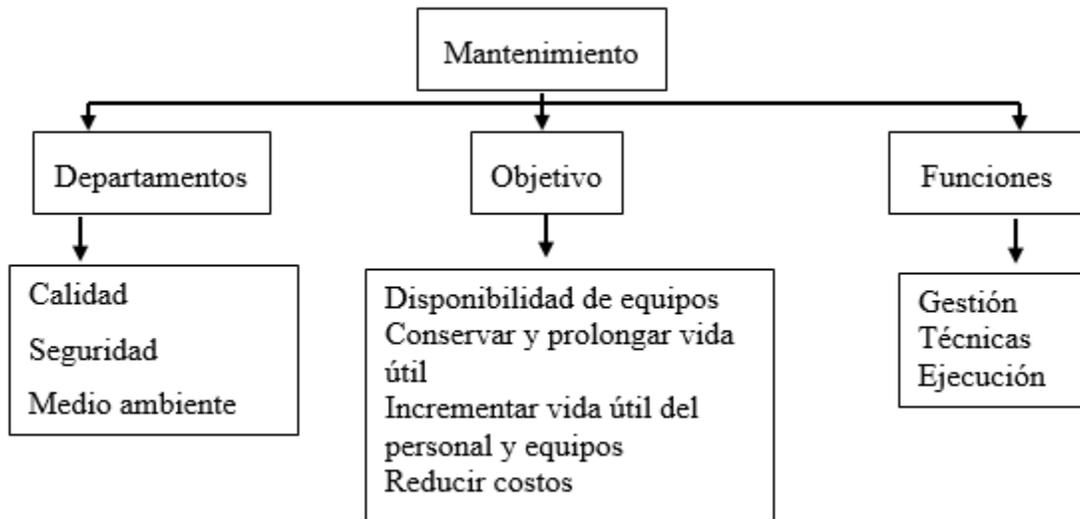
En ese mismo lapso surge el mantenimiento de la confiabilidad (MCC o RCM), este sistema se usa para “asegurar que un elemento físico continúe desempeñando las funciones deseadas en su contexto operacional presente (Moubray, 2004)

Desde 2005 se estudia la filosofía de la conservación industrial (CI).

7.3. Marco conceptual del mantenimiento.

Mantenimiento es el conjunto de las actividades que cuyo objetivo es conservar las propiedades físicas de una institución o empresa, optimizando así los costos y las condiciones de operación, es decir el mantenimiento busca la funcionalidad, así como el buen estado de los equipos y maquinas a través del tiempo.

Figura 46 Cuadro mental del mantenimiento



Fuente: (MEDRANO, GONZÁLEZ, & DÍAZ DE LEÓN, 2017)

Actualmente ha surgido la necesidad de una clasificación, para un mejor entendimiento de roles, relaciones y funciones.

7.4. Enfoque sistémico e integral - CMD (confiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad).

El enfoque sistémico integral consiste en la predicción del comportamiento futuro de los equipos, este comportamiento pueden ser fallas, reparaciones (tiempo de ocurrencia), mantenimientos planeados y actividades referentes a la maquinaria. Y la función de este en el mantenimiento es entender el estudio y análisis del tema del mismo, abordándolo de una manera estructural (de forma ordenada y secuencial). Como sabemos las dos actividades básicas en el cuidado de las maquinas son la

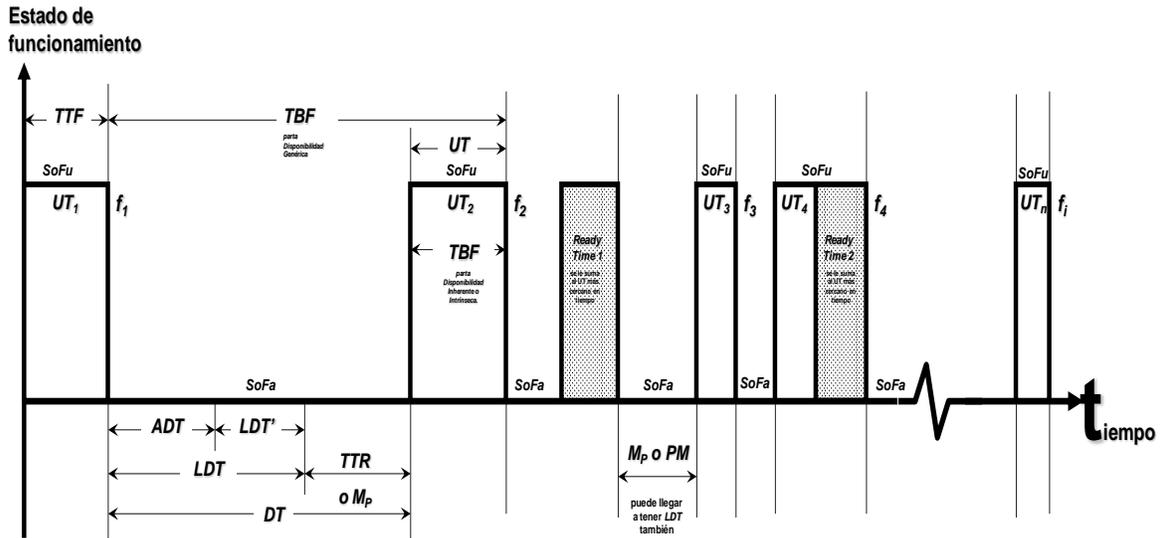
preservación y mantenimiento. Existen tres aspectos fundamentales de este enfoque, y su razón de ser es debido a que son las únicas medidas técnicas y científicas en cálculos matemáticos y probabilísticos que se tiene para su análisis.

- Confiabilidad: Número y duración de fallas.
- Mantenibilidad: Cantidad y duración de las reparaciones
- Disponibilidad: Se mide con la confiabilidad y la mantenibilidad.

Existen métodos que nos ayudan a analizar este enfoque, dichos métodos son:

- Puntual: Establecimiento de promedios de los parámetros de fallas, reparaciones, tiempos útiles y demás variables. Los resultados no son muy aceptables pero es una herramienta útil para el aprendizaje del cálculo de opciones de disponibilidad.
- Distribuciones: Utiliza diferentes distribuciones que modelan las variables del CMD en el tiempo y sus parámetros.
- Proceso Homogéneo de Poisson (HPP) y Proceso no Homogéneo de Poisson (NHPP): Se utiliza para predecir sistemas reparables.
- Series temporales: utiliza modelo universal de pronósticos, utiliza tendencias lineales, Brown, Holt y modelos estadísticos AR.I.MA.

Figura 47 Tiempos importantes, siglas y demás convenciones que se usan en la medición y predicción CMD



Fuente: (MORA, 2009)

DONDE:

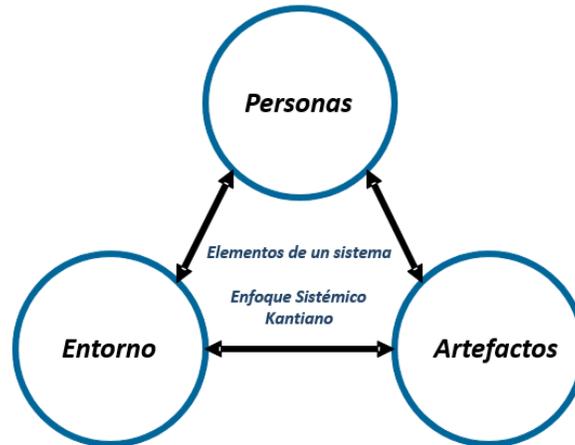
- TTF: Time To Failure: Tiempo hasta fallar (se usa en equipos que solo fallan una vez, no reparables)
- f_i : Falla i -ésima
- n : Número de fallas ocurridas en el tiempo que se revisa , hasta f_1 hasta la f_i
- TTR: Time To Repair: Tiempo que demora la reparación neta, sin incluir demoras ni tiempos logísticos, ni invertidos en suministros de repuestos o recursos humanos.
- MTTR: Mean Time To Repair: Tiempo medio para reparar $\Sigma TTR/n$
- TBF: Time Between Failures: Tiempo entre fallas
- m : número de eventos de tiempos útiles que ocurren durante el tiempo que se evalúa.
- MTBF: Mean Time Between Failures: Tiempo medio entre fallas : $\Sigma TBF/m$
- UT: Up Time: tiempo útil en el que equipo funciona correctamente.
- MUT: Mean Up Time: Tiempo medio de funcionamiento entre fallas: $\Sigma UT/m$
- DT: Down Time: Tiempo no operativo
- MDT: Mean Down Time: Tiempo medio de indisponibilidad o no funcionamiento entre fallas $\Sigma DT/n$

- ADT: Administrative Delay Time: retrasos administrativos exógenos a la actividad propia de reparación, diferentes al tiempo activo neto de la reparación; ejemplos de estos son: suministro de personal especializado, entrenamiento de recursos humanos requeridos para esa reparación, revisión de manuales de mantenimiento de operación, localización de herramientas, cumplimiento de procesos y/o procedimientos internos, etc.
- LDT': Logistoics delay Time: retrasos logísticos la obtención de insumos para la reparación, en los procesos de mantenimiento o de producción, en los tiempos de suministros, etc. Como por ejemplo el tiempo requerido para transporte de repuestos, o el tiempo que hay que esperar a que se construya un repuesto especial por parte de los fbricantes, etc.
- LDT: ADT+LDT': Logistics Down Time: Tiempo total logístico que demora la accion propia de reparación o mantenimiento. Son todos los tiempos exógenos al equipo que retrasan el tiempo activo
- MLDT: Mean Logistics Down Time: Tiempo medio de tiempos logísticos de demora
- SoFa: State of Failure: Estado de falla, el equipo no funciona correctamente
- SoFu: State of Functioning: Estado de funcionamiento correcto
- Mp: PM: Planned Maintenances: Mantenimiento planeados, pueden ser preventivos o predictivos
- Ready Time: Tiempo de aislamiento: el equipo o sistemas disponible, opera pero no procede, no está en carga operativa, funciona mas no produce

7.5. Enfoque sistémico kantiano de mantenimiento

Es la definición de un sistema compuesto por personas (hacen que el sistema exista), artefactos (pueden ser máquinas, sistemas de producción, herramientas, utensilios, líneas de fabricación, entre otros) y entorno (el sitio donde se desarrolla el sistema). Este enfoque, nos permite encontrar la relación entre diferentes elementos (descritos como departamentos: finanzas, mantenimiento, producción) de un sistema real o mental (como lo es el mantenimiento) y así entender y estudiar cualquier fenómeno.

Figura 48 Esquema del enfoque sistémico kantiano de mantenimiento



Fuente: (MORA, 2009)

Bajo la premisa que el mantenimiento es la construcción, reparación o mantenimiento de algo que ayuda a la producción, Alberto Mora define al mantenimiento como: “Una ciencia que se aplica en elementos, maquinas o sistemas productivos que genera el ser humano, y cuyo fin es preservar los equipos industriales mediante su construcción, reparación o mantenimiento (MORA, 2009)”. Al encontrar estos últimos elementos entre las unidades de producción y mantenimiento existe mayor precisión y contendrá la división de operación y de sostenimiento.

El sistema integrado son los mantenedores, productores y las maquinas, dando paso a las primeras leyes de mantenimiento, estas establecen:

- La relación entre producción y maquinas está gobernada por la confiabilidad
- La correspondencia entre el mantenimiento y las maquinas se estipula por la mantenibilidad
- La relación mantenimiento-maquina-producción se define por la disponibilidad.

Este enfoque permite definir categorías, las cuales son jerarquías que simplifican los conceptos que facilitan la organización (análisis de diferencias y similitudes).

Algunas categorías son:

- Nivel instrumental: Son los elementos requeridos para la existencia de mantenimiento.
- Nivel operacional: Posibles acciones por realizar en el mantenimiento.
- Nivel táctico: Contempla el conjunto de acciones de mantenimiento aplicadas a un caso específico.
- Nivel estratégico: Evalúan el éxito alcanzado.

VII. Conclusiones

El presente material es consecuencia de una profunda investigación, llevada a cabo en primer plano, para la realización del proyecto registrado como PAPIME PE101071 “Preparación de material didáctico para la asignatura de recién incorporación al plan de estudios de Ingeniería Industrial”, el cual fue entregado el pasado mes de Marzo.

Segundamente, esta investigación fue elaborada bajo la guía del nuevo plan de estudios 2016 de la Facultad de Ingeniería, Ingeniería Industrial. Integrando así las ideas principales de textos informativos, normas, manuales, ejemplos y experiencias profesionales, en donde se hizo una extensa selección, la cual ayudará al docente, que futuramente desee consultar esta pequeña pero vasta investigación, a desarrollar los temas presentes en el programa de estudio de la materia de Instalaciones Industriales. Como el objetivo lo menciona, estos apuntes sirven como una guía de consulta y no un material obligatorio.

El alumno que curse la materia de Instalaciones Industriales o interesados en profundizar acerca de los temas aquí desarrollados, están cordialmente invitados a consultar esta investigación, la cual fue realizada con mucho esmero y poniendo especial atención en los detalles, proporcionando así las ideas principales, quitando la redundancia de algunos textos y complementado ideas que al final, el objetivo de cada autor es impartir el conocimiento.

Pienso que el programa de estudios es muy afanoso, considerando que la duración del semestre es gradualmente efímera, sin embargo, el contenido encaja perfectamente con lo visto con anterioridad en materias como Diseño de Sistemas Productivos, Estudio del Trabajo, Estadística Aplicada, Termofluidos, entre otras materias, que algunas veces como alumnos no sabemos para que nos servirán en un mundo laboral tan cambiante. Dichas materias, buscan unificar el conocimiento para constituir y concebir mejores ingenieros en el mundo profesional.

Finalmente, este documento fue realizado como una guía de estudios, en caso de que el docente, alumno o personas interesadas en alguno de los temas presentados, deseen profundizar aún más en los temas aquí desarrollados se hace una extensa investigación a visitar la bibliografía presentada al final del documento.

VIII. Futuras líneas de Investigación

Uno de los propósitos de un trabajo de investigación, es generar más cuestionamientos e ideas así como abrir nuevas vías de investigación. Aquí se presentan algunas líneas de investigación, las cuales pueden ampliar los conocimientos adquiridos con el presente documento.

Una estrategia de aprendizaje es implantar prácticas en donde se pueda interactuar con los materiales, planos de instalación y sistemas presentados en esta investigación, haciendo que el alumno se familiarice con instalaciones o sistemas que futuramente encuentre en la industria a laboral o instalaciones más sencillas como lo son casas, departamentos, oficinas, etcétera.

Revisar la bibliografía recomendada, actualizando está en un rango de tiempo establecido por las autoridades que controlen el plan de estudios, mediante “planes de mantenimiento” al programa de estudios, para que así las personas que consulten la bibliografía dentro del temario puedan estar lo más actualizadas en cuanto a los temas propuestos.

Buscar medios electrónicos, en donde se encuentren explicaciones didácticas y ejemplos aplicados a nivel industrial, haciendo más fácil la ilustración de los temas o instalaciones descritas.

Buscar nuevas formas de enseñanza, es decir, formas en donde se entiende que cada alumno y su la forma en que aprenden son diferentes. En este apartado se propone que el docente se preocupe no solo impartir el conocimiento, preparando una clase o una forma de evaluación igual para todos, sino en conocer más a los alumnos que desean aprender, pero que algunas veces no se acoplan a la forma del docente que imparte la clase.

Finalizó con la siguiente frase: *“La educación es el arma más poderosa que puedes usar para cambiar el mundo”*.

-Nelson Mandela

REFERENCIAS

1. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS). (2013). *LA PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LOS LUGARES DE TRABAJO*. España: Paralelo .
2. American Water Works Assosation . (2012). *Manual de entrenamiento para operadores de sistemas de distrinucion de agua*. Estados Unidos : American Water Works Assosation .
3. Automatización Industrial. (30 de agosto de 2010). *Blog*. Obtenido de <http://industrial-automatiza.blogspot.com/2010/08/compresores-neumaticos.html>
4. BRANTU, N., & CAMPERO, E. (2001). *Instalaciones electricas: conceptos básicos y diseño*. Barcelona: Alfaomega.
5. Catalogo de Normas Mexicanas. (2017). *Catalogo de Normas Mexicanas*. Obtenido de <http://www.economia-nmx.gob.mx/normasmx/index.nmx>
6. CFE. (Diciembre de 2017). *Comision Federal de Electricidad* . Obtenido de <http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRENegocio/Tarifas/PequenaDemandaBT.aspx>
7. CODENSA. (2011). *CODENSA S.A. ESP*. Obtenido de http://likinormas.micodensa.com/Norma/acometidas_medidores/acometidas_electricas/ae2031_acometida_esquema_conexion_caja_medidorhttp://likinormas.micodensa.com/Norma/acometidas_medidores/acometidas_electricas/ae2031_acometida_esquema_conexion_caja_medidor
8. CONAGUA. (1997). *NOM-003-CONAGUA-1996*. de mexico: Diario Oficial.
9. CONAGUA. (2014). *Recomendaciones para ahorrar agua* . CDMX: Gerencia de cultura del agua .
10. CORTÉS, J. (2007). *Técnicas de prevención de riesgos laborales: seguridad e higine del trabajo*. Madrid: Tébar.

11. Creus Solé, A. (2007). *Neumatica e Hidraulica*. España: Marcombo.
12. Department of Health. (2011). Sistemas de control de Tanque Hidroneumaticos. *Department of Health*, 1-2.
13. Diario Oficial de la Nación . (2008). *NOM-004-ENER-2008*. de México.
14. Enriquez Harper, G. (2005). *Manual de instalaciones electromecánicas en casas y edificios* . México: Limusa.
15. ENRIQUEZ HARPER, G. (2012). *Fundamentos de instalaciones eléctricas de mediana y alta*. México: Limusa.
16. Enríquez, H. (2004). *ABC de instalaciones de gas, hidráulicas y sanitarias*. México: LIMUSA.
17. ERINQUEZ HARPER, G. (2004). *Manual práctico de Instalaciones Electricas*. México: Limusa.
18. Facultad de Ingeniería, UNAM. (2015). *Plan de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Industrial*. Obtenido de http://www.ingenieria.unam.mx/programas_academicos/licenciatura/Industrial/industrial_2016.pdf
19. Facultad de Ingeniería. (12 de Diciembre de 2017). Obtenido de Unidad de Servicios Academicos: <http://servacad.ingenieria.unam.mx/escolar/asesoria/bloque/>
20. Facultad de Ingeniería, UNAM. (2015). *Programa de estudios, Instalaciones Industriales*. Obtenido de http://www.ingenieria.unam.mx/programas_academicos/licenciatura/Industrial/industrial_2016.pdf
21. Gobierno de México. (1 de marzo de 2018). *gob*. Obtenido de <http://www.conagua.gob.mx/tarifas/>
22. Gonzalez, M. (2015). *BLOG*. Obtenido de <http://tiposdeaireacondicionado.blogspot.mx/2015/>

23. GRIMALDI, J., & SIMONDS, R. (2012). *La seguridad industrial: Su administración*. México: Limusa.
24. Guillermo, P. (s.f.). Apuntes de Instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificios .
25. Iglesias, R. (2005). *Instalación de líneas y equipos de comunicación*. España: Ideas propias.
26. León, R., Ybarra, C., & Hernández, J. (2003). Autogeneración de energía eléctrica una alternativa para disminuir los gastos por consumo en los horarios punta. *Impulso*, 68-71.
27. Manual de operaciones carrier. (2009).
28. MEDRANO, J., GONZÁLEZ, V., & DÍAZ DE LEÓN, V. (2017). *Mantenimiento, técnicas y sus aplicaciones industriales*. México: Patria.
29. Mendoza, G. (s.f.). Obtenido de http://www.eudim.uta.cl/rmendozag/courses/2012/sistemas_de_sensores_y_actuadores/sistemas_de_sensores_y_actuadores_05.pdf
30. Miravete, A., & Larrodé, E. (2007). *Elevadores: Principios e innovaciones*. España: Reverté.
31. MORA, A. (2009). *Mantenimiento: planeación, ejecución y control* . México: Alfaomega.
32. Mottt, R. (2006). *Mécanica de Fluidos* (sexta edición ed.). (J. Enríquez, Trad.) México: Pearson Educación.
33. NOM-003-SEGOB-2011. (23 de Diciembre de 2010). *NORMA Oficial Mexicana NOM-003-SEGOB-2011, Señales y avisos para protección civil.- Colores, formas y símbolos a utilizar*. Obtenido de SEGOB: Secretaría de Gobernación:
http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5226545&fecha=23/12/2011
34. NOM-026-STPS-2008. (25 de febrero de 2008). *NORMA Oficial Mexicana NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e*

identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías. Obtenido de
SEGOB: Secretaría de Gobernación:
http://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5070081

35. Olaiz, G. (2000). *NOM- 127- SSA1-1994.* de México: Secretaria de Salud Ambiental.
36. Partesdel. (2015). *Partes del.* Obtenido de
http://www.partesdel.com/partes_de_la_subestacion_electrica.html
37. Ramirez, S. (2004). *Redes de distribución de energía.* colombia: Universidad de colombia.
38. Red electrica de España . (marzo de 2018). El sistema electrico . España .
39. Rodriguez, H. (2007). *Normas Sanitarias para Proyecto, Contruccion, reparacion, reforma y mantenimiento de edificaciones.* . Coleccion Lex Comp.
40. Sin autor. (2000). *Instalacion hidraulica y sanitaria.* Obtenido de
https://www.google.com/search?safe=active&hl=es-419&biw=1366&bih=662&tbm=isch&sa=1&ei=vqe9WriaPIbQsAXQj5b4Bw&q=cisternas+planos&oq=cisternas+planos&gs_l=psy-ab.3..0i8i30k1l3.2865.5899.0.6053.7.7.0.0.0.122.582.6j1.7.0....0...1c.1.64.psy-ab..0.7.579...0j0
41. Sin Autor. (2010). *Tecnologia* . Obtenido de www.tecnologia.org