

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

Máster Oficial en Prevención de Riesgos Laborales

Programa Oficial de Posgrado:

Tecnologías para la Salud y el Bienestar



Análisis de Riesgos en el Laboratorio de Termotecnia

TESINA DE MÁSTER

ALUMNO:

José Francisco Flores Fernández

DIRECTORES ACADÉMICOS:

Dr. Sergio Gallardo Bermell

Dra. Sofía Carlos Alberola

VALENCIA, JULIO DE 2010



INDICE

1.	Objeto de la tesina.....	6
2.	Introducción.....	6
3.	Estructura organizativa en seguridad y prevención de riesgos en la UPV.....	16
3.1.	Organigrama Preventivo de un Departamento.....	17
3.2.	Funciones del N1.....	19
3.3.	Funciones del N2.....	20
3.4.	Funciones del N3.....	21
3.5.	Funciones del N4.....	22
3.6.	Funciones del N5.....	23
3.7.	Figuras Organizativas del Dpto. de Termodinámica Aplicada.....	23
4.	Justificación de la Tesina.....	24
4.1.	Descripción del Laboratorio de Termotecnia.....	24
4.1.1.	Instalación de aire comprimido.....	27
4.1.1.1.	Compresor.....	30
4.1.1.2.	Depósito de aire.....	32
4.1.1.3.	Secador.....	33
4.1.1.4.	Filtros.....	34
4.1.1.5.	Red de distribución.....	36



4.1.2.	Instalación de gas natural.....	38
4.1.2.1.	Estación de Regulación y Medida (ERM).....	41
4.1.2.2.	Características del gas natural suministrado.....	42
4.1.2.3.	Protección de la tubería.....	43
4.1.2.4.	Aparatos receptores.....	44
4.1.3.	Instalación de protección contra incendios.....	45
4.1.3.1.	Sistema de detección automática.....	47
4.1.3.2.	Sistema de bocas de incendios equipadas (BIE's).....	48
4.1.3.3.	Extintores de polvo y CO ₂	50
4.1.3.4.	Señalización, alumbrado y salidas de emergencia.....	52
4.1.4.	Equipos a Presión.....	53
4.1.4.1.	Color del cuerpo de la botella (ITC MIE-AP7).....	54
4.1.4.2.	Colores de identificación de la ojiva (ITC MIE-AP7).....	55
4.1.4.3.	Contenido de botellas y botellones.....	57
4.1.4.4.	Clasificación de los gases según su estado físico.....	58
4.1.4.5.	Manorreductores.....	58
4.1.4.6.	Situaciones de riesgo de equipos a presión.....	60
4.1.4.7.	Listado de botellas y botellones	61
4.1.5.	Maquinaria y herramientas.....	62
4.1.5.1.	Equipo de soldadura oxi-acetilénica.....	63
4.1.5.2.	Equipo de soldadura TIG y eléctrica de arco.....	64
4.1.5.3.	Torno.....	65
4.1.5.4.	Fresadora.....	66



4.1.5.5.	Esmeriladora.....	68
4.1.5.6.	Tronzadora.....	69
4.1.5.7.	Taladro, atornilladota y radial.....	70
4.1.5.8.	Herramientas.....	71
4.1.6.	Equipos de Protección Individual (EPI's).....	71
5.	Revisión de normativa Aplicable.....	81
5.1.	Instalación de aire comprimido.....	81
5.2.	Instalación de gas natural.....	82
5.3.	Instalación de protección contra incendios.....	83
5.4.	Equipos a presión.....	84
5.5.	Maquinaria y herramientas.....	85
5.6.	EPI's.....	86
5.7.	Legislación Complementaria.....	86
6.	Diagnóstico.....	87
6.1.	Conceptos Básicos.....	92
6.2.	Metodología de análisis de Riesgos mediante las Fichas EIRLA...103	
6.3.	Aplicación Metodología EIRLA.....	114
6.4.	Método de Evaluación de Riesgos del Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).....	131
6.5.	Comparación de las Fichas EIRLA y del método del INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo).....	141
7.	Resultados y conclusiones del diagnóstico.....	142
7.1.	Taller.....	142



7.2.	Laboratorio Pesado.....	143
7.3.	Laboratorio Ligero-Sala Demo.....	145
7.4.	Medidas que se proponen para las instalaciones y equipos.....	146
7.5.	Sistema Documental.....	147
8.	Anexos.....	148
8.1.	Anexo I. Importancia del diseño.....	148
8.2.	Anexo II. Señalización de tuberías.....	158
8.3.	Anexo III. Revisiones y mantenimiento de equipos.....	165
8.4.	Anexo IV. Ventilación y calidad de aire.....	170
8.5.	Anexo V. Iluminación de los lugares de trabajo.....	173
8.6.	Anexo VI. Herramientas.....	181
8.7.	Anexo VII. Instalación de Protección Contra Incendios.....	187
8.7.1.	Sistema de Detección Automática.....	187
8.7.1.1.	Central de Detección de Incendios.....	187
8.7.1.2.	Detector de humos.....	189
8.7.1.3.	Sistema de bocas de incendio equipadas BIE's...193	
8.8.	Anexo VIII. Medidas de seguridad de botellas y botellones.....	198
8.8.1.	Transporte y ubicación.....	198
8.8.2.	Medidas de protección.....	201
8.9.	Anexo IX. Índice de Protección IP e IK de materiales eléctricos....	202
8.9.1.	Definiciones.....	202
8.9.2.	Sistemas de protección eléctrica.....	203
8.9.3.	Grado de protección IP.....	205



8.9.4.	Grado de protección IK.....	208
9.	Bibliografía.....	209



1. Objeto de la tesina

El objeto de esta tesina es el análisis de riesgos de diversas instalaciones, máquinas, herramientas y productos del Laboratorio de Termotecnia (Dpto. de Termodinámica Aplicada), que está ubicado en el edificio 5 K (ver Figura 7), del Campus de Vera de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV).

Como consecuencia de este análisis y una vez comprobado que se cumple la normativa actual vigente, el propósito de la presente tesina es analizar la idoneidad de dichas instalaciones a la actividad propia del laboratorio, que no es otra que la impartición de prácticas de varias titulaciones así como la realización de proyectos de investigación, y proponer en su caso, mejoras que redunden en la seguridad y en la prevención de riesgos de todos los usuarios de las mismas.

Para realizar el análisis vamos a utilizar como herramientas el método que propone el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) y las Fichas EIRLA basado en una propuesta de William T. Fine sobre evaluación y control de riesgos.

2. Introducción

Para enfocar la problemática de los riesgos en el ámbito laboral de la UPV partiremos de la información que proporcionan las estadísticas de siniestralidad. A partir de esta información y observando qué tipo de accidentes y en qué colectivos se producen podremos establecer las estrategias y acciones más apropiadas encaminadas a disminuir los costes humanos y económicos que la actividad laboral ocasiona. Los datos de accidentes han sido facilitados por el Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPV y son los referidos al período que va del año 2003 al 2008.

Las causas que más accidentes sin baja han ocasionado son los cortes de herramientas con un total de 70, le siguen los contactos con sustancias cáusticas y corrosivas con 32. Otras causas que originan un apreciable número de accidentes son los choques, las caídas tanto a nivel del suelo como a distinto nivel, los atropellos, etc.

La Tabla 1 muestra toda esta información así como otras causas de accidentes ocurridos que no han causado baja laboral.

Tabla 1: Causas accidentes (Accidentes sin baja).

Año	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Acumulado
1.- Caídas dist nivel	2	3	4	2	1	5	17
2.- Caídas a nivel	4	3	2	3	4	7	23
3.- Desplome objetos	3	1	1	0	0	2	7
4.- Caída manipulación	2	2	3	3	3	1	14
5.- Desprendidos	1	1	0	0	0	0	2
6.- Pisadas	1	0	0	0	2	1	4
7.- Choques inmóviles	5	3	3	3	5	10	29
8.- Choques móviles	0	2	1	0	1	3	7
9.- Cortes herramientas	23	13	13	7	3	11	70
10.- Proyección part.	0	3	1	2	1	0	7
11.- Atrapam. Objetos	2	3	2	1	0	3	11
12.- Atrapam. Vuelco	0	0	0	0	0	1	1
13.- Sobreesfuerzos	0	0	1	3	2	5	11
14.- Tª ambiente extrema	0	0	0	0	0	0	0
15.- Contacto térmico	3	0	0	0	1	2	6
16.- Contacto eléct.	1	2	0	0	0	0	3
17.- Nocivos y tóxicos	0	2	1	0	4	1	8
18.- Cáusticos y corrosivos	10	9	3	4	0	6	32
19.- Radiaciones	0	2	0	0	0	1	3
20.- Explosión	0	1	0	0	0	1	2
21.- Incendio	0	1	0	0	0	0	1
22.- Seres vivos	0	4	0	0	4	3	11
23.- Atropellos	0	0	1	5	0	13	19
24.- Ruido	0	0	0	0	0	0	0
25.- Vibraciones	0	0	0	0	0	0	0
26.- Iluminación	0	0	0	0	0	0	0
27.- Carga mental	0	0	0	0	0	0	0
28.- Psicosociales	0	0	0	0	0	0	0
29.- Otros	1	0	1	0	0	0	2

Por colectivos, los dos grupos que más accidentes acumulan son el Personal de Administración y Servicios (PAS), y los Estudiantes (ver Tabla 2 y Figura 1). El motivo es la mayor exposición al riesgo de estos grupos.

La exposición al riesgo de los estudiantes se da principalmente en la realización de las prácticas de laboratorio.

Tabla 2: Comparativa colectivos (Accidentes sin baja).

COLECTIVOS	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Acumulado
ESTUDIANTES	23	17	9	9	8	11	77
BECARIOS	10	17	7	7	0	7	48
PAS	20	17	15	13	19	24	108
PDI	6	4	6	3	1	12	32
CONTRATAS	0	0	0	1	3	20	24

En la Figura 1 se observa también un aumento de los accidentes respecto al 2007.

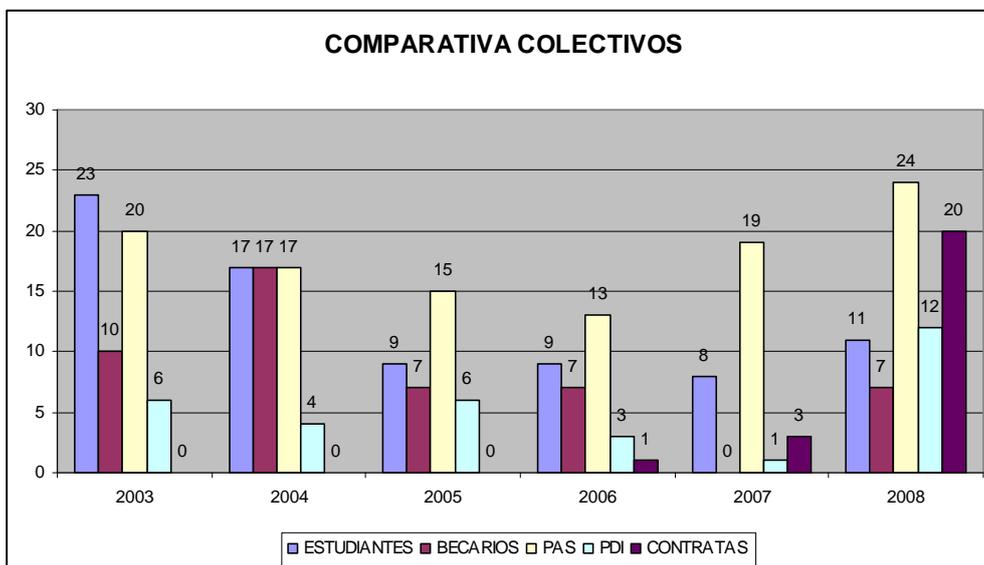


Figura 1: Comparativa de colectivos

En cuanto a los accidentes que han ocasionado baja la información disponible es del período comprendido entre el año 2000 al 2008, las causas más frecuentes las

observamos en la Tabla 3.

Tabla 3: Causas accidentes (Accidentes con baja).

CAUSAS ACC	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	TOT
1.- Caídas dist nivel	0	1	1	3	4	5	4	1	5	24
2.- Caídas a nivel	8	5	5	4	8	9	4	4	9	56
3.- Desplome objetos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.- Caída manipulación	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
5.- Desprendidos	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
6.- Pisadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.- Choques inmóviles	0	2	2	2	1	2	0	0	2	11
8.- Choques móviles	0	1	1	1	0	0	0	0	0	3
9.- Cortes herramientas	0	1	1	1	1	0	1	1	0	6
10.- Proyección part.	0	0	0	0	0	2	0	0	2	4
11.- Atrapam. Objetos	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2
12.- Atrapam. Vuelco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13.- Sobreesfuerzos	8	13	11	13	7	10	4	11	10	87
14.- Tª ambiente extrema	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.- Contacto térmico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16.- Contacto eléct.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.- Nocivos y tóxicos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18.- Cáusticos y corrosivos	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
19.- Radiaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20.- Explosión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21.- Incendio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22.- Seres vivos	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
23.- Atropellos	4	3	9	2	5	7	6	5	7	48
24.- Ruido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25.- Vibraciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26.- Iluminación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27.- Carga mental	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28.- Psicosociales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29.- Otros	0	1	0	2	2	0	0	0	0	5
TOTALES	20	28	30	28	29	37	19	24	37	252

Analizando la Tabla 3 observamos que hay cuatro causas que acumulan la gran parte de accidentes: caídas a distinto nivel, caídas a nivel, sobreesfuerzos y atropellos.

Los días de baja acumulados en cada año los podemos visualizar en la Figura 2.



Figura 2: Días de baja

Los efectos que producen estos accidentes los vemos reflejados en la Tabla 4 y la Figura 3 siendo los principales efectos las torceduras, esguinces y distensiones, como causa principal, seguidas de las fracturas.

Tabla 4: Efectos accidentes (Accidentes con baja).

EFFECTOS ACCIDENTES	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	TOT
Contusiones y aplastamientos	1	0	0	0	0	0	1	3	4	9
Torceduras, esguinces y distensiones	12	20	20	21	20	22	12	14	25	166
Lesiones superficiales	0	1	1	1	4	1	0	0	1	9
Cuerpos extraños en los ojos	0	0	0	0	0	1	0	0	2	3
Fracturas	0	5	4	1	1	4	3	4	8	30
Lumbalgias	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3
Otras heridas	1	2	1	1	1	2	2	1	1	12

Tabla 4 (Continuación): Efectos accidentes (Accidentes con baja).

EFFECTOS ACCIDENTES	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	TOT
Lesiones múltiples	2	1	4	1	1	1	0	1	0	11
Luxaciones	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
Conmociones y traumatismos	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Dislocaciones y subluxaciones	2	0	0	2	0	4	0	0	0	8
Infecciones agudas	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Lesiones internas	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2

En efecto, destacan con diferencia las torceduras, esguinces y distensiones con un 64% de los efectos totales producidos por los accidentes que han ocasionado baja laboral, tal como se muestra en la Figura 3.

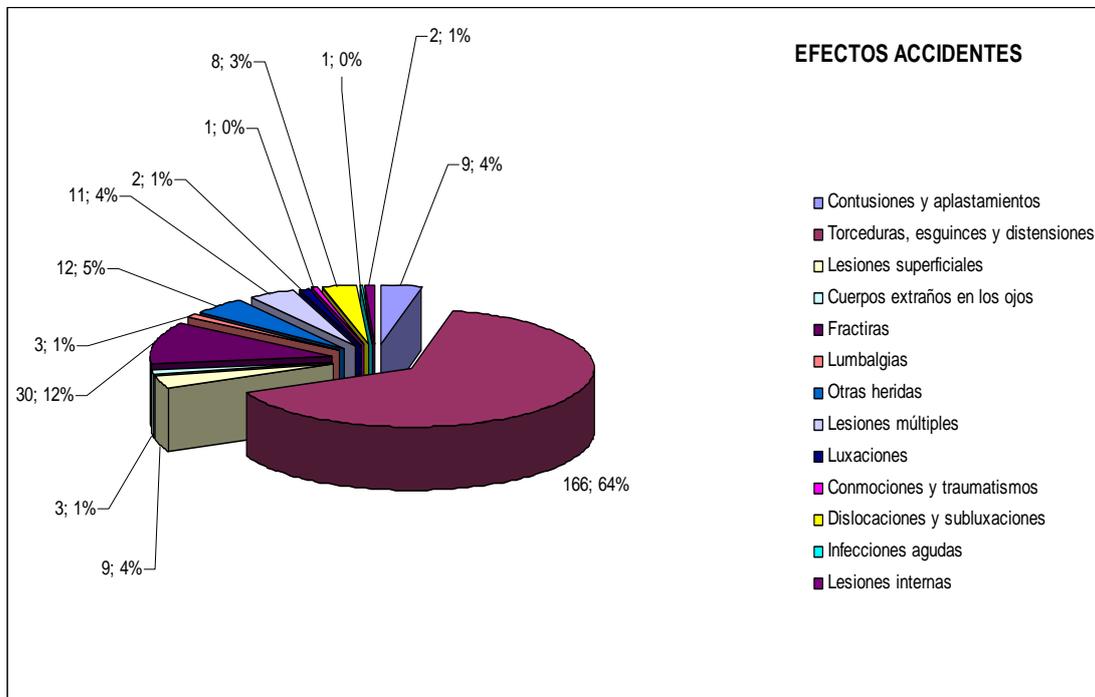


Figura 3: Efectos accidentes

Para poder controlar la siniestralidad se utilizan los índices estadísticos. Con ellos podemos expresar en cifras relativas las características de la accidentabilidad facilitando unos valores útiles a nivel comparativo. Estos índices, que a continuación se detallan, se encuentran disponibles en la página Web del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Uno de estos índices es el Índice de frecuencia (IF) que se define como:

$$IF = (n^{\circ} \text{ acc} \times 10^6) / n^{\circ} \text{ horas trabajadas}$$

Este índice no incluye los accidentes que se producen en los desplazamientos de ir y volver del trabajo ("In itinere"), ya que se han producido fuera de horas de trabajo.

La Tabla 5 muestra el número de accidentes, las horas trabajadas y el Índice de Frecuencia (IF).

Tabla 5: Índice de Frecuencia (Accidentes con baja).

AÑO	Nº ACC	Nº HORAS TRABAJ	IF
2000	37	3794560	9,75
2001	24	4114880	5,83
2002	19	4063840	4,68
2003	37	4100800	9,02
2004	29	4382400	6,62
2005	28	4942080	5,67
2006	30	5309920	5,65
2007	28	5691840	4,92
2008	19	5871360	3,24

El índice de gravedad (IG), representa el número de jornadas perdidas por cada mil horas trabajadas. Se calcula mediante la expresión:

$$IG = (\text{n}^\circ \text{ días no trabajados} \times 10^3) / \text{n}^\circ \text{ horas trabajadas}$$

En las jornadas perdidas se contabilizan exclusivamente los días laborables.

La Tabla 6 muestra los días no trabajados, las horas trabajadas y el índice gravedad desde el 2000 al 2008.

Tabla 6: Índice de Gravedad (Accidentes con baja)

AÑO	Nº DÍAS NO TRAB	Nº HORAS TRABAJ	IG
2000	1981	3794560	0,52
2001	526	4114880	0,13
2002	762	4063840	0,19
2003	1178	4100800	0,29
2004	921	4382400	0,21
2005	868	4942080	0,18
2006	1307	5309920	0,25
2007	880	5691840	0,15
2008	872	5871360	0,15

Índice de Incidencia (II), representa el número de accidentes ocurridos por cada mil personas expuestas:

$$II = (\text{n}^\circ \text{ acc} \times 10^3) / \text{n}^\circ \text{ trabajadores}$$

Este índice se utiliza cuando no se dispone de información sobre las horas trabajadas. Es preferible el empleo del Índice de Frecuencia pues aporta una información más precisa.

La Tabla 7 muestra el número de accidentes, las horas trabajadas y el índice de incidencia desde el 2000 al 2008.

Tabla 7: Índice de Incidencia (Accidentes con baja)

AÑO	Nº ACC	Nº TRABAJAD	II
2000	37	2156	17,16
2001	24	2338	10,26
2002	19	2309	8,23
2003	37	2330	15,88
2004	29	2490	11,65
2005	28	2808	9,97
2006	30	3017	9,94
2007	28	3234	8,66
2008	19	3336	5,70

La duración media (DM), nos relaciona los días de baja con los accidentes con baja:

$$DM = \text{nº días de baja} / \text{nº acc con baja}$$

La Tabla 8 muestra los días de baja, el número de accidentes y el valor de la duración media. El año 2000 y 2001 fueron los más críticos desde el punto de vista de ese indicador.

Tabla 8: Duración Media (Accidentes con baja)

AÑO	DÍAS BAJA	Nº ACC	DM
2000	1981	37	53,54
2001	526	24	21,92
2002	762	19	40,11
2003	1178	37	31,84

Tabla 8 (Continuación): Duración Media (Accidentes con baja)

AÑO	DÍAS BAJA	Nº ACC	DM
2004	921	29	31,76
2005	868	28	31,00
2006	1307	30	43,57
2007	880	28	31,43
2008	872	19	45,89

En la Tabla 9 y la Figura 4 podemos ver la evolución de todos estos indicadores en el período 2000 – 2008. Tanto en la tabla, como en la figura se observa que el año 2000 es el que presenta los índices mayores.

Tabla 9: Evolución de indicadores (Accidentes con baja)

AÑO	DM	II	IF	IG
2000	53,54	17,16	9,75	0,52
2001	21,92	10,26	5,83	0,13
2002	40,11	8,23	4,68	0,19
2003	31,84	15,88	9,02	0,29
2004	31,76	11,65	6,62	0,21
2005	31,00	9,97	5,67	0,18
2006	43,57	9,94	5,65	0,25
2007	31,43	8,66	4,92	0,15
2008	45,89	5,70	3,24	0,15

EVOLUCIÓN INDICADORES

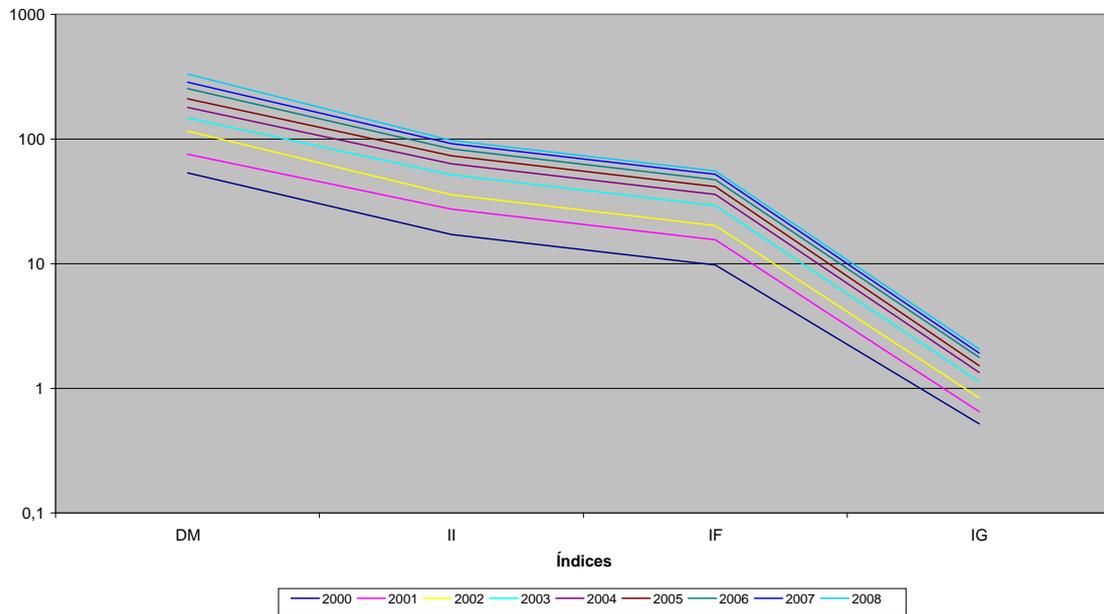


Figura 4: Evolución de indicadores

3. Estructura organizativa en seguridad y prevención de riesgos en la UPV

La Universidad Politécnica de Valencia está constituida por 42 Departamentos, 15 Institutos, 14 Escuelas y Facultades, 33 Áreas y 43 Servicios.

En total, esto supone cerca de 300 laboratorios y talleres, más de 2000 locales tipo aula, despachos, seminarios y asimilables, repartidos en más de 40 edificios, a su vez distribuidos en 3 zonas geográficas bien diferenciadas: el Campus de Vera y el Campus de Blasco Ibañez en Valencia, el Campus de Gandía y el Campus de Alcoy.

La UPV cuenta con más de 3.500 docentes, investigadores, personal de administración y de servicios, y más de 35.000 alumnos cursando las diferentes titulaciones y actividades de formación de posgrado.

Todo ello plantea ineludiblemente la necesidad de disponer de una estructura



organizativa preventiva. Así cada uno de los Departamentos, Centros, Institutos y Servicios dispone de su propia estructura a nivel de responsabilidades y atribuciones. El Comité de Seguridad y Salud (CSS), y el Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPV (SPRL), los Departamentos, Centros y Facultades, Institutos y Servicios son capaces de dirigirse a sí mismos. Con ello se persigue un aumento de los niveles de eficacia y agilidad. Hay toda una serie de figuras definidas en cada uno de los Departamentos, Centros, Institutos y Servicios que permiten dirigir las acciones en estas entidades en tiempos relativamente cortos.

3.1. Organigrama Preventivo de un Departamento

El organigrama preventivo de un Departamento es el Documento que refleja cómo está organizada la estructura de recursos humanos en materia de Seguridad y Salud en el mismo.

En la U.P.V., una porción muy importante de riesgos laborales se genera durante la realización de las actividades que se llevan a cabo en los Departamentos. Por este motivo, y por el imperativo legal expuesto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, la U.P.V. necesita disponer de estructuras organizativas a las que referirse en materia de prevención de riesgos laborales. Además, la realización del organigrama preventivo facilita y agiliza la implantación de sistemas de gestión preventiva.

La máxima autoridad en materia de Seguridad y Salud de un Departamento es el Director del mismo.

A él corresponde iniciar las acciones para sentar las bases de una organización preventiva en la entidad a su cargo. De todas formas, a nivel interno de Departamento puede optarse por cualquier fórmula para establecer la estructura (lo importante es disponer de una estructura organizativa). La decisión de que alguien forme parte de la estructura preventiva de un Departamento puede efectuarse por adscripción voluntaria o no: téngase en cuenta que la Ley de Prevención de Riesgos Laborales plantea la obligatoriedad por parte de todo el personal de colaborar en aquellas tareas



preventivas (seguridad) que le sean encomendadas, en función del nivel de responsabilidad que caracterice a su puesto de trabajo.

Lo primero que debe conocerse en un Departamento es:

- ✓ Qué personal (sólo el de plantilla) está adscrito al mismo.
- ✓ Qué dependencias (laboratorios, almacenes...) pertenecen al Departamento.

Debe establecerse un Responsable de Departamento en materia de Seguridad y Salud para gestión interna de seguridad e interlocución con el Servicio de Prevención de Riesgos laborales de la UPV. Para ello el Director del Departamento queda designado automáticamente como el máximo responsable, el cual designará al responsable del Departamento en materia de Seguridad y Salud.

Para cada dependencia debe establecerse un responsable en materia de Seguridad y Salud (una misma persona puede asumir la responsabilidad sobre varias dependencias).

En el caso de que se lleve a cabo tareas muy concretas, que requieran una formación muy específica (p.ej. formación como operador de instalación radiactiva, o como aplicador de plaguicidas), también se nombrará un responsable en materia de Seguridad y Salud para éste tipo de actividades.

Las figuras del Organigrama Preventivo van desde N1 hasta N5:

N1 - Director del Departamento.

N2 - Responsable Departamental de Prevención.

N3 - Responsable de lugar de trabajo, en materia de prevención.

N4 - Responsable de operación específica, en materia de prevención.

N5 - Resto de personal, no encuadrado en los anteriores niveles.

Por último, el modelo del Organigrama Preventivo del Departamento se corresponde con el siguiente ejemplo (ver Figura 5):

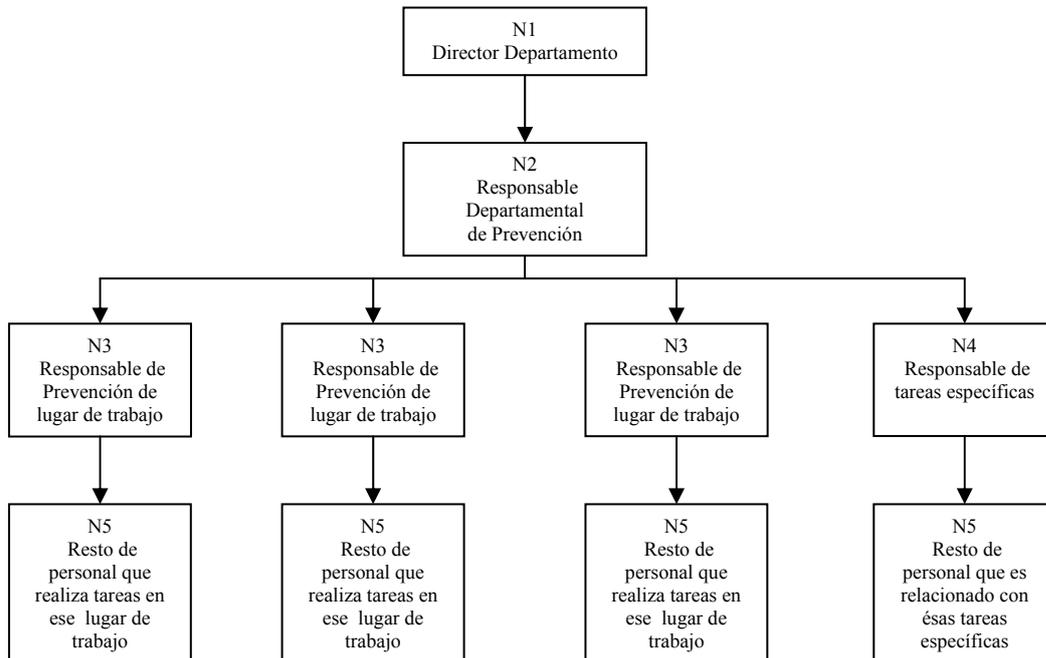


Figura 5: Organigrama Preventivo de un Departamento

3.2. Funciones del N1

Las atribuciones principales son:

- ✓ Organización de los recursos disponibles en el Departamento en función de las necesidades preventivas
- ✓ Designación de responsabilidades y atribuciones
- ✓ Mantenimiento de relaciones institucionales
- ✓ Recepción de información en materia de Prevención

También tiene funciones de interlocución con otras entidades, entre otras:

- ✓ Con los Centros



- ✓ Con el Vicerrectorado de Infraestructuras
- ✓ Con el Comité de Seguridad y Salud
- ✓ Con el Servicio de Prevención
- ✓ Con los Niveles restantes

3.3. Funciones del N2

Atribuciones:

- ✓ Depositario del Manual para la gestión de la Prevención del Departamento
- ✓ Supervisión de la aplicación de la política de Prevención aplicada a su Departamento
- ✓ Supervisión de la aplicación efectiva de las Instrucciones Operativas u otro tipo de directrices que sean emitidas y aplicables a su Departamento
- ✓ Supervisión a efectos de prevención, a nivel departamental, de la aplicación de criterios relativos a:
 - Compras
 - Modificaciones
 - Mantenimiento
 - Usos específicos
 - Métodos/prácticas de trabajo
- ✓ Receptor/comunicador acerca de accidentes e incidentes en su Departamento
- ✓ Canal de información para la realización de las Evaluaciones de Riesgos

Interlocución:

- ✓ Con el Director del Departamento (N1)
- ✓ Con el Vicerrectorado de Infraestructuras
- ✓ Con el Comité de Seguridad y Salud



- ✓ Con el Servicio de Prevención
- ✓ Con el Gabinete Médico (Vigilancia de la Salud)
- ✓ Con los Niveles restantes

3.4. Funciones del N3

Atribuciones:

- ✓ Depositario de las Instrucciones transmitidas desde el Servicio de Prevención aplicables a las características de su lugar de trabajo. Aplicación de lo expuesto en los mismos
- ✓ Mantenimiento de la Documentación Técnica no generada por la UPV p. ej. Manuales de equipo, hojas de datos de seguridad, etc.
- ✓ Supervisión del sostenimiento y actualización de los Inventarios de su lugar de trabajo
- ✓ Supervisión del sostenimiento y actualización de los Registros generados en su lugar de trabajo, que se generasen por aplicación de instrucciones
- ✓ Supervisión a efectos de prevención en su lugar de trabajo de la aplicación de criterios dictados relativos a:
 - Compras
 - Modificaciones
 - Mantenimiento específico
 - Usos específicos
 - Métodos/prácticas de trabajo
- ✓ Receptor/comunicador acerca de accidentes e incidentes en su lugar de trabajo
- ✓ Canal de información para la realización de las Evaluaciones de Riesgos en su lugar de trabajo
- ✓ Canal de comunicación con el resto de niveles en su lugar de trabajo a efectos de prevención



Interlocución:

- ✓ Con el resto de niveles del Dpto. / Centro (N1 a N5)
- ✓ Con el Gabinete Médico (Vigilancia de la Salud)

3.5. Funciones del N4

Atribuciones:

- ✓ Depositario de las Instrucciones transmitidas desde el Servicio de Prevención pertinentes a las características de sus operaciones o tareas específicas. Aplicación de lo expuesto en los mismos
- ✓ Mantenimiento de la Documentación Técnica no generada por la UPV p. ej. manuales de equipo, hojas de datos de seguridad, etc.
- ✓ Supervisión del sostenimiento y actualización de los inventarios relacionados con sus tareas/operaciones específicas
- ✓ Supervisión del sostenimiento y actualización de los Registros generables por la aplicación de los Procedimientos o Instrucciones que le fueran transmitidas con motivo de sus tareas/ operaciones específicas
- ✓ Supervisión a efectos de prevención en la medida que sea necesario por la realización de sus tareas/operaciones específicas de la aplicación de criterios dictados relativos a:
 - Compras
 - Modificaciones
 - Mantenimiento específico
 - Usos específicos
 - Métodos/prácticas de trabajo
- ✓ Receptor/comunicador acerca de accidentes e incidentes relacionados con sus tareas/operaciones específicas



- ✓ Canal de información para la realización de las Evaluaciones de Riesgos relacionadas con sus tareas/operaciones específicas
- ✓ Canal de comunicación con el resto de niveles afectados por sus tareas/operaciones específicas a efectos de prevención

Interlocución:

- ✓ Con el resto de niveles del Dpto. / Centro (N1 a N5)
- ✓ Con el Gabinete Médico (Vigilancia de la Salud)

3.6. Funciones del N5

Atribuciones:

- ✓ Cumplir directrices emitidas desde el resto de niveles
- ✓ Comunicar oportunamente accidentes/incidentes a los Niveles Superiores
- ✓ Canal de información para la realización de las Evaluaciones de Riesgos relacionadas con sus tareas/operaciones específicas

Interlocución:

- ✓ Con niveles por encima del suyo, siguiendo la jerarquía de niveles establecida

3.7. Figuras Organizativas del Departamento de Termodinámica Aplicada

El Departamento de Termodinámica Aplicada está compuesto por 2 unidades docentes:

- ✓ Unidad Docente de Termodinámica
- ✓ Unidad Docente de Termotecnia

El Organigrama Preventivo del Departamento se muestra en la Figura 6.

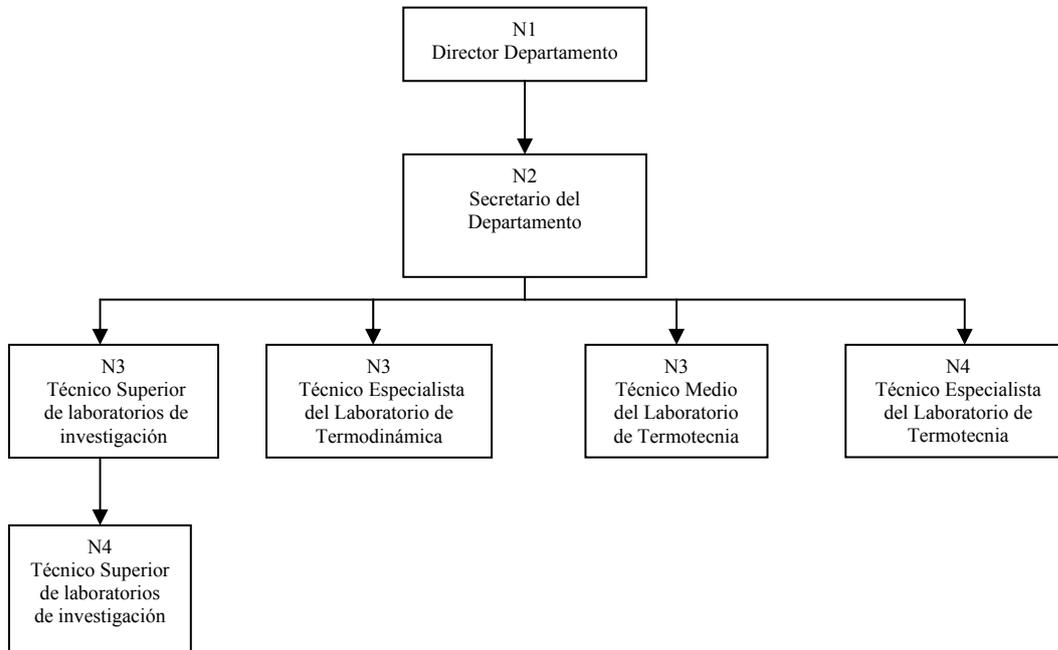


Figura 6: Organigrama Preventivo del Departamento de Termodinámica Aplicada

4. Justificación de la Tesina

Como de las estadísticas se desprende, algunos de los accidentes más frecuentes pueden darse en laboratorios (p.e.: sobreesfuerzos, caídas, cortes, etc.), esto justifica el estudio de un análisis de los riesgos derivados del uso de las diferentes instalaciones del Laboratorio de Termotecnia.

4.1. Descripción del Laboratorio de Termotecnia

El Laboratorio se encuentra situado en el edificio 5K del Campus de Vera, (Figura 7). Se trata de un edificio en el que el uso principal está destinado a Laboratorios de

Docencia. Es de planta rectangular de 36×15 m, con una altura máxima de 11,4 m,



Figura 7: Plano de situación del edificio 5K

compuesto por planta Baja (ver Figura 8), y planta Primera (ver Figura 9). Dispone de cinco entradas, tres de ellas orientadas al Este y dos orientadas hacia el Oeste. El edificio contiene cuatro aseos, 15 despachos, 9 Laboratorios y 3 Aulas-laboratorio. La superficie total construida de todo el edificio es de 2376 m^2 aproximadamente y la que ocupa el Laboratorio de Termotecnia es $303,77 \text{ m}^2$.

El núcleo principal del edificio está construido con hormigón armado, cuyos cerramientos están compuestos por paneles de hormigón prefabricados. Ver el Anexo I para tener en cuenta aspectos relacionados con el diseño de edificios.

El uso previsto para los distintos locales de la zona ocupada por el Laboratorio de Termotecnia con sus respectivas superficies se muestra en la Tabla 10:

Tabla 10: Cuadro de superficies Planta Baja y Primera

CUADRO DE SUPERFICIES					
Nº	Planta Baja		Nº	Planta Primera	
1	Laboratorio Pesado	144,90 m ²	3	Laboratorio Ligero	98,62 m ²
2	Taller	34,63 m ²	4	Sala Demo	25,62 m ²

Planta Baja:

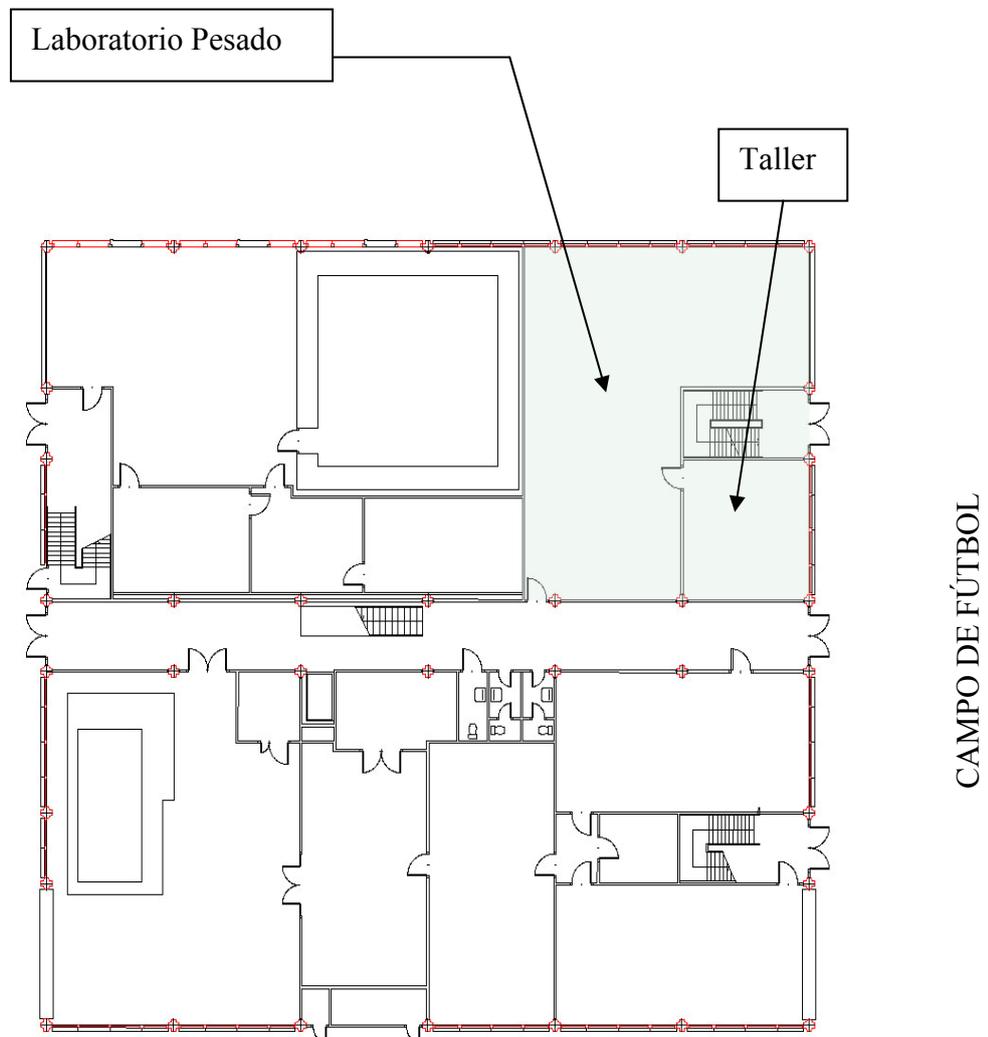


Figura 8: Plano Planta Baja del Laboratorio

Planta Primera:

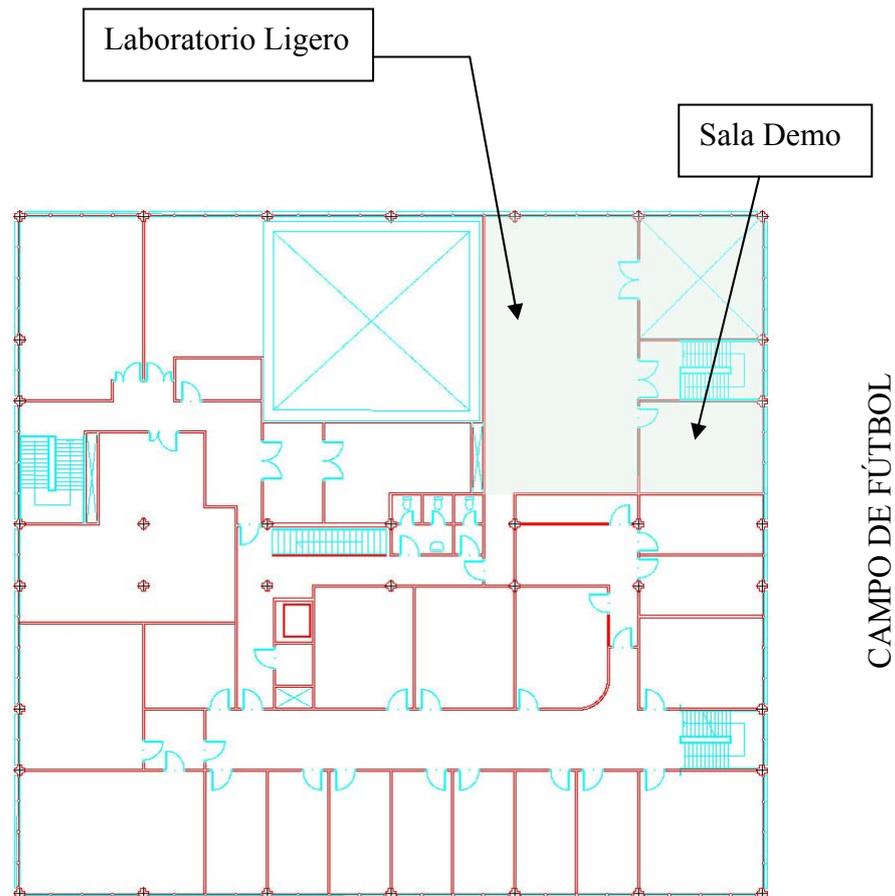


Figura 9: Plano Planta Primera del Laboratorio

En los espacios descritos se encuentran una serie de instalaciones que se describen a continuación.

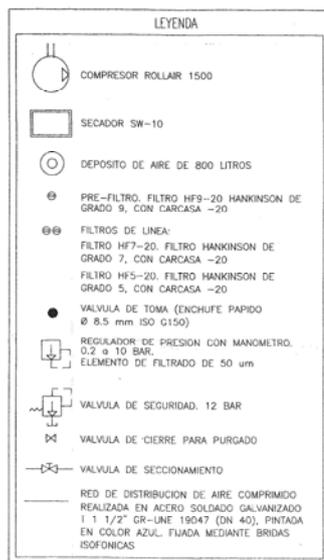
4.1.1. Instalación de aire comprimido

La instalación de aire comprimido está diseñada en forma de anillo dando servicio a la

planta baja y planta primera con seis tomas de enchufe rápido en cada planta (ver Figura 10).

La instalación consta de los siguientes elementos:

- ✓ Compresor
- ✓ Depósito de aire
- ✓ Secador
- ✓ Filtros
- ✓ Red de distribución del aire
- ✓ Tomas de servicio con enchufe rápido



ESQUEMA VERTICAL DE AIRE COMPRIMIDO DPTO. DE TERMODINAMICA APLICADA

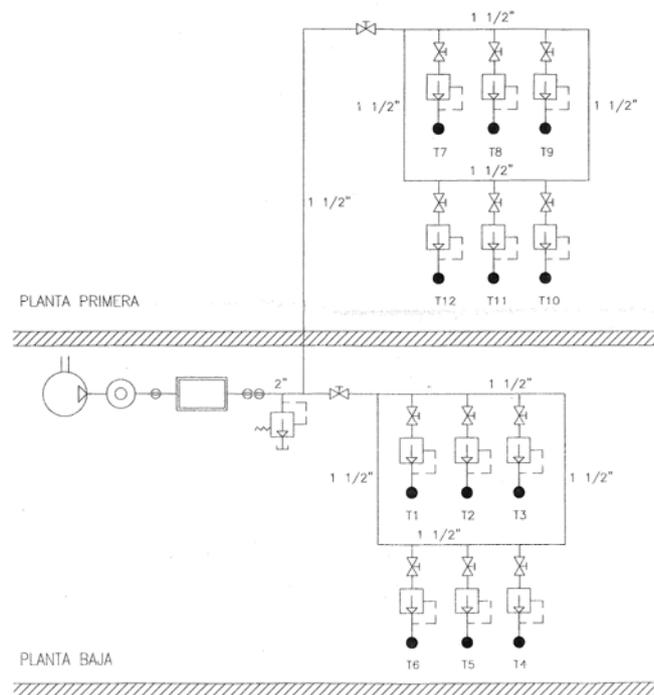


Figura 10: Esquema instalación de aire comprimido



El compresor, depósito de aire, secador y filtros se encuentran en el hueco de la escalera de acceso a la 1ª planta, dicho hueco está cerrado con una puerta de acceso al mismo, tanto la puerta como el hueco están aislados acústicamente y tiene un sistema de extracción de aire localizado para la refrigeración del compresor.

La instalación de aire comprimido da servicio tanto a pequeñas herramientas manuales como aparatos de ensayo, para preservar de los efectos de la corrosión a la propia instalación y a los equipos a ella conectados. El secador está colocado aguas abajo del compresor.

El tratamiento eficaz del aire comprimido de una forma fiable y regular depende de los dos intercambiadores de calor, aire/aire y aire/refrigerante, en el secador. En la primera fase, el aire comprimido húmedo y caliente entra en el intercambiador aire/aire donde es pre-enfriado. En la segunda fase, el aire comprimido entra en el intercambiador aire/refrigerante donde es enfriado hasta el punto de rocío de 2 °C utilizando refrigerante evaporado como medio de enfriamiento. Este enfriamiento causa la condensación del vapor de agua que está presente en el aire. El aire ahora entra en el filtro-separador donde toda el agua y las partículas sólidas de hasta 3 micras son filtradas. El aire comprimido vuelve al intercambiador aire/aire donde preenfria el aire de entrada y a la vez es recalentado.

En el circuito de frío, el compresor aspira el gas frigorífico y lo comprime a presión de condensación. El refrigerante se convierte en líquido en el condensador mediante aire ambiental o agua. El refrigerante entra en el intercambiador aire/refrigerante y baja la temperatura del aire al punto de rocío de 2 °C. El calor que recibe el refrigerante en este intercambiador hace que se evapore en la salida y esté listo para ser aspirado otra vez por el compresor.

La válvula de gases calientes, situada en el punto medio del condensador, evita congelaciones y asegura el punto de rocío bajo diversas condiciones de carga.

El equipo utiliza intercambiadores multi-tubulares de gran superficie que permiten un eficaz intercambio de calor. Esto se traduce en caídas de presión muy bajas. Se consigue un notable ahorro de energía porque la caída de presión no aumenta y la transferencia de calor sigue siendo óptima ya que nunca se puede tener acumulación de polvo en las paredes lisas de los tubos.

Entre el depósito de aire y el secador hay una etapa de prefiltrado con un elemento filtrante combinado de 3 micras, elimina aerosoles de aceite hasta 5 ppm residual. El filtrado se realiza en dos etapas: 1ª Etapa: dos tubos de acero inoxidable perforado garantizan la separación mecánica de hasta 10 micras. 2ª Etapa: el elemento coalescente de fibra de vidrio filtra líquidos y sólidos de hasta 3 micras.

4.1.1.1. Compresor

Se trata de una unidad compresora por reducción de volumen por medio de 2 tornillos asimétricos, montada sobre un chasis metálico y con todos sus elementos dentro de una envolvente metálica compacta que incluye un tablero de mandos (ver Figura 11). Este tablero permite una vigilancia permanente del funcionamiento de la unidad, dando información de anomalías que se puedan producir y de las operaciones de mantenimiento requeridas. Ver Anexo III de revisiones y mantenimiento de equipos.

Las principales características de este compresor son:

- Marca ROLLAIR 1500-XB
- Presión nominal a pleno caudal: 10 bares
- Caudal real en condiciones de aspiración: 85 m³ / h (según norma ISO 1217)
- Caudal ventilador: 3500 m³ / h
- Diámetro nominal salida de aire 3/4"
- Peso 175 Kg
- Presión de aspiración: 1 bar
- Temperatura ambiente de trabajo: de - 10 °C a 40 °C
- Temperatura de salida del aire comprimido: 10 °C por encima del fluido refrigerante
- Motor: Alimentación trifásica, tensión 380 V, IP55DW , clase F , potencia 11 kW
- Arranque estrella – triángulo
- Refrigeración por aire
- Armario de mando y control con microprocesador

- Dispositivos de seguridad: Válvula de seguridad de sobrepresión
- Dispositivo de presión mínima
- Dispositivo de puesta en vacío automático
- Protección térmica del motor
- Termostato de temperatura del aire

Funcionamiento marcha / parada con marcha en vacío temporizada antes de pararse.
Carrocería insonorizada (nivel sonoro 71 dBA).

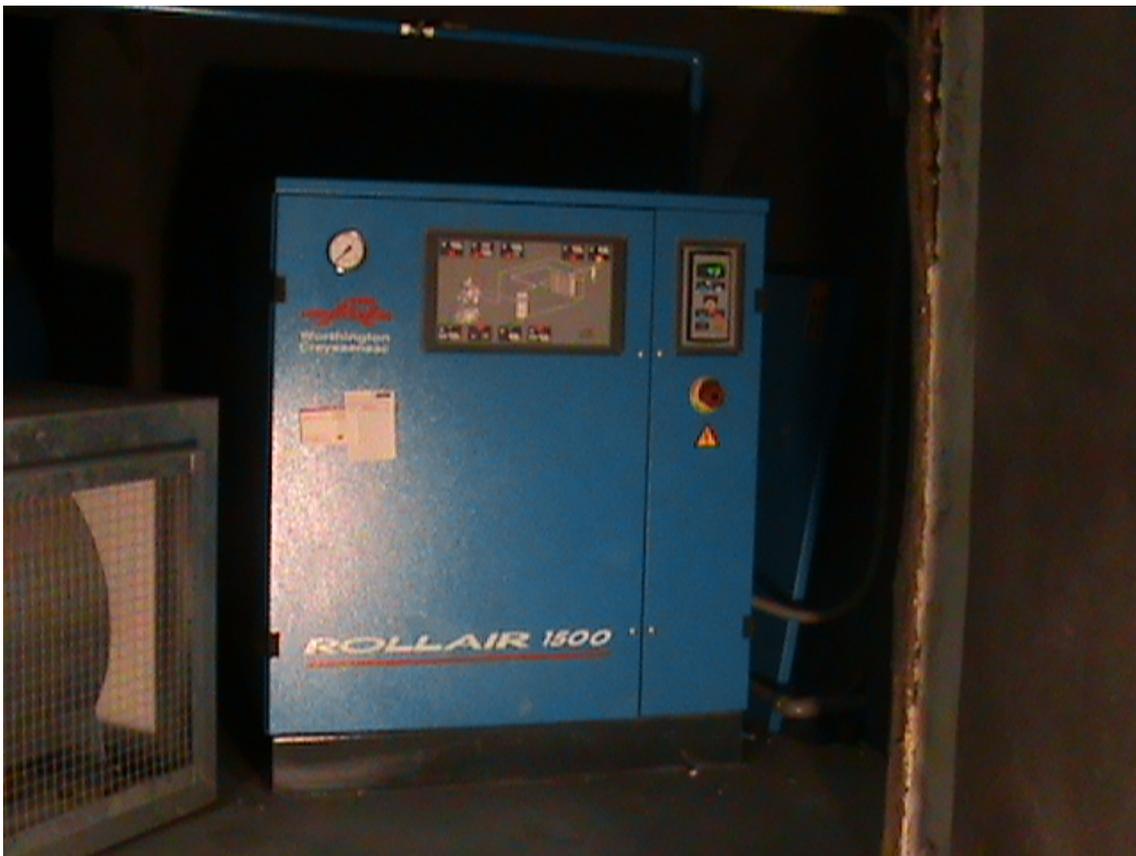


Figura 11: Compresor

4.1.1.2. Depósito de aire

Tiene una capacidad de 0,8 m³ (800 litros) construido en chapa negra y está colocado en el suelo (ver Figura 12).

Características:

- Diámetro: 800 mm, altura: 1850 mm, + 200 mm de pata
- Protección: pintado asfáltico exterior
- Diámetro tubería de entrada y salida del depósito: 2"

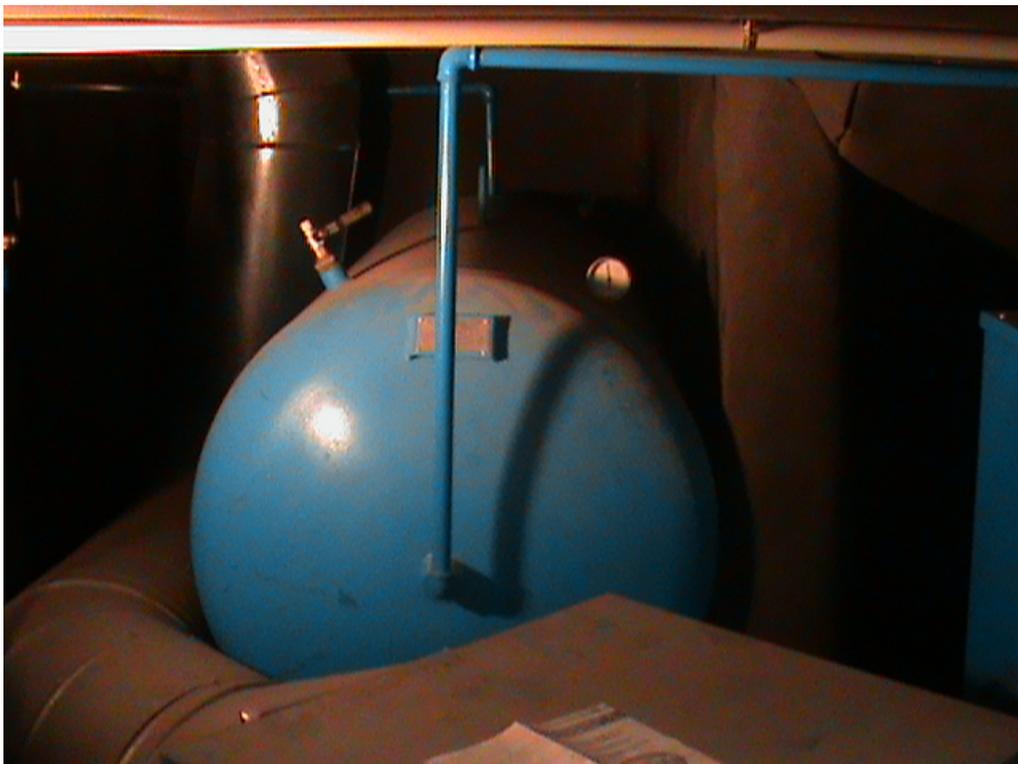


Figura 12: Depósito de aire

4.1.1.3. Secador

Las características del secador SW-10 son las siguientes (ver Figura 13):

- Potencia eléctrica máxima: 0,77 kW
- Tensión de alimentación: 230 V, 50 Hz (monofásico)
- Presión máxima de utilización: 16 bares
- Fluido frigorífico: R-134 A
- Conexiones aire: 1/2"
- Peso: 47 Kg
- Dimensiones: 480×355×545 mm
- Caudal tratado en función de la temperatura de entrada: 102 m³/h (1700 l/min)
- Temperatura de entrada del aire: 35 °C

Para monitorizar el correcto funcionamiento de la unidad de secado, se dispone de un purgador de condensados automático que incorpora un sistema de alarma que se activa cuando tiene el depósito de condensados lleno por no actuar la purga automática.



Figura 13: Secador

4.1.1.4. Filtros

Para evitar la aparición de partículas en el aire comprimido producido el sistema de filtrado lo componen dos filtros en serie colocados a la salida del secador en orden descendente (ver Figura 14). Los cartuchos de filtrado están contruidos con un material de fibras de lana de vidrio con una ligera capa de resina epoxi. Estos filtros permiten la retención de finas micropartículas. El tejido de filtrado tiene una gran flexibilidad, permitiendo que los líquidos, particularmente los aceites viscosos, fluyan de forma uniforme a través del tejido sin que se obstruyan los canales de paso. El diseño de caudales desde el interior al exterior permite que los líquidos coalescentes sean drenados sin que se produzca su reentrada. Se utilizan múltiples etapas (no sólo densidades graduadas) para un drenaje efectivo.

Las fibras de material no se empapan y por tanto no absorben líquidos. La acción coalescente continuamente recoge y drena líquidos. La profundidad del interior de los filtros permite recoger entre dos y tres veces más partículas que los filtros de tipo de superficie.

Estos filtros disponen de un sistema de filtración escalonada con una combinación de etapas en el interior del cartucho que permite extraer grandes cargas de líquido al tiempo que se prefiltran sólidos. La resistencia química del conjunto es compatible con lubricantes sintéticos.

Ambos filtros disponen de un manómetro diferencial que sirve para indicar el momento idóneo para la sustitución del cartucho, rentabilizando al máximo la inversión sin añadir una caída de presión excesiva. También incorpora un sistema de drenaje automático de condensados que realiza la descarga automática de los líquidos contenidos en el sumidero.

Características específicas de cada filtro:

Filtro de aire comprimido modelo HF7-20, este es un filtro estándar para líquidos y aceite, elimina partículas sólidas de hasta 1 micra (1,0 ppm de aceite residual máximo).

El filtrado se realiza en dos etapas:

1ª Etapa: las partículas más grandes se eliminan a través de varias capas de fibra de vidrio y un tamiz.

2ª Etapa: el elemento coalescente de fibra de vidrio reforzada con resina epoxídica separa aerosoles de aceite y partículas sólidas.

- Caudal: 105 m³/h
- Conexiones: 1/2"
- Presión máxima: 16 bares
- Peso 3,9 Kg
- Dimensiones: altura 340 mm, anchura 105 mm
- Especificaciones:
 - Nivel de calidad ISO 8573.1
 - Partículas sólidas: clase 2
 - Contenido de aceite: clase 4
 - Carga máxima de aire comprimido a la entrada: 2000 ppm en peso

Filtro de aire comprimido modelo HF5-20. Se trata de un filtro de gran rendimiento para aerosoles de aceites finos y líquidos. Elimina partículas sólidas de hasta 0,01 micras (0,01 ppm de aceite residual máximo). El filtrado se realiza en dos etapas: 1ª Etapa: las partículas más grandes se eliminan a través de distintas capas de fibra de vidrio y un tamiz; el aire se prefiltra para la 2ª etapa. 2ª Etapa: el elemento coalescente de fibra de vidrio reforzada con resina epoxídica separa aerosoles de aceite y partículas sólidas, especialmente adecuado para los aerosoles más finos.

- Caudal: 105 m³/h
- Conexiones: 1/2"
- Presión máxima: 16 bares
- Peso 3,9 Kg
- Dimensiones: altura 340 mm, anchura 105 mm
- Especificaciones:

- Nivel de calidad ISO 8573.1
- Partículas sólidas: clase 1
- Contenido de aceite: clase 2
- Carga máxima de aire comprimido a la entrada: 1000 ppm en peso



Figura 14: Filtros

4.1.1.5. Red de distribución

La red de distribución está diseñada de tal forma que se da servicio al Taller-Laboratorio de la planta baja (con 6 tomas de 1/4") y al Aula-Laboratorio de la 1ª planta (con otras 6 tomas de 1/4") mediante dos anillos con tubería de 1/2", para que la presión se distribuya lo más uniformemente posible. Se dispone de válvulas de corte para poder

aislar sin servicio un determinado anillo manteniendo el suministro en el resto. El circuito de la planta primera queda conectado al de la planta baja mediante una tubería que incorpora una llave de corte.

El conducto que interconecta los dos anillos es de tubería de acero galvanizado soldado de 2”.

Los tramos de tubería que conforman los dos anillos de distribución tienen una pendiente del 2 % a modo de sifón de tal forma que convergen en un punto, para evitar la migración de condensados de los distintos dispositivos.

Además de la válvula de seguridad de la salida del compresor, la instalación tiene en el tramo de tubería que une la central de producción de aire con el circuito de distribución, una válvula de seguridad tarada.

Existen un total de 12 tomas de servicio que constan de un conector de enchufe rápido de 1/4” de paso, y de una válvula de corte de 1/4” (ver Figura 15).

Consultar el Anexo II de Señalización de Tuberías.

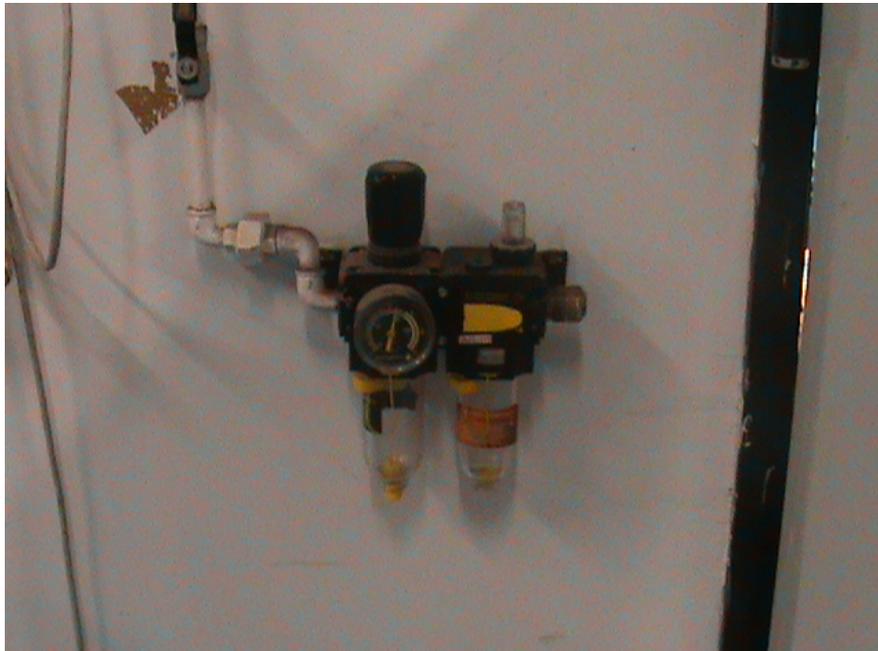


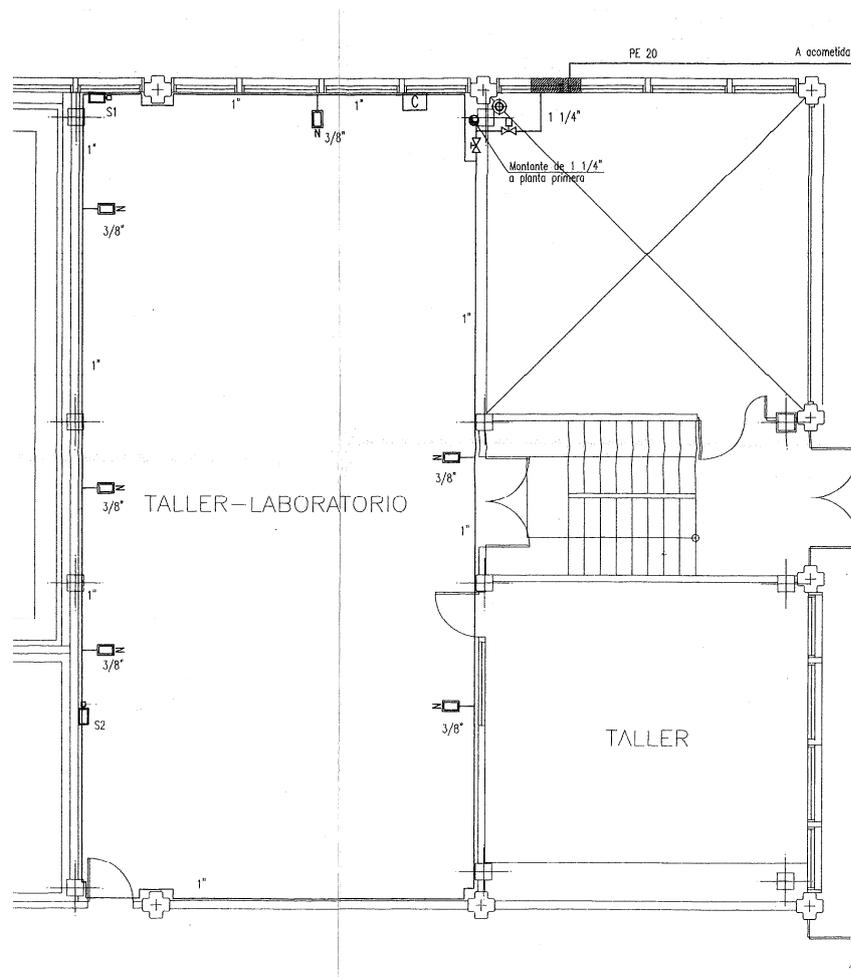
Figura 15: Toma de enchufe rápido y válvula de corte

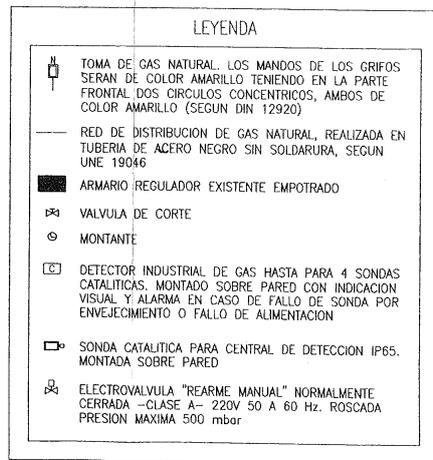
4.1.2. Instalación de gas natural

La instalación de gas natural forma un anillo perimetral en la planta baja y planta primera con seis tomas de gas en cada planta (ver Figura 16).

Los componentes principales de la instalación son los siguientes (ver Figura 17):

- ✓ Estación de Regulación y Medida (ERM)
- ✓ Electroválvula
- ✓ Tomas de gas natural
- ✓ Central de detección de gas
- ✓ Sondas catalíticas para central





DETALLE DE GRIFO FRONTAL DE TOMA DE GAS NATURAL

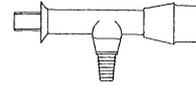


Figura 16: Esquema instalación de gas natural planta baja



Electroválvula de rearme manual



Toma de gas natural



Central de detección de gas



Sonda catalítica para central

Figura 17: Elementos de la instalación de gas natural

La derivación es la tubería que nace de la red general de distribución del Campus de Vera está destinada a suministrar gas al usuario a través de una llave de acometida. Se compone de la acometida, Instalación Receptora de Gas (IRG) y de los aparatos de consumo.

El suministro de gas natural se realiza a través de la red de distribución interior y mediante una acometida perteneciente a la Universidad Politécnica de Valencia, que comprende la canalización entre la red de distribución y la llave de acometida, incluida ésta.

La acometida termina en una Estación de Regulación y Medida (ERM), y desde ésta se distribuye mediante una conducción a una presión de hasta 500 mmca, al Aula-Laboratorio y al Taller-Laboratorio del Laboratorio de Termotecnia. La conducción que transcurre desde la red de distribución general de la UPV a la ERM está hecha de tubería de polietileno DN32 PE-50 mm de espesor de color amarillo enterrada en zanja. Los diámetros nominales de las válvulas de corte son los siguientes (ver Tabla 11):

Tabla 11: Diámetros de las válvulas de corte

Denominación	Válvula de corte
Aula Laboratorio	De bola y eje de latón 1 ¼"
Laboratorio Ligero	De bola y eje de latón 1"
Taller Laboratorio	De bola y eje de latón 1"

La Estación de Regulación está ubicada en la fachada Norte del edificio 5 K (a la altura del Taller-Laboratorio), para una mejor distribución de la instalación.

El tramo de conducción que discurre en el Laboratorio Ligero y el Taller-laboratorio es de acero negro sin soldadura con un diámetro de 1", excepto en el Aula Laboratorio que es de 1 ¼", la instalación discurre aérea vista en los tramos de distribución de los laboratorios. Las canalizaciones entre los distintos laboratorios van sobre el falso techo.

Estas van envainadas con el mismo material. La vaina está ventilada en los extremos y en el punto intermedio, con un respiradero hasta la cubierta, por ser tramos largos. Las tuberías tienen pendiente ascendente hacia los extremos.

A partir de la válvula general de núcleo se encuentra la batería de llaves de corte (grifo frontal para gas natural de 3/8") y desde ahí parten las tuberías de alimentación de los diversos aparatos.

Tabla 12: Tomas de gas

Denominación	Toma de gas
Aula Laboratorio	6
Laboratorio Ligero	6

El tramo desde la ERM al montante es de acero negro sin soldadura roscable, DN32, (interior: 36 mm, exterior: 42,4 mm), designación a TZ 1 1/4". Todas las tuberías están pintadas de color amarillo.

4.1.2.1. Estación de Regulación y Medida (ERM)

Se denomina estación de regulación y medida a gas natural el conjunto de elementos (filtros, regulador de presión, tuberías, contador, válvulas de seguridad y seccionamiento, bridas, etc.) que tienen por misión reducir y mantener a un valor constante la presión del gas a la salida de la misma. Así mismo, controla y mide el volumen de gas que ha sido suministrado al usuario.

Las características de cualquier aparato incorporado a la ERM serán tales que pueda resistir la presión que el gas ejerce en su interior.

Las uniones de aparatos entre sí y de éstos con la tubería, son bridas que incorporan una junta según norma E53.591/86 1ª R.

Tabla 13: Características de la válvula de entrada

Válvula entrada seccionamiento rápido ¼ de vuelta
Características
De esfera
1 ½" PN-5 AT
Cuerpo de latón forjado
Bola de latón
Conexión roscada

4.1.2.2. Características del gas natural suministrado

El gas suministrado por la empresa CEGAS, pertenece a la familia 2 de gases según UNE 60.002 y responde a las siguientes características:

Tabla 14: Composición del gas

Componentes	Concentración (%)
N ₂	1: 3,50
CO ₂	0: 1,20
C ₁	0,2: 98,50
C ₂	0,2: 8,50
C ₃	0,1: 3,00
C ₄	0: 1,20
Resto de hidrocarburos	0: 0,55

Tabla 15: Contaminantes del gas

Vapor de agua	menos de 25 mgr/Nm ³
SH ₂	menos de 0,5 ppm en volumen
THT	5: 30 mg/Nm ³
Polvo/Aerosoles	Máximo 100 mg/Nm ³

THT: (sustancia para odorizar el gas suministrado)

Tabla 16: Otros parámetros:

Densidad relativa	0,56: 0,64
Peso específico	0,75: 0,82 (Kg/Nm ³)
PCS	8.835: 10.150 (Kcal/Nm ³)
PCI	8.400: 8.933 (Kcal/Nm ³)
Índice de Woobe corregido	12.600: 13.600

4.1.2.3. Protección de la tubería

Dentro y fuera del edificio, la instalación aérea está protegida con una vaina de acero negro. La vaina es continua en todo su recorrido, de forma que en caso de eventuales fugas, la salida de éstas se realice hacia los extremos previstos para ventilación. La superficie exterior de la vaina está recubierta de una protección para impedir los ataques ambientales.

No hay contacto de la vaina con armaduras metálicas de la edificación o con cualquier otra tubería.

4.1.2.4. Aparatos receptores

Todos los aparatos que utilicen gas como combustible deberán estar homologados de acuerdo con la Instrucción Técnica Complementaria de Instalaciones de Combustibles Gaseosos ITC-ICG 08 relativa a Aparatos de Gas por el fabricante como aparatos tipo serie, o se presentará la homologación con carácter único de acuerdo con el Art. 8º de la Directiva del Consejo 90/396/CEE del 29 de junio de 1990 y MIC-G 20 ante el Servicio Territorial de Industria y Energía de Valencia.

En el planta baja del Laboratorio hay instalada una caldera mural a gas natural de 27 kW de potencia utilizada para la realización de prácticas (ver Figura 18).



Figura 18: Caldera mural de baja temperatura

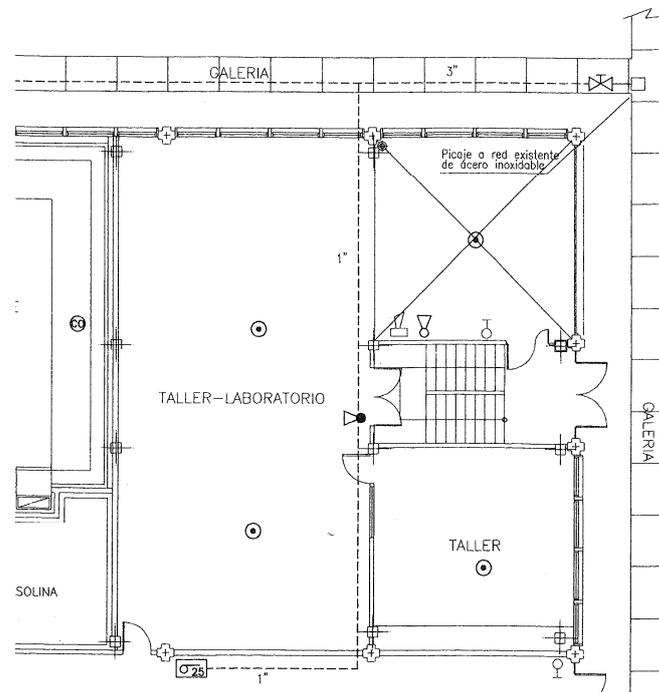
4.1.3. Instalación de Protección Contra Incendios

Como se ha dicho, el edificio 5K consta de dos plantas. Cada una de estas plantas tiene una superficie construida de 1188 m² aproximadamente; por lo tanto, por ser un edificio de uso docente y no sobrepasar los 4000 m², podrá considerarse todo el edificio como un único sector de incendio.

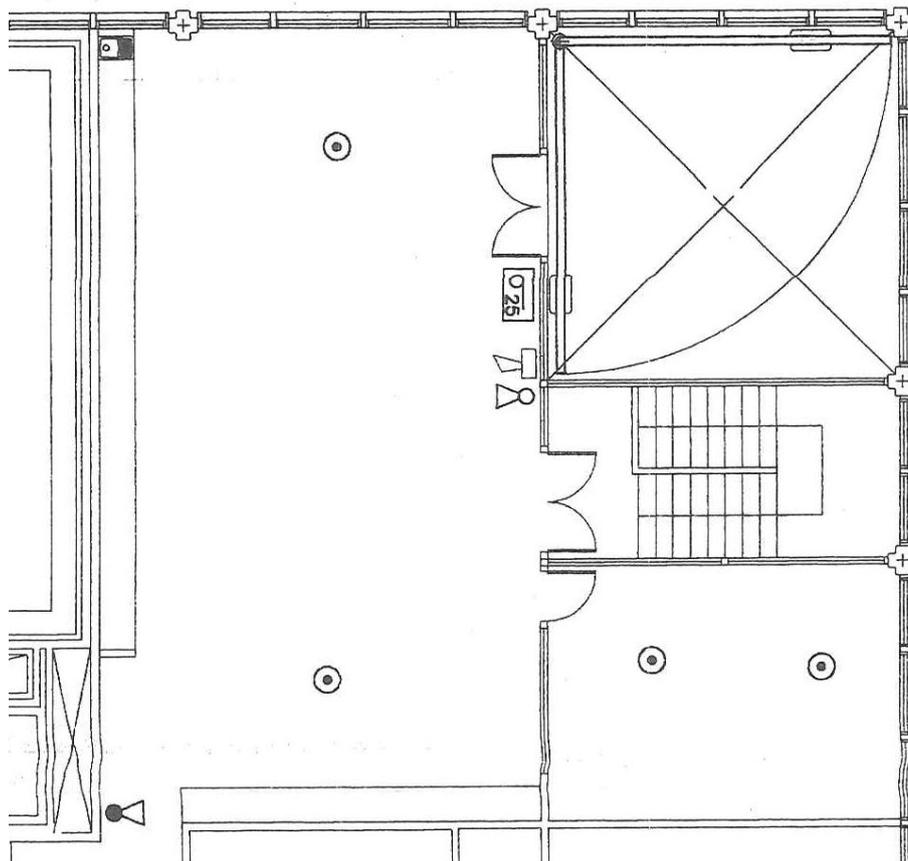
La instalación se compone de:

- ✓ Sistema de detección automática
- ✓ Sistema de bocas de incendio equipadas (BIE's)
- ✓ Extintores de polvo y CO₂
- ✓ Señalización y alumbrado de emergencias

La distribución de los distintos elementos de la instalación se puede ver en la Figura 19.



PLANTA BAJA



PLANTA PRIMERA

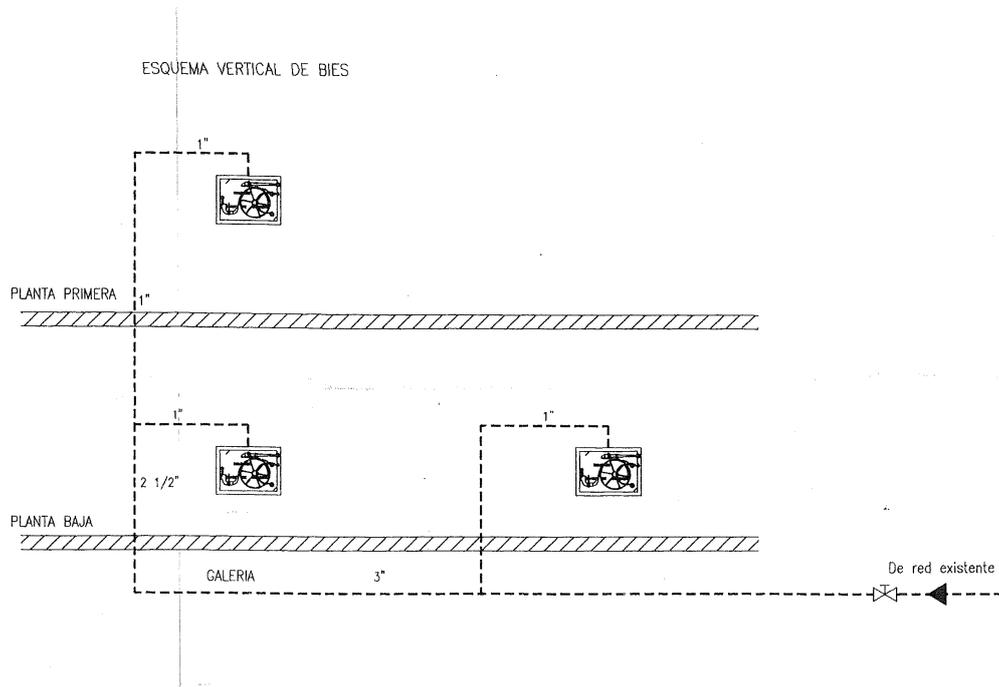


Figura 19: Esquema instalación de Protección Contra Incendios P.C.I.

4.1.3.1. Sistema de detección automática

El sistema de detección de incendios está constituido por una Central de Señalización y Control.

Los distintos elementos integrantes del Sistema: detectores y pulsadores, están conectados a la central de Señalización, de forma que cada grupo de detectores, pulsadores, u otras señalizaciones constituya una zona en dicha central.

Las características principales de la central de incendios son:

- Posibilidad de conexión para dispositivos de alarma e instalaciones de detección de incendios
- Conexión de hasta 12 paneles de mando remotos AlgoPilot
- Interface para transmisión remota de alarma y avería
- Interface LON-Bus para la conexión de paneles de señalización de texto y de mando
- Interface RS232 para la conexión

- Panel de mando incorporado
- Posibilidad de manipulación de hasta dos secciones de extinción
- Simple, lógico, guiado por menú
- Visualización de texto iluminado con 8 líneas de 40 caracteres cada una
- Cada suceso está representado por 3 líneas de información
- Presentación simultánea de 2 sucesos
- Texto específico del usuario por sala o grupo de salas
- Textos para contramedidas
- Acceso al mando mediante llave
- Diferentes niveles de usuario

Procesa las señales de:

- Hasta 512 detectores de incendios interactivos con *AlgoLogic*®, serie DS1150
- Hasta 512 detectores de incendios direccionables *AnalogPLUS*®, serie DS1130
- Hasta 16 líneas de detectores de incendios con procesamiento colectivo de señal

Los datos técnicos de la Central de Detección de Incendios están recogidos en el Anexo de Instalaciones.

El funcionamiento del detector de humos y sus características están en el Anexo de Instalación de Protección Contra Incendios.

4.1.3.2. Sistema de bocas de incendios equipadas (BIE's)

Para determinar el número de BIE's que debemos considerar para que actúen simultáneamente y calcular el caudal, escogeremos el caso más desfavorable:

$$2 \text{ BIEs} \times 100 \text{ l/min} = 200 \text{ l/min}$$

Tiempo de autonomía: 60 minutos.

Resultado:

- Caudal total BIE: 200 l/min
- Reserva: $200 \text{ l/min} \times 60 \text{ min} = 12000 \text{ litros} = 12 \text{ m}^3$.

El abastecimiento de agua está reservado única y exclusivamente para el sistema de Protección Contra Incendios y bajo el control de la Universidad Politécnica de Valencia. El abastecimiento de agua se realiza desde el Sistema General de Alimentación Contra incendios. El punto de conexión está localizado en la tubería que pasa por la galería de servicios registrable, existente junto a la fachada Este del Edificio 5K. Tras la conexión al sistema general de alimentación existe una arqueta de $40 \times 40 \times 50 \text{ cm}$ con una válvula de mariposa de $2 \frac{1}{2}''$, desde la que parte la tubería de acero negro soldado de $2 \frac{1}{2}''$ que transcurre por la galería de la fachada Norte. De la tubería enterrada a lo largo de la fachada se distribuirán las conexiones a las distintas BIE's. Las tuberías interiores están dispuestas sobre el falso techo y van vistas en los tramos que van desde el falso techo a las BIE's.

La red de tuberías suministra agua a las tres BIE's que hay instaladas en todo el Edificio y dan servicio a todos los departamentos ubicados en el mismo. En la Figura 20 podemos ver una de las BIE's de la Planta Baja.



Figura 20: Boca de Incendio Equipada de 25 mm (BIE 25)

Requerimiento de suministro:

$$Q = 12 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$P = 60 \text{ mca}$$

Las especificaciones particulares de las tuberías y de los puestos de manguera (BIE's) están en el Anexo de Instalaciones (Instalación de Protección Contra Incendios).

4.1.3.3. Extintores de polvo y CO₂

El Laboratorio dispone de 2 tipos diferentes de extintores que están sujetos a las revisiones periódicas que establece la Conselleria de Industria.

- Extintores de polvo ver Figura 21



Figura 21: Extintor de polvo

El agente extintor es un polvo, a base de un fosfato monoamónico en el caso de los Polvos ABCE. Se le ha añadido aditivos con el fin de conseguir una fluidez, evitar

apelmazamiento, absorción de la humedad, etc..

Las principales características de estos polvos, son las de ser inalterables, incongelables, no manchar ni deteriorar, no son tóxicos ni corrosivos. Son dieléctricos y reflectantes del calor.

La expulsión del polvo, se produce al actuar la presión del extintor, mediante el CO₂, contenido en un botellín, interior o exterior, según el modelo, o bien mediante la presión permanente incorporada por medio de nitrógeno.



Figura 22: Extintor de CO₂

El extintor de CO₂ mostrado en la Figura 22 tiene como agente extintor anhídrido carbónico, CO₂, que se mantiene inalterable y útil durante la vida del extintor. El recipiente está construido con tubo de acero sin soldadura y pintado con resinas epoxi. El sistema de accionamiento será mediante válvula de pistón de apertura y cierre

instantáneo, contruidos en materiales inalterables a la corrosión. Dispondrá de válvula de seguridad mediante disco de rotura, manguera de alta presión y trompa difusora.

4.1.3.4. Señalización, alumbrado y salidas de emergencia

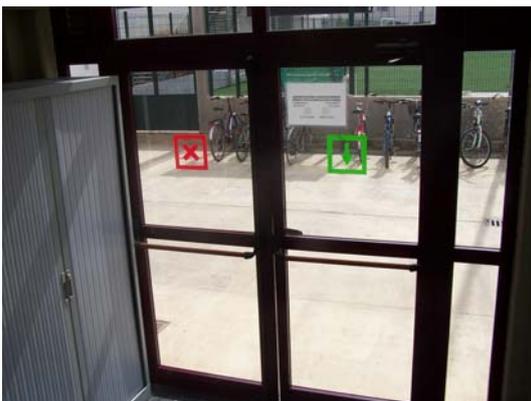
Tanto la Planta Baja como la Planta Primera esta señalizada con luces de emergencia, sinópticos de recomendaciones de seguridad, señalización de salida de emergencia en las puertas y tiene puertas anti-pánico en los accesos al laboratorio, en la Figura 23 podemos ver algunos de estos elementos.



Cartel con pictogramas de seguridad



Luces de Salida de Emergencia



Puerta anti-pánico exterior



Puerta anti-pánico resistente al fuego

Figura 23: Señalización de emergencia y elementos de seguridad

4.1.4. Equipos a Presión

En general, un equipo de presión se compone de la caperuza, la válvula o grifo, ojiva y del cuerpo. En su diseño y construcción, las botellas destinadas al contenido de gases se someten a una serie de pruebas y ensayos establecidas en la normativa que garantizan su seguridad.

La normativa aplicable está incluida en el Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, (Reglamento de equipos a presión e instrucciones complementarias, ITC EP-6).

En la Figura 24 distinguimos las distintas partes de un equipo a presión, en donde se muestra:

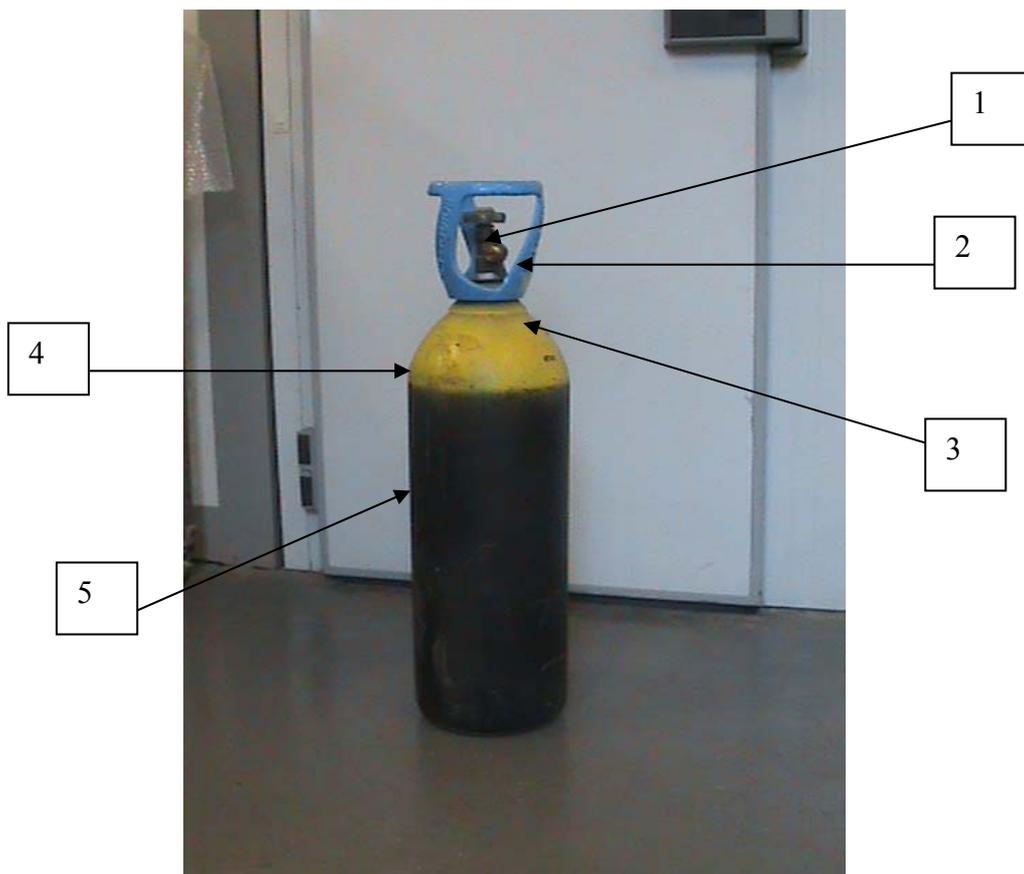


Figura 24: Equipo a presión

1. El grifo o llave está compuesto por el volante de cierre y apertura del grifo, la rosca de cierre, la rosca de fijación a la botella y la boca del grifo.

2. El collarín o tulipa sirve para proteger al grifo de un eventual golpe. Jamás deben ser desmontadas, ni siquiera para facilitar la conexión de los sistemas de regulación.

Algunas botellas se entregan también con una caperuza. Las botellas que no se estén utilizando deben almacenarse con la caperuza puesta.

3. La ojiva, al igual que el cuerpo y la franja de las botellas aparecen pintadas de manera que se pueda conocer cual es el gas contenido. Además en ellas aparecen las marcas identificativas de las botellas.

4. En la franja podemos encontrar entre otras las marcas del fabricante, nombre del gas con todas sus letras (ej. hidrógeno), número de fabricación, capacidad de agua (en litros), presión de prueba hidrostática en kg/cm² (mes y año), peso en vacío y presión de carga a 15° en kg/cm².

En esta zona también puede aparecer una etiqueta con indicaciones claras sobre el peligro del producto y consejos de seguridad.

5. Según la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP7 los colores del cuerpo identifican el contenido de la botella.

4.1.4.1. Color del cuerpo de la botella e identificación según la ITC MIE-AP7

El color de las botellas tiene por objeto proporcionar a simple vista información acerca de su contenido, lo que constituye un importante factor desde el punto de vista de la seguridad.

El color del cuerpo de la botella es función de la familia de gases a que pertenece el contenido de la botella, tal como se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17: Colores e identificación de un equipo a presión

ROJO	GAS COMBUSTIBLE	ACETILENO, HIDRÓGENO
NARANJA	PROPANO O BUTANO	BUTANO
NEGRO	GASES OXIDANTES O INERTES	AIRE COMPRESO
AMARILLO	CORROSIVOS	COLORO, FLUOR
VERDE	TÓXICOS	AMONÍACO, DÍOXIDO DE AZUFRE
GRIS PLATEADO	MEZCLA DE GASES PARA CALIBRACIÓN	

4.1.4.2. Colores de identificación de la ojiva según la ITC MIE-AP7

Cada gas viene definido por los colores de la ojiva y una franja de 5 cm de ancho (Tabla 18). En el caso de botellas para uso doméstico o popular destinadas a contener propano, butano o sus mezclas, las empresas pueden utilizar los colores de identificación que estimen más oportunos, siempre que no induzcan a confusión con otros gases.

Tabla 18: Colores de identificación de la ojiva según la ITC MIE-AP7

INFLAMABLES Y COMBUSTIBLES							
	ACETILENO	ETANO	ETILENO	HIDROGENO	METANO	PROPENO (PROPILENO)	
OXIDANTES E INERTES							
	ANHIDRIDO CARBONICO	ARGON	HELIO	NITROGENO	OXIGENO	PROTOXIDO	
TOXICOS O VENENOSOS							
	AMONIACO	ANHIDRIDO SULFUROSO	CIANOGENO	OXIDO DE CARBONO	OXIDO DE ETILENO	SULFURO DE HIDROGENO	
CORROSIVOS							
	CLORO	CLORURO DE HIDROGENO	FLUOR	HEXAFLUORURO DE TUNGSTENO	OXICLORURO DE CARBONO (FOSGENO)	TETRAFLUORURO DE SILICIO	
MEZCLAS INDUSTRIALES							
	AIRE SINTETICO nitrogeno + oxigeno	ARGON LAMPARAS argón + Nitrogeno	ARGON QUANTOVAC argón + hidrógeno	ATAL argón + anhídrido carbónico	AZE THYL nitrogeno + etileno	CARBOGENO oxígeno + anhídrido carbónico	GAS PR argón + metano
	GAS O argón + isobutano	INARC helio + argón	MOX argón + oxígeno	NOXAL argón + hidrógeno	SEOCID anhídrido carbónico + óxido de etileno	SEOGER Iron 12 + óxido de etileno	CARGAL argón + oxígeno
						TERAL argón + anhídrido carbónico + oxígeno	

Hay una nueva norma de identificación de botellas de gas basada en la ITC EP-6 que salió publicada en el BOE el 6 de Febrero del 2009, y con aplicación al cabo de 6 meses, en la que se decía que las botellas debían atenerse a lo indicado en la norma UNE-EN 1089-3. Entró en vigor el 5 de Agosto de 2009 con un período de 5 años de adaptación a esta nueva norma.

4.1.4.3. Contenido de botellas y botellones

El contenido de la botella es un gas. Según sus propiedades y desde el punto de vista preventivo los gases se clasifican en:

- Gas inflamable

Gas o mezcla de gases con un límite de inflamabilidad en el aire inferior o igual al 13% o que tenga su campo de inflamabilidad (LSI-LII) mayor del 12%. Ejemplos: H₂, CH₂=CH₂, CH₄, CO.

- Gas tóxico

Aquel con un TLV-TWA (valor límite ambiental para una exposición de 40 h semanales y 8 h diarias sea inferior a 50 ppm. Ejemplo: NH₃, CO, H₂S, PH₂, NO.

- Gas corrosivo

Aquel que produce una corrosión de más de 6 mm/año en acero A-37, a una temperatura de 55°C. Ejemplos: Cl₂, F₂, HBr, HCl.

- Oxidante

Si puede soportar la combustión con un oxipotencial superior al del aire. Ejemplo: O₂, F₂, aire, N₂O.

- Autoinflamable

Si es capaz de inflamarse sin el aporte de una energía externa de activación. Ejemplo: PH₂.

- Criogénico

Cuando la temperatura de ebullición del gas a presión atmosférica es inferior a -40°C, suministrándose licuado. Ejemplos: Ar líquido, N₂ líquido, He líquido.

- Inerte

Aquel que no se clasifica en ninguno de los apartados anteriores. Ejemplo: Ar, He, N₂ y algunos halones y freones.

4.1.4.4. Clasificación de los gases según su estado físico

Atendiendo a su estado físico distinguiremos:

- Gases comprimidos

Cuando el gas o la mezcla de gases tiene una temperatura crítica (*temperatura crítica es la temperatura por encima de la cual un gas no puede licuarse por alta que sea la presión que se aplique*) inferior a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. En este caso el gas en el interior de la botella esta siempre en fase gaseosa. Entre los gases comprimidos de uso común en los laboratorios está el argón, el helio, el hidrógeno, el nitrógeno y el monóxido de carbono.

- Gases licuados

En este caso la temperatura crítica del gas o mezcla de gases es igual o superior a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ y en el interior de la botella el gas se encuentra en fase líquida y gaseosa. En los laboratorios de química no es raro encontrar gases licuados como son el dióxido de nitrógeno, el dióxido de azufre, el óxido de dinitrógeno o el amoniaco.

- Gases disueltos

Es el caso del acetileno. El gas se suministra por razones de seguridad disuelto en acetona embebida en un material poroso para impedir su polimerización y la consecuente explosión del recipiente que lo contiene.

4.1.4.5. Manorreductores

Para hacer uso del gas contenido en la botella es necesario acoplar a esta un manorreductor. El manorreductor reduce la presión de salida del gas de la botella hasta la presión de uso (ver Figura 25).

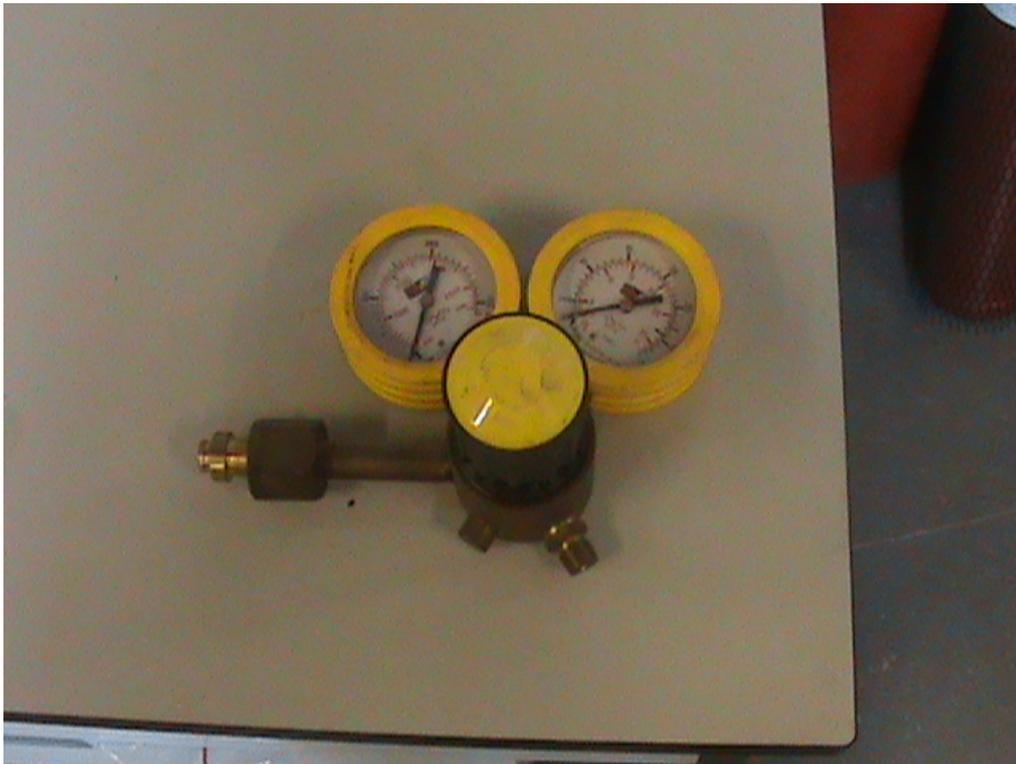


Figura 25: Manorreductor

Básicamente un manorreductor consta de un cuerpo con dos cámaras comunicadas entre sí a través de un orificio o válvula, que hace que la presión de la segunda cámara sea menor que en la primera.

La primera cámara está conectada directamente a la botella y por tanto la presión que alcanza cuando el grifo de la botella está abierto, es muy próxima a la existente en el interior de la botella. La segunda cámara nos marca la presión de salida, es decir la presión con la que vamos a trabajar.

Un manorreductor como el descrito anteriormente se denomina manorreductor simple. En algunas ocasiones, cuando se necesita una mayor precisión en la presión de salida se utilizan manorreductores de doble cuerpo, en los que se instalan dos manorreductores distintos en serie. En este caso el segundo manorreductor jamás debe ser conectado



directamente a la botella, ya que se encuentra diseñado para admitir presiones muy inferiores a las que provienen de la misma.

Para conectar la botella al circuito debemos seguir cuidadosamente las siguientes instrucciones:

- ✓ Asegurarnos que el grifo de la botella está cerrado
- ✓ Comprobar que también están cerrados todas las válvulas de los manorreductores
- ✓ Aproximar la botella al lugar de conexión y fijarla a la pared con ayuda de una cadena
- ✓ Alinear el racor del manorreductor con la boca del grifo
- ✓ Comprobar que los acoplamientos de las conexiones de los reguladores con las válvulas de las botellas son coincidentes. Atornillar primero a mano y luego suavemente con ayuda de una llave fija el racor a la boca del grifo.

4.1.4.6. Situaciones de riesgo de equipos a presión

El Instituto de Seguridad e Higiene en el trabajo recomienda según el tipo de emergencia realizar las siguientes actuaciones:

- ✓ El problema más frecuente es la fuga de gas y la formación de mezclas explosivas con el aire del laboratorio y el consiguiente riesgo de explosión

Para minimizar este riesgo las botellas de gases inflamables deben colocarse en el exterior del edificio, realizándose el suministro al laboratorio a través de conducciones colocadas por instaladores autorizados. Los laboratorios deben de disponer además de una buena ventilación.

Toda fuga debe considerarse como una emergencia. El laboratorio debe disponer

de procedimientos escritos donde se explique cómo afrontar este tipo de emergencias y su personal entrenado para actuar conforme a estas instrucciones:

- ✓ En el caso de que se produjese una llama en la boca de una botella, se intentará cerrar el grifo inmediatamente. En el caso de no poder cerrarse las actuaciones a seguir dependerán de donde esté ubicada la botella

Si la botella está en una caseta exterior, se intentará apagar la llama de la botella con un extintor de polvo, se señalizará el peligro existente en el área y se enfriará el grifo para tratar de cerrarlo

Si la botella se encuentra en un laboratorio, el riesgo derivado del escape de gases inflamables en el caso de que se apague la llama, puede ser mayor que el originado por la propia llama. En estas ocasiones hay que tratar de que la llama no provoque un incendio, evacuar el área y dar aviso inmediatamente a seguridad exterior de la universidad, a los bomberos y al suministrador

- ✓ Si en un local en el que hay botellas de gases comprimidos se produjese un incendio, debemos tener en cuenta la existencia de un peligro latente de explosión

En caso de incendio y siempre que esto resulte posible, se debe desalojar las botellas del local y actuar como en los apartados anteriores. Si no se pueden desalojar se debe intentar refrigerarlas regándolas con agua

En caso de intervenir los bomberos, se le advertirá de su existencia, situación y cantidad, así como de los gases que contienen.

4.1.4.7. Listado de botellas y botellones

La relación de botellas existentes a día de hoy en el Laboratorio es la siguiente:

- Oxígeno: 5 botellas de 1 kg
- Acetileno: 5 botellas de 1kg



- R-22: 2 botellas de 12 kg
- R-410: 2 botellas de 12 kg
- R-134 a: 1 botella de 55 kg
- Argón: 1 botella de 20 kg
- Nitrógeno: 1 botella de 20 kg
- Butano: 1 botella de 13 kg

Las botellas se encuentran repartidas en el Laboratorio Pesado y en el Taller, éstas están asociadas a instalaciones experimentales de refrigeración y frío industrial, además de las utilizadas en los equipos de soldadura TIG y oxiacetilénica.

Las botellas están sin amarrar ni hacer firme a ningún lugar ya que por su tamaño no hay peligro de vuelco, el botellón de refrigerante 134 a esta en un carro con ruedas y sujeto a él.

4.1.5. Máquinas y herramientas

En la actualidad el laboratorio tiene una serie de máquinas y herramientas que son utilizadas para tareas de mantenimiento de los equipos e instalaciones del mismo.

- Equipos de soldadura:
 - ✓ Equipo de soldadura oxi-acetilénica
 - ✓ Equipo de soldadura TIG y eléctrica de arco
- Máquinas-herramientas:
 - ✓ Torno
 - ✓ Fresadora
 - ✓ Tronzadora
 - ✓ Esmeriladora, taladro portátil, radial, etc.

A excepción del torno, la fresadora, la esmeriladora y la tronzadora que tienen una ubicación fija los demás equipos y herramientas son portátiles. La situación de las máquinas fijas en el taller se puede ver en la Figura 26.

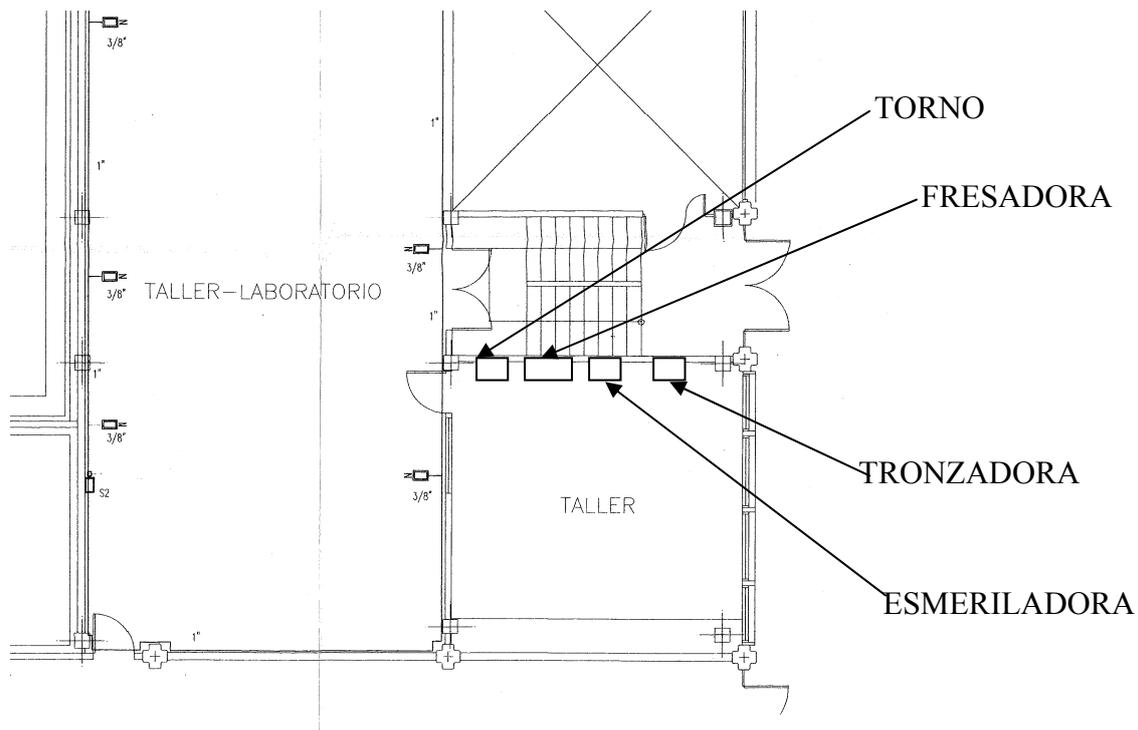


Figura 26: Situación máquinas fijas en taller

4.1.5.1. Equipo de soldadura oxi-acetilénica

Este equipo se utiliza para tareas de mantenimiento de las instalaciones del Laboratorio y para la realización de prácticas con el alumnado. Ver Anexo IV de calidad de aire.

El equipo esta compuesto por:

- ✓ 1 botella de oxígeno, gas comburente y su grifo manorreductor integrado
- ✓ 1 botella de acetileno, gas combustible y su grifo manorreductor integrado

- ✓ 1 armadura-carro, especialmente estudiado para transportar con seguridad y facilidad el equipo hasta el lugar de utilización.
- ✓ 1 soplete

Las características principales son:

- ✓ Peso: 43 kg (carro, botellas llenas y soplete)
- ✓ Altura: 95 cm. desde el suelo hasta el punto más elevado de la empuñadura
- ✓ Ancho: 51 cm. de rueda a rueda
- ✓ Capacidad: oxígeno 2,33 m³ y acetileno 1,6 m³
- ✓ Autonomía: aproximadamente 16 horas de llama continua con boquilla de 100 l/h.

En la Figura 27 podemos ver el equipo de soldadura oxi-acetilénica.



Figura 27: Equipo de soldadura oxi-acetilénica

4.1.5.2. Equipo de soldadura TIG y eléctrica de arco

El equipo como soldador de arco se utiliza con frecuencia para la construcción de bancadas y pequeñas estructuras, como equipo de soldadura TIG sólo se utiliza

ocasionalmente para alguna soldadura especial en tuberías de acero inoxidable. Este equipo sólo lo usan los técnicos de laboratorio.

Las características principales son:

- ✓ Tensión de red: 1x230 V
- ✓ Rango de corriente: para TIG 2 – 160 A, para eléctrica 2 – 140 A
- ✓ Tensión de vacío: 45 V
- ✓ Tensión de soldadura: para TIG 10,1 – 16,4 V, para eléctrica 20,1 – 25,6 V
- ✓ Clase de protección: IP 23 (ver Anexo Envoltentes de equipos)
- ✓ Dimensiones: 430/180/280 mm
- ✓ Peso: 8,4 kg

En la Figura 28 podemos ver el equipo de soldadura eléctrica y soldadura TIG.



Figura 28: Equipo Transtig 1700 para soldadura eléctrica y soldadura TIG

4.1.5.3. Torno

Torno de mecanizado de pequeñas piezas para el servicio del taller y que se muestra en la Figura 29. Ver anexo V de iluminación de los lugares de trabajo.

Las características principales son:

- ✓ Voltaje: 1x220 V
- ✓ Potencia: 750 vatios
- ✓ Velocidades: 50 – 2000 rpm
- ✓ Motor reversible
- ✓ Rango de avance longitudinal: 0,07 – 0,20 mm/rev
- ✓ Rango rosca: métrica 0,4 – 3,5 mm ; pulgadas 8 – 56 tpi
- ✓ Peso: 140 kg



Figura 29: Torno para metal Belflex 250/750 TME

4.1.5.4. Fresadora

La fresadora hace la misma función que el torno, todas estas máquinas herramientas sólo las utilizan los técnicos de laboratorio ya que son potencialmente peligrosas y son necesarias medidas de prevención y utilización de equipos de protección individual. La Figura 30 muestra una fotografía de esta máquina

Las características principales son:

- ✓ Voltaje: 1x220 V
- ✓ Potencia: 600 vatios
- ✓ Velocidades: Variador electrónico de velocidad 50 – 2250 rpm
- ✓ Recorrido bajada eje vertical: 50 mm
- ✓ Recorrido del cabezal: 275 mm
- ✓ Recorrido longitudinal: 350 mm
- ✓ Recorrido transversal: 140 mm
- ✓ Dimensión mesa: 500 x 180 mm
- ✓ Peso: 110 kg



Figura 30: Taladro fresador de sobremesa BF 20 VARIO

4.1.5.5. Esmeriladora

Esta máquina se utiliza para el afilado de brocas principalmente, tiene dos discos de material abrasivo para el afilado de superficies de corte, los discos son de grano distinto según para el acabado que se precise, la Figura 31 muestra una fotografía de esta herramienta.

Características técnicas:

- ✓ Tensión nominal: 1 x 230 V
- ✓ Potencia: 375 vatios
- ✓ Velocidad de giro en vacío: 2850 rpm
- ✓ Diámetro del eje: 13 mm
- ✓ Diámetro de la muela: 150 mm
- ✓ Espesor de la muela: 32 mm
- ✓ Peso: 11 kg

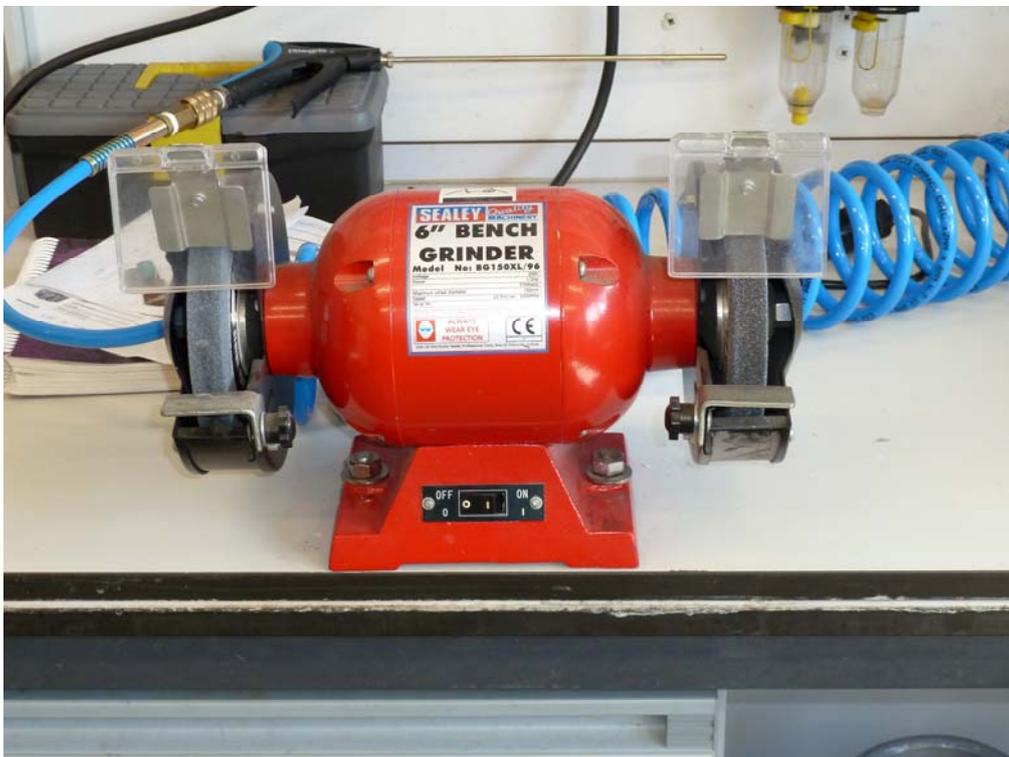


Figura 31: Esmeriladora doble de 375 vatios BG150XL/96

4.1.5.6. Tronzadora

La tronzadora es una máquina-herramienta usada para el corte de metales ferrosos principalmente, lleva un dispositivo para la refrigeración del disco de corte que consiste en una bomba de recirculación de la taladrina (refrigerante líquido), la Figura 32 muestra una fotografía de la tronzadora.

Las características técnicas principales son:

- ✓ Voltaje: 1x220 V
- ✓ Potencia: 750 vatios
- ✓ Velocidad: 1400 rpm
- ✓ Dimensiones del disco de corte: Diámetro 225 mm, espesor 2mm
- ✓ Velocidad del disco de corte: 52 rpm
- ✓ Angulo de corte: 45°
- ✓ Apertura máxima de la mordaza: 70 mm
- ✓ Capacidad del depósito de taladrina: 1 litro
- ✓ Peso: 32 kg

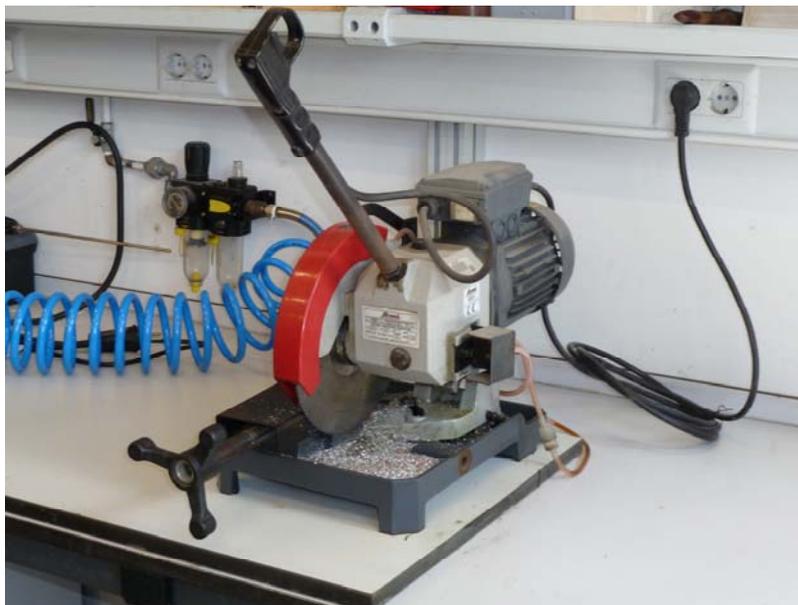


Figura 32: Tronzadora de disco para metales

4.1.5.7. Taladro, atornilladora y radial

Además de las máquinas fijas hay una serie de herramientas para uso del taller y para la reparación de distintos equipos e instalaciones del laboratorio.

Taladro

Características técnicas:

- ✓ Tensión nominal: 1 x 230 V
- ✓ Potencia: 700 vatios
- ✓ Revoluciones en vacío: 1ª velocidad 950 rpm ; 2ª velocidad 2250 rpm
- ✓ Peso: 2,9 kg

Atornilladora

Características técnicas:

- ✓ Tensión nominal: 24 V
- ✓ Revoluciones en vacío: 1ª velocidad 400 rpm ; 2ª velocidad 1300 rpm
- ✓ Ajuste del par de giro: 2 – 10 Nm
- ✓ Peso: 3 kg

Radial

Características técnicas:

- ✓ Tensión nominal: 1 x 230 V
- ✓ Potencia: 680 vatios
- ✓ Velocidad de giro en vacío: 10000 rpm
- ✓ Tamaño del eje: M 14
- ✓ Diámetro de los discos de corte: 115 mm
- ✓ Peso: 2,3 kg

La Figura 33 muestra una fotografía de estas herramientas.



Figura 33: Taladro, atornilladora y radial

4.1.5.8. Herramientas

Las propias de un taller (llaves fijas, llaves de vaso, atornilladores, alicates, etc.), así como diversos repuestos y materiales para poder reparar los equipos que se utilizan en las prácticas docentes y realizar los montajes necesarios en los proyectos de investigación. Ver Anexo VI de herramientas.

4.1.6. Equipos de Protección Individual (EPI's)

En el Laboratorio se realizan operaciones muy diversas, frecuentemente de corta duración, en las que se manipulan una gran variedad de productos con diferentes características de peligrosidad, siendo, a menudo, difícil adoptar medidas de protección colectiva eficaces y resultando, en muchos casos, riesgos residuales. Es en estas



circunstancias cuando debe recurrirse a los equipos de protección individual, que han de ser adecuados frente a los riesgos de los que se quiere obtener protección mediante su correspondiente certificación (marca “CE”).

Las EPI's que se usan en el Laboratorio de Termotecnia son las que recomienda el Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPV para riesgos de tipo mecánico, la siguiente lista incluye los equipos de protección que hay en el Laboratorio.

Listado de EPI's de que dispone el Laboratorio de Termotecnia en el momento actual:

- ✓ Guantes de protección
- ✓ Gafas de protección
- ✓ Pantallas de protección
- ✓ Gorra-casco de seguridad
- ✓ Mascarillas
- ✓ Protectores auditivos

Las tareas cotidianas del Laboratorio en que se utilizan las EPI's son diversas, desde la soldadura eléctrica de arco en la que se usa las pantallas de protección de lente oscura, hasta por ejemplo el afilado de una broca en la esmeriladora donde se protegen los ojos con unas gafas de protección y los oídos con un protector auditivo.

El Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, define los Equipos de Protección Individual (EPI's) como *“cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos, que puedan amenazar su seguridad o su salud en el trabajo, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin”*. Esta definición excluye, entre otros equipos, la ropa de trabajo corriente, pero no la que ofrece protección frente a un riesgo. Una bata, por ejemplo, se considera como ropa de trabajo, excepto que sea anticorrosión o ignífuga, en cuyos casos debe estar certificada frente a estos riesgos.

Es importante establecer un principio de utilización de dichos equipos, que está recogido en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL), y figura como norma general de uso en el citado Real Decreto: “Los Equipos de Protección Individual

deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo”.

Este criterio de utilización de la protección individual la convierte en una medida preventiva de carácter excepcional a la que debe recurrirse sólo cuando no es posible eliminar o reducir el riesgo mediante otras medidas que preceptivamente deben haberse implantado con carácter prioritario. El uso de los EPI's debe contemplarse también como un complemento de otras actuaciones preventivas que no garantizan un control suficiente de la situación de riesgo, así como y de manera provisional, mientras no se adoptan otras medidas correctoras colectivas. Por último, su utilización está recomendada en situaciones de emergencia, rescate o auto salvamento. Esta limitación se justifica básicamente, por el hecho de que la protección individual no varía la situación ambiental existente y por tanto no introduce mejora alguna en la misma. Así si se halla presente un determinado contaminante en el ambiente, éste permanece en la misma concentración e intensidad.

El carácter de “última protección”, que diferencia a un EPI de otros medios de protección, obliga a las Administraciones de los diferentes países a vigilar su calidad, y a otorgar certificaciones que legitimen su uso. Mediante el R.D. 1407/1992 (BOE 28/12/92), se regula la comercialización y la libre circulación intercomunitaria de los equipos de protección individual. En esta legislación se establece la obligatoriedad de que todo prototipo de EPI sea sometido al examen “CE de tipo” por un organismo de control oficialmente reconocido (notificado), que garantice la eficacia del equipo según las normas vigentes. En el caso de EPI's que deban proteger riesgos graves (protecciones respiratorias, por ejemplo), se exige además el control de calidad de la fabricación por uno de los organismos anteriormente citados. El cumplimiento de estos requisitos viene indicado por la marca de conformidad “CE” que se otorga sólo a los equipos que superen los mencionados controles.

Los equipos de protección individual pueden clasificarse, considerando la parte del cuerpo que protejan, en los siguientes grupos:

- Protectores de los ojos y la cara

- Protectores de la piel
- Protectores de las manos y los brazos
- Protectores de las vías respiratorias
- Protectores del oído
- Protectores de las piernas
- Protectores del tronco y del abdomen
- Protectores de la totalidad del cuerpo

De todos ellos los más utilizados en los laboratorios son los protectores de la piel, de los ojos, de las vías respiratorias y de las manos y los brazos. Aunque es evidente que, en ciertas circunstancias puede requerirse en un laboratorio la utilización de protecciones auditivas (en un laboratorio con riesgo de trauma sonoro) o de todo el cuerpo (en un laboratorio de seguridad biológica).

Los equipos destinados a la protección de la cara y los ojos permiten protegerse frente a los riesgos causados por proyecciones de partículas sólidas, proyecciones de líquidos (corrosivos, irritantes) y exposición a radiaciones ópticas (infrarrojo, ultravioleta, láser). Se pueden clasificar en dos grandes grupos: pantallas y gafas.

Las pantallas (ver la Figura 34), cubren la cara del usuario, no solamente los ojos.



Figura 34: Pantalla de protección

Aunque existen, en orden a sus características intrínsecas, dos tipos de pantallas, faciales y de soldadores, en los laboratorios normalmente sólo son necesarias las pantallas faciales, que pueden ser con visores de plástico, con tejidos aluminizantes o reflectantes o de malla metálica. Si su uso está destinado a la protección frente a algún tipo de radiaciones deben estar equipadas con visores filtrantes a las mismas.

Las gafas tienen el objetivo de proteger los ojos del trabajador (ver la Figura 35). Para que resulten eficaces, requieren combinar junto con unos oculares de resistencia adecuada, un diseño o montura o bien unos elementos adicionales adaptables a ella, con el fin de proteger el ojo en cualquier dirección. Se utilizan oculares filtrantes en todas aquellas operaciones en las que haya riesgo de exposición a radiaciones ópticas como ultravioleta, infrarrojo o láser. Considerando el tipo de montura se pueden agrupar en:

- Gafas tipo universal. Pueden ir provistas, aunque no necesariamente, de protección adicional
- Gafas tipo copa o cazoleta. Encierran cada ojo aisladamente. Están constituidas por dos piezas, integrando el aro portaocular y la protección lateral. También puede ser adaptables al rostro con un único ocular
- Gafas integrales. La protección adicional esta incluida en la misma montura. Pueden ser utilizadas conjuntamente con gafas graduadas



Figura 35: Gafas

En determinados casos, en que vayan a ser utilizadas de forma continuada por una persona que necesita gafas graduadas, pueden confeccionarse gafas de seguridad graduadas. La obligación de llevar gafas de modo permanente es bastante habitual en los laboratorios.

El objetivo de los equipos de protección de las manos es impedir el contacto y penetración de sustancias tóxicas, corrosivas o irritantes a través de la piel, las manos es la parte del cuerpo que más probablemente puede entrar en contacto con los productos químicos. Sin embargo, no debe despreciarse el riesgo de impregnación de la ropa, que se puede prevenir empleando delantales, mandiles y, en general, ropa de trabajo o protección adecuada a las características de peligrosidad del agente químico manipulado. En caso de contacto con el producto debe procederse al lavado inmediato de la protección y si se ha impregnado la ropa de trabajo, quitársela inmediatamente y proceder asimismo a su lavado.

Ante la posibilidad de contacto dérmico, la utilización de los guantes (ver Figura 36), es en muchas ocasiones el sistema de prevención más utilizado. Su uso, a diferencia de las protecciones respiratorias e igual que ocurre con las gafas, no supone fatiga ni especial incomodidad, aunque esto último depende de las operaciones manuales que se realicen. Esta situación, junto al hecho de que a menudo sea la única solución razonable para la prevención del riesgo, hace que haya una mayor tendencia a su utilización sin límite de tiempo.



Figura 36: Guantes de protección

Los guantes de seguridad se fabrican en diferentes materiales (PVC, PVA, nitrilo, látex, neopreno, etc.) en función del riesgo que se pretende proteger. Para su uso en el laboratorio, además de la necesaria resistencia mecánica a la tracción y a la perforación, es fundamental la impermeabilidad frente a los distintos productos químicos. Téngase en cuenta que la utilización de guantes no impermeables frente a un producto, si hay inmersión o contacto directo importante, no solamente no protege sino que incrementa el riesgo. Por estos motivos a la hora de elegir un guante de seguridad es necesario conocer su idoneidad, en función de los productos químicos utilizados, mediante el correspondiente certificado de homologación que debe ser facilitado por el suministrador.

Los equipos de protección individual de las vías respiratorias son aquellos que tratan de impedir que el contaminante penetre en el organismo a través de esta vía. Técnicamente se pueden clasificar en equipos dependientes e independientes del medio ambiente.

Son equipos que utilizan el aire del ambiente y lo purifican, es decir retienen o transforman los contaminantes presentes en él para que sea respirable. Estos equipos no pueden utilizarse cuando el aire es deficiente en oxígeno, cuando las concentraciones de contaminante son muy elevadas o se trata de sustancias altamente tóxicas o cuando existe el peligro de no detectar su mal funcionamiento (por ejemplo, un gas sin olor como el monóxido de carbono).

Presentan dos partes claramente diferenciadas: el adaptador facial y el filtro. El adaptador facial tiene la misión de crear un espacio herméticamente cerrado alrededor de las vías respiratorias, de manera que el único acceso a ellas sea a través del filtro. Existen tres tipos: la máscara, la mascarilla y la boquilla (ver la Figura 37):

- Máscara. Cubre la boca, la nariz y los ojos. Debe utilizarse cuando el contaminante es un irritante, para evitar su efecto sobre la mucosa ocular o en cualquier caso cuando pueda penetrar a través de ella.
- Mascarilla. Cubre la nariz y la boca exclusivamente.
- Boquilla. Ofrece una conexión entre la boca y el filtro y dispone de un sistema que impide la entrada de aire no filtrado por la nariz (pinza). Su utilización se limita exclusivamente a situaciones de emergencia.

Los adaptadores deben tener, entre otras, las siguientes propiedades: máxima hermeticidad, mínima resistencia al paso del aire, máxima visibilidad en las máscaras y máximo confort de utilización.

Los filtros tienen la misión de purificar el aire y eliminar la contaminación. Se clasifican en tres clases: mecánicos, químicos y mixtos.

- Los filtros mecánicos retienen el contaminante, impidiendo el paso por mecanismos físicos. Se utilizan para polvo, humo o aerosoles.



Figura 37: Tipos de mascarillas

- Los filtros químicos realizan su misión filtrante disponiendo en su interior de alguna sustancia química que retiene el contaminante, adsorbiéndolo, o reaccionando con él. Los filtros químicos son específicos para una sustancia o grupo de sustancias de parecidas características químicas.
- Los filtros mixtos realizan combinadamente la acción de los filtros mecánicos y de los químicos.

Considerando la resistencia al paso del aire y la permeabilidad al contaminante, los filtros se clasifican en varias categorías. La resistencia al paso del aire se mide como la pérdida de carga, de manera que cuanto más pequeña es, más cómoda resulta la utilización del filtro. La permeabilidad al contaminante se denomina también penetración, que es la concentración del contaminante que es capaz de atravesar el filtro. La clasificación otorga la mejor categoría o clase a los filtros cuya pérdida de carga y penetración es menor.

Otra característica de los filtros es su «vida media», que es el tiempo que tarda un filtro en alcanzar la máxima penetración admisible para una concentración conocida. Es un valor de referencia, aunque poco útil en la práctica, donde no se suele conocer la concentración del contaminante en aire.

La mascarilla autofiltrante (ver Figura 38) es un tipo especial de protector respiratorio que reúne en un solo cuerpo inseparable el adaptador facial y el filtro. No son adecuadas para la protección de gases o vapores. Debido a su bajo peso y poca pérdida de carga las hace más cómodas que las mascarillas convencionales.



Figura 38: Mascarilla autofiltrante

Los equipos independientes del medio ambiente se caracterizan porque el aire que respira el usuario no es el del ambiente de trabajo y se clasifican en: semiautónomos y autónomos.

Los equipos semiautónomos utilizan el aire de otro ambiente diferente al de trabajo, no contaminado y transportado a través de una canalización (manguera) o proveniente de recipientes a presión no portátiles. Disponen de un adaptador facial, generalmente tipo máscara, y una manguera. El aire puede ser aspirado a voluntad a través de la manguera o suministrado a presión mediante un compresor o botellas de aire comprimido. Estos equipos se utilizan en trabajos con muy altas concentraciones de contaminante o pobres en oxígeno.

Los equipos autónomos son aquellos en los que el sistema de aporte de aire es transportado por el usuario. Su utilización está indicada en los casos en que el aire es irrespirable y se requiere autonomía y libertad de movimientos.

El uso de estos equipos en el laboratorio no es habitual, excepto en casos muy especiales, como el trabajo en laboratorios con riesgo biológico nivel 4 o en ambientes con contaminación radioactiva importante. Sin embargo, la presencia de equipos autónomos para emergencias y operaciones de salvamento sí que suele ser habitual en el laboratorio (ver Figura 39).



Figura 39: Equipo autónomo de emergencia



Mención aparte merecen los equipos destinados a la protección frente al riesgo biológico.

Existe una marcada tendencia a confundir los equipos destinados a evitar la contaminación de material estéril (protección del producto) con los destinados a la protección del trabajador. En consecuencia, cuando exista riesgo biológico deberá establecerse un protocolo de utilización de EPI's que responda a una protección efectiva frente al mismo, combinado, en su caso, con el correspondiente a mantener la asepsia del material o muestra.

5. Revisión de Normativa Aplicable

5.1. Instalación de aire comprimido

- Orden de 28 de junio de 1988, por la que se aprueba la ITC-MIE-AP17 del Reglamento de Aparatos a Presión referente a instalaciones de tratamiento y almacenamiento de aire comprimido.
- Ley 21/1992 de 16 de julio, de Industria. B.O.E. Nº 176 publicado el 23/7/1992.
- Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial. B.O.E. Nº 32 publicado el 6/2/1996.
- Real Decreto 251/1997, de 21 de febrero de 1987, por el que se aprueba el Reglamento del Consejo de Coordinación de la Seguridad Industrial. B.O.E. Nº 66 publicado el 18/3/1997.
- Directiva 73/23/CEE (Baja Tensión).
- Resolución de 7 de octubre de 2005, de la Dirección General de Desarrollo Industrial, por la que se actualiza el anexo I de la Resolución de 14 de octubre de 2002, de la Dirección General de Política Tecnológica, por la que se publican las normas armonizadas y se incluyen las normas nacionales que satisfacen las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión. B.O.E. Nº 269 publicado el 10/11/2005.



- Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales B.O.E. Nº 289 publicado el 2/12/2000.

5.2. Instalación de gas natural

- Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento Técnico de Distribución y Utilización de Combustibles Gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11.
- ITC-MIE-AG-08: Calderas murales de calefacción central derivados de calentadores instantáneos de agua.
- Orden de 7 de junio de 1988, por la que se aprueban diversas ITC del Reglamento de Aparatos que Utilizan Gas como Combustible B.O.E. Nº 147 publicado el 20/6/1988.
- Ley 21/1992 de 16 de julio, de Industria. B.O.E. Nº 176 publicado el 23/7/1992.
- Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial. B.O.E. Nº 32 publicado el 6/2/1996.
- Real Decreto 251/1997, de 21 de febrero de 1987, por el que se aprueba el Reglamento del Consejo de Coordinación de la Seguridad Industrial. B.O.E. Nº 66 publicado el 18/3/1997.
- Directiva 73/23/CEE (Baja Tensión).
- Resolución de 7 de octubre de 2005, de la Dirección General de Desarrollo Industrial, por la que se actualiza el anexo I de la Resolución de 14 de octubre de 2002, de la Dirección General de Política Tecnológica, por la que se publican las normas armonizadas y se incluyen las normas nacionales que satisfacen las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión. B.O.E. Nº 269 publicado el 10/11/2005.



- Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales B.O.E. Nº 289 publicado el 2/12/2000.

5.3. Instalación de protección contra incendios

- Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Orden de 16 de abril de 1998, sobre normas de procedimiento y desarrollo del Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios y se revisa el anexo I y los apéndices del mismo.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Orden de 10 de marzo de 1998, por la que se modifica la instrucción Técnica Complementaria MIE-AP5 del Reglamento de Aparatos a Presión sobre extintores de incendios.
- Ley 21/1992 de 16 de julio, de Industria. B.O.E. Nº 176 publicado el 23/7/1992.
- Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial. B.O.E. Nº 32 publicado el 6/2/1996.
- Real Decreto 251/1997, de 21 de febrero de 1987, por el que se aprueba el Reglamento del Consejo de Coordinación de la Seguridad Industrial. B.O.E. Nº 66 publicado el 18/3/1997.
- Directiva 73/23/CEE (Baja Tensión).
- Resolución de 7 de octubre de 2005, de la Dirección General de Desarrollo Industrial, por la que se actualiza el anexo I de la Resolución de 14 de octubre de 2002, de la Dirección General de Política Tecnológica, por la que se publican las normas armonizadas y se incluyen las normas nacionales que satisfacen las

- exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- _B.O.E. N° 269 publicado el 10/11/2005.
- Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales B.O.E. N° 289 publicado el 2/12/2000.

5.4. Equipos a presión

- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias. Disposición transitoria sexta del RD 2060/2008. Utilización de recipientes a presión transportables.

Las botellas y botellones que a la entrada en vigor del Reglamento de equipos a presión cumplan los requisitos de la ITC MIE-AP7 del Reglamento de Aparatos a Presión, aprobado por Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, y no hayan sido revaluados según lo establecido en el Real Decreto 222/2001, de 2 de marzo (recipientes sin marcado π), se podrán seguir utilizando si cumplen las condiciones indicadas en la ITC EP-6.

Disposición transitoria séptima del RD 2060/2008. Colores de identificación de los recipientes a presión transportables.

Las botellas y botellones que utilizan los colores indicados en la ITC MIE AP 7 deberán adaptarse a los que se indican en la ITC EP-6 que entró en vigor el 5 de Agosto de 2009 y con aplicación al cabo de 6 meses en un período de 5 años de adaptación.

- Orden de 21 de julio de 1992, por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MIE-APQ-005 del Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos, referente a almacenamiento de botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión.



- Orden de 31 de octubre de 2000 por la que se establece, para las botellas fabricadas de acuerdo con las Directivas 84/525/CEE, 84/526/CEE y 84/527/CEE, el procedimiento para la comprobación de los requisitos complementarios establecidos en la ITC-MIE-AP 7 del Reglamento de Aparatos a Presión.
- ITC MIE-APQ-5: «Almacenamiento y utilización de botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión» que complementa el REAL DECRETO 379/2001, de 6 de abril por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias. BOE núm. 112 de 10 de mayo de 2001.
- NTP 198: Gases comprimidos: identificación de botellas.
- NTP 397: Botellas de gas: riesgos genéricos en su utilización.

5.5. Maquinaria y herramientas

- Seguridad y condiciones de trabajo en el laboratorio. Ministerio de Trabajo y Asuntos sociales. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Real Decreto 1495/1986, de 26 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad en las Máquinas.
- Real Decreto 590/1989, de 19 de mayo, por el que se modifican los artículos 3 y 14 del Reglamento de Seguridad en las Máquinas
- Orden de 8 de abril de 1991, por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MSG-SM-1 del Reglamento de Seguridad en las Máquinas, referente a máquinas, elementos de máquinas o sistemas de protección, usados, que se acompaña como anexo a esta Orden. Esta Instrucción incluye las prescripciones exigibles a tales elementos, y supone un desarrollo del Real Decreto 1495/1986, de 26 de mayo, estableciendo normas sobre la acreditación

del cumplimiento de las reglas de seguridad, placas, etiquetas e instrucciones de uso y revisiones periódicas.

- Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales.

5.6. EPI's

La normativa de aplicación específica en materia de adquisición y uso de EPI está constituida, respectivamente, por el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de equipos de protección individual, así como por el Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de estos equipos. También deben de cumplir con la Declaración de Conformidad así como con el Mercado CE.

- Directiva 89/686/CEE (Equipos de Protección Individual).

5.7. Legislación Complementaria

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación B.O.E. N° 74 publicado el 28/3/2006.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales B.O.E. N° 269 publicado el 10/11/1995.
- Real Decreto 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención B.O.E. N° 27 publicado el 31/1/1997.
- Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en



particular dorsolumbares, para los trabajadores B.O.E. N° 97 publicado el 23/4/1997.

- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo B.O.E. N° 97 publicado el 23/4/1997.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo B.O.E. N° 97 publicado el 23/4/1997.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual B.O.E. N° 140 publicado el 12/6/1997. Corrección de errores: BOE N° 171 de 18/7/1997
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo B.O.E. N° 188 publicado el 7/8/1997.

6. Diagnóstico

Actualmente se reconoce que la evaluación de riesgos es la base para una gestión activa de la seguridad y la salud en el trabajo. De hecho la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, que traspone la Directiva Marco 89/391/CEE, establece como una obligación del empresario:

- Planificar la acción preventiva a partir de una evaluación inicial de riesgos.
- Evaluar los riesgos a la hora de elegir los equipos de trabajo, sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

Esta obligación ha sido desarrollada en el capítulo II, artículos 3 al 7 del Real Decreto 39/1997, Reglamento de los Servicios de Prevención.



La evaluación de los riesgos laborales es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse.

En sentido general y admitiendo un cierto riesgo, mediante la evaluación de riesgos se ha de dar una respuesta a: ¿es segura la situación de trabajo analizada?.

El proceso de evaluación de riesgos se compone de las siguientes etapas:

- Análisis del riesgo, mediante el cual se :
 - Identifica el peligro
 - Se estima el riesgo, valorando conjuntamente la probabilidad y las consecuencias de que se materialice el peligro

El análisis del riesgo proporcionará de qué orden de magnitud es el riesgo.

- Valoración del riesgo, con el valor del riesgo obtenido, y comparándolo con el valor del riesgo tolerable, se emite un juicio sobre la tolerabilidad del riesgo en cuestión.

Si de la evaluación del riesgo se deduce que el riesgo es no tolerable, hay que controlar el riesgo. Al proceso conjunto de evaluación del riesgo y control del riesgo se le suele denominar gestión del riesgo.

De acuerdo con lo dispuesto en el capítulo VI del R.D. 39/1997, la evaluación de riesgos sólo podrá ser realizada por personal profesionalmente competente. Debe hacerse con una buena planificación y nunca debe entenderse como una imposición burocrática, ya que no es un fin en sí misma, sino un medio para decidir si es preciso adoptar medidas preventivas.



Si de la evaluación de riesgos se deduce la necesidad de adoptar medidas preventivas, se deberá:

- Eliminar o reducir el riesgo, mediante medidas de prevención en el origen, organizativas, de protección colectiva, de protección individual o de formación e información a los trabajadores.
- Controlar periódicamente las condiciones, la organización y los métodos de trabajo y el estado de salud de los trabajadores.

De acuerdo con el Artículo 33 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales, el empresario deberá consultar a los representantes de los trabajadores, o a los propios trabajadores en ausencia de representantes, acerca del procedimiento de evaluación a utilizar en la empresa o centro de trabajo. En cualquier caso, si existiera normativa específica de aplicación, el procedimiento de evaluación deberá ajustarse a las condiciones concretas establecidas en la misma.

La evaluación inicial de riesgos deberá hacerse en todos y cada uno de los puestos de trabajo de la empresa, teniendo en cuenta:

- Las condiciones de trabajo existentes o previstas
- La posibilidad de que el trabajador que lo ocupe sea especialmente sensible, por sus características personales o estado biológico conocido, a alguna de dichas condiciones.

Deberán volver a evaluarse los puestos de trabajo que puedan verse afectados por:

- La elección de equipos de trabajo, sustancias o preparados químicos, la introducción de nuevas tecnologías a la modificación en el acondicionamiento de los lugares de trabajo.
- El cambio en las condiciones de trabajo



- La incorporación de un trabajador cuyas características personales o estado biológico conocido los hagan especialmente sensible a las condiciones del puesto.

La evaluación de riesgos debe ser un proceso dinámico. La evaluación inicial debe revisarse cuando así lo establezca una disposición específica y cuando se hayan detectado daños a la salud de los trabajadores o bien cuando las actividades de prevención puedan ser inadecuadas o insuficientes. Para ello se deberán considerar los resultados de:

- Investigación sobre las causas de los daños para la salud de los trabajadores
- Las actividades para la reducción y el control de los riesgos
- El análisis de la situación epidemiológica

Además de lo descrito, las evaluaciones deberán revisarse periódicamente con la periodicidad que se acuerde entre la empresa y los representantes de los trabajadores.

Finalmente la evaluación de riesgos debe quedar documentada, quedando reflejado, para cada puesto de trabajo cuya evaluación ponga de manifiesto la necesidad de tomar una medida preventiva, los siguientes datos:

- Identificación de puesto de trabajo
- El riesgo o riesgos existentes
- La relación de trabajadores afectados
- Resultado de la evaluación y las medidas preventivas procedentes

Referencia a los criterios y procedimientos de evaluación y de los métodos de medición, análisis o ensayo utilizados, si procede.

Las evaluaciones de riesgos se pueden agrupar en cuatro grandes bloques:

- Evaluación de riesgos impuestos por legislación específica



- Evaluación de riesgos para los que no existe legislación específica pero están establecidas en normas internacionales, europeas, nacionales o en guías de organismos oficiales u otras entidades de reconocido prestigio
- Evaluación de riesgos que precisa métodos especializados de análisis
- Evaluación general de riesgos

En numerosas ocasiones gran parte de los riesgos que se pueden presentar en los puestos de trabajo derivan de las propias instalaciones y equipos para los cuales existe una legislación nacional, autonómica y local de Seguridad Industrial y de Prevención y Protección de Incendios.

Por ejemplo, el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (D. 2413/1973) regula las características que han de cumplir las instalaciones, la autorización para su puesta en servicio, las revisiones periódicas, las inspecciones, así como las características que deben reunir los instaladores autorizados.

El cumplimiento de dichas legislaciones supondría que los riesgos derivados de estas instalaciones o equipos, están controlados. Por todo ello no se considera necesario realizar una evaluación de este tipo de riesgos, sino que se debe asegurar que se cumple con los requisitos establecidos en la legislación que le sea de aplicación y en los términos señalados en ella.

Algunas legislaciones que regulan la prevención de riesgos laborales, establecen un procedimiento de evaluación y control de los riesgos. Por ejemplo, el R.D.1316/1989 de 27 de Octubre sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo, define:

- La medida del ruido
- Los instrumentos de medida y sus condiciones de aplicación
- El proceso de evaluación de la exposición al ruido
- La periodicidad de las evaluaciones
- Los métodos de control a utilizar en función de los niveles de exposición



Hay riesgos en el mundo laboral para los que no existe una legislación, ni comunitaria ni nacional, que limite la exposición a dichos riesgos. Sin embargo existen normas o guías técnicas que establecen el procedimiento de evaluación e incluso, en algunos casos, los niveles máximos de exposición recomendados.

Por ejemplo: Exposición a campos electromagnéticos. La Norma ENV 50166 trata de la exposición a campos electromagnéticos de frecuencias comprendidas entre 0 y 10 kHz (Parte 1) y entre 10 kHz y 300 GHz (Parte 2).

La norma facilita:

- El procedimiento de medida de campos electromagnéticos
- Los niveles de exposición recomendados
- Los métodos de control de la exposición

Existen legislaciones destinadas al Control de los Riesgos de Accidentes Graves (CORAG), cuyo fin es la prevención de accidentes graves tal como incendios, explosiones, emisiones resultantes de fallos en el control de una actividad industrial y que puedan entrañar graves consecuencias para personas internas y externas a la planta industrial.

Alguna de estas legislaciones exigen utilizar métodos específicos de análisis de riesgos, tanto cualitativos como cuantitativos, tales como el método HAZOP , el árbol de fallos y errores, etc.

Varios de esos métodos, en especial los análisis probabilísticos de riesgos, se utilizan también para el análisis de los sistemas de seguridad en máquinas y distintos procesos industriales.

6.1. Conceptos Básicos

Se entenderá como “riesgo laboral” la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo. Para calificar un riesgo desde el punto de vista



de su gravedad, se valorarán conjuntamente la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad del mismo.

Se considerarán como “daños derivados del trabajo” las enfermedades, patologías o lesiones sufridas con motivo u ocasión del trabajo.

Para cada actividad de trabajo puede ser preciso obtener información, entre otros, sobre los siguientes aspectos:

- Tareas a realizar. Su duración y frecuencia
- Lugares donde se realiza el trabajo
- Quien realiza el trabajo, tanto permanente como ocasional
- Otras personas que puedan ser afectadas por las actividades de trabajo (por ejemplo: visitantes, subcontratistas, público)
- Formación que han recibido los trabajadores sobre la ejecución de sus tareas
- Procedimientos escritos de trabajo, y/o permisos de trabajo
- Instalaciones, maquinaria y equipos utilizados
- Herramientas manuales movidas a motor utilizados
- Instrucciones de fabricantes y suministradores para el funcionamiento y mantenimiento de planta, maquinaria y equipos
- Tamaño, forma, carácter de la superficie y peso de los materiales a manejar
- Distancia y altura a las que han de moverse de forma manual los materiales



- Energías utilizadas (por ejemplo: aire comprimido)
- Estado físico de las sustancias utilizadas (humos, gases, vapores, líquidos, polvo, sólidos)
- Contenido y recomendaciones del etiquetado de las sustancias utilizadas
- Requisitos de la legislación vigente sobre la forma de hacer el trabajo, instalaciones, maquinaria y sustancias utilizadas
- Medidas de control existentes
- Datos reactivos de actuación en prevención de riesgos laborales: incidentes, accidentes, enfermedades laborales derivadas de la actividad que se desarrolla, de los equipos y de las sustancias utilizadas. Debe buscarse información dentro y fuera de la organización
- Datos de evaluaciones de riesgos existentes, relativos a la actividad desarrollada

Para llevar a cabo la identificación de peligros hay que preguntarse tres cosas:

- ¿Existe una fuente de daño?
- ¿Quién (o qué) puede ser dañado?
- ¿Cómo puede ocurrir el daño?

Con el fin de ayudar en el proceso de identificación de peligros, es útil categorizarlos en distintas formas, por ejemplo, por temas: mecánicos, eléctricos, radiaciones, sustancias, incendios, explosiones, etc..



Complementariamente se puede desarrollar una lista de preguntas, tales como: durante las actividades de trabajo, ¿existen los siguientes peligros?:

- golpes y cortes
- caídas al mismo nivel
- caídas de personas a distinto nivel
- caídas de herramientas, materiales, etc., desde altura
- espacio inadecuado
- peligros asociados con manejo manual de cargas
- peligros en las instalaciones y en las máquinas asociados con el montaje, la consignación, la operación, el mantenimiento, la modificación, la reparación y el desmontaje
- peligros de los vehículos, tanto en el transporte interno como el transporte por carretera
- incendios y explosiones
- sustancias que pueden inhalarse
- sustancias o agentes que pueden dañar los ojos
- sustancias que pueden causar daño por el contacto o la absorción por la piel
- sustancias que pueden causar daños al ser ingeridas
- energías peligrosas (por ejemplo: electricidad, radiaciones, ruido y vibraciones)
- trastornos músculo-esqueléticos derivados de movimientos repetitivos
- ambiente térmico inadecuado
- condiciones de iluminación inadecuadas
- barandillas inadecuadas en escaleras

La lista anterior no es exhaustiva. En cada caso habrá que desarrollar una lista propia, teniendo en cuenta el carácter de sus actividades de trabajo y los lugares en los que se desarrollan.

Para cada peligro detectado debe estimarse el riesgo, determinando la potencial severidad del daño (consecuencias) y la probabilidad de que ocurra el hecho.

Para determinar la potencial severidad del daño, debe considerarse:

- partes del cuerpo que se verán afectadas
- naturaleza del daño, graduándolo desde ligeramente dañino a extremadamente dañino

La probabilidad de que ocurra el daño se puede graduar, desde baja hasta alta, con el siguiente criterio:

- Probabilidad alta: El daño ocurrirá siempre o casi siempre
- Probabilidad media: El daño ocurrirá en algunas ocasiones
- Probabilidad baja: El daño ocurrirá raras veces

A la hora de establecer la probabilidad de daño, se debe considerar si las medidas de control ya implantadas son adecuadas. Los requisitos legales y los códigos de buena práctica para medidas específicas de control, también juegan un papel importante. Además de la información sobre las actividades de trabajo, se debe considerar lo siguiente:

- Trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos (características personales o estado biológico)
- Frecuencia de exposición al peligro
- Fallos en el servicio. Por ejemplo: electricidad y agua
- Fallos en los componentes de las instalaciones y de las máquinas, así como en los dispositivos de protección
- Exposición a los elementos
- Protección suministrada por los EPI's y tiempo de utilización de estos equipos
- Actos inseguros de las personas (errores no intencionados y violaciones intencionadas de los procedimientos)

El resultado de una evaluación de riesgos debe servir para hacer un inventario de acciones, con el fin de diseñar, mantener o mejorar los controles de riesgos. Es



necesario contar con un buen procedimiento para planificar la implantación de las medidas de control que sean precisas después de la evaluación de riesgos.

Los métodos de control deben escogerse teniendo en cuenta los siguientes principios:

- Combatir los riesgos en su origen
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud
- Tener en cuenta la evolución de la técnica
- Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro
- Adoptar las medidas que antepongan la protección colectiva a la individual
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores

El plan de actuación debe revisarse antes de su implantación, considerando lo siguiente:

- Si los nuevos sistemas de control de riesgos conducirán a niveles de riesgo aceptables
- Si los nuevos sistemas de control han generado nuevos peligros
- La opinión de los trabajadores afectados sobre la necesidad y la operatividad de las nuevas medidas de control

La evaluación de riesgos debe ser, en general, un proceso continuo. Por lo tanto la adecuación de las medidas de control debe estar sujeta a una revisión continua y modificarse si es preciso. De igual forma, si cambian las condiciones de trabajo, y con ello varían los peligros y los riesgos, habrá de revisarse la evaluación de riesgos.

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales en su artículo 23.1 a) y el R.D. 39/1997, exigen al empresario documentar la evaluación de riesgos y conservarla a disposición de la autoridad laboral.

Inicialmente se incluyeron todos los factores de riesgo en una lista. Éstos coinciden con las causas de accidentes que se manejan en las estadísticas, y enumera los factores de riesgo más frecuentes.

A continuación pasamos a enumerarlos:

1. CAÍDA DE PERSONAS A DISTINTO NIVEL.- Existe este riesgo cuando se realizan trabajos, aunque sea muy ocasionalmente, en zonas elevadas sin protección adecuada, como barandilla, murete, antepecho, barrera, etc., en los accesos a estas zonas y en huecos existentes en pisos y zonas de trabajo. Ejemplos: escaleras de peldaños, escaleras fijas de servicio, escaleras de mano, altillos, plataformas, pasarelas, fosos, muelles de carga, estructuras y andamios, zanjas, aberturas en pisos, huecos de montacargas, cajas y cabinas de camión, árboles, etc.

2. CAÍDA DE PERSONAS AL MISMO NIVEL.- Este riesgo se presenta cuando existen en el suelo obstáculos o sustancias que pueden provocar una caída por tropiezo o resbalón. Ejemplos: objetos abandonados en los pisos (tornillos, piezas, herramientas, materiales, trapos, recortes, escombros, etc.), cables, tubos y cuerdas cruzando zonas de paso (cables eléctricos, mangueras, cadenas eslingas, cuerdas, etc.), alfombras o moquetas sueltas, pavimento con desniveles, resbaladizo o irregular; agua, aceite, grasa, detergentes, cera, etc.

3. CAÍDA DE OBJETOS POR DESPLOME O DERRUMBAMIENTO.- El riesgo existe por la posibilidad de desplome o derrumbamiento de: estructuras elevadas, estanterías, pilas de materiales, tabiques, hundimiento de pisos por sobrecarga, tierras en cortes o taludes, zanjas, etc.

4. CAÍDA DE OBJETOS EN MANIPULACIÓN.- Posibilidad de caída de objetos o materiales durante la ejecución de trabajos o en operaciones de transporte y elevación por medios manuales o mecánicos. Ejemplos: herramientas manuales, palets de material, ladrillos, tablonés, piezas, cajas, sacos, bidones, etc.



5. CAÍDA DE OBJETOS DESPRENDIDOS.- Posibilidad de caída de objetos que no se están manipulando y se desprenden de su situación. Ejemplos: materiales en estanterías, piezas cerámicas en fachadas, lámparas y aparatos suspendidos, conductos, objetos y herramientas dejados en puntos elevados, barandillas sin rodapié sobre zonas de trabajo o paso, etc.

6. PISADAS SOBRE OBJETOS.- Riesgo de lesiones (torceduras, esguinces, pinchazos, etc.) por pisar o tropezar con objetos abandonados o irregularidades del suelo, sin producir caída. Ejemplos: herramientas, escombros, recortes, virutas metálicas, residuos, clavos, bordillos, desniveles, tubos, cables, etc.

7. CHOQUES Y GOLPES CONTRA OBJETOS INMÓVILES.- Posibilidad de que el trabajador choque, golpee, roce o raspe sobre un objeto inmóvil. Ejemplos: partes salientes de máquina, instalaciones o materiales, estrechamiento de zonas de paso, vigas o conductos a baja altura, etc.

8. CHOQUES Y GOLPES CONTRA OBJETOS MÓVILES.- Posibilidad de recibir un golpe por partes móviles de maquinaria fija y objetos o materiales en manipulación o transporte. Ejemplos: órganos móviles de aparatos, brazos articulados, carros deslizantes, mecanismos de pistón, grúas, transporte de tablones, tubos, palets, etc.

9. GOLPES Y CORTES POR OBJETOS O HERRAMIENTAS.- Posibilidad de lesión producida por objetos cortantes, punzantes o abrasivos, herramientas y útiles manuales, máquinas-herramienta, etc. Ejemplos: herramientas manuales, cuchillas, destornilladores, martillos, lijas, cepillos metálicos, muelas, aristas vivas, cristales, herramientas accionadas, ventiladores, taladros, tornos, sierras, cizallas, fresas, etc.

10. PROYECCIÓN DE FRAGMENTOS O PARTÍCULAS.- Riesgo de lesiones producidas por piezas, fragmentos o pequeñas partículas de material proyectadas por



una máquina, herramienta o acción mecánica. Ejemplos: rechazo de piezas por máquina, virutas, chispas de amolado, soldadura o cortocircuito, esquirlas, astillas, etc.

11. ATRAPAMIENTO O APLASTAMIENTO POR O ENTRE OBJETOS.-

Posibilidad de sufrir una lesión por atrapamiento o aplastamiento de cualquier parte del cuerpo por mecanismos de máquinas o entre objetos, piezas o materiales. Ejemplos: engranajes, rodillos, correas de transmisión, árboles de transmisión, ruedas y turbinas, transportadores, mecanismos en movimiento, cadenas de arrastre, prensas, piezas pesadas, etc.

12. ATRAPAMIENTO O APLASTAMIENTO POR VUELCO DE MÁQUINAS O VEHÍCULOS.-

Posibilidad de sufrir una lesión por atrapamiento o aplastamiento de cualquier parte del cuerpo debido al vuelco de tractores, carretillas, vehículos o máquinas.

13. SOBRESFUERZOS, POSTURAS INADECUADAS O MOVIMIENTOS REPETITIVOS.-

Posibilidad de lesiones músculo-esqueléticas y/o fatiga física al producirse un desequilibrio entre las exigencias de la tarea y la capacidad física del individuo. Ejemplos: manejo de cargas a brazo, amasado, lijado manual, enyesadores, mecánicos de mantenimiento, trabajos en cadena, trabajo en asiento inadecuado, introducción de datos en ordenador, etc.

14. EXPOSICIÓN A TEMPERATURAS AMBIENTALES EXTREMAS.-

Posibilidad de daño por permanencia en ambiente con calor o frío excesivo. Ejemplos: hornos, calderas, fundiciones, túneles; cámaras frigoríficas, etc.

15. CONTACTOS TÉRMICOS.-

Riesgo de quemaduras por contacto con superficies o productos calientes o fríos. Ejemplos: hornos, calderas, tuberías, escapes de vapor, líquidos calientes, llamas, sopletes, metales en fusión, resistencias eléctricas; gases licuados (nitrógeno, extintores de CO₂, etc.), instalaciones frigoríficas, etc.



16. **CONTACTOS ELÉCTRICOS.**- Riesgo de daños por descarga eléctrica al entrar en contacto con algún elemento sometido a tensión eléctrica (los contactos pueden ser tanto directos como indirectos). Ejemplos: conexiones, cables y enchufes en mal estado, regletas, cuadros de mando, bornes, líneas eléctricas, transformadores, motores eléctricos, lámparas, soldadura eléctrica, etc.

17. **EXPOSICIÓN A SUSTANCIAS NOCIVAS O TÓXICAS.**- Posibilidad de lesiones o afecciones producidas por inhalación, contacto o ingestión de sustancias perjudiciales para la salud. Este riesgo se evalúa mediante identificación de la sustancia (etiquetado obligatorio) y medición de su concentración en el ambiente de trabajo. Ejemplos: compuestos de plomo, disolventes orgánicos (tolueno, benceno, tricloroetileno, etc.), polvo silíceo, amianto, vapores ácidos, monóxido de carbono, cloruro de vinilo, fluidos frigoríficos, formaldehído, humos de soldadura, etc.

18. **CONTACTO CON SUSTANCIAS CAÚSTICAS O CORROSIVAS.**- Posibilidad de lesiones producidas por contacto con sustancias agresivas o afecciones motivadas por presencia de éstas en el ambiente. Ejemplos: ácidos, álcalis (sosa cáustica, cal viva, cemento, etc.), sales metálicas, sulfumán, etc.

19. **EXPOSICIÓN A RADIACIONES.**- Posibilidad de lesión o afección por la acción de radiaciones. Este riesgo se evalúa por medición. Ejemplos: rayos X, rayos gamma, rayos ultravioleta (soldadura, túneles de polimerización, cámaras de selección, etc.).

20. **EXPLOSIÓN.**- Posibilidad de que se produzca una mezcla explosiva del aire con gases o sustancias combustibles o estallido de recipientes a presión. Ejemplos: butano, propano, hidrógeno (carga de baterías eléctricas), disolventes, polvos combustibles (serrín, harina, etc.), materiales pirotécnicos, calderas, calderines, aerosoles, botellas de gases comprimidos, etc.

21. **INCENDIO.**- Riesgo de propagación de incendio por no disponer de medios adecuados para su extinción. Ejemplos: depósitos de alcohol, gasolina, plásticos, papel,



residuos, productos químicos, butano, aceites, tejidos, maderas. Carencia o insuficiencia de extintores y/o mangueras.

22. DAÑOS CAUSADOS POR SERES VIVOS.- Riesgo de lesiones o afecciones por la acción sobre el organismo de animales, contaminantes biológicos u otros seres vivos. Ejemplos: coces, mordeduras de animales, picaduras de insectos; parásitos, bacterias, hongos, virus, etc.

23. ATROPELLOS O GOLPES CON VEHÍCULOS.- Posibilidad de sufrir una lesión por golpe o atropello por un vehículo (perteneciente o no a la empresa) durante la jornada de trabajo. Incluye los accidentes de tráfico en horas de trabajo. Excluye los accidentes in itinere. Ejemplos: tractores, carretillas elevadoras, carros de transporte interior, dumpers, palas excavadoras, grúas automotoras, vehículos en general.

24. EXPOSICIÓN AL RUIDO.- Posibilidad de lesión auditiva por exposición a un nivel de ruido superior a los límites admisibles. Este riesgo se evalúa por medición y cálculo del nivel equivalente. Ejemplos: máquinas para trabajar la madera, trabajos de calderería, prensas, radiales, vibradores, telares, etc.

25. EXPOSICIÓN A VIBRACIONES.- Posibilidad de lesiones por exposición prolongada a vibraciones mecánicas. Ejemplos: martillos neumáticos, vibradores de hormigón, apisonadoras, etc.

26. ILUMINACIÓN INADECUADA.- Posibilidad de fatiga ocular debido a iluminación demasiado baja o excesiva, en función del trabajo a realizar. Este riesgo se evalúa mediante medición y comparación con valores de referencia.

27. CARGA MENTAL.- Cuando el trabajo exige una elevada concentración, rapidez de respuesta y un esfuerzo prolongado de atención, a los que la persona no puede adaptarse, aparece la fatiga nerviosa y la posibilidad de trastornos emocionales y



alteraciones psicosomáticas. Ejemplos: control de calidad, control de procesos automáticos, conducción de vehículos, ejecutivos, introducción de datos, tareas administrativas, docencia, etc.

28. RIESGOS DERIVADOS DE FACTORES PSICOSOCIALES U ORGANIZACIONALES.- Aquellos riesgos derivados de la organización del trabajo cuya repercusión en la salud dependerá de cómo se viva la interacción individuo-condiciones de trabajo. Ejemplo: jornada de trabajo (turnicidad, nocturnidad, exceso de horas), ritmo de trabajo excesivo, trabajo monótono, incomunicación, malas relaciones laborales, etc.

29. OTROS RIESGOS NO ESPECIFICADOS.- Se identifican todos aquellos riesgos no considerados en los puntos anteriores. Ejemplos: asfixia por falta de oxígeno, ahogamiento, descargas atmosféricas, quemaduras por el sol, fatiga visual, situaciones de emergencia, señalización en lugares de trabajo, otros, etc.

6.2. Metodología de análisis de Riesgos mediante las Fichas EIRLA

Una vez identificados los factores de riesgo se debe proceder a la evaluación del riesgo de una actividad, zona de trabajo o instalación. Existen metodologías diferentes para la evaluación de los mismos, este trabajo se ha centrado en la evaluación de los riesgos utilizando la metodología propuesta por INSHT y la metodología de evaluación y control de riesgos basada en la fichas EIRLA. Esta última se basa en un sistema de valoración adaptado de la metodología propuesta por William T. Fine, “Mathematical Evaluations for Controlling Hazards”.

Ambas metodologías parten de la identificación de los riesgos, para lo cual se puede utilizar la lista descrita en el apartado anterior.

La figura 40 muestra un esquema de la metodología que se pretende aplicar.

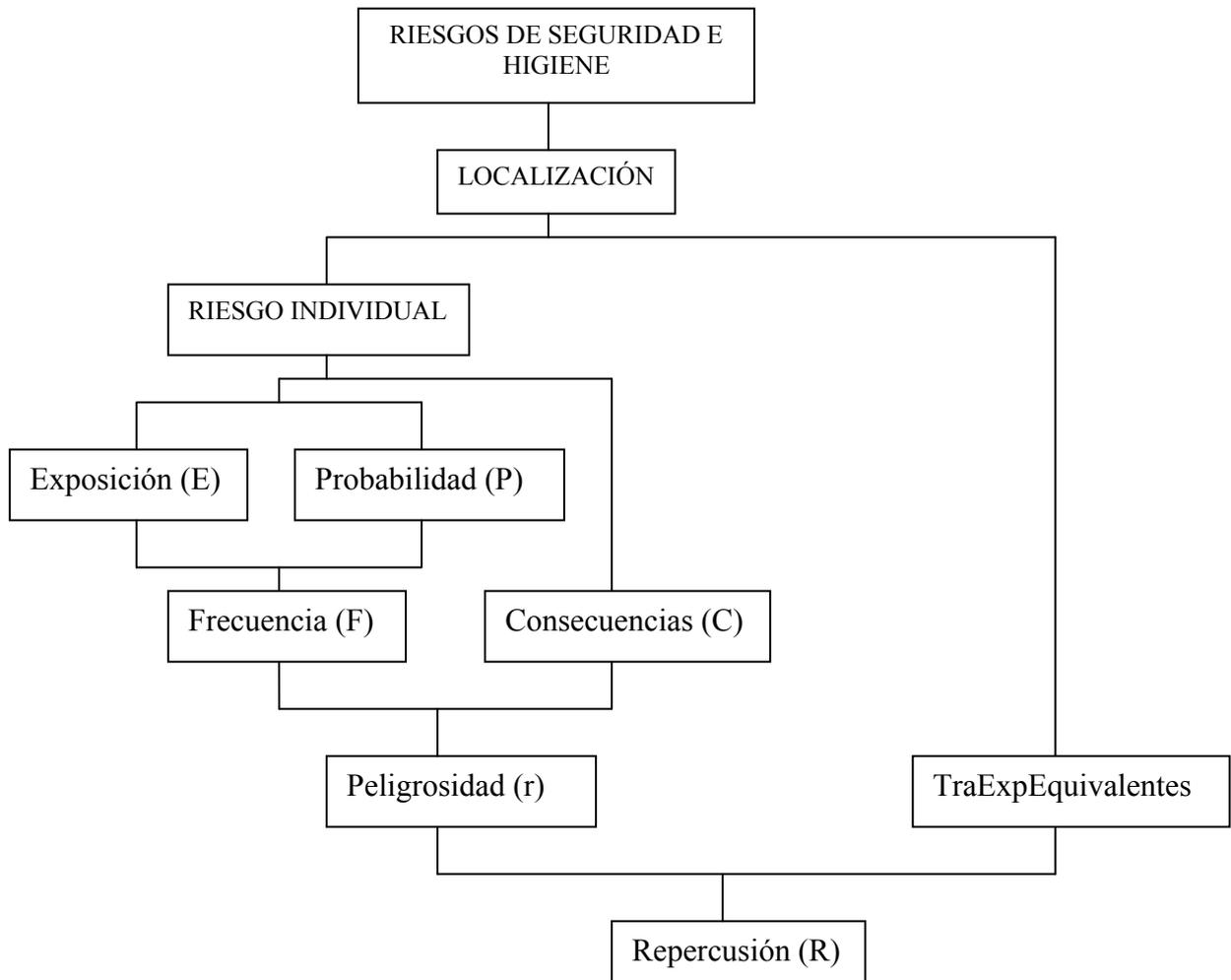


Figura 40: Esquema de Metodología de Análisis de Riesgos

Siguiendo lo planteado en el esquema anterior, una vez localizados los riesgos para el trabajador se deben cuantificar los trabajadores expuestos y los riesgos individuales. Así, en primer lugar determinamos los trabajadores expuestos. Una determinada tarea puede estar siendo realizada por distintos trabajadores o los trabajadores pueden estar realizando una tarea en concreto durante un tiempo parcial de su jornada laboral.

Debido a estas situaciones usuales en cualquier empresa se hace necesario introducir un indicador homogéneo para poder realizar comparaciones sobre los trabajadores expuestos a los riesgos sobre las actividades realizadas durante la jornada laboral.

Este indicador se denomina *trabajadores expuestos equivalentes* que se define como el número de trabajadores que están expuestos el 100% de su tiempo a un determinado riesgo. La expresión utilizada para el cálculo es la siguiente:

$$\text{TraExpEq} (t) = \sum_i \text{TraExp} (i, t) * \text{PorExp} (i, t) / 100 \quad (1)$$

TraExpEq: Trabajadores Expuestos Equivalentes

TraExp: Trabajadores Expuestos

PorExp: Porcentaje Exposición proporcional a la jornada laboral, en la Figura 41 podemos ver un ejemplo de ficha EIRLA en la que se incluyen 2 trabajadores a tiempo completo.

Por otro lado, una vez identificados y localizados los factores de riesgo de cada tarea del proceso objeto a evaluar, se determina la exposición (E) ante una determinada situación que puede, bajo ciertas circunstancias, originar un accidente y la probabilidad (P) de que cada vez que se presente la situación de riesgo, ésta pueda evolucionar dando lugar al accidente, tal como se muestra en el esquema de la figura 40.

La exposición al riesgo la cuantificamos con un factor numérico que indica la forma con la que se presenta el riesgo (ver Tabla 19).

Tabla 19: Exposición al riesgo

EXPOSICIÓN	E	
Remota	0	El trabajador podría estar expuesto a la situación que origina el accidente, pero no es usual.
Esporádica	1	El trabajador está expuesto a la situación que origina el accidente de forma esporádica.
Ocasional	3	El trabajador está expuesto a la situación que origina el accidente de forma ocasional, es decir, alguna vez en su jornada laboral y con períodos cortos de tiempo.
Frecuente	6	El trabajador está expuesto a la situación que origina el accidente de forma frecuente, es decir varias veces en su jornada laboral, aunque sea con tiempos cortos.
Continua	10	El trabajador está expuesto a la situación que origina el accidente de forma continua, es decir varias veces en la jornada laboral con tiempo prolongado.

La probabilidad de que se presente una determinada situación de peligro que pueda evolucionar en un accidente la indicamos en la Tabla 20 como la posibilidad numérica de que se produzca un accidente asignándole una serie de valores.

Tabla 20: Probabilidad de que ocurra un accidente

PROBABILIDAD	P	
Nunca ha sucedido	0.5	Nunca ha sucedido un accidente o incidente siguiendo esta secuencia pero es concebible.
Reducida	1	El accidente tiene alguna posibilidad de ocurrir pero es muy difícil.
Normal	3	El accidente se produciría en muy pocas ocasiones con esta secuencia de acontecimientos o situaciones.
Elevada	6	Ante esta secuencia de hecho o situación el accidente ocurrirá en algunas ocasiones.
Muy Elevada	10	Ante esta situación el accidente ocurrirá siempre o casi siempre.

Una vez determinadas la exposición (E) y la Probabilidad (P) de cada factor de riesgo, se calcula su producto determinándose la Frecuencia (F) del factor de riesgo (ver Tabla 21 y la Figura 41). La frecuencia representa la periodicidad con la que se puede presentar un determinado riesgo.

Tabla 21: Frecuencia

E * P	Frecuencia (F)	
De 0 a 10	Baja	La periodicidad con la que se presenta dicho factor de riesgo o el accidente es baja.
De 11 a 50	Media	La periodicidad con la que se presenta dicho factor de riesgo o el accidente es bastante elevada.
De 51 a 100	Alta	La periodicidad con la que se presenta dicho factor de riesgo o el accidente es muy frecuente.

El siguiente paso es la determinación de las Consecuencias (C), que se definen como el resultado más probable de un accidente. Las consecuencias se codifican atendiendo a diversos modos:

- Numérico, para poder continuar con el procedimiento habitual de la metodología FINE (Método de Índices de Peligrosidad).
- Escrito, alternativa al procedimiento habitual, pero en definitiva es otra manera de calificar las consecuencias y posteriormente los riesgos.

La Tabla 22 muestra los tipos de consecuencias así como su valor numérico.

Tabla 22: Tipos de Consecuencias

CONSECUENCIAS	C		
	Numérico		Escrito
Leve	1	Lesiones que no requieren hospitalización ni baja o el sistema se puede reparar sin necesidad de paro del proceso.	Ligeramente Dañinas
Grave	5	Lesiones con baja no graves o es necesario parar el sistema para efectuar la reparación.	Dañinas
Muy Grave	15	Lesiones con baja graves, pudiendo ser incluso irreparables o destrucción parcial del sistema (compleja y costosa la reparación).	Extremadamente Dañinas
Mortal	25	Un muerto o destrucción total del sistema con posibilidad de renovarlo o repararlo.	
Catastrófico	50	Varias muertes o inutilidad total del sistema (imposible renovarlo).	

A partir de la cuantificación de la frecuencia (F) y de la consecuencia (C) se procede a la caracterización del riesgo del factor de peligro identificado (M). Una vez determinada la consecuencia la caracterizamos y la incluimos en la columna M de las fichas EIRLA con el código de la Tabla 23.

Tabla 23: Caracterización de la consecuencia (columna M de la Ficha EIRLA)

		Consecuencias C		
		Ligeramente Dañinas (1)	Dañinas (5)	Extremadamente Dañinas (15, 25, 50)
Frecuencia F	Baja (0 a 10)	Trivial (E)	Tolerable (T)	Moderado (M)
	Media (11 a 50)	Tolerable (T)	Moderado (M)	Importante (I)
	Alta (51 100)	Moderado (M)	Importante (I)	Intolerable (X)

Caracterización	Código	
TRIVIAL	E	No se requiere acción específica.
TOLERABLE	T	No se necesita mejorar la acción preventiva, pero se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control. Prioridad MEDIA.
MODERADO	M	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando inversiones precisas. Las medidas deben implantarse en un período determinado. Si está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisa establecer con más precisión la probabilidad de daño. Prioridad ALTA.
IMPORTANTE	I	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponde a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados. Prioridad MUY ALTA.
INTOLERABLE	X	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo debe prohibirse el trabajo. Prioridad INMEDIATA.

En la figura 41 podemos ver la posición de la columna M, Probabilidad (P), Frecuencia (F) y la posición de la fila de Trabajadores expuestos.

Para cada proceso, tarea o zona de trabajo se indican los factores de riesgo y los valores de Exposición, Probabilidad, etc., en una ficha como la de la figura 41.

Una vez determinada la frecuencia F y las consecuencias C se calcula el grado de peligrosidad (r) en base a la expresión:

$$r = F * C \quad (2)$$

Siendo:

r: Peligrosidad

F: Frecuencia

C: Consecuencias

Una vez determinado el grado de peligrosidad de cada uno de los riesgos de cada tarea, es importante determinar si este tiene incidencia sobre varios trabajadores o no calculando la Repercusión o Grado de Repercusión por medio de la expresión:

$$R = r * \text{TraExpEq} \quad (3)$$

Siendo:

R: Repercusión

r: Peligrosidad

TraExpEq: Trabajadores expuestos equivalentes

En primer lugar se propondrán medidas preventivas y correctoras para los factores de riesgo calificados como INTOLERABLES o IMPORTANTES según la codificación de la Tabla 23, la implantación de estas medidas será inmediata.

Para los factores calificados como MODERADOS y TOLERABLES, se realizarán las siguientes actuaciones, en primer lugar se comprobará si dichos factores de riesgo pertenecen a tareas y/o procesos con un nivel de peligrosidad y/o repercusión muy

elevado. Si esto es así se propondrán medidas preventivas y correctoras que se implantarán con prioridad alta y muy alta según las circunstancias.

Para eliminar los riesgos en cada uno de los puestos de trabajo consideramos el Tipo (T) y Nivel (N) de Control. En las fichas estas variables están en el apartado de Medidas Preventivas Existentes.

Tabla 24: Tipo de Control

TIPO DE CONTROL	
1	Disposición constructiva
2	Seguridad intrínseca
3	Protecciones fijas en máquinas
4	Dispositivos asociados al funcionamiento de máquinas
5	Órganos de mando
6	Barreras
7	Almacenamiento
8	Señalización
9	Orden y limpieza
10	Normas de trabajo
11	Protección individual
12	Otros

Tabla 25: Nivel de Control

NIVEL DE CONTROL		
Adecuado	A	Cuando se mantenga de forma continuada una baja exposición al riesgo considerado.
Marginal	M	Cuando el control es exclusivamente ocasional o parcial.
Inadecuado	I	Cuando la medida implantada resulta inadecuada para proteger frente al riesgo.

De donde se indicará el tipo y nivel de la medida, si la hay, para cada uno de los factores de riesgo identificados.

6.3. Aplicación Metodología EIRLA

Para la aplicación de este método en el Laboratorio de Termotecnia hemos definido tres espacios o zonas de trabajo ya que las tareas que se realizan en cada uno de ellos son de tipología distinta.

Las zonas de trabajo son:

- ✓ Taller (ubicado en la planta baja)
- ✓ Laboratorio Pesado (planta baja)
- ✓ Laboratorio Ligero – Sala Demo (planta primera)

En las tres zonas el número de trabajadores es 2 con una permanencia del 100% de la jornada laboral, luego en las 3 fichas EIRLA pondremos un 2 en la casilla de Trabajadores Equivalentes (TraEq).

Los factores de riesgo para cada zona de trabajo los vamos a definir en base a los trabajos que habitualmente se realizan.

Los trabajos que se realizan en el Taller habitualmente son:

- ✓ Manipulación de objetos, máquinas y herramientas que tienen filos y aristas.
- ✓ Uso de máquinas-herramientas (torno, fresadora, radial, etc.).
- ✓ Montaje de prototipos e instalaciones para proyectos de investigación.
- ✓ Montaje de cuadros eléctricos de control y regulación para instalaciones de ensayo de refrigerantes frigoríficos.

Una vez sabemos las tareas pasamos a identificar los factores de riesgo que vamos a poner en la Ficha EIRLA, estos son:

- ✓ Golpes y cortes por objetos o herramientas
- ✓ Proyección de fragmentos o partículas
- ✓ Atrapamiento por o entre objetos
- ✓ Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas
- ✓ Contactos eléctricos

En la Figura 42 se pueden ver los factores de riesgo que hemos contemplado.

La estimación de todos los parámetros se hace en base a diversos aspectos entre otros: las tareas que se realizan, la formación del trabajador, aspectos ambientales, estadísticas tanto del propio laboratorio como de otros de características similares, etc., es decir es necesario un trabajo de campo en el que se recopile toda la información posible para después implementarla en la evaluación de riesgos.

La Exposición (E) que hay en el taller para cada factor de riesgo se muestra en la Figura 43.

Hay 3 factores de riesgo evaluados con una Exposición Ocasional (se corresponde con una puntuación de 3), es decir, el trabajador está expuesto alguna vez en su jornada laboral con períodos cortos de tiempo. Los otros 2 factores de riesgo tienen una exposición frecuente (se corresponde con una puntuación de 6), es decir, el trabajador está expuesto varias veces en su jornada laboral aunque sea con tiempos cortos.

La Probabilidad (P) es Normal para 3 de los factores de riesgo y Elevada para los 2 restantes.

En la Figura 44 se muestra la probabilidad (P) y la Frecuencia (F), recordamos que la se obtiene con el producto de E y P.

La Frecuencia que resulta se corresponde en 2 factores con una frecuencia baja (puntuación de 0 a 10), que son:

- ✓ Atrapamiento por o entre objetos y sobreesfuerzos

- ✓ posturas inadecuadas

En el resto se corresponde con una frecuencia media (puntuación de 11 a 50).

La Consecuencia (C) se ha calificado como Leve para los golpes y cortes por objetos o herramientas y la proyección de fragmentos o partículas (puntuación de 1), y Grave el resto de factores (puntuación de 5).

La caracterización de la consecuencia (columna M) la hacemos en base a la Tabla 23, hemos caracterizado como Tolerables: los golpes y cortes por objetos o herramientas, el atrapamiento por o entre objetos y los sobreesfuerzos, esto supone que no se necesita mejorar la acción preventiva. Los 2 factores restantes los hemos calificado como Moderados, es decir, la prioridad que debemos aplicar para reducir los riesgos es alta.

En la Figura 45 se muestran la consecuencia y su caracterización.

La Peligrosidad (r) es el producto de la Frecuencia y la Consecuencia y la Repercusión (R) se obtiene multiplicando la peligrosidad con los Trabajadores Equivalentes, estos dos índices se muestran en la figura 46.

$$r = F * C \quad (2)$$

$$R = r * \text{TraExpEq} \quad (3)$$

Los Tipos de Control que hemos asociado a cada factor de riesgo han sido: 2 para el primer factor (golpes y cortes por objetos o herramientas), en concreto el número 3 de la Tabla 24 (Protecciones fijas en máquinas) y el número 9 de la misma tabla (orden y limpieza). A la proyección de fragmentos o partículas le hemos asociado también el número 3, al atrapamiento por o entre objetos también el 3, a los sobreesfuerzos esta asociado el número 10 (Normas de trabajo), por último a los contactos eléctricos se han asociado el número 2 (Seguridad intrínseca) y el número 8 (Señalización).

Los Niveles de Control son Marginales (control exclusivamente ocasional o parcial) para los 3 primeros factores de riesgo, Inadecuado para el factor de riesgo de sobreesfuerzos (la medida implantada resulta inadecuada) y Adecuada para contactos eléctricos (hay una baja exposición al riesgo).

En la Figura 47 se muestran los Tipos y Niveles de Control del Taller.

En este momento se ha completado la Ficha EIRLA del Taller, análogamente procederemos con las restantes zonas de trabajo, la ficha EIRLA del Taller se muestra en la Figura 48.



Los trabajos que se realizan en el Laboratorio Pesado habitualmente son:

- ✓ Manipulación de objetos, máquinas y herramientas que tienen filos y aristas
- ✓ Uso de sopletes y máquinas para soldadura
- ✓ Uso y manipulación de botellas y botellones de gases industriales
- ✓ Montaje de elementos de control y regulación para prototipos de instalaciones frigoríficas

Una vez sabemos las tareas pasamos a identificar los factores de riesgo que vamos a poner en la Ficha EIRLA, estos son:

- ✓ Golpes y cortes por objetos o herramientas
- ✓ Contactos térmicos
- ✓ Explosión
- ✓ Incendio
- ✓ Otros riesgos no especificados

El proceso que seguiremos para cumplimentar la Ficha EIRLA del Laboratorio Pesado es igual que el usado en el taller, vemos que los factores son distintos menos en un caso, en el factor otros riesgos no especificados se incluyen tareas que no son frecuentes como por ejemplo: uso ocasional de escaleras móviles, descarga de material, etc., el riesgo de explosión se da por la existencia de botellones de gases industriales, el de incendio por la utilización de equipos de soldadura, el de contactos térmicos por la misma razón. La figura 49 muestra la Ficha EIRLA del Laboratorio Pesado.



Los trabajos en las prácticas que se realizan en el Laboratorio Ligero habitualmente son:

- ✓ Manipulación de equipos e instrumentos de medida en tensión de 220 V monofásica.
- ✓ Uso de prototipos de prácticas de laboratorio en tensión de 220 V monofásica.

Una vez sabemos las tareas pasamos a identificar los factores de riesgo que aparecerán en la Ficha EIRLA, estos son:

- ✓ Contactos eléctricos
- ✓ Otros riesgos no especificados

La Sala-Demo no se usa como espacio para prácticas, se utiliza como oficina técnica para los Técnicos de Laboratorio, los riesgos no especificados que se pueden dar ocasionalmente son posturas inadecuadas si hay períodos de tiempo largos sentados, iluminación inadecuada o insuficiente, etc.

En el Laboratorio Ligero normalmente sólo se realizan prácticas docentes, esta actividad origina pocos riesgos ya que los alumnos utilizan equipos de medida comerciales que ya incorporan aislamientos y protecciones e incluyen el marcado CE.

En la Figura 50 se muestra la Ficha EIRLA del Laboratorio Ligero-Sala Demo.

Con la información obtenida en las fichas se confecciona la Matriz de Priorización en la que de una forma rápida se visualiza el orden de las medidas correctoras más urgentes para poder adecuarlas a nuestros medios.

El objetivo final es la mejora de la seguridad y de la calidad en todas las zonas de trabajo.

La Matriz de Priorización incorpora 2 nuevas variables:

- ✓ rF: Riesgo por Factor
- ✓ rTP: Riesgo total del Proceso o zona de trabajo

Estas variables son los totales acumulados por factor de riesgo y por zona o área de trabajo, son muy útiles pues se visualiza de una forma rápida cual es el factor que más necesita de una intervención prioritaria y cual es la zona más vulnerable.

Los dígitos que hay en las casillas coloreadas se corresponden con la Repercusión R de la Ficha EIRLA.

Los colores que aparecen en cada casilla obedecen a un código que relaciona la Frecuencia (F) y la Consecuencia (C). Dicho código lo podemos ver en la Tabla 26.

Tabla 26: Colores de la Matriz de Priorización

		Consecuencias C		
		Ligeramente Dañinas (1)	Dañinas (5)	Extremadamente Dañinas (15, 25, 50)
Frecuencia F	Baja (0 a 10)	Trivial (E)	Tolerable (T)	Moderado (M)
	Media (11 a 50)	Tolerable (T)	Moderado (M)	Importante (I)
	Alta (51 100)	Moderado (M)	Importante (I)	Intolerable (X)

En la Figura 51 se muestra la Matriz de Priorización del Laboratorio de Termotecnia.

Matriz de priorización		Taller	Laboratorio Pesado	Laboratorio Ligero	TOTALES
Factores Riesgo				Sala Demo	rF
1	Golpes y cortes por objetos o herramientas	36	36		72
2	Proyección de fragmentos o partículas	36			36
3	Atrapamiento por o entre objetos	90			90
4	Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas	90			90
5	Caída de objetos desprendidos				
6	Contactos eléctricos	360		360	720
7	Contactos térmicos		360		360
8	Explosión		90		90
9	Otros riesgos no especificados		18	18	36
10	Incendio		1080		1080
TOTALES		612	1584	378	rTP

Figura 51: Matriz de Priorización del Laboratorio de Termotecnia



La Matriz de Priorización nos da información para adoptar medidas que disminuyan el riesgo allí donde este sea más alto. Por zona de trabajo es en el Laboratorio Pesado (con una puntuación de 1584), donde deberemos actuar en primer lugar a continuación el Taller (con una puntuación de 612), y en último lugar en el Laboratorio Ligerero (con una puntuación de 378), este orden de prioridades lo podremos alterar siempre que lo justifique algún motivo no previsto o que aparezca en una situación que no se haya producido hasta ahora. Si estudiamos la variable Riesgo por Factor es en los siguientes factores de riesgo donde pondremos más atención:

- ✓ Incendio (1080)
- ✓ Contactos eléctricos (360)
- ✓ Contactos Térmicos (360)
- ✓ Explosión (90)
- ✓ Atrapamiento por o entre objetos (90)
- ✓ Sobreesfuerzos o posturas inadecuadas (90)
- ✓ Golpes y cortes por objetos o herramientas (72)
- ✓ Proyección de fragmentos o partículas (36)

Este método, como casi todos, nos da información para comenzar a adoptar medidas que siempre estarán sujetas a la capacidad económica disponible.

6.4. Método de Evaluación de Riesgos del Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo

La evaluación de los riesgos laborales es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que la empresa esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la

necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse.

El esquema de la figura 52 muestra las fases que componen esta metodología que propone el INSHT, que no es tan exhaustiva como el método de las fichas EIRLA presentado anteriormente.

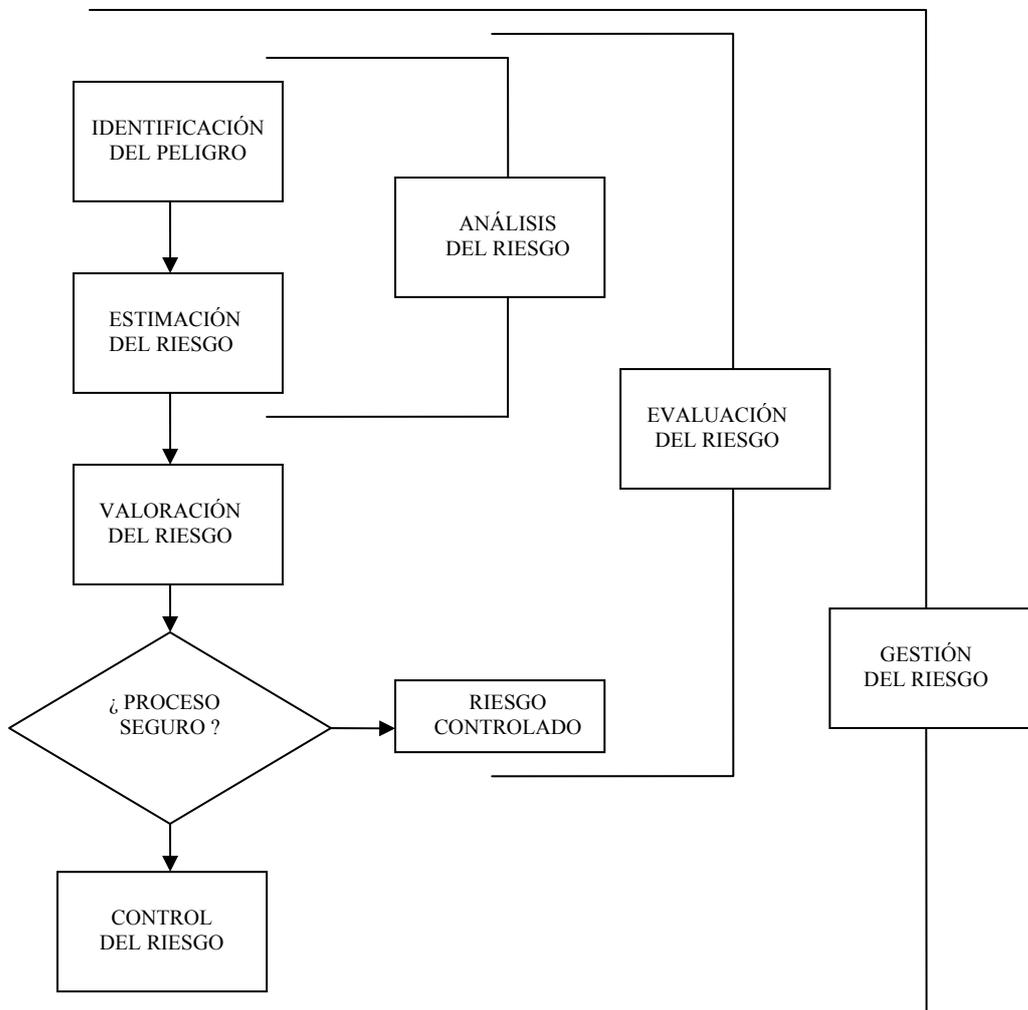


Figura 52: Fases de la Metodología del INSHT



En sentido general y admitiendo un cierto **riesgo tolerable**, mediante la evaluación de riesgos se ha de dar respuesta a: ¿es segura la situación de trabajo analizada?. El proceso de evaluación de riesgos se compone de las siguientes etapas:

- **Análisis del riesgo**, mediante el cual se:
 - Identifica el peligro
 - Se estima el riesgo, valorando conjuntamente la probabilidad y las consecuencias de que se materialice el peligro.

El Análisis del riesgo proporcionará de que orden de magnitud es el riesgo.

- **Valoración del riesgo**, con el valor del riesgo obtenido, y comparándolo con el valor del riesgo tolerable, se emite un juicio sobre la tolerabilidad del riesgo en cuestión.

Si de la Evaluación del riesgo se deduce que el riesgo es no tolerable, hay que **Controlar el riesgo**.

Al proceso conjunto de Evaluación del riesgo y Control del riesgo se le suele denominar Gestión del riesgo.

El método desarrollado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo basa la estimación del riesgo para cada peligro, en la determinación de la potencial severidad del daño (consecuencias) y la probabilidad de que ocurra el hecho.

Para la **severidad del daño** se tienen en cuenta las partes del cuerpo afectadas y la naturaleza del daño. La Tabla 27 muestra el grado de severidad del daño.

Tabla 27: Severidad del Daño

SEVERIDAD DEL DAÑO	
LIGERAMENTE DAÑINO	<ul style="list-style-type: none">• Daños superficiales: cortes y magulladuras pequeñas, irritación de los ojos por polvo• Molestias e irritación: dolor de cabeza , disconfort
DAÑINO	<ul style="list-style-type: none">• Quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores, etc.• Sordera, dermatitis, asma, trastornos musculoesqueléticos, enfermedad que conduce a una incapacidad menor.
EXTREMADAMENTE DAÑINO	<ul style="list-style-type: none">• Amputaciones, fracturas mayores, envenenamientos, lesiones múltiples, lesiones fatales.• Cáncer, otras enfermedades que acorten severamente la vida, enfermedad agudas

Para la **probabilidad** se han considerado las medidas de control ya implantadas, los requisitos legales y los códigos de buena práctica. La Tabla 28 muestra una valoración de la probabilidad.

Tabla 28: Probabilidad de que ocurra el Daño

PROBABILIDAD DE QUE OCURRA EL DAÑO	
BAJA (B)	<ul style="list-style-type: none">• El daño ocurrirá raras veces.
MEDIA (M)	<ul style="list-style-type: none">• El daño ocurrirá algunas veces.
ALTA (A)	<ul style="list-style-type: none">• El daño ocurrirá siempre o casi siempre.

Con los factores anteriormente analizados y el cuadro mostrado en la Tabla 29 se obtiene la estimación del nivel del riesgo.

Tabla 29: Consecuencias

PROBABILIDAD	CONSECUENCIAS		
	Ligeramente Dañino (LD)	Dañino (D)	Extremadamente Dañino (ED)
Baja	RIESGO TRIVIAL	RIESGO TOLERABLE	RIESGO MODERADO
Media	RIESGO TOLERABLE	RIESGO MODERADO	RIESGO IMPORTANTE
Alta	RIESGO MODERADO	RIESGO IMPORTANTE	RIESGO INTOLERABLE

Dichos niveles forman la base para decidir la acción preventiva que debe realizarse, estableciendo prioridades para esta acción según los criterios que definen cada nivel, siendo los tipos de consecuencias los que muestra la Tabla 30.

Tabla 30: Tipos de Consecuencias

Riesgo	Acción
TRIVIAL (T)	<ul style="list-style-type: none"> No se requiere acción específica.
TOLERABLE (TO)	<ul style="list-style-type: none"> No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
MODERADO (MO)	<ul style="list-style-type: none"> Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado.
IMPORTANTE (I)	<ul style="list-style-type: none"> No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo.
INTOLERABLE (IN)	<ul style="list-style-type: none"> No debe comenzarse ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos limitados, debe prohibirse el trabajo.

La Tabla 31 muestra la ficha de evaluación del Taller resultado de la aplicación de la metodología del INSHT.

Tabla 31: Ficha de Evaluación de Riesgos del Taller

Localización: Taller Puestos de trabajo: Técnico Especialista y Técnico Medio de Laboratorio Nº de trabajadores: 2							Evaluación:				
							<input checked="" type="checkbox"/> Inicial <input type="checkbox"/> Periódica				
							Fecha evaluación:				
							Fecha última evaluación:				
Peligro Identificativo (Factores de riesgo)	Probabilidad			<u>Consecuencias</u>			<u>Estimación del Riesgo</u>				
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	M	I	IN
a.1. Golpes y cortes por objetos o herramientas	X			X			X				
a.2. Proyección de fragmentos o partículas		X		X			X				
a.3. Atrapamiento por o entre objetos	X			X			X				
a.4. Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas	X			X			X				
a.5. Contactos eléctricos		X		X			X				

Para cada uno de los peligros identificados se plantean las medidas de control expuestas en la Tabla 32.

Tabla 32: Medidas de Control del Taller

Peligro	Medidas de control	Procedimiento de trabajo	Información	Formación	Riesgo Controlado?	
					Sí	No
a.1.	Orden y limpieza en área de trabajo. Uso de guantes y calzado de protección.	Operaciones de mantenimiento de diversos equipos. Revisiones y reglajes de instalaciones.	Elaboración de instrucciones y procedimientos de trabajo.	Inicial. Formación específica sobre riesgos mecánicos	X	
a.2.	Reguardos y dispositivos de protección propios de las máquinas. Encerramiento de los elementos del sistema de transmisión. Parada de emergencia.	Operaciones de mantenimiento con la máquina parada. Precauciones en el fijado de la pieza a mecanizar.	Elaboración de instrucciones y procedimientos de trabajo.	Inicial. Formación específica sobre riesgos mecánicos	X	
a.3.	Reguardos y dispositivos de protección. Encerramiento del sistema de transmisión. Disposición de los mandos tal que impide el accionamiento involuntario. Parada de emergencia. Ropa de trabajo ajustada.	Prohibición de uso de guantes, corbatas, relojes, pelo suelto, etc. Operaciones de mantenimiento con la máquina parada. Distancia adecuada entre máquina y muela.	Elaboración de instrucciones y procedimientos de trabajo.	Inicial. Formación específica sobre riesgos mecánicos	X	
a.4.	Diseño del puesto de trabajo, uso de equipos de manipulación de cargas. Revisiones médicas periódicas para detección de trastornos músculo-esqueléticos.	Operaciones de mantenimiento de diversos equipos. Manipulación de cargas.	Elaboración de instrucciones y procedimientos de trabajo.	Inicial. Formación específica sobre riesgos mecánicos	X	
a.5.	Sistemas de protección/aislamiento en la instalación. Doble aislamiento en herramientas. Calzado aislante. Guantes para trabajos de mantenimiento. Señalización.	Desconexión de la máquina en caso de avería o mantenimiento. Revisión periódica del estado de los elementos eléctricos en máquinas.	Elaboración de instrucciones y procedimientos de trabajo.	Inicial. Formación específica sobre riesgos eléctricos.	X	

La Tabla 33 muestra la ficha de evaluación del Laboratorio Pesado.

Tabla 33: Ficha de Evaluación de Riesgos del Laboratorio Pesado

Localización: Laboratorio Pesado Puestos de trabajo: Técnico Especialista y Técnico Medio de Laboratorio Nº de trabajadores: 2							Evaluación: <input checked="" type="checkbox"/> Inicial <input type="checkbox"/> Periódica				
							Fecha evaluación:				
							Fecha última evaluación:				
Peligro Identificativo (Factores de riesgo)	Probabilidad			<u>Consecuencias</u>			<u>Estimación del Riesgo</u>				
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	M	I	IN
a.1. . Golpes y cortes por objetos o herramientas		X		X			X				
a.2. Contactos térmicos		X		X				X			
a.3. Explosión	X				X			X			
a.4. Incendio	X				X			X			
a.5. Otros riesgos no especificados		X		X			X				

Para cada uno de los peligros identificados se plantean las medidas de control expuestas en la Tabla 34.

Tabla 34: Medidas de Control del Laboratorio Pesado

Peligro	Medidas de control	Procedimiento de trabajo	Información	Formación	Riesgo Controlado?	
					Sí	No
a.1.	Orden y limpieza en área de trabajo. Uso de guantes y calzado de protección.	Operaciones de mantenimiento de diversos equipos. Revisiones y reglajes de instalaciones.	Elaboración de instrucciones y procedimientos de trabajo.	Inicial. Formación específica sobre riesgos mecánicos.	X	
a.2.	Dispositivos de protección por apantallamiento. Uso de gafas y pantallas. Uso de ropa de trabajo que cubra la totalidad del trabajador. Botiquín de emergencia para quemaduras leves.	Mantenimiento periódico. Evitar el sobrecalentamiento de las máquinas. Aplicación de la herramienta más adecuada. Retirada de virutas con herramientas específicas. Uso de guantes en el manejo de piezas recién mecanizadas.	Elaboración de instrucciones y procedimientos de trabajo.	Inicial. Formación específica sobre riesgos mecánicos.	X	
a.3.	Válvulas de seguridad en equipos a presión. Presostatos, elementos de regulación y control en instalaciones. Medidas preventivas para almacenamiento de equipos a presión	Manipulación de botellas y botellones de gases industriales. Carga de refrigerantes en instalaciones frigoríficas.	Elaboración de instrucciones y procedimientos de trabajo	Inicial. Formación específica sobre manipulación de equipos a presión.	X	
a.4.	Equipos de protección contra-incendios. Boca de incendio equipadas BIEs, extintores de incendio. Centralita de alarma contra-incendios.	Soldaduras TIG y oxi-acetilénica. Uso de caldera mural de gas natural para instalación de agua caliente.	Elaboración de instrucciones y procedimientos de trabajo.	Inicial. Formación específica sobre protección contra-incendios.	X	
a.5.	Salidas de emergencia, señalización de emergencia. Puertas anti-pánico. Uso de equipos de protección individual (EPIs).	Prácticas de laboratorio con personal especialmente sensible (alumnos).	Elaboración de instrucciones y procedimientos de trabajo.	Inicial. Formación específica sobre evacuación de edificios.	X	

La Tabla 35 muestra la ficha de evaluación del Laboratorio Ligero-Sala Demo.

Tabla 35: Ficha de Evaluación de Riesgos para el Laboratorio Ligero-Sala Demo

Localización: Laboratorio Ligero-Sala Demo							Evaluación: <input checked="" type="checkbox"/> Inicial <input type="checkbox"/> Periódica				
Puestos de trabajo: Técnico Especialista y Técnico Medio de Laboratorio							Fecha evaluación:				
Nº de trabajadores: 2							Fecha última evaluación:				
Peligro Identificativo (Factores de riesgo)	Probabilidad			Consecuencias			Estimación del Riesgo				
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	M	I	IN
a.1. Contactos eléctricos		X		X			X				
a.2. Otros riesgos no especificados		X		X			X				

Las medidas que se proponen para esta zona de trabajo se muestran en la Tabla 36.

Tabla 36: Medidas de Control del Laboratorio Ligero-Sala Demo

Peligro	Medidas de control	Procedimiento de trabajo	Información	Formación	Riesgo Controlado?	
					Sí	No
a.1.	Sistemas de protección/aislamiento en la instalación. Doble aislamiento en herramientas. Calzado aislante. Guantes para trabajos de mantenimiento. Señalización.	Desconexión de la máquina en caso de avería o mantenimiento. Revisión periódica del estado de los elementos eléctricos en máquinas.	Elaboración de instrucciones y procedimientos de trabajo.	Inicial. Formación específica sobre riesgos eléctricos.	X	
a.2.	Salidas de emergencia, señalización de emergencia. Puertas anti-pánico. Uso de equipos de protección individual (EPIs).	Prácticas de laboratorio con personal especialmente sensible (alumnos).	Elaboración de instrucciones y procedimientos de trabajo.	Inicial. Formación específica sobre evacuación de edificios.	X	

6.5. Comparación de las Fichas EIRLA y del método del INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo)

Para el caso que nos ocupa las Fichas EIRLA nos dan un diagnóstico de la situación más inmediato y práctico, sólo con ojear la Matriz de Priorización estamos en condiciones de adoptar medidas que disminuyan los riesgos. El método del INSHT es igualmente adecuado y suministra mucha información que podemos usar a la hora de tomar medidas concretas estableciendo las prioridades que estimemos oportunas.

Para la tipología de laboratorio que nos ocupa el método de fichas EIRLA es mucho más claro y utiliza índices como la peligrosidad y la repercusión entre otros que el método del INSHT no contempla.

Ventajas del método de fichas EIRLA:

- ✓ En una misma ficha tenemos la evaluación de riesgos y las medidas preventivas existentes
- ✓ Utiliza cifras para evaluar la Exposición (E), la Probabilidad (P) y las Consecuencias (C)
- ✓ Permite calcular la Peligrosidad (r) y la Repercusión (R)
- ✓ La Matriz de Priorización codifica por colores las Consecuencias (C) en función del índice de Frecuencia (F)
- ✓ Informa con cifras de la zona o proceso de trabajo y del factor de riesgo que requiere de una prioridad mayor

A nuestro juicio el método del INSHT es más apropiado para procesos e instalaciones industriales de medio y gran tamaño. De todos modos los dos métodos se pueden utilizar en cualquier evaluación de riesgos, de hecho hemos realizado la evaluación de riesgos del Laboratorio de Termotecnia con los dos métodos, encontrar un método de evaluación de riesgos que sea adecuado a todas las situaciones es difícil pues éstas son muchas y siempre hay un factor de subjetividad en el propio técnico de prevención que esta presente.

7. Resultados y conclusiones del diagnóstico

Los resultados de la evaluación los vamos a extraer de la información que nos proporciona la Matriz de Priorización (Fichas EIRLA), sólo con fijarnos en las cifras más altas que aparecen estamos ya en condiciones de aplicar medidas concretas sobre los factores de riesgo en las zonas de trabajo afectadas.

Como la Matriz de Priorización en nuestro caso está estructurada por zonas de trabajo, las medidas que vamos a recomendar implantar las detallamos en tablas siguiendo ese criterio.

7.1. Taller

En el Taller sólo vamos a recomendar medidas en 3 factores de riesgo (ver Tabla 37), en la Matriz de Priorización (ver Figura 49), los contactos eléctricos tiene una puntuación de 360 y el atrapamiento y sobreesfuerzos están los dos con una puntuación de 90.

Tabla 37: Medidas correctoras en Taller

Riesgo identificado	Medida preventiva
Contactos eléctricos	<ol style="list-style-type: none">1. Instalar puesta a tierra adecuada.2. Utilizar enrolladores con enchufes múltiples.3. Utilizar tensión de seguridad para lámparas portátiles.4. Uso de equipos de protección individual adecuados.5. Uso de herramientas aislantes.
Atrapamiento por o entre objetos	<ol style="list-style-type: none">1. Resguardos y dispositivos de protección2. Encerramiento del sistema de transmisión3. Dispositivo de los mandos tal que impide el accionamiento involuntario4. Parada de emergencia5. Ropa de trabajo ajustada
Sobreesfuerzos y posturas inadecuadas	<ol style="list-style-type: none">1. Diseño del puesto de trabajo2. Uso de equipos de manipulación de cargas3. Revisiones médicas periódicas para detección de trastornos músculo-esqueléticos

7.2. Laboratorio Pesado

De nuevo con la Matriz de Priorización (ver Figura 49), se observa que esta zona de trabajo es la más puntuada en la matriz, las medidas que se proponen incluyen a todos los factores de riesgo detectados en esta zona (ver Tabla 38).

Tabla 38: Medidas correctoras en Laboratorio Pesado

Riesgo identificado	Medida preventiva
Incendio	<ol style="list-style-type: none">1. Almacenamiento de líquidos inflamables en lugar apropiado, aislado, con condiciones de estanqueidad e iluminación antideflagrante.2. Revisar y mantener las instalaciones eléctricas aisladas y protegidas. Evitar las cargas electrostáticas.3. Señalización de prohibición de fumar.4. Utilizar las herramientas o útiles que produzcan chispas en zonas protegidas.5. Control de las fechas de revisión de los equipos de extinción de incendios.
Contactos térmicos	<ol style="list-style-type: none">1. Señalización de la zona de soldadura.2. Aislar térmicamente las superficies calientes.3. Formación adecuada de uso de los equipos de soldadura.4. Utilización de equipos de protección individual adecuados (pantallas, gafas, delantales, polainas, etc.).
Explosión	<ol style="list-style-type: none">1. Realizar una formación adecuada.2. Mantener las botellas de gas y oxígeno alejadas de las sustancias inflamables o fuentes de calor.3. Nunca se colocará el soplete encendido sobre las botellas.4. En soldadura oxi-acetilénica se usarán válvulas antiretroceso.5. Revisión de las válvulas de gas combustible de las conexiones de las mangueras en los sopletes para evitar la posibilidad de fugas que puedan crear atmósferas explosivas en espacios cerrados.

Tabla 38 (Continuación): Medidas correctoras en Laboratorio Pesado

Riesgo identificado	Medida preventiva
Golpes y cortes por herramientas eléctricas y neumáticas portátiles	<ol style="list-style-type: none">1. Colocar resguardos en zonas muertas de la herramienta portátil2. Instalar limitadores automáticos de presión en herramientas portátiles.3. Instalar sistemas de corte de fluido eléctrico con la protección de las máquinas desmontadas.4. Informar de los riesgos y formar a los trabajadores.5. Facilitar equipos de protección individual adecuados (gafas, guantes, pantallas faciales, etc.).
Otros riesgos no especificados	<ol style="list-style-type: none">1. Aislar convenientemente los equipos y realizar las comprobaciones periódicas que exige la normativa.2. Informar a los trabajadores del riesgo que supone trabajar con equipos que emiten radiaciones.3. Equipar en su caso a los trabajadores con pantallas antirradiación.4. Utilización de aspiración localizada.5. Ventilación adecuada.6. Informar a los trabajadores del riesgo que supone trabajar con ruidos.7. Utilizar los medios de protección individual contra el ruido.

7.3. Laboratorio Ligero- Sala Demo

En la Matriz de Priorización (ver Figura 49), los contactos eléctricos tiene una puntuación de 360 y otros riesgos no especificados con una puntuación de 18, se proponen las medidas que aparecen en la Tabla 39.

Tabla 39: Medidas correctoras en Laboratorio Ligero-Sala Demo

Riesgo identificado	Medida preventiva
Contactos eléctricos	<ol style="list-style-type: none">1. Instalar puesta a tierra adecuada.2. Utilizar enrolladores con enchufes múltiples.3. Utilizar tensión de seguridad para lámparas portátiles.4. Uso de equipos de protección individual adecuados.5. Uso de herramientas aislantes.
Otros riesgos no especificados	<ol style="list-style-type: none">1. Aislar convenientemente los equipos y realizar las comprobaciones periódicas que exige la normativa.2. Cuadros eléctricos en buenas condiciones y revisados periódicamente.3. Zonas de trabajo limpias y ordenadas.4. Avisar a los ocupantes de la zona de trabajo de vías de evacuación.5. Ropa de trabajo adecuada.

7.4. Medidas que se proponen para las instalaciones y equipos

En la Tabla 40 se detallan las medidas correctoras y actuaciones más urgentes para reducir el nivel de riesgo en las instalaciones y equipos.

Tabla 40: Medidas correctoras propuestas

Actividad	Instalación	Medidas y actuaciones
1. Uso de herramientas neumáticas. 2. Ensayos en prototipos para prácticas.	Aire comprimido	1. Medición periódica del nivel de ruido. 2. Uso de protectores auditivos. 3. Limitar tiempo de exposición.
1. Utilización de caldera mural a gas natural en prácticas docentes.	Gas natural	1. Mantenimiento preventivo de la caldera mural. 2. Control de revisiones periódicas reglamentarias. 3. Control de horas de funcionamiento.
1. Práctica de difusión de aire en Sala Demo.	Protección contra-incendios	1. Instalación de detectores de incendio térmicos.
1. Manipulación de botellas y botellones.	Equipos a presión	1. Utilización de carros de transporte para las botellas. 2. Amarre de los botellones para evitar vuelcos y golpes.
1. Soldadura oxi-acetilénica.	Máquinas y herramientas	1. Instalación de extracción localizada de humos de soldadura.



7.5. Sistema Documental

La documentación generada en la gestión del mantenimiento periódico de los equipos debe ser archivada por el responsable del área de trabajo.

Cuando se adquieran equipos es de obligado cumplimiento que estos tengan marcado CE en cuanto a criterios de seguridad, también es obligatorio tener los manuales de funcionamiento de todos los equipos y herramientas localizados para poder consultarlos y hacer un uso adecuado de los mismos.

Los procedimientos de trabajo son de obligado conocimiento y puesta en práctica por parte del personal que realiza tareas en los lugares de trabajo, estos deben describir qué precauciones y dispositivos de seguridad deben ser utilizados durante la realización de los mismos.



8. Anexos

8.1. Anexo I. Importancia del diseño

El diseño del laboratorio debe responder a las necesidades del mismo, predominando la seguridad, la funcionalidad y la eficacia, sobre los criterios puramente estéticos, si bien se deben intentar conjugar todos ellos.

Es recomendable que las fachadas de los edificios dispongan de huecos que faciliten, para actuaciones de emergencia, el acceso a cada una de las plantas, con una altura mínima de 1,20 m y una anchura no inferior a 80 cm, no debiéndose instalar elementos que dificulten el acceso al edificio a través de los mismos. Para evitar en caso de incendio la propagación a pisos superiores, es recomendable que la separación vertical mínima entre ventanas sea de 1,8 m, solución que puede ser sustituida por la construcción de voladizos o cornisas de aproximadamente 1 m de ancho y una resistencia al fuego (RF), no inferior a la de la fachada. Otra alternativa puede ser la construcción de un balcón, preferiblemente sin acceso desde el interior, para evitar la colocación de materiales o productos en el mismo. Las fachadas totalmente acristaladas no son aconsejables, ya que facilitan la propagación de los incendios a las plantas superiores. En este sentido, no hay que olvidar que los fuegos que afectan a dos o más plantas son difíciles de dominar.

Las características que deben cumplir las paredes divisorias están condicionadas por la clasificación con respecto al fuego del departamento de laboratorios y dependen principalmente del grado de riesgo existente en los laboratorios, de la estructura del edificio, de las actividades que se realizan y de la existencia o no de sistemas de extinción automáticos.

Como recomendaciones generales, no incluidas en las Normas Básicas de Edificación (NBE), los tabiques de separación del departamento con las áreas accesorias deben tener una RF mínima de 120, si el laboratorio está situado en un edificio industrial, y de 180 en caso de estar situado en un centro sanitario o de enseñanza, mientras que la RF de los tabiques de separación entre los diferentes locales del laboratorio están en función del tipo de riesgo existente en los mismos. Si el riesgo intrínseco es bajo o medio y no hay

sistemas de detección y extinción automáticos, la RF de los tabiques de separación entre locales debe ser, como mínimo, de 60.

Los laboratorios deben tener una altura no inferior a 3 m (RD 486/97). El techo, donde habitualmente están situados los sistemas de iluminación general, debe estar construido con materiales de elevada resistencia mecánica y pintado o recubierto por superficies fácilmente lavables, evitándose la acumulación de polvo y materiales tóxicos. En laboratorios situados en locales de uso industrial, el material del techo debe ser del tipo incombustible (M0) o ininflamable (M1), (ver Tabla 1), y si están situados en un centro sanitario o docente sólo puede ser del tipo incombustible (M0).

Tabla 1: Comportamiento frente al fuego

CLASE	COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO
M0	Incombustible
M1	Combustible pero ininflamable
M2	Inflamabilidad moderada
M3	Inflamabilidad media
M4	Inflamabilidad alta

Si se dispone de doble techo, éste debe ser de material incombustible (M0), lavable y diseñado y construido de manera que sea resistente, seguro y fácilmente desmontable. Un factor a considerar es su impenetrabilidad a gases y vapores a fin de evitar que tanto estos contaminantes como el humo, en caso de incendio, puedan transmitirse a las dependencias adyacentes. En este sentido es también recomendable que los tabiques de separación lleguen hasta el forjado. También deben valorarse sus propiedades en cuanto

a transmisión de ruido. Se recomienda que tanto los techos como los dobles techos, estén pintados en blanco, lo que permite evitar diferencias muy acusadas de contraste entre ellos y las luminarias de los sistemas de iluminación.

Normalmente, los suelos suelen estar proyectados para una sobrecarga de uso mínimo de 300 kg /m² aunque en los recintos del departamento en que vayan a instalarse equipos o máquinas pesadas, estas cifras deben ser superiores. Es recomendable que tengan una base rígida y poco elástica, para evitar vibraciones especialmente en tareas como la pesada o el análisis instrumental. El revestimiento del suelo varía con relación a los productos químicos y tipo de actividad a desarrollar en el recinto, estando sus características, en algunos casos, específicamente establecidas (por ejemplo, el trabajo con radioisótopos o agentes biológicos). Los factores que suelen considerarse para la elección del material para el suelo son:

- Resistencia a agentes químicos
- Resistencia mecánica
- Posibilidad de caídas, especialmente cuando están mojados
- Facilidad de limpieza y descontaminación
- Impermeabilidad de las juntas
- Posibilidad de hacer drenajes
- Conductividad eléctrica
- Estética
- Comodidad (dureza, ruido, etc.)
- Precio
- Duración
- Facilidad de mantenimiento

El diseño del puesto de trabajo debe tener en cuenta las recomendaciones básicas establecidas en relación con las medidas antropométricas y también que en el trabajo de laboratorio pueden alternarse las posiciones de pie o sentado. En el primer caso, implica que el plano de trabajo tenga una altura del orden de 95 cm, considerando que dicho

plano debe estar entre 5 y 10 cm por debajo del codo. Por otro lado, para poder realizar el trabajo sentado con esta altura del plano de trabajo, se recomiezan sillas con respaldo y reposapiés, siendo preferibles a los clásicos taburetes, así como disponer de espacio suficiente para colocar los pies debajo del plano. Si se trata de puestos de trabajo de postura sentada, como por ejemplo el trabajo con microscopio, tendrán que tener las medidas adecuadas, teniendo en cuenta, además el acceso a las estanterías que contienen materiales o productos. Si el trabajo es de pie estas estanterías no deben estar situadas a más de 150 cm de altura.

Las sillas deben proporcionar el equilibrio y confort suficientes y tener en cuenta las siguientes características de diseño:

- Anchura entre 40-45 cm
- Profundidad entre 38-42 cm
- Base estable provista de 5 patas con ruedas
- Disponibilidad de margen de regulación en altura, superior al habitualmente recomendado (38-50 cm)
- Asiento acolchado (2 cm sobre base rígida con tela flexible y transpirable)
- Impermeabilidad e incombustibilidad según las características del tipo de trabajo

El vidrio es un material incombustible que funde a 900 °C, lo que unido a su facilidad de fragmentarse por efecto de las elevadas temperaturas o la proximidad de una llama, hace que, desde el punto de vista de incendio, presente graves problemas cuando se utiliza en edificios. Por ello, y dado que la RF del vidrio normal es mínima, en los casos en que sean necesarias RF elevadas, deben utilizarse vidrios especiales como el armado o el pavés de vidrio (ladrillo de vidrio de gran espesor).

Otro factor de inseguridad derivado de la utilización del vidrio normal se debe al hecho de que es un material fácilmente atravesado por la energía radiante. Ello puede provocar, en áreas no afectadas directamente por un incendio, la autoinflamación de materiales o la ruptura de recipientes por un aumento de presión en su interior.

La utilización habitual de grandes superficies acristaladas como elemento de separación



entre laboratorios, permite la disponibilidad de luz natural y que disminuya la sensación de claustrofobia. Sin embargo no debe olvidarse que son un factor de inseguridad, puesto que su fácil rotura en caso de incendio hace que las llamas puedan propagarse rápidamente a otros laboratorios o locales, por lo que en ningún caso se pueden considerar como un elemento delimitador de un sector de incendios.

Las ventanas reducen la sensación de claustrofobia y permiten la visión lejana, disminuyendo la fatiga visual, influyen en la iluminación del recinto y si son practicables (opción recomendable), posibilitan la renovación del aire en caso de necesidad, aunque también tienen el inconveniente de permitir la transmisión de ruidos externos y de ser una vía de propagación de incendios. No obstante, en caso de incendio permiten: presenciar el desarrollo de las operaciones de rescate, su utilización como vías de evacuación (siempre que sean practicables), la entrada de los bomberos y de sus sistemas de extinción, y de aire fresco.

El marco de las ventanas debe ser de material difícilmente combustible para impedir la propagación de un posible incendio a pisos superiores. Si están situadas en la planta baja no se deben poder abrir hacia el exterior, salvo que existan elementos que impidan que las personas que circulan por el exterior lo hagan cerca de ellas. En aquellos casos en que sea necesario situar mesas de trabajo frente a las mismas, la altura del antepecho no debe ser inferior a 1 m. En el caso de que hayan materiales, productos o aparatos situados delante de las ventanas, es conveniente que la parte inferior de las mismas no sea de vaivén o no se abran hacia adentro. En laboratorios con riesgo de explosión, deben acoplarse ventanas que ceden ante los efectos de una sobrepresión.

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

Los principales factores a considerar en el diseño e instalación de las puertas se comentan brevemente a continuación.



Es recomendable que los departamentos de laboratorios dispongan de una segunda puerta de salida si hay riesgo incendio o de explosión, pueda bloquearse la salida, se trabaje con gases a presión o correspondan a espacios de más de 100 m². En la práctica, el número de puertas estará establecido por las necesidades de evacuación en caso de emergencia.

La altura de paso libre de las puertas debe estar comprendida entre 2,0 y 2,2 m, su anchura suele ser de 90 o 120 cm, según sea de una o doble hoja, no debiendo ser inferior a 80 cm en ningún caso. Para evitar accidentes, las puertas de acceso a los pasillos no deben ser de vaivén, mientras que las que comunican los laboratorios entre sí pueden serlo. Las puertas corredizas deben descartarse de manera general, tanto por las dificultades de accionamiento si se tienen las manos ocupadas, como en caso de evacuación. Se recomienda que tanto unas como otras estén provistas de un cristal de seguridad de 500 cm² situado a la altura de la vista, que permita poder observar el interior del laboratorio sin abrir la puerta, y así evitar accidentes.

Para facilitar la entrada y salida al recinto con las manos ocupadas, las puertas deben poderse abrir con el codo o el pie, no debiéndose acoplar sistemas de cierre de pasador, ni a las puertas de los laboratorios, ni a las de los departamentos, debido a la dificultad que representaría su apertura en caso de emergencia. Todas las puertas deben disponer de dispositivos que permitan su apertura desde dentro en cualquier circunstancia, (si es necesario, sistemas antipánico) a fin de evitar que el personal pueda quedar atrapado en el laboratorio en caso e incendio.

Según la NBE-CPI/96 las puertas previstas para la evacuación de más de 100 personas deben abrirse «siempre» en el sentido de la evacuación. Aunque ésta circunstancia no sea habitual, excepto para algunos laboratorios de prácticas, como norma general se considera que es conveniente que las puertas de los laboratorios se abran favoreciendo el sentido de la marcha (de salida) evitándose que queden encajadas en caso de accidente. En caso de estar situadas en un pasillo muy transitado, pueden retranquearse, aun a costa de perder una pequeña superficie de laboratorio, lo que impide que su apertura dificulte la evacuación; otra alternativa que soluciona parcialmente el problema es que puedan abrirse 180°. También es recomendable que las puertas que comunican



entre sí distintos laboratorios se abran en el sentido de la evacuación y desde el laboratorio con mayor riesgo hacia el de menor riesgo.

La mínima RF de una puerta depende de la RF exigible al sector de incendio en que vaya a ser instalada, debiendo ser de, al menos, la mitad de la RF del elemento compartimentado. Si el paso entre sectores se realiza a través de un vestíbulo previo, la RF de las puertas será de al menos la cuarta parte de la exigida para el elemento compartimentado. En un laboratorio con riesgo de incendio bajo es recomendable una RF-30, aunque la NBE-CPI/96 fija una RF-60 mínima para las zonas de riesgo especial. A modo de ejemplo, debe considerarse que una puerta convencional de doble tablero de contrachapado sólo tiene una RF de 5-8 minutos.

La selección de materiales para el acabado de las paredes, techos y suelos se efectúa, a veces, considerando solamente factores estéticos, la capacidad, el aislamiento térmico, o la resistencia mecánica, ignorándose casi por completo el comportamiento frente al fuego. Cada vez, sin embargo, se estudian mejor estos recubrimientos, habiéndose llegado a la conclusión de que si bien no suele comenzar en ellos el incendio, son factores de primera magnitud en su propagación. Cuando se produce un conato de incendio en un local, la temperatura de sus revestimientos aumenta bruscamente, por lo que llega rápidamente un momento en el que, si son combustibles, tiene lugar su inflamación y se generaliza el incendio. Por ello, en los locales en los que se manejan productos inflamables, los revestimientos deben ser M0 ó M1 (ver tabla 1). Cuando un elemento de material incombustible, M0, está recubierto de una lámina fina de material combustible, por ejemplo, una pared de yeso con papel pintado, se suele considerar que el material sigue siendo M0 si el espesor de la película es inferior a 1 mm.

En los laboratorios en que no se manipulen productos inflamables, se recomienda que materiales como alfombras o moquetas no tratadas con productos ignífugantes, ocupen una superficie inferior al 10% de la del local o departamento de laboratorio. Deberá tenerse un cuidado especial con elementos como las cortinas, debido a su facilidad para inflamarse al estar abundantemente aireadas. Si es necesario colocarlas en un local con riesgo de incendio, deberán ser de un material incombustible (M0), como, por ejemplo, la fibra de vidrio.

Finalmente, por lo que se refiere al material a emplear en las mesas de trabajo, llamadas

también poyatas (o poiatas), mesas de laboratorio, mesetas o bancos de prueba o de trabajo, debe procurarse combinar su resistencia mecánica y a los agentes químicos con la facilidad de lavado y descontaminación, así como con los aspectos estéticos y de comodidad.

Respecto a la resistencia mecánica, debe valorarse, por un lado, las operaciones que se vayan a realizar, que pueden incluir golpes, raspaduras, o aplicación de material cortante, y, por otro, los instrumentos a colocar encima, que por su peso pueden romper superficies duras consideradas adecuadas por su resistencia química y/o a raspaduras y material cortante.

En cuanto a la resistencia química, sirve de referencia lo expuesto en la Tabla 2, aunque

Tabla 2: Resistencia de distintos revestimientos a agentes químicos

AGENTE QUÍMICO	MADERA DURA	LINÓLEUM	67 % PVC	CERÁMICA VIDRIADA	TERRAZO	CEMENTO
Acetona, éter	R	R	M	B	B	B
Disolventes organoclorados	M	R	M	B	B	R
Agua	R	B	B	B	B	B
Alcoholes	R	B	B	B	B	B
Ácidos fuertes	R	M	B	B	M	M
Bases fuertes	M	M	B	R	M	M
Agua oxigenada 10 %	M	B	B	B	B	M
Aceites	M	B	B	B	R	R
Facilidad de contaminación	M	M	R	B	M	M

R: regular; B: buena; M: mala



siempre existe la posibilidad de una protección adicional para operaciones específicas. Si se utilizan superficies con alicatado, éste deberá ser de calidad, aunque habrá que prever también la calidad del cemento de unión, ya que puede convertirse en material absorbente de los productos que se viertan en la superficie. La madera dura tratada, muy utilizada, aunque proporciona sensación de confort y calidad, debe descartarse en aquellos casos en que puede haber riesgo de contaminación por absorción de vertidos o salpicaduras; este aspecto es muy importante cuando se trata de productos de elevada toxicidad u olor penetrante. En el caso de la utilización de radioisótopos o en la manipulación de agentes biológicos deben emplearse los materiales específicamente recomendados, impermeables, exentos de poros y ranuras, que permitan una fácil limpieza y descontaminación (ver RR.DD. 664/97 y 665/ 97). Si en el laboratorio se utilizan habitualmente productos corrosivos, debe descartarse al máximo el empleo de partes metálicas, que requerirían un mantenimiento frecuente. En general es recomendable el uso de los nuevos tipos de materiales poliméricos por su baja porosidad y facilidad de lavado y descontaminación.

Aunque ya se han citado al hablar del diseño del puesto de trabajo, desde el punto de vista estrictamente de seguridad debe valorarse la conveniencia o no de disponer de estantes sobre las mesas de laboratorio o poyatas, debido al peligro de caídas y roturas de recipientes y envases de productos químicos peligrosos depositados en los mismos. No obstante, los estantes resultan de gran utilidad para depositar pequeños objetos o instrumentos utilizados normalmente en el trabajo de laboratorio, facilitando la disponibilidad de la mesa de laboratorio o poyata.

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

De acuerdo con el RD 486/1997 y normas UNE 72163:84y 72112:85 (ver Tabla 3), se considera que el nivel de iluminación general adecuado para el laboratorio es de 500 lux. Cuando los niveles de exigencia visual de la tarea sean muy altos el nivel de

iluminación mínimo es de 1000 lux. En el proyecto de norma europea EN 12464, apartado B: «Actividades Industriales y Artesanales» también se considera que el nivel de iluminación adecuado para los laboratorios es de 500 lux.

Estos niveles deberán ser incrementados cuando un error en la apreciación visual de la tarea pueda suponer un peligro para el trabajador que la ejecuta o para terceros y cuando los trabajadores requieran un nivel de luz superior al normal como consecuencia de su edad o de una menor capacidad visual.

La utilización de pantallas de visualización de datos (PVD) también debe ser considerada al fijar las necesidades de iluminación de un laboratorio. El RD 488/97 sobre el trabajo con PVD hace referencia a los requerimientos de iluminación en función de su ubicación, ausencia de reflejos y deslumbramientos.

Tabla 3: Normas UNE 72163:84 y 72112:85

R. D. 486/97		NORMAS UNE 72163:84 y 72112:85	
Exigencias de la tarea	Nivel mínimo requerido(Lux)	Exigencias de la tarea	Nivel mínimo requerido(Lux)
Bajas	100	D (fácil)	200
Moderadas	200	E (normal)	500
Altas	500	F (difícil)	1000
Muy altas	1000	G (muy difícil)	2000
		H (complicada)	5000

8.2. Anexo II. Señalización de tuberías

La señalización de seguridad es una medida preventiva complementaria. Al iniciarse la señalización se van a considerar las tuberías visibles que contengan o puedan contener productos peligrosos o potencialmente peligrosos.

La Figura 1 presenta un ejemplo de tuberías por las que circulan diversos fluidos.

Esta señalización resulta de la aplicación de la norma DIN 2403 referente a señalización de tuberías, ver Tabla 4 y Tabla 5. Dicha norma DIN se correlaciona en parte con la norma española UNE 1063, ver Tabla 6.



Figura 1: Señalización de tuberías en el Laboratorio de Termotecnia

Tabla 4: Coordenadas de colores de tuberías según DIN 2403

Color	Coordenadas cromáticas		Factor de Luminancia
	x	y	
Verde	0,273	0,399	9,2
Rojo	0,602	0,324	7,5
Azul	0,190	0,185	8,1
Amarillo	0,480	0,481	60,6
Negro	0,293	0,307	3,8
Blanco	0,310	0,320	84,4
Gris	0,314	0,328	28,7
Marrón	0,389	0,362	13,5
Naranja	0,577	0,383	19,0
Violeta	0,333	0,237	13,8

Tabla 5: Color identificativo de tuberías según DIN2403. Con asterisco los productos difieren de la UNE-1063

Fluido	Color básico	Estado fluido	Color complementario
ACEITES	Marrón	Gas-oil	Amarillo
		De alquitrán	Negro
		Bencina	Rojo
		Benzol	Blanco
*ACIDO	Naranja	Concentrado	Rojo
AIRE	Azul	Caliente	Blanco
		Comprimido	Azul
		Polvo carbón	Negro
AGUA	Verde	Potable	Verde
		Caliente	Blanco
		Condensada	Amarillo
		A presión	Rojo
		Salada	Naranja
		Uso industrial	Negro
		Residual	Negro + Negro
ALQUITRÁN	Negro		
BASES	Violeta	Concentrado	Rojo

Tabla 5 (Continuación): Color identificativo de tuberías según DIN2403. Con asterisco los productos difieren de la UNE-1063

Fluido	Color básico	Estado fluido	Color complementario
GAS	Amarillo	Depurado	Amarillo
		Bruto	Negro
		Pobre	Azul
		Alumbrado	Rojo
		De agua	Verde
		De aceite	Marrón
		Acetileno*	Blanco + Blanco
		Acido carbónico*	Negro + Negro
		Oxígeno*	Azul + Azul
		Hidrógeno*	Rojo + Rojo
		Nitrógeno*	Verde + Verde
Amoníaco*	Violeta + Violeta		
VACIO	Gris		
VAPOR	Rojo	De alta	Blanco
		De escape	Verde

Tabla 6: Colores identificativos de tuberías según UNE 1063

CLASIFICACIÓN				
Fluido	Color básico	Nº del grupo	Subdivisión primaria	
Agua	Verde oscuro	1	1,0	Agua potable
			1,1	Agua no potable
			1,2	
			1,3	Agua depurada
			1,4	Agua destilada, condensada
			1,5	Agua a presión
			1,6	Agua de circulación
			1,7	
			1,8	
			1,9	Agua residual
Vapor	Rojo Fuerte	2	2,0	Vapor a presión
			2,1	Vapor saturado
			2,2	Vapor recalentado
			2,3	Vapor expandido (vapor de contrapresión)
			2,4	Vapor sobresaturado
			2,5	Vapor distendido
			2,6	Vapor de circulación
			2,7	
			2,8	
			2,9	Vapor de escape

Tabla 6 (Continuación): Color identificativo de tuberías según UNE 1063

CLASIFICACIÓN				
Fluido	Color básico	Nº del grupo	Subdivisión primaria	
Aire	Azul Moderado Azul Moderado	3	3,0	Aire fresco
			3,1	Aire comprimido
			3,2	Aire recalentado
			3,3	Aire acondicionado
			3,4	
			3,5	Aire enrarecido
			3,6	Aire de circulación
			3,7	Aire transportado
			3,8	
			3,9	Aire de escape
Gases para alumbrado	Amarillo vivo	4	4,0	Gas de hulla
			4,1	Acetileno
			4,2	Metano
			4,3	Butano I
			4,4	Otros gases

Tabla 6 (Continuación): Color identificativo de tuberías según UNE 1063

CLASIFICACIÓN				
Fluido	Color básico	Nº del grupo	Subdivisión primaria	
Líquidos y gases químicos	Gris medio	5,1	5,11	Ácido sulfúrico
			5,12	Ácido clorhídrico
			5,13	Ácido nítrico
			5,14	Otros ácidos minerales
			5,15	Acidos orgánicos
			5,16	Sosa caústica
			5,17	Agua amoniacal
			5,18	Otras lejías
			5,19	Residuos
		5,2	5,21	Nitrógeno
			5,22	Oxígeno
			5,23	Hidrógeno
			5,24	Otros gases
			5,25	Gas de escape
		Aceites combustibles y lubricantes	Pardo moderado	6
6,0	Peligro clase A1 (punto de inflamación por debajo de 21 °C)			
6,1	Peligro clase A2 (punto de inflamación de 21 a 55 °C)			
6,2	Peligro clase A3 (punto de inflamación por encima de 55 °C)			
6,3	Peligro clase B (soluble en agua, punto de inflamación por debajo de 21 °C)			
6,4	Grasas técnicas			
6,5	Aceites explosivos			
6,6	Residuos			

Tabla 6 (Continuación): Color identificativo de tuberías según UNE 1063

CLASIFICACIÓN				
Fluido	Color básico	Nº del grupo	Subdivisión primaria	
Productos no especificados	Negro	7	7,0	Productos alimenticios líquidos
			7,1	Soluciones acuosas
			7,2	Otras soluciones
			7,3	Suspensiones acuosas
			7,4	Otras suspensiones
			7,5	Gelatinas (colas)
			7,6	Emulsiones, pastas
			7,7	
			7,8	
			7,9	Residuos

8.3. Anexo III. Revisiones y mantenimiento de equipos

Una herramienta indispensable para prevenir los riesgos generados por instalaciones y equipos es establecer procedimientos con los cuales examinar periódicamente las condiciones peligrosas que presenten o puedan presentar dichos equipos e instalaciones, por diseño, funcionamiento o situación dentro del contexto del área de trabajo. Los elementos y sistemas de seguridad que sirven para actuar ante fallos previstos o situaciones de emergencia, han de ser conservados en condiciones óptimas de funcionamiento asegurando su rendimiento y prestaciones durante su vida útil y por lo tanto, reduciendo las posibles averías y fallos provocados por un mal estado de los mismos.

En todo lugar de trabajo, como resultado de su uso diario, los órganos de las máquinas se desgastan, la fiabilidad de los dispositivos de seguridad puede verse alterada y pueden realizarse actuaciones inseguras que llegarían a convertirse en hábitos si no se

controlan debidamente. Por tanto es de capital importancia que se lleve a cabo un programa de mantenimiento acorde a cada instalación o equipo en particular.

El mantenimiento preventivo consiste en programar las intervenciones o cambios de algunos componentes o piezas según intervalos predeterminados de tiempo o espacios regulares. El objetivo es reducir la probabilidad de avería o pérdida de rendimiento de una máquina tratando de planificar unas intervenciones que se ajusten al máximo a la vida útil del elemento intervenido.

Así como el mantenimiento de los equipos está fundamentalmente concebido para evitar averías y paros incontrolados, especialmente en tanto en cuanto los mismos puedan generar situaciones de riesgos de accidente u otros daños para la salud, las inspecciones o revisiones de seguridad tienen por objetivo principal identificar aquellos fallos o desviaciones de lo previsto que pueden asimismo ser generadores de riesgos. Ambas técnicas son coincidentes hasta cierto punto, tanto en los objetivos, como en los métodos de actuación, como en las personas que con la debida competencia puedan llevarlas a cabo. Por tanto, plantearse una estrategia común para el desarrollo de ambas actividades preventivas es del todo conveniente a fin de optimizar recursos y unificar procedimientos.

Para elaborar y aplicar correctamente el procedimiento se deben tener en cuenta las etapas siguientes:

- Se deberán definir los límites, frecuencia, cobertura y la ruta de la revisión.
- Elegir a las personas que van a llevar a cabo la revisión. Estas deberán poseer un nivel suficiente de formación para entender el funcionamiento de lo que deba analizarse y saber aplicar la técnica de revisión adecuada.
- Disponer antes de la visita de la mayor cantidad posible de información respecto a las características técnicas de los equipos, así como un conocimiento previo de los posibles riesgos a través de un análisis documental o estadístico.
- Deben determinarse los elementos o partes críticas de los equipos que se van a revisar. Para ello es conveniente clasificar e identificar cada elemento mediante códigos y ubicarlos en un plano físico. Con ello se puede elaborar un inventario codificado de los componentes que ofrecen mayores probabilidades de ocasionar

algún problema cuando se gastan, dañan o se utilizan de forma incorrecta. Además se deben revisar los aspectos específicos que causaron problemas en revisiones previas, las medidas correctoras que se adoptaron así como los riesgos comunicados mediante el procedimiento de comunicación de riesgos.

- Elaborar listas de chequeo o de verificación. Algunas las proporciona el propio fabricante pero en la mayoría de los casos se tendrá que adaptar una lista de chequeo para acomodarse a cada situación particular.
- Determinar los recursos necesarios, materiales, vestuario, equipos, documentos e instrumentos de medición necesarios.
- En la elaboración o revisión del procedimiento deberían participar técnicos, mandos intermedios y operarios cualificados de los equipos en cuestión, con el asesoramiento del Servicio de Prevención siempre que se precise. En la elaboración y posteriores revisiones del procedimiento serán consultados los representantes de los trabajadores.

Es importante que se elaboren por máquinas o por familias de máquinas de iguales características.

La periodicidad de las revisiones y actualizaciones vendrá definida cuando en su aplicación se identifiquen insuficiencias u omisiones y especialmente cuando se producen cambios o modificaciones en los equipos.

La ejecución es la fase en la que se practican efectivamente las revisiones registrando los datos en las hojas de registro correspondientes para su posterior estudio. Durante la ejecución de las revisiones es muy conveniente estar acompañados del responsable o responsables de las respectivas áreas y de los operarios de los equipos. Las revisiones deben ser exhaustivas, no obviando lugares recónditos, de difícil acceso, ni máquinas o equipos similares. No basta con detectar aspectos deficientes e inseguros y determinar las causas, sino que también se deberían proponer medidas correctoras y aplicarlas. En este sentido el diálogo con el propio personal afectado puede aportar información de gran interés y ayuda.

La aplicación de las medidas correctoras requiere siempre un seguimiento y control de su aplicación y eficacia.

Los procedimientos y formularios de registros de las revisiones deben ser codificados para su posterior identificación. Los documentos estarán recogidos en un archivo centralizado que debe estar disponible en aquellos lugares de la empresa donde sea necesaria su utilización es decir, próximo al ámbito de trabajo.

En las Tablas 7 y 8 se incluyen los siguientes documentos:

- Tabla 7. Un esquema de ficha tipo para la revisión de seguridad de equipos. Dicha ficha pretende identificar las diferentes partes críticas de cada equipo y sus elementos o aspectos concretos a revisar.

Tabla 7: Ficha tipo para la revisión de seguridad de equipos

TARJETA DE REGISTRO DE PARTES CRÍTICAS DE MÁQUINAS Y EQUIPOS				
MÁQUINA/EQUIPO:			Código:	
UNIDAD FUNCIONAL:			FUNCIÓN	
PERIODICIDAD:			UBICACIÓN	
PARTES CRÍTICAS	CUESTIONES A REVISAR	REALIZADO		FECHA PRÓXIMA REVISIÓN
		SI	NO	
1				
2				
3				
4				
....				
Fecha revisión:				
Responsable revisión:			Responsable unidad funcional:	
Firma:			Firma:	

- Tabla 8. Ejemplo de ficha integrada de mantenimiento/revisión de seguridad de equipos. Dicha ficha pretende recoger en un mismo documento el registro de las revisiones que se han de realizar mensualmente, tanto en lo relativo al mantenimiento preventivo y la limpieza como a las revisiones específicas de seguridad, ello siempre que sea posible que quienes hagan ambos tipos de revisiones sean las mismas personas y permitan un procedimiento unificado.

Tabla 8: Ficha integrada de mantenimiento/revisión de seguridad de equipos

FICHA INTEGRADA DE MANTENIMIENTO/REVISIÓN DE SEGURIDAD DE EQUIPOS												
Tipo máquina/equipo:								Código:				
Responsable de la revisión:								Mes:				
ASPECTOS A REVISAR	FRECUENCIA DE REVISIÓN (*)		FRECUENCIA DE REVISIÓN SEMANAL						FRECUENCIA DE REVISIÓN QUINCENAL			
	Fecha		Fecha		Fecha		Fecha		Fecha		Fecha	
	Cód.	Firma	Cód.	Firma	Cód.	Firma	Cód.	Firma	Cód.	Firma	Cód.	Firma
MANTENTO.												
1												
2												
3												
LIMPIEZA												
1												
2												
3												
SEGURIDAD												
1												
2												
3												
COD.	ANOMALÍAS DETECTADAS		ACCIONES ADOPTADAS				(*) La frecuencia de revisión del mantenimiento vendrá determinado por las especificaciones del fabricante contenidas en el manual de instrucciones, los resultados obtenidos en revisiones anteriores y, en su caso, por el conocimiento y experiencia en el uso del equipo. En el caso de detectar anomalías se cumplimentará el cuadro anterior indicándolas.					
•												
•												
•												



8.4. Anexo IV. Ventilación y calidad de aire

En el ámbito de las condiciones de trabajo tiene cada vez mayor incidencia el aspecto relacionado con la calidad del aire en locales dedicados a oficinas y servicios generales, es decir, en los que no se realizan actividades de tipo industrial. La sintomatología presentada por los afectados no suele ser severa y, al no ocasionar un exceso de bajas por enfermedad, se tiende a menudo a minimizar los efectos que, sin embargo, se traducen en una situación general de discomfort. En la práctica estos efectos son capaces de alterar tanto la salud física como la mental del trabajador, provocando un mayor estrés y con ello una disminución del rendimiento laboral. Para describir estas situaciones, cuando los síntomas llegan a afectar a más del 20% de los ocupantes de un edificio, se habla del "Síndrome del Edificio Enfermo".

En la actualidad se admite que aquellos ambientes que no disponen de ventilación natural y que están cerrados, para conseguir un mayor rendimiento del sistema de aire acondicionado, pueden ser áreas de exposición a contaminantes. Entre ellos se encuentran oficinas, edificios públicos, escuelas y guarderías, edificios comerciales e, incluso, residencias particulares. No se conoce con exactitud la magnitud de los daños que pueden representar para la salud, ya que los niveles de contaminantes que se han determinado, principalmente en estudios realizados en oficinas y en residencias particulares, suelen estar muy por debajo de los respectivos límites permisibles de exposición para ambientes industriales. Por otro lado, las técnicas tradicionales de la higiene industrial resultan, con frecuencia, inadecuadas o insuficientes para encontrar soluciones, ya que las causas primarias de esta situación son a menudo difíciles de identificar.

La calidad del aire en el interior de un edificio es función de una serie de parámetros que incluyen la calidad del aire exterior, la compartimentación, el diseño del sistema de aire acondicionado, las condiciones en que este sistema trabaja y se revisa y la presencia de fuentes contaminantes y su magnitud.

Evidentemente, el aire del interior de un edificio no debe contener contaminantes en concentraciones superiores a aquellas que pueden perjudicar la salud o causar discomfort a sus ocupantes. Estos contaminantes incluyen los que pueden estar presentes en el aire



exterior que se introduce en el edificio y los originados por las actividades interiores, el mobiliario, los materiales de construcción, los recubrimientos de superficies y los tratamientos del aire. Las situaciones de riesgo más frecuentes para sus ocupantes son: la exposición a sustancias tóxicas, radioactivas e irritantes, la inducción de infecciones o alergias, las condiciones termo-higrométricas no confortables y los olores molestos.

En general, los contaminantes presentes en el aire ambiente penetran en el organismo por inhalación y por tanto afectan inicialmente al tracto respiratorio, pudiendo también ser absorbidos y afectar a otros órganos o acumularse en distintos tejidos.

Asimismo, puede haber contaminantes que provoquen irritación en los ojos o que generen problemas dérmicos (erupciones y picores). Los efectos sobre el tracto respiratorio son irritación de nariz, garganta y bronquios, con posibilidad de provocar cambios en la reactividad bronquial, o liberación de un mediador inducida por alérgenos que conducen a la aparición de rinitis, asma o neumonitis hipersensitivas. Por otra parte los contaminantes microbianos pueden provocar enfermedades infecciosas.

Los síntomas que se relacionan con una deficiente calidad del aire en el interior de un edificio son: dolor de cabeza, mareos, náuseas, fatiga, piel seca, irritación de ojos, congestión de senos nasales y tos. Es a menudo difícil diferenciar entre los causados directamente por el medio ambiente y los de origen psicológico. No hay que olvidar que un aire de pobre calidad provoca discomfort, pudiendo desencadenar reacciones psicológicas complejas, cambios de humor, de estado de ánimo y dificultades en las relaciones interpersonales.

El mayor número de quejas referentes a la calidad del aire del interior de un edificio entran dentro del apartado de confort térmico y ventilación. Según el National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), en más del 50% de estudios realizados en edificios, los problemas eran causados por una inadecuada ventilación.

El confort térmico se basa en un equilibrio entre la actividad física y la ropa que se utiliza, por un lado, y la humedad relativa, la temperatura y velocidad del aire y la temperatura radiante media, por otro. La American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) ha desarrollado estándares, aplicables a espacios cerrados, que deben garantizar una situación de confort al 90% de la población. En general, el margen de valores considerados aceptables es relativamente estrecho,

dada la relación que existe entre unas y otras variables. Un ligero aumento en la velocidad del aire, por ejemplo, puede desencadenar una serie de quejas aunque la temperatura se mantenga dentro de los límites aceptables.

Paralelamente, cuando la ventilación es incorrecta como consecuencia de un aporte insuficiente de aire fresco exterior, puede haber una acumulación de contaminantes de origen vario hasta unos niveles que resulten molestos para sus ocupantes. El aporte de aire exterior ha de ser suficiente para diluir los contaminantes hasta niveles que estén por debajo de la percepción humana y, evidentemente, de los considerados perjudiciales para la salud.

La función del sistema acondicionador es crear un clima interior artificial, modificando los parámetros que, a consecuencia de las condiciones externas y las energéticas del interior, acabarían imponiéndose en el laboratorio.

Por todo lo expuesto en el apartado anterior, el sistema de aire acondicionado debe ser capaz de disipar la energía desprendida en las distintas áreas del laboratorio, de generar y mantener un clima adecuado en cada una de ellas, y, finalmente, de compensar con aire limpio y tratado, todo el volumen de aire retirado por los sistemas extractores.

Siempre desde el punto de vista del acondicionamiento del aire, puntualizando aspectos ya contemplados y considerando ciertas circunstancias habituales del laboratorio -que ya deberá tener controlados los posibles riesgos químicos y biológicos-, éste presentaría definitivamente las siguientes características:

- Habitualmente, bajo nivel de ocupación de personal
- Elevado número de equipos generadores de calor
- Parte de los equipos generan más calor latente que sensible
- Bajo índice de utilización simultánea de equipos
- Elevado volumen de aire evacuado por las extracciones
- Áreas en las que debe limitarse el movimiento de aire
- Zonas de diferente exigencia
- Posible existencia de zonas «limpias»

Si se tienen en cuenta estos puntos, y reiterando que el sistema de aire acondicionado



del laboratorio debe ser independiente del sistema general del edificio, se concluirá lo siguiente: en la mayor parte de los casos, el adecuado tratamiento de las condiciones termohigrométricas en el laboratorio exigirá la instalación de unidades climatizadoras independientes, al menos en determinadas zonas. Estas unidades independientes deberán conectarse a termostatos, de modo que puedan entrar en funcionamiento «a demanda», lo cual procurará un ambiente adecuado, a un coste razonable, aun en zonas problemáticas. Por ello, si el laboratorio se encuentra sectorizado, aunque sea parcialmente, se facilitará considerablemente el tratamiento particularizado de las distintas zonas. También es útil disponer de unidades independientes para mantener unos mínimos de climatización cuando no se encuentre en funcionamiento el sistema general del laboratorio (por ejemplo, fuera del horario laboral).

En cuanto a la salida al exterior del aire retirado del laboratorio, han de considerarse dos aspectos. El primero de ellos se refiere al conveniente tratamiento del aire a través de un recuperador de energía antes de evacuarlo definitivamente. El recuperador es simplemente una unidad externa encargada del intercambio energético entre el aire que, procedente del laboratorio, va a ser evacuado, y el aire recién tomado del exterior, que comenzará su tratamiento energético en esa unidad. El segundo aspecto se refiere a la instalación de las expulsiones de aire en el exterior del edificio. Las salidas deben situarse de modo que no sea posible el reingreso del aire expulsado en el edificio, bien a través de ventanas, bien a través de la unidad de captación exterior del propio sistema de aire acondicionado. Se requiere por tanto un estudio de las características del edificio y la situación de éste con respecto a los vientos dominantes.

Por otra parte, el aire tomado del exterior para ser tratado y posteriormente impulsado al laboratorio, debe ser filtrado previamente. Cuando se requieran especificaciones concretas en el aire aportado, se dispondrá de los filtros y tratamientos especiales al efecto.

8.5. Anexo V. Iluminación de los lugares de trabajo

La actividad laboral, para que pueda desarrollarse de una forma eficaz, precisa que la

luz (característica ambiental) y la visión (característica personal) se complementen, ya que se considera que el 50% de la información sensorial que recibe el hombre es de tipo visual, es decir, tiene como origen primario la luz. Un tratamiento adecuado del ambiente visual permite incidir en los aspectos de:

- Seguridad
- Confort
- Productividad

La integración de estos aspectos comportará un trabajo seguro, cómodo y eficaz.

La luz es una forma particular y concreta de energía que se desplaza o propaga, no a través de un conductor (como la energía eléctrica o mecánica) sino por medio de radiaciones, es decir, de perturbaciones periódicas del estado electromagnético del espacio; es lo que se conoce como "energía radiante".

Existe un número infinito de radiaciones electromagnéticas que pueden clasificarse en función de la forma de generarse, de manifestarse, etc. La clasificación más utilizada sin embargo es la que se basa en las longitudes de onda (Fig. 2). En dicha figura puede observarse que las radiaciones visibles por el ser humano ocupan una franja muy estrecha comprendida entre los 380 y los 780 nm (nanómetros).

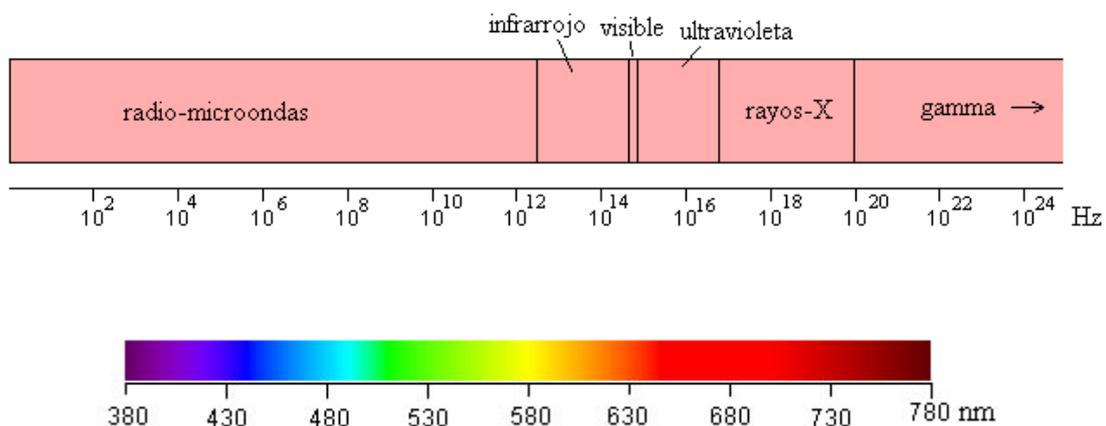


Figura 2: Franja del espectro de luz visible

Podemos definir pues la luz, como "una radiación electromagnética capaz de ser detectada por el ojo humano normal".

La visión es el proceso por medio del cual se transforma la luz en impulsos nerviosos capaces de generar sensaciones. El órgano encargado de realizar esta función es el ojo.

El ojo humano consta de:

- Una pared de protección que protege de las radiaciones nocivas
- Un sistema óptico cuya misión consiste en reproducir sobre la retina las imágenes exteriores. Este sistema se compone de córnea, humor acuoso, cristalino y humor vítreo
- Un diafragma, el iris, que controla la cantidad de luz que entra en el ojo
- Una fina película sensible a la luz, "la retina", sobre la que se proyecta la imagen exterior. En la retina se encuentran dos tipos de elementos sensibles a la luz: los conos y los bastones; los primeros son sensibles al color por lo que requieren iluminaciones elevadas y los segundos, sensibles a la forma, funcionan para bajos niveles de iluminación

En relación a la visión deben tenerse en cuenta los aspectos siguientes:

- Sensibilidad del ojo
- Agudeza visual o poder separador del ojo
- Campo visual

La sensibilidad del ojo es quizás el aspecto más importante relativo a la visión y varía de un individuo a otro.

Si el ojo humano percibe una serie de radiaciones comprendidas entre los 380 y los 780 nm, la sensibilidad será baja en los extremos y el máximo se encontrará en los 555 nm.

En el caso de niveles de iluminación débiles esta sensibilidad máxima se desplaza hacia los 500 nm.

La agudeza visual es la facultad de éste para apreciar dos objetos más o menos separados. Se define como el "mínimo ángulo bajo el cual se pueden distinguir dos

puntos distintos al quedar separadas sus imágenes en la retina"; para el ojo normal se sitúa en un minuto la abertura de este ángulo. Depende asimismo de la iluminación y es mayor cuando más intensa es ésta.

El campo visual es la parte del entorno que se percibe con los ojos, cuando éstos y la cabeza permanecen fijos.

A efectos de mejor percepción de los objetos, el campo visual lo podemos dividir en tres partes:

- Campo de visión neta: visión precisa
- Campo medio: se aprecian fuertes contrastes y movimientos
- Campo periférico: se distinguen los objetos si se mueven

Las unidades y magnitudes que debemos conocer son las siguientes:

- El flujo luminoso
- La intensidad luminosa
- La iluminancia o nivel de iluminación
- La luminancia

El flujo luminoso y la intensidad luminosa son magnitudes características de las fuentes; el primero indica la potencia luminosa propia de una fuente, y la segunda indica la forma en que se distribuye en el espacio la luz emitida por las fuentes.

La Iluminancia o nivel de iluminación es una magnitud característica del objeto iluminado, ya que indica la cantidad de luz que incide sobre una unidad de superficie del objeto, cuando es iluminado por una fuente de luz.

La Luminancia es una característica propia del aspecto luminoso de una fuente de luz o de una superficie iluminada en una dirección dada. Es lo que produce en el órgano visual la sensación de claridad; la mayor o menor claridad con que vemos los objetos igualmente iluminados depende de su luminancia.

Podemos decir pues, que lo que el ojo percibe son diferencias de luminancia y no de



niveles de iluminación.

Una iluminación correcta es aquella que permite distinguir las formas, los colores, los objetos en movimiento y apreciar los relieves, y que todo ello, además, se haga fácilmente y sin fatiga, es decir, que asegure el confort visual permanentemente. El análisis ergonómico de la iluminación de un puesto o zona de trabajo, pasa por tener en cuenta los siguientes condicionantes:

- Condicionantes del observador
- Condicionantes del entorno
- Condicionantes de la tarea
- Condicionantes de la estructura

Dentro de los condicionantes del observador analizaremos:

- Capacidad visual
- Edad

La capacidad visual de una persona viene determinada por las facultades más importantes del ojo, que son las siguientes:

- La agudeza visual
- La sensibilidad al contraste
- La rapidez de percepción

Dentro de los condicionantes del entorno se analizará:

- Dimensiones
- Colores
- Forma
- Función
- Textura



Los condicionantes de la tarea que deben tenerse en cuenta para una correcta iluminación son:

- Dimensiones de los objetos a observar o manipular
- Contraste
- Dificultad de la tarea (duración, velocidad de respuesta, etc.)

En los condicionantes de la estructura se analizará los condicionantes inherentes a la estructura en función de:

- Posición de los puntos de luz
- Distribución lumínica (dispersa, concentrada)
- Tipología y diseño de los puntos de luz
- Significado cultural del tipo de luz
- Relación luz natural - luz artificial

Para asegurar el confort visual hay que tener en cuenta básicamente tres puntos, que situados por orden de importancia son los siguientes:

- Nivel de iluminación
- Deslumbramientos
- Equilibrio de las luminancias

No debemos, no obstante, olvidarnos de otro factor fundamental para conseguir un adecuado confort visual en los puestos de trabajo, que es el tipo de iluminación: natural o artificial. La iluminación de los locales de trabajo debe realizarse, siempre que no existan problemas de tipo técnico, con un aporte suficiente de luz natural, aunque ésta, por sí sola, no garantiza una iluminación correcta, ya que varía en función del tiempo. Es preciso pues compensar su insuficiencia o ausencia con la luz artificial.

El nivel de iluminación óptimo para una tarea determinada corresponde al que da como resultado un mayor rendimiento con una mínima fatiga.

Las cualidades visuales aumentan hasta una iluminación de 1000 lux para estabilizarse hacia los 2000 lux. El nivel de iluminación de un puesto de trabajo se adaptará a la tarea a realizar y tendrá en cuenta la edad del trabajador así como las condiciones reales en que se debe realizar el trabajo.

Los valores mínimos de iluminación artificial quedan regulados en la O.G.S.H.T. (Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo), de 9 de marzo de 1971 (ver Tabla 9).

Tabla 9: Valores mínimos de niveles de iluminación artificial

NIVEL DE ILUMINACION	TIPO DE TRABAJO
1.000 LUX	JOYERIA Y RELOJERIA, IMPRENTA
500 a 1000 LUX	EBANISTERIA
300 LUX	OFICINAS, BANCOS DE TALLER
200 LUX	INDUSTRIAS CONSERVERAS, CARPINTERIAS METÁLICAS
100 LUX	SALAS DE MÁQUINAS Y CALDERAS DEPOSITOS Y ALMACENES
50 LUX	MANIPULACION DE MERCANCIAS
20 LUX	PATIOS GALERIAS Y LUGARES DE PASO

Para obtener la iluminación precisa podemos recurrir a la iluminación localizada como complemento de la iluminación general procurando que ésta última sea en todas las zonas del local lo más uniforme posible, no dejando zonas por debajo del 75% de la iluminación media.

Los brillos excesivos que pueden ocasionar molestias en la visión están motivados generalmente por:

- Una visión directa de la fuente de luz
- La visión indirecta (reflejo) sobre una superficie reflectante



El deslumbramiento debido a la visión directa de una ventana o una fuente de luz debe evitarse por ser una de las causas de incomodidad. Sin embargo, en el deslumbramiento debido a una visión directa de una ventana es aconsejable que, al protegerse, no se interrumpa la visión del exterior; se pueden utilizar desde cristales teñidos hasta persianas orientables.

El deslumbramiento motivado por las luminarias varía en función de su luminancia, sus dimensiones y la forma y situación dentro del campo visual. Las molestias ocasionadas, son tanto mayores cuanto:

- Mayor es la luminancia de la fuente de la luz (es aconsejable no sobrepasar las 500 candelas/m²)
- Mayores son las dimensiones aparentes
- El ángulo entre la horizontal del ojo y la fuente luminosa sea inferior a 30°

Las iluminaciones localizadas son a menudo causa de deslumbramiento, para eliminarlo se aconseja:

- Utilización de lámparas que se adapten al reflector utilizado
- Orientar correctamente las luminarias de forma que no puedan molestar ni al puesto de trabajo que iluminan ni a los contiguos

El deslumbramiento motivado por la reflexión de las fuentes de luz sobre superficies reflectantes como plano de trabajo, máquinas y ventanas, disminuye la percepción visual y es causa de incomodidad, tanto más importante cuando mayor luminancia tenga la fuente de luz.

Para reducir los efectos de deslumbramiento indirecto tenemos que eliminar los reflejos molestos utilizando superficies de trabajo mates y asegurar una buena distribución de las luminarias.

El nivel de iluminación no es suficiente para asegurar el confort visual de una tarea. Es preciso además mantener un equilibrio entre la luminancia del objeto y las

correspondientes a las diferentes superficies incluidas dentro del campo visual.

Apartado especial merecen, al hablar de confort visual, los trabajos que se deben realizar con pantallas de visualización de datos, puesto que muchas de las condiciones de confort indicadas para los trabajos tradicionales, son difícilmente aplicables en la mayoría de situaciones de puestos con pantallas.

Una de las principales dificultades viene determinada por el hecho de que el operador debe realizar dos tipos de tareas: la lectura de los documentos y la lectura de los caracteres de la pantalla; tareas que representan unas exigencias visuales muy diferentes.

Por ejemplo, en relación con el nivel de iluminación hay que pensar en valores de alrededor de los 400 lux como iluminación general media y de 150 lux en pantalla.

8.6. Anexo VI. Herramientas

Las herramientas manuales son unos utensilios de trabajo utilizados generalmente de forma individual que únicamente requieren para su accionamiento la fuerza motriz humana; su utilización en una infinidad de actividades laborales les dan una gran importancia. Además los accidentes producidos por las herramientas manuales constituyen una parte importante del número total de accidentes de trabajo y en particular los de carácter leve.

Generalmente, los accidentes que originan suelen tener menor consideración en las técnicas de prevención por la idea muy extendida de la escasa gravedad de las lesiones que producen, así como por la influencia del factor humano, que técnicamente es más difícil de abordar.

En contra de esta poca atención podemos afirmar que:

- El empleo de estas herramientas abarca la generalidad de todos los sectores de actividad industrial por lo que el número de trabajadores expuestos es muy elevado

- La gravedad de los accidentes que provocan incapacidades permanentes parciales es importante

Según se recoge en las estadísticas de accidentes de trabajo que anualmente publica el de Trabajo y Seguridad Social se puede afirmar que aproximadamente el 9 % del total de accidentes de trabajo los han producido las herramientas, constituyendo el 4 % de los accidentes graves.

Además, el 85 % de los accidentes de trabajo con herramientas, lo han sido con las manuales.

Se describen a continuación y de forma general los principales riesgos derivados del uso, transporte y mantenimiento de las herramientas manuales y las causas que los motivan.

Los principales riesgos asociados a la utilización de las herramientas manuales son:

- Golpes y cortes en manos ocasionados por las propias herramientas durante el trabajo normal con las mismas
- Lesiones oculares por partículas provenientes de los objetos que se trabajan y/o de la propia herramienta
- Golpes en diferentes partes del cuerpo por despido de la propia herramienta o del material trabajado
- Esguinces por sobreesfuerzos o gestos violentos

Las principales causas genéricas que originan los riesgos indicados son:

- Abuso de herramientas para efectuar cualquier tipo de operación
- Uso de herramientas inadecuadas, defectuosas, de mala calidad o mal diseñadas
- Uso de herramientas de forma incorrecta
- Herramientas abandonadas en lugares peligrosos
- Herramientas transportadas de forma peligrosa

- Herramientas mal conservadas

Las medidas preventivas se pueden dividir en cuatro grupos que empiezan en la fase de diseño de la herramienta, las prácticas de seguridad asociadas a su uso, las medidas preventivas específicas para cada herramienta en particular y finalmente la implantación de un adecuado programa de seguridad que gestione la herramienta en su adquisición, utilización, mantenimiento y control, almacenamiento y eliminación.

Desde un punto de vista ergonómico las herramientas manuales deben cumplir una serie de requisitos básicos para que sean eficaces, a saber:

- Desempeñar con eficacia la función que se pretende de ella proporcionada a las dimensiones del usuario
- Apropiada a la fuerza y resistencia del usuario
- Reducir al mínimo la fatiga del usuario

Al diseñar una herramienta, hay que asegurarse de que se adapte a la mayoría de la población. En cualquier caso el diseño será tal que permita a la muñeca permanecer recta durante la realización del trabajo.

Es, sin embargo, el mango la parte más importante de la interacción con el ser humano y por ello hacemos hincapié de forma particular en esta parte de toda herramienta manual. El mango debe adaptarse a la postura natural de asimiento de la mano. Debe tener forma de un cilindro o un cono truncado e invertido, o eventualmente una sección de una esfera. La transmisión de esfuerzos y la comodidad en la sujeción del mango mejora si se obtiene una alineación óptima entre el brazo y la herramienta. Para ello el ángulo entre el eje longitudinal del brazo y el del mango debe estar comprendido entre 100° y 110° (ver Fig. 3).

Las formas más adecuadas son los sectores de esferas, cilindros aplanados, curvas de perfil largo y planos simples.

Para una prensión de fuerza el diámetro debe oscilar entre 25 y 40 mm. La longitud más adecuada es de unos 100 mm.

Las superficies más adecuadas son las ásperas pero romas. Todos los bordes externos de una herramienta que no intervengan en la función y que tengan un ángulo de 135° o menos deben ser redondeados, con un radio de, al menos, 1 mm.

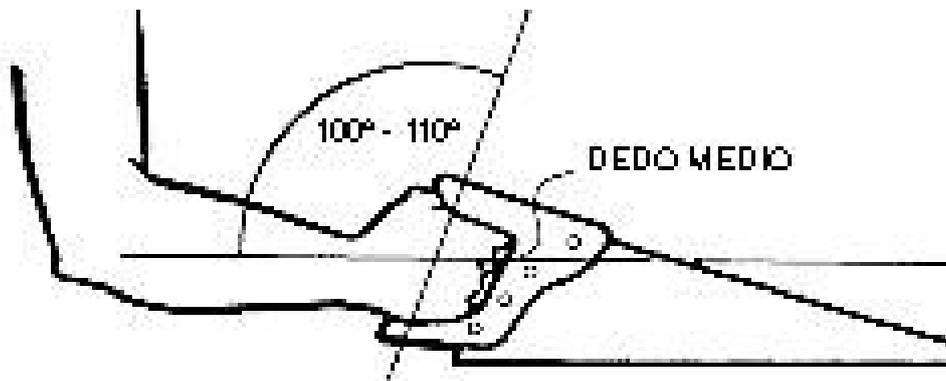


Figura 3: Ángulo ideal entre brazo y mango

El empleo inadecuado de herramientas de mano son origen de una cantidad importante de lesiones partiendo de la base de que se supone que todo el mundo sabe como utilizar las herramientas manuales más corrientes.

A nivel general se pueden resumir en seis las prácticas de seguridad asociadas al buen uso de las herramientas de mano:

- Selección de la herramienta correcta para el trabajo a realizar
- Mantenimiento de las herramientas en buen estado
- Uso correcto de las herramientas
- Evitar un entorno que dificulte su uso correcto
- Guardar las herramientas en lugar seguro

Asignación personalizada de las herramientas siempre que sea posible

La disminución a un nivel aceptable de los accidentes producidos por las herramientas manuales requieren además de un correcto diseño y una adecuada utilización, una gestión apropiada de las mismas que incluya una actuación conjunta sobre todas las causas que los originan mediante la implantación de un programa de seguridad



completo que abarque las siguientes fases:

- Adquisición
- Adiestramiento-utilización
- Observaciones planeadas del trabajo
- Control y almacenamiento
- Mantenimiento
- Transporte

El objetivo de esta fase es el de adquirir herramientas de calidad acordes al tipo de trabajo a realizar. Para ello se deberán contemplar los siguientes aspectos:

- Conocimiento del trabajo a realizar con las herramientas
- Adquisición de las herramientas a empresas de reconocida calidad y diseño ergonómico

Además para adquirir herramientas de calidad se deben seguir unas pautas básicas que ayudarán a realizar una buena compra; las más relevantes son:

- Las herramientas que para trabajar deben ser golpeadas deben tener la cabeza achaflanada, llevar una banda de bronce soldada a la cabeza o acoplamiento de manguitos de goma, para evitar en lo posible la formación de rebabas
- Los mangos deben ser de madera (nogal o fresno) u otros materiales duros, no debiendo presentar bordes astillados debiendo estar perfectamente acoplados y sólidamente fijados a la herramienta

Es la fase más importante pues en ella es donde se producen los accidentes. Según esto el operario que vaya a manipular una herramienta manual deberá conocer los siguientes aspectos:



- Los trabajadores deberán seguir un plan de adiestramiento en el correcto uso de cada herramienta que deba emplear en su trabajo
- No se deben utilizar las herramientas con otros fines que los suyos específicos, ni sobrepasar las prestaciones para las que técnicamente han sido concebidas
- Utilizar la herramienta adecuada para cada tipo de operación
- No trabajar con herramientas estropeadas
- Utilizar elementos auxiliares o accesorios que cada operación exija para realizarla en las mejores condiciones de seguridad

Periódicamente se observarán como se efectúan las operaciones con las distintas herramientas manuales por parte de los mandos intermedios y las deficiencias detectadas durante las observaciones se comunicarán a cada operario para su corrección, explicando de forma práctica en cada caso cual es el problema y cual la solución asociada.

Esta fase es muy importante para llevar a cabo un buen programa de seguridad, ya que contribuirá a que todas las herramientas se encuentren en perfecto estado.

Las fases que comprende son:

- Estudio de las necesidades de herramientas y nivel de existencias
- Control centralizado de herramientas mediante asignación de responsabilidades

Las misiones que debe cumplir son:

- Asignación a los operarios de las herramientas adecuadas a las operaciones que deban realizar
- Montaje de almacenamientos ordenados en estantes adecuados mediante la instalación de paneles u otros sistemas. Al inicio de la jornada laboral las herramientas necesarias serán recogidas por cada uno de los operarios debiendo retornarlas a su lugar de almacenamiento al final de la misma



- Periódicamente se deben inspeccionar el estado de las herramientas y las que se encuentren deterioradas enviarlas al servicio de mantenimiento para su reparación o su eliminación definitiva

El servicio de mantenimiento general de la empresa deberá reparar o poner a punto las herramientas manuales que le lleguen desechando las que no se puedan reparar. Para ello deberá tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La reparación, afilado, templado o cualquier otra operación la deberá realizar personal especializado evitando en todo caso efectuar reparaciones provisionales
- En general para el tratado y afilado de las herramientas se deberán seguir las instrucciones del fabricante

Para el transporte de las herramientas se deben tomar las siguientes medidas:

- El transporte de herramientas se debe realizar en cajas, bolsas o cinturones especialmente diseñados para ello
- Las herramientas no se deben llevar en los bolsillos sean punzantes o cortantes o no
- Cuando se deban subir escaleras o realizar maniobras de ascenso o descenso, las herramientas se llevarán de forma que las manos queden libres.

8.7. Anexo VII. Instalación de Protección Contra Incendios

8.7.1. Sistema de Detección Automática

8.7.1.1. Central de Detección de Incendios

Tabla 10: Datos técnicos de la central de detección de incendios

Referencias de las CI	CI1145-1	CI1145-2	CI1145-3	CI1145-4
Capacidad de procesamiento Serie de detectores conectables interactivos AnalogPLUS	Máx. 512 detectores (unidades de línea) 1..4 bucles, cada uno con máx. 128 detectores o 4 bucles cada uno como max.) o 4 / 8 / 12 / 16 líneas			
Funcionamiento del sistema	Frontal del armario equipado con consola operativa: Máx. 12 paneles de mando externos “AlgoPilot”			
Paneles de suelo opcionales	Máx. 32 dispositivos conectables con módulo LON opcional a través de Bus-LON			
Paneles indicadores opcionales Externos Incorporados	Máx. 8 paneles indicadores paralelos externos B3R051 conectables a través del bus paralelo. En el frontal puede incorporarse también un panel de señalización paralelo B3R051			
Control de extinción	Opcional ..2 secciones		Opcional ..2 secciones	Opcional ..2 secciones
Relés de control de incendios	Opcional..12	10	Opcional..12	Opcional..10
Interface de impresora	Con tarjeta RS232 opcional			
Interface para los LEDs de control (para paneles de señalización sinópticos)	Directo desde la placa principal a las unidades externas con 48 salidas cada una (no supervisadas). A través del Bus-LON a las unidades externas con 48 salidas cada una (supervisadas)			
Gateway para LMS	Opcional		Opcional	Opcional
Alimentación de emergencia:				
Con batería de 15 Ah	..30 h	..24 h	..30 h	..30 h
Con batería de 27 Ah	..72 h 2)		..72 h 2)	..72 h 2)

Tabla 10 (Continuación): Datos técnicos de la central de detección de incendios

Referencias de las CI	CI1145-1	CI1145-2	CI1145-3	CI1145-4
Fuente de alimentación: Tensión de suministro de red: Tensión interna del sistema: Corriente total disponible:	115/230 Vca + 14% / -20% 29.6 Vcc 3.5 A			
Grado de protección			IP40	
Condiciones ambientales: Gama de temperatura operativa Gama de temperatura de almacenamiento	0° +50°C -20° +60°C Max. 95 %, sin condensación (CEI 721-3-3, clase 3K5)			
Normas:	EN54 / CE			
Homologaciones:	VdS, LPC			

Hasta 8 bucles AnalogPLUS posibles pero sólo se permiten máx. 512 detectores 72 h con máx. 200 colectores interactivos o AnalogPLUS posibles.

8.7.1.2. Detector de humos

El diseño del sistema de sensibilidad al humo garantiza un comportamiento de respuesta uniforme a todos los humos formados por la combustión de productos en fuegos latentes o con llamas.

El principio de detección utiliza un circuito de impulsos de luz de coincidencia múltiple.

El detector cumple la norma EN 54-7/9.



El detector está vigilado por un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), para poder garantizar la máxima fiabilidad del circuito electrónico puede transmitir hasta 2 niveles de información de alarma a la central para su evaluación siguiendo la programación de la central según los requisitos del usuario.

El circuito electrónico del detector está vigilado internamente para poder señalar a la central como mínimo dos estados de información diferentes.

El detector indica las desviaciones del valor de sensibilidad estándar a la central.

El detector está equipado con un indicador de acción y debe tener la posibilidad de conexión de dos indicadores de acción para poder señalar el estado de alarma.

El detector, en caso de cortocircuito en la línea de detección, puede quedar aislado para no interrumpir el correcto funcionamiento del resto de detectores conectados a la línea.

En caso de polaridad invertida o avería, el detector no queda afectado.

El detector es identificable individualmente desde la central con su ubicación geográfica exacta.

El sistema no utiliza ningún tipo de interruptor para definir la posición del detector.

Todos los circuitos electrónicos están en el detector, de forma que el zócalo no contiene ningún elemento electrónico activo.

El detector se conecta a la central local con una línea de detección de dos conductores vigilada totalmente (clase B) o con una línea de cuatro conductores (clase A). Los cables son de par trenzado sin blindaje.

El sistema permite la conexión de derivaciones en T sin que se degrade el intercambio de información entre los detectores conectados en la derivación en T y la central.

El detector tiene comunicación digital con la central basada en un protocolo de reconocimiento de errores con transmisión de la información múltiple. El sistema puede señalar un mensaje de alarma prioritario en menos de 2 segundos después de que el detector haya reconocido esta situación.

La cámara óptica está diseñada para la detección de todos los tipos de humos visibles (incluyendo los humos oscuros) y tiene un ángulo de difusión superior a 70°.

Una barrera incorporada previene la entrada de insectos en el sensor.

Todas las partes, incluyendo los materiales plásticos, están marcados claramente según las normas DIN 54840 /ISO/DIS 11469 ó DIN 7728 / ISO 1043 sobre el reciclado de los materiales.

Tabla 11: Especificaciones técnicas del detector de humos

Características	Valor
Clasificación/Procedimiento de pruebas	
Corriente de funcionamiento	200 A
Velocidad de transmisión de datos	167 Bd
Tensión de alimentación	16 V a 28 V modulada
Corriente del indicador de acción externo	15 mA
Temperatura de funcionamiento	-25 °C a +60 °C
Humedad relativa a 34 °C	95 %
Categoría de protección	EN 60529 / CEI 529 IP43
Protección contra interferencias electromagnéticas	prEN54-11 y CEI 801-3, 50 V/m (1 MHz a 1 GHz)
Etiquetado de conformidad para la CE	si
Normas	EN54-7/9

Pulsador manual, características físicas y electrónicas:

La alarma se activa rompiendo el cristal de protección sin necesidad de ninguna herramienta adicional.

La ventana de cristal está diseñada de forma que previene los daños provocados por golpes.

El pulsador se conecta junto con otros dispositivos interactivos, como por ejemplo detectores de humos en un bucle de detección.

El pulsador manual, en caso de cortocircuito se desconecta la línea de detección de forma que no se interrumpe el correcto funcionamiento del resto de detectores

conectados a la línea de detección. La función de desconexión se configura en la central de manera que se pueda activar cuando se ha reparado el cortocircuito.

El pulsador se controla mediante un circuito integrado diseñado para aplicaciones específicas (ASIC) para poder garantizar la máxima fiabilidad del circuito electrónico.

El pulsador tiene comunicación digital con la central con base a un protocolo de reconocimiento de errores con transmisión múltiple de la información.

El pulsador tiene un LED incorporado que se activa cuando lo hace el pulsador.

El pulsador cumple las normas prEN54-11 ó la norma BS5839-2.

Tabla 12: Especificaciones técnicas. Detector de humos

Características Clasificación/Procedimiento de pruebas	Valor
Tensión de alimentación	16 V a 28 V modulada
Corriente de funcionamiento	tip. 150 A
Velocidad de transmisión de datos	167 Bd
Temperatura de funcionamiento	- 25 °C a + 60 °C
Humedad relativa	
-DM1131	95 %
-DM1133, DM1134	100 %
Etiquetado de conformidad para la CE	si
Normas / Homologaciones: DM1131, DM1133, DM1134	VdS, LPCB (pendiente) BS 5839-2, prEN54-11

Sirenas:

Hay instaladas sirenas acústicas para señalar la Alarma General.

Su ubicación viene especificada en el plano adjunto.

Son de muy bajo consumo y tipo electrónico, tienen un máximo de 30 mA y 100 db/3m.
Disponen de dos tonalidades seleccionables.

8.7.1.3. Sistema de bocas de incendio equipadas BIE's

Tabla 13: Norma EN54-7/9 (Art. 20.1). Extintores portátiles

Requisitos de la norma:	Cumplimiento en la instalación	Observaciones
En todo el edificio.		
Cantidad suficiente para que el recorrido desde cualquier origen de evacuación no supere los 15 m.		
En los locales de riesgo especial		
En el exterior del local: Un extintor de eficacia mínima 21 A o 55 B.		
En el interior del local: Si riesgo medio o bajo: Para que la distancia a recorrer sea inferior a 15 m. Si riesgo alto: Para que la distancia a recorrer sea inferior a 15 m.	En todos ellos existe extintor en el interior del local.	

Art. 20.2 Instalación de columna seca

No se requiere, por tener una altura de evacuación inferior a 24 metros.

Tabla 14: Norma EN54-7/9 (Art. 20.3). Instalación de bocas de incendio equipadas (BIEs)

Requisitos de la norma:	Cumplimiento en la instalación	Observaciones
Edificios de uso Administrativo o Docente		
Instalación de BIEs si la superficie total construida es mayor de 2000 m ²	Como el edificio tiene una superficie de 2376 m ² se ha dispuesto una instalación de BIEs conectadas a la red de extinción de la UPV	
Edificios de uso docente con superficie mayor de 5000 m ² (1)		
Instalación de pulsadores manuales en el interior de locales de riesgo especial medio y alto.	Existen pulsadores en pasillos y en sala de maquinaria. Ver plano CPI-01	

Tabla 15: Norma EN54-7/9 (Art. 20.4). Instalación de detección y alarma

Requisitos de la norma:	Cumplimiento en la instalación	Observaciones
Edificios de uso docente con superficie mayor de 5000 m ² (1)		
Instalación de pulsadores manuales en el interior de locales de riesgo especial medio y alto.	Existen pulsadores en pasillos y en sala de maquinaria. Ver plano CPI-01	

- (1) Aunque la superficie del edificio es inferior a 5000 m², se ha optado por un sistema de detección y alarma dado el uso del edificio con un alto número de laboratorios y salas con maquinaria.

Tabla 16: Norma EN54-7/9 (Art. 20.5). Instalación de alarma

Requisitos de la norma:	Cumplimiento en la instalación	Observaciones
Edificios de uso docente con superficie comprendida entre 1000 y 5000 m ²		
Señal de alarma activada desde lugares de acceso restringido.	Este requisito queda cumplido por la instalación de alarma del artículo 20.4	

Norma EN54-7/9

Art. 20.6 Instalación de rociadores de agua

No se requiere.

Art. 20.7 Instalación de extinción automática mediante agentes extintores gaseosos.



No se requiere.

Tabla 17: Norma EN54-7/9 (Art. 21). Instalación de alumbrado de emergencia

Requisitos de la norma:	Cumplimiento en la instalación	Observaciones
<p>Contarán con instalación de alumbrado de emergencia las zonas siguientes:</p> <p>Recintos de ocupación mayor de 100 personas.</p> <p>Recorridos de evacuación previstos para más de 100 personas.</p> <p>Vestíbulos previos.</p> <p>Locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.</p> <p>Cuadros de distribución de la instalación de alumbrado.</p>	<p>Además de estos requisitos mínimos, se han instalado luminarias de emergencia en aulas, laboratorios y despachos con la finalidad de dotar un mínimo de iluminación en estas zonas en caso de fallo de algún circuito de alumbrado.</p>	

Tabla 18: Especificaciones tuberías y BIE's

Planta Baja Edificio	Tubería	BIE's	Número de BIE's
Entrada junto escalera	Tubería acero soldado galvanizado pintada T 1" GR- UNE 19.047 (DN25)	Boca de incendio equipada, BIE 25 con devanadera abatible, compuesta por: Armario de 680×685×245 mm.	1

Tabla 18 (Continuación): Especificaciones tuberías y BIEs

Planta Primera Edificio	Tubería	BIE's	Número de BIE's
Pasillo frente ascensor	Tubería acero soldado galvanizado pintada T 1" GR- UNE 19.047 (DN25)	Boca de incendio equipada, BIE 25 con devanadera abatible, compuesta por: Armario de 680×685×245 mm.	1

Tabla 19: Especificaciones técnicas y de calidad:

Especificación	Garantía de calidad
1. Lanza del tipo 3 efectos con racor Barcelona de 25 mm capaz de suministrar el caudal de 100 l/min a 3,5 Kg/cm ²	Certificado de conformidad según DIN 50 049-2.1 extendido por el suministrador
2. Manguera de 25 mm sus características estarán de acuerdo con la norma UNE 23091-78	Certificado de conformidad según DIN 50 049-2.1 extendido por el suministrador
3. Válvula de tipo de escuadra en latón o aluminio capaz de soportar una presión de 16 kg/cm ²	Certificado de conformidad según DIN 50 049-2.1 extendido por el suministrador

8.8. Anexo VIII. Medidas de seguridad de botellas y botellones

8.8.1. Transporte y ubicación

Los equipos a presión deben utilizarse y transportarse tal y cómo son suministradas. Nunca se debe eliminar ninguno de los elementos de protección (tulipa, caperuza, etc.) cuya misión es proteger al grifo frente a una eventual caída.

En cuanto a su transporte, éste debe realizarse siempre con la llave cerrada y la caperuza puesta. Las botellas nunca deben transportarse asiéndolas por la caperuza, arrastrándolas o haciéndolas rodar. Para su transporte correcto hay que utilizar carretillas en las que las botellas se colocan verticales y sujetas con cinchas. No obstante, para pequeños desplazamientos, por ejemplo para conectar la botella a una línea, se las podrá mover haciéndolas girar sobre su base.



Una vez en su lugar, las botellas deben almacenarse sobre suelos planos, en posición vertical (nunca tumbadas) y fijándolas a la pared por medio de una cadena.

Con estas medidas se pretende evitar uno de los accidentes más comunes en el manejo de botellas de gases comprimidos, la caída de la botella y el consecuente aplastamiento de personas o cosas, y lo que aún resulta más grave, la rotura de la llave y el escape incontrolado del gas, con lo que además de provocar una atmósfera tóxica, la botella podría salir proyectada a gran velocidad arrasando a su paso todos los obstáculos que encontrase.

En lo referente a su ubicación lo recomendable, sobre todo para aquellos gases cuyo uso es habitual en el laboratorio, es colocar las botellas en casetas de gases exteriores y distribuir desde aquí los gases a los distintos laboratorios. En la instrucción técnica MIE-APQ-5 se describe como deben ser estos almacenamientos en función del volumen y de las características de los gases.

Estos almacenes deben reunir entre otras, las siguientes condiciones:

- Lugares ventilados y alejados de sótanos o recintos subterráneos donde, en caso de escape, puedan acumularse los gases de densidad mayor que el aire
- Alejadas de los lugares de paso, tanto de personas como vehículos
- Las botellas de inflamables deben estar separadas de las botellas del resto de gases por una distancia mínima de 6 metros, o bien separadas por un muro de resistencia al fuego adecuada (RF-30)
- Si es necesario instalación eléctrica, esta será antideflagante
- Riesgos del área señalizados (inflamable, tóxico, prohibición de fumar...)
- La temperatura del almacén no debe exceder de 50°C
- Equipo de lucha contra incendio adecuado
- Suministro permanente de agua en cantidad suficiente para poder enfriar las botellas y recipientes en caso de verse sometidas al calor de un incendio

Dentro de la caseta, cada botella se colocará en posición vertical, sujeta con una cadena y debajo de un cartel con el nombre del gas



- En el local no se podrán tener reactivos, grasas o aceites
- Se colocarán a la vista las instrucciones de manejo de cada gas, los riesgos más importantes y las actuaciones a realizar en caso de accidente
- No se almacenarán botellas que presenten cualquier tipo de deterioro. En este caso se avisará al suministrador para su retirada inmediata.

Si colocamos las botellas de gases en el laboratorio, éste se encontrará adecuadamente ventilado (con rejillas de ventilación dispuestas en zonas altas y bajas cerca de las botellas) y las botellas permanecerán en el laboratorio el tiempo justo de empleo, devolviéndolas al suministrador una vez finalizado su uso. En este caso, en el recinto sólo tendremos la botella de uso y la de repuesto en su caso (ambas sujetas con cadenas).

Nunca se almacenarán (ni se abandonarán) botellas en locales subterráneos o en lugares con comunicación directa con sótanos, huecos de escalera y ascensores, pasillos, túneles etc.

Si se tratase de un gas tóxico (cloro, amoníaco, monóxido de carbono, etc.), se utilizarán botellas de pequeño volumen y mientras se utilicen, estas se colocarán en las vitrinas de extracción. Una vez finalizado su uso se devolverán al proveedor.

Las botellas deben ser manejadas sólo por personas experimentadas y previamente informadas. En los lugares de utilización deben encontrarse siempre a mano las instrucciones de uso y mantenimiento así como las de emergencia.

No intentar nunca forzar las conexiones que no ajustan bien, ni utilice piezas intermedias. Nunca se debe engrasar válvulas, reguladores, etc. Los aceites y grasas en combinación con ciertos gases como el oxígeno, protóxido de nitrógeno etc. podría dar lugar a una violenta explosión.

Las bocas de los grifos de las diferentes familias de gases están fabricados de manera que únicamente se pueda acoplar a manorreductores o conexiones específicas del gas o familias de gases. Con esta medida se pretende evitar la conexión por error de un gas diferente al específico para ese equipo e instalación.



No intentar nunca conectar botellas en mal estado o que hayan permanecido un periodo prolongado sin utilizar. Recordar que las botellas son equipos a presión y como tales deben pasar una serie de pruebas y retimbrados que garanticen su estado (estas pruebas y retimbrados las realiza la empresa suministradora). Una botella que lleva años abandonada en un laboratorio supone un peligro para quien la manipula y lo mismo ocurre con la instalación.

El grifo de la botella debe abrirse estando el manorreductor completamente cerrado. La apertura debe hacerse lentamente, colocándose el operario en sentido contrario al posible escape de gas. La apertura debe ser completa y debe conseguirse girando suavemente el grifo. En caso contrario, nunca se intentará forzarlo, desmontarlo o engrasarlo. Como en el caso anterior, al menor problema debemos pedir instrucciones al proveedor.

Finalmente abriremos lentamente el manorreductor hasta conseguir la presión deseada.

Verificación de la estanqueidad de la conexión:

Una vez conectada la botella conviene verificar la estanqueidad del montaje. Para ello utilizaremos agua jabonosa, jamás una llama abierta.

8.8.2. Medidas de protección

Las principales medidas de protección se basan en una adecuada instalación, una ventilación suficiente y el manejo de los equipos e instalaciones por personal experimentado, conocedor de los riesgos y debidamente entrenado.

Los detectores de gases sirven para alertarnos de posibles fugas. Además de su instalación en los laboratorios donde se utilicen gases tóxicos, corrosivos e inflamables, se recomienda su colocación en aquellos lugares donde habitualmente se trabaja con

volumenes importantes de nitrógeno líquido y/o gases nobles. En estos lugares detectores de oxígeno conectados a alarmas acústicas avisarán a los trabajadores en caso de riesgo de suboxigenación. Además, en los laboratorios donde se utilicen gases tóxicos y muy tóxicos se recomienda disponer de equipos autónomos o semiautónomos de respiración. Estos equipos deben colocarse fuera del área contaminable, en lugares próximos y fácilmente accesibles.

8.9. Anexo IX. Índice de Protección IP e IK de materiales eléctricos

8.9.1. Definiciones

Envolvente: Es el elemento que proporciona la protección del material contra las influencias externas y en cualquier dirección, la protección contra los contactos directos. Las envolventes proporcionan también la protección de las personas contra el acceso a partes peligrosas y la protección del material contra los efectos nocivos de los impactos mecánicos. Se considerará parte de dicha envolvente, todo accesorio o tapa que sea solidario con o forme parte de ella y que impida o limite la penetración de objetos en la envolvente, salvo que sea posible quitar las tapas sin la ayuda de una herramienta o llave.

Grado de protección: Es el nivel de protección proporcionado por una envolvente contra el acceso a las partes peligrosas, contra la penetración de cuerpos sólidos extraños, contra la penetración de agua o contra los impactos mecánicos exteriores, y que además se verifica mediante métodos de ensayo normalizados.

Existen dos tipos de grados de protección y cada uno de ellos, tiene un sistema de codificación diferente, el código IP y el código IK. Los tres primeros epígrafes anteriores estarían contemplados en el código IP y el último en el código IK.

Cada uno de estos códigos se encuentran descritos en una norma, en las que además se indican la forma de realizar los ensayos para su verificación:

- ✓ Código IP: UNE 20324, que es equivalente a la norma europea EN 60529.
- ✓ Código IK: UNE-EN 50102.

8.9.2. Sistemas de protección eléctrica

Existen diversos sistemas de protección aplicables a instalaciones y receptores que se basan en alguno de los siguientes principios:

- Impedir la aparición de defectos mediante aislamientos complementarios
- Hacer que el contacto resulte inocuo, usando tensiones no peligrosas o limitando la intensidad de fuga
- Limitando la duración del defecto mediante dispositivos de corte

El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en sus instrucciones complementarias define los sistemas de protección contra contactos eléctricos indirectos y especifica las condiciones que deben cumplir.

El otro aspecto que aquí se contempla es la fiabilidad de cada sistema de protección y sus límites de utilización frente a situaciones de riesgo elevado.

El nivel de riesgo de contacto eléctrico indirecto aumenta en función de la conductividad del entorno (presencia de agua, superficies metálicas) y en función del manejo del equipo eléctrico (equipos móviles, portátiles).

Funcionando correctamente todos los sistemas de protección confieren un nivel de seguridad similar y suficiente para cualquier situación de riesgo que se quiera proteger.

No obstante, en algunos sistemas existe la posibilidad considerable de que su funcionamiento se altere o se anule por avería, mala instalación o bloqueo voluntario de sus elementos de seguridad, por lo que su fiabilidad en situaciones de riesgo elevado no es preventivamente admisible.

Para cada situación deberá adoptarse uno de los sistemas de protección indicados, no admitiéndose sistemas de menor fiabilidad salvo por exigencias técnicas insalvables, como es el caso de que la potencia del receptor sea muy elevada.



Las envolventes de los equipos eléctricos constituyen preventiva y funcionalmente un elemento importante por cuanto se consigue con ellos una protección contra contactos eléctricos directos de las personas y una protección del propio equipo contra agentes ambientales sólidos, líquidos y mecánicos evitando deterioros que pueden afectar al funcionamiento y longevidad del aparato. A tal efecto las diversas Normas Técnicas existentes definen el grado de protección de las envolventes en base a los siguientes conceptos:

- Protección contra penetración de cuerpos sólidos y partes o miembros de una persona
- Protección contra la penetración de líquidos
- Resistencia a impactos mecánicos

Para cada uno de estos conceptos establecen también unos índices de protección en función del nivel de estanqueidad y robustez que proporcione una envolvente.

Mediante códigos simples que deben estar indicados en los aparatos el usuario o instalador puede conocer las características de las envolventes y determinar su instalación, según el nivel de riesgo existente en el local o emplazamiento.

Por otra parte la elección del material eléctrico y su aplicación a dichos emplazamientos puede presentar ciertas dificultades por cuanto:

Las condiciones ambientales de muchos emplazamientos varían según las zonas, fases de proceso, etc.

No todos los elementos eléctricos dentro de un mismo emplazamiento requieren el mismo grado de protección. Existen excepciones debidas a las condiciones de utilización como la movilidad en el uso de dichos elementos, competencia en la materia de las personas usuarias, etc.

No están comercializados todos los elementos eléctricos en todos los grados de protección definidos por la normativa, sino que por razones de diseño y comerciales se fabrican únicamente en determinados grados de protección.

En general todos los elementos de una instalación eléctrica tendrán un grado de protección adecuado a las condiciones ambientales extremas a que estén expuestos en el local o emplazamiento.

8.9.3. Grado de protección IP

Los índices de protección que citan en la Tabla 20 tienen un carácter orientativo y están basados en las condiciones ambientales típicas que suelen darse en los ambientes referidos, por lo que a la hora de la aplicación deberá verificarse que en la realidad dichas condiciones no sean excedidas, lo que exigiría grados de protección superiores a los indicados y que el técnico deberá ajustar convenientemente.

El número que va en primer lugar (primera cifra característica) indica la protección de las personas contra el acceso a las partes peligrosas (típicamente partes bajo tensión o piezas en movimiento que no sean ejes rotativos y análogos), limitando o impidiendo la penetración de cualquier objeto sólido extraño y garantizando, al mismo tiempo, la protección del equipo. El número que va en segundo lugar (segunda cifra característica) indica la protección del equipo en el interior de una envolvente contra los efectos dañinos derivados de la penetración del agua.

* NOTA – En la tabla 20 y solo para 8 como segunda cifra característica significa normalmente que el equipo es rigurosamente estanco. No obstante, para ciertos tipos de equipos, esta categoría puede implicar que el agua puede penetrar pero, en ningún caso, en cantidades que causen efectos dañinos en los equipos.

Las letras adicionales indican el grado de protección de personas contra el acceso a partes peligrosas (Tabla 21). Son opcionales y se usan cuando la protección efectiva del acceso a la parte peligrosa es más eficaz que la indicada por la primera cifra (por ejemplo mediante un diseño especial de las aberturas que limitan el acceso a las partes en tensión) o cuando la primera cifra ha sido reemplazada por una X.

Tabla 20: Índices de protección IP

Índices de protección IP: Tabla de referencia							
Primera cifra característica				Segunda cifra característica			
Protección frente a partículas sólidas			Grado de protección a partes peligrosas:	Protección frente a partículas sólidas			Grado de protección a partes peligrosas:
I.P.	Ejemplo	PRUEBAS		I.P.	Ejemplo	PRUEBAS	
0		No protegida	Sin protección	0		No protegida	Sin protección
1		Impide la penetración de una esfera de 50 mm de diámetro. Protege contra contacto accidental.	Reverso de la mano	1		Protegida contra la caída vertical de gotas de agua	Goteo vertical
2		Impide la penetración de una sonda de 12 mm de diámetro.	Dedos u objetos análogos	2		Protegida contra la caída de gotas de agua con una inclinación máxima de 15°	Goteo vertical con una inclinación máxima de la envolvente de hasta 15° con respecto a la posición normal
3		Impide la penetración de una sonda de 2,5 mm de diámetro	Herramientas	3		Protegida contra la lluvia fina (pulverizada)	Agua pulverizada (lúvia) con una dirección de hasta 60° con la vertical
4		Impide la penetración de una sonda de 1 mm de diámetro	Alambres	4		Protegida contra las proyecciones de agua, penetración limitada permitida	Proyección de agua en todas direcciones limitada
5		Protegida contra la penetración de polvo (acumulación no peligrosa)	Protección al polvo	5		Protegida contra los chorros de agua, penetración limitada permitida	Agua proyectada con la ayuda de una boquilla en todas las direcciones
6		Estanqueidad total al polvo	Estanqueidad total al polvo	6		Protegida contra fuertes chorros de agua o contra la mar gruesa	Fuertes chorros de agua o contra la mar gruesa en todas las direcciones
7				7		Protegida contra los efectos de la Inmersión entre 150 mm y 1 m	Inmersión temporal
8				8		Protegida contra la Inmersión prolongada a las profundidades especificadas	Inmersión prolongada en agua bajo las condiciones especificadas por el fabricante*

Tabla 21: Letras adicionales (Grado de protección)

Letra	Protección contra el acceso a partes peligrosas con:
A	Dorso de la mano
B	Dedos
C	Herramientas
D	Alambres

Las letras suplementarias indican condiciones particulares del producto que, en cualquier caso, deben responder a las exigencias de la norma de seguridad básica aplicable (Tabla 22). Son opcionales y se sitúan detrás de la última cifra característica o después de la letra adicional en el caso de que esta exista.

Tabla 22: Letras suplementarias

Letra	Significado
H	Aparatos de alta tensión
M	Ensayo de verificación de la protección contra penetración de agua, realizado con las partes móviles del equipo en movimiento (Ej. Rotor de un motor)
S	Ensayo de verificación de la protección contra penetración de agua, realizado con las partes móviles del equipo en reposo (Ej. Rotor de un motor)
W	Material diseñado para utilizarse en unas determinadas condiciones atmosféricas que deben especificarse, y en el que se han previsto medidas o procedimientos complementarios de protección

Así, por ejemplo, una envolvente marcada con protección IP35DM (Figura 4), nos indicará lo siguiente:

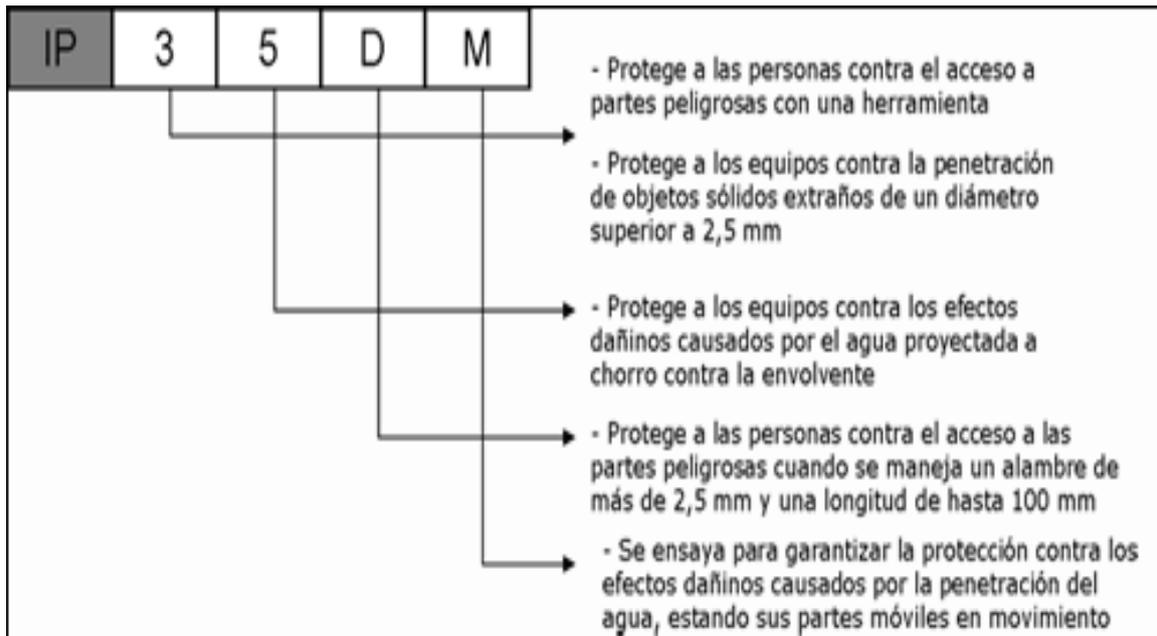


Figura 4: Ejemplo de envolvente

8.9.4. Grado de protección IK

Indica el grado de protección proporcionado por una envolvente en su totalidad contra impactos mecánicos externos. Si alguna parte de la misma tiene grado de protección diferente, se indica por separado.

Se identifica mediante las siglas IK (ver Tabla 23), seguidas de una cifra de dos dígitos, representativa de la resistencia que presenta una envolvente ante una determinada energía de impacto, sin sufrir deformaciones peligrosas.

Tabla 23: Grado de protección IK contra impactos

IK	Energía de impacto
00	Ninguna protección
01	Resistencia a una energía de choque de 0,15 J
02	Resistencia a una energía de choque de 0,25 J
03	Resistencia a una energía de choque de 0,35 J
04	Resistencia a una energía de choque de 0,50 J
05	Resistencia a una energía de choque de 0,70 J
06	Resistencia a una energía de choque de 1 J
07	Resistencia a una energía de choque de 2 J
08	Resistencia a una energía de choque de 5 J
09	Resistencia a una energía de choque de 10 J
10	Resistencia a una energía de choque de 20 J

9. Bibliografía

Guía de prácticas de alumnos en laboratorios con riesgos eléctricos. Servicio de Prevención de Riesgos laborales de la Universidad Politécnica de Valencia.

Guía de prácticas de alumnos en Laboratorios con riesgos mecánicos. Servicio de Prevención de Riesgos laborales de la Universidad Politécnica de Valencia.

Seguridad en Laboratorios y Talleres. Servicio de Prevención de Riesgos laborales de la Universidad Politécnica de Valencia.

Prevención de riesgos eléctricos. (2007). José Antonio Paramio Joaquín. Editorial Tecnos.

El factor humano en la seguridad laboral. (2007). José Luis Meliá Navarro. Bilbao: Lettera Publicaciones.



OHSAS 18002:2000. Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Directrices para la implementación de OHSAS 18001. (200). Grupo de Proyecto OHSAS.

Guía práctica para la Prevención de Riesgos Laborales. (2007). Rafael Díaz Moliner. Editorial Lex Nova.

Orden y limpieza en el puesto de trabajo. (2005). Francisco Rey Sacristán. Editor: Fundación Confemetal.

Seguridad en el trabajo. (2007). Antonio Enríquez Palomino. Editor: Fundación Confemetal.

Evaluación y control de Riesgos Laborales. (2006). Asunción Calatayud Sarthow, Roberto Laborda Grima y Dagmar Recalde Ruiz. Editorial Tirant Lo Blanch.

Prevención de Riesgos Laborales. (2006). Tomás Sala Franco y Ángel Blasco Pellicer. Editorial Tirant Lo Blanch.

Seguridad contra incendios. (2003). Álvaro Fernández de Castro Díaz y Carlos Ruiz Frutos. Editorial Tecnos.

La seguridad industrial. (2001). John V Grimaldi y Rollin Simonds. Editorial McGraw Hill.

Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

NTP 566: Señalización de recipientes y tuberías, aplicaciones prácticas.

NTP 007: Soldadura. Prevención de Riesgos Higiénicos.

NTP 552: Protección de máquinas frente a peligros mecánicos, resguardos.

NTP 025: Norma básica de la edificación NBE-CPI-82.



NTP 028: Medios manuales de extinción

NTP 034: Grado de protección de los aparatos eléctricos

NTP 087: Equipo eléctrico en máquinas herramientas. Medidas de seguridad

NTP 135: Seguridad en el laboratorio. "Cuestionario de Seguridad"

NTP 185: Detección automática de incendios. Detectores térmicos

NTP 198: Gases comprimidos: identificación de botellas

NTP 210: Análisis de las condiciones de trabajo: método de la A.N.A.C.T.

NTP 211: Iluminación de los centros de trabajo

NTP 215: Detectores de humos

NTP 236: Accidentes de trabajo: control estadístico

NTP 276: Eliminación de residuos en el laboratorio: procedimientos generales

NTP 315: Calidad del aire: gases presentes a bajas concentraciones en ambientes cerrados

NTP 391: Herramientas manuales (I): condiciones generales de seguridad

NTP 392: Herramientas manuales (II): condiciones generales de seguridad

NTP 393: Herramientas manuales (III): condiciones generales de seguridad

NTP 397: Botellas de gas: riesgos genéricos en su utilización

NTP 399: Seguridad en el laboratorio: actuación en caso de fugas y vertidos



NTP 432: Prevención del riesgo en el laboratorio. Organización y recomendaciones generales

NTP 433: Prevención del riesgo en el laboratorio. Instalaciones, material de laboratorio y equipos

NTP 481: Orden y limpieza de lugares de trabajo

NTP 494: Soldadura eléctrica al arco: normas de seguridad

NTP 495: Soldadura oxiacetilénica y oxicorte: normas de seguridad

NTP 517: Prevención del riesgo en el laboratorio. Utilización de equipos de protección individual (I): aspectos generales

NTP 518: Prevención del riesgo en el laboratorio. Utilización de equipos protección individual (II): gestión

NTP 551: Prevención de riesgos en el laboratorio: la importancia del diseño

NTP 577: Sistema de gestión preventiva: revisiones de seguridad y mantenimiento de equipos

NTP 588: Grado de protección de las envolventes de los materiales eléctricos

NTP 760: Aparatos a presión (I): Definiciones. Clasificación. Certificación

www.mtin.es

www.insht.es

www.ffii.es