



Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

Plan de Prevención de Riesgos Laborales para el Laboratorio de Docencia de Química

Grado en Ingeniería Mecánica

ALUMNO: Jaime Cornago Alva

DIRECTORES: María Elena Arce Fariña
Rosa Devesa Rey

CURSO ACADÉMICO: 2020-2021

Universida_{de}Vigo



Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

*Plan de Prevención de Riesgos Laborales para el Laboratorio de
Docencia de Química*

Grado en Ingeniería Mecánica

Intensificación en Tecnología Naval

Infantería de Marina

UniversidadeVigo

RESUMEN

Este Trabajo de Fin de Grado tiene como objetivo la creación de un Plan de Prevención de Riesgos Laborales (PRL) aplicado al laboratorio de docencia de Química del Centro Universitario de la Defensa (CUD) en la Escuela Naval Militar, situado en la planta baja del edificio Isaac Peral. En este laboratorio se realizan numerosas prácticas docentes de las asignaturas de Química, Tecnología Medioambiental, Ciencia y Tecnología de los Materiales e Ingeniería de Materiales impartidas por el Centro Universitario de la Defensa a los alumnos de la Escuela Naval Militar.

En este trabajo se propone la revisión de los riesgos asociados a la actividad en dicho laboratorio, en base a la normativa vigente hasta el momento, la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. El plan de prevención constará de una descripción de los equipos que se encuentran en el laboratorio. La evaluación de riesgos estará ligada tanto al laboratorio como a los equipos y material que en él se encuentran y los puestos de trabajo asociados a la instalación.

PALABRAS CLAVE

Laboratorio, Prevención, Riesgo, Seguridad, Trabajo

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo para mí representa el culmen a 5 años de periodo de formación en la Escuela Naval Militar como futuro oficial de Infantería de Marina. El culmen a toda una etapa de mi vida, que con este trabajo cierro, para poner comienzo al inicio de mi desarrollo en la vida laboral, dejando atrás la vida como estudiante. Cierro 5 años que, aún pudiendo ser mas duros, desde luego no se me han podido hacer más largos.

Es por ello, que en estas palabras de agradecimiento me gustaría incluir a aquellas personas que me han acompañado a lo largo de estos años en mi andadura y me han servido como un apoyo indispensable en aquellos momentos que más los he necesitado.

En primer lugar, agradecer a mis padres su apoyo incondicional en todo momento, por aguantar todas mis quejas y frustraciones en numerosas ocasiones, tratando de mostrarme siempre el lado positivo de cualquier situación que me estuviese superando en ese instante.

Agradecer todas las amistades que he podido forjar durante estos 5 años, que comenzando como completos desconocidos, tras 5 años, considero piezas fundamentales de mi día a día e imprescindibles para mi desarrollo en la Escuela. Sin duda es el mayor regalo que me podría haber llevado de estos años.

Agradecer también a mis tutoras del TFG, M^a Elena Arce Fariña y Rosa Devesa Rey, todo el tiempo invertido en la dirección de este trabajo.

Por último, me gustaría dedicar este trabajo a mis hermanos: Luis y Lurditas. Luis, quiero que este trabajo te sirva de inspiración y motivación para darte cuenta de que por muy duro y sacrificado que pueda parecer el camino, todo acaba llegando a su fin, alcanzando la cima y con ello tus metas. Todos los malos momentos, mirándolos hacia atrás, acaban convirtiéndose en graciosas anécdotas que comentarás en un futuro con tus compañeros y que, todo este tiempo no es en vano, entraste como un niño y te aseguro que saldrás como un hombre con numerosas fortalezas. Lurditas, quiero también que este trabajo te sirva de inspiración para afrontar tu TFG con ánimo y energía, que lo comenzarás en breves. Quiero que sepas que estoy muy orgulloso del nuevo cambio que estás introduciendo en tu vida, y te aseguro que absolutamente todo el esfuerzo está siendo y será recompensado. Estás a nada de encarar la recta final de tu carrera y no había mejor momento para tal cambio de actitud. Sigue así y alcanzarás todo aquello que te propongas.

CONTENIDO

Contenido	1
Índice de Figuras	3
Índice de Tablas.....	5
1 Introducción y objetivos	9
1.1 Contextualización y motivación.....	9
1.2 Objetivos	10
1.3 Estructura del TFG	10
2 Estado del arte	13
2.1 Seguridad e Higiene en el Trabajo	13
2.1.1 Evolución histórica	13
2.1.2 Factores de Riesgo Laboral e incidencia sobre la salud	14
2.1.3 Técnicas de actuación frente a los daños derivados del trabajo	16
2.1.4 Legislación sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo en España	18
2.2 Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales	21
2.2.1 Concepto de Prevención de Riesgos Laborales	21
2.2.2 Motivación	21
2.2.3 Estructura y contenido	22
2.3 Evaluación general de riesgos.....	24
2.3.1 Clasificación de las actividades de trabajo	25
2.3.2 Análisis de riesgos	25
2.3.3 Valoración de riesgos	26
2.4 Siniestralidad en el trabajo	28
2.4.1 Causas de los accidentes	28
2.4.2 Clasificación de los accidentes	29
2.4.3 Evolución de la siniestralidad en España.....	30
2.5 Prevención de Riesgos Laborales en la Armada Española	31
2.5.1 Concepto de Seguridad Operativa	31
2.5.2 Antecedentes Históricos	32
2.5.3 Estructura y organización PRL/SEGOP	33
3 Desarrollo del TFG.....	35
3.1 Datos de la instalación	35
3.1.1 Disposición General.....	35
3.1.2 Descripción de los puestos de trabajo.....	42

3.1.3 Maquinaria y equipos de trabajo.....	44
3.1.4 Equipos de protección individual disponibles en laboratorio.....	45
3.1.5 Inventario de reactivos presentes en el laboratorio.....	46
3.2 Utilización de sustancias y preparados químicos peligrosos	48
3.2.1 Características y clasificación de productos químicos peligrosos	49
3.2.2 Identificación de productos químicos peligrosos	50
3.2.3 Manipulación de productos químicos peligrosos	52
3.3 Evaluación de riesgos.....	53
3.3.1 Metodología empleada.....	53
3.3.2 Identificación general de los riesgos laborales	54
3.3.3 Evaluación general de riesgos laborales	56
4 Plan de acción.....	63
4.1 Descripción de las prácticas llevadas a cabo en el laboratorio	63
4.1.1 Química.....	63
4.1.2 Tecnología medioambiental.....	68
4.1.3 Ciencia y tecnología de los materiales.....	77
4.1.4 Ingeniería de los materiales	79
4.2 Descripción del material fungible de laboratorio.....	82
4.3 Descripción de los productos químicos empleados durante las prácticas	84
4.4 Descripción de los equipos empleados durante las prácticas de laboratorio	90
4.5 Discusión de los resultados	124
5 Conclusiones y líneas futuras	125
5.1 Conclusiones	125
5.2 Líneas futuras	126
6 Bibliografía.....	127
Anexo I: Pictogramas Reglamento CLP	131
Anexo II: Normas generales de seguridad.....	139
Anexo III: Almacenamiento de productos químicos.....	143
Anexo IV: Procedimientos de emergencia y primeros auxilios	149
Anexo V: Equipos de Protección Individual y ropa protectora.....	153

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Clasificación de las Técnicas de Prevención (elaboración propia en base a [3])	17
Figura 2-2 Evolución de la legislación sobre Seguridad e Higiene en España (elaboración propia)	19
Figura 2-3 Exposición de motivos Ley 31/1995 PRL (elaboración propia)	22
Figura 2-4 Evaluación del riesgo (elaboración propia en base a [3]).....	25
Figura 2-5 Matriz de análisis de riesgos según RMPP (tomada de [3])	26
Figura 2-6 Valoración de riesgos (tomada de [3]).....	27
Figura 2-7 Estudio de la causalidad de los accidentes (elaboración propia en base a [3]).....	28
Figura 2-8 Evolución de los accidentes de trabajo en España (elaboración propia en base a [7])...	30
Figura 2-9 Comparación de Accidentes de Trabajo en la UE (tomada de [8])	31
Figura 2-10 Organigrama PRL/SEGOP (tomada de [9])	33
Figura 3-1 Edificio Isaac Peral	35
Figura 3-2 Plano planta baja edificio Isaac Peral (tomada de [10])	36
Figura 3-3 Vista general del laboratorio de docencia de química	36
Figura 3-4 Distribución del laboratorio (elaboración propia)	37
Figura 3-5 Vista general de izquierda a derecha: 4, 3, 2, 1 y 19	38
Figura 3-6 Vista general de izquierda a derecha: 7, 6, 22, 5 y 4	38
Figura 3-7 Armario de seguridad de reactivos sólidos	39
Figura 3-8 Vista general de izquierda a derecha: 13, 10, 9, 8 y 7	39
Figura 3-9 Armario de seguridad de reactivos líquidos	40
Figura 3-10 Vista lateral de P3.....	40
Figura 3-11 Vista general P3.....	41
Figura 3-12 Vista general P2	41
Figura 3-13 Vista general P1	42
Figura 3-15 Inventario de reactivos sólidos presentes en el laboratorio (elaboración propia).....	47
Figura 3-16 Inventario de reactivos líquidos presentes en el laboratorio (elaboración propia)	48
Figura 3-17 Etiqueta de Identificación de producto químico (tomada de [12])	51
Figura A1-0-1 Nuevo sistema de clasificación de pictogramas (tomada de [14])	131
Figura A5-0-1 Gafas de seguridad (tomada de [17]).....	154
Figura A5-0-2 Guante desechable de nitrilo 560 JUBA (tomada de [22]).....	157
Figura A5-0-3 Mascarilla P2/FFP2 NR (tomada de [18]).....	158
Figura A5-0-4 Bata para laboratorio (tomada de [18])	159

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Factores de Riesgo. Clasificación e incidencia sobre la salud (elaboración propia en base a [3]).....	16
Tabla 2-2 Comparativa de las técnicas preventivas (elaboración propia en base a [3]).....	18
Tabla 2-3 Estimación del riesgo (elaboración propia en base a [3])	26
Tabla 2-4 Evaluación de riesgos laborales (elaboración propia en base a [6])	27
Tabla 2-5 Clasificación de las causas según <i>International Safety Academy</i> (elaboración propia en base a [3]).....	29
Tabla 3-1 Leyenda plano de distribución del laboratorio (elaboración propia)	37
Tabla 3-2 Equipamiento por cada puesto de trabajo	44
Tabla 3-3 Equipos disponibles en el laboratorio	45
Tabla 3-4 EPI disponible en el laboratorio.....	46
Tabla 3-5 Clasificación de productos químicos peligrosos (elaboración propia en base a [3])	50
Tabla 3-6 Medidas preventivas frente a riesgos derivados del uso de productos químicos peligrosos (elaboración propia en base a [3]).....	52
Tabla 3-7 Metodología de evaluación de riesgos (elaboración propia en base a [13])	53
Tabla 3-8 Relación de asignaturas que hacen uso del Laboratorio (elaboración propia en base a [10])	56
Tabla 3-9 Distribución de prácticas realizadas en el laboratorio (elaboración propia en base a [10])	57
Tabla 3-10 Formato de ficha de descripción de prácticas (elaboración propia).....	58
Tabla 3-11 Formato ficha descriptiva de los productos químicos (elaboración propia)	58
Tabla 3-12 Formato ficha descriptiva del material fungible (elaboración propia).....	59
Tabla 3-13 Formato ficha descriptiva de equipos (elaboración propia).....	59
Tabla 3-14 Niveles de riesgo (elaboración propia en base a [13])	60
Tabla 3-15 Niveles de riesgo: acción (elaboración propia base a [13])	61
Tabla 3-16 Niveles de riesgo: temporalización (elaboración propia base a [14])	61
Tabla 4-1 Ficha descriptiva P-1 Química (elaboración propia)	64
Tabla 4-2 Ficha descriptiva P-2 Química (elaboración propia)	64
Tabla 4-3 Ficha descriptiva P-3 Química (elaboración propia)	65
Tabla 4-4 Ficha descriptiva P-4 Química (elaboración propia)	66
Tabla 4-5 Ficha descriptiva P-5 Química (elaboración propia)	67
Tabla 4-6 Ficha descriptiva P-6 Química (elaboración propia)	68
Tabla 4-7 Ficha descriptiva P-1 Tecnología Medioambiental (elaboración propia).....	68
Tabla 4-8 Ficha descriptiva P-2 Tecnología Medioambiental (elaboración propia).....	70

Tabla 4-9 Ficha descriptiva P-3 Tecnología Medioambiental (elaboración propia).....	70
Tabla 4-10 Ficha descriptiva P-4 Tecnología Medioambiental (elaboración propia).....	72
Tabla 4-11 Ficha descriptiva P-5 Tecnología Medioambiental (elaboración propia).....	73
Tabla 4-12 Ficha descriptiva P-6 Tecnología Medioambiental (elaboración propia).....	74
Tabla 4-13 Ficha descriptiva P-7 Tecnología Medioambiental (elaboración propia).....	75
Tabla 4-14 Ficha descriptiva P-8 Tecnología Medioambiental (elaboración propia).....	76
Tabla 4-15 Ficha descriptiva P-9 Tecnología Medioambiental (elaboración propia).....	77
Tabla 4-16 Ficha descriptiva P-1 Ciencia y Tecnología de los Materiales (elaboración propia).....	77
Tabla 4-17 Ficha descriptiva P-2 Ciencia y Tecnología de los Materiales (elaboración propia).....	78
Tabla 4-18 Ficha descriptiva P-1 Ingeniería de los Materiales (elaboración propia).....	79
Tabla 4-19 Ficha descriptiva P-2 Ingeniería de los Materiales (elaboración propia).....	80
Tabla 4-20 Ficha descriptiva P-3 Ingeniería de los Materiales (elaboración propia).....	81
Tabla 4-21 Ficha material fungible de vidrio (elaboración propia)	82
Tabla 4-22 Ficha material fungible de metal (elaboración propia)	83
Tabla 4-23 Ficha material fungible de porcelana (elaboración propia)	83
Tabla 4-24 Ficha material fungible de plástico (elaboración propia)	84
Tabla 4-25 Ficha descriptiva de productos químicos (elaboración propia)	89
Tabla 4-26 Ficha descriptiva de equipos: Mufla (elaboración propia)	90
Tabla 4-27 Ficha descriptiva de equipos: Fuente de alimentación (elaboración propia)	91
Tabla 4-28 Ficha descriptiva de equipos: Estufa (elaboración propia)	91
Tabla 4-29 Ficha descriptiva de equipos: Espectrofotómetro (elaboración propia).....	92
Tabla 4-30 Ficha descriptiva de equipos: Agitador-calentador magnético (elaboración propia)	93
Tabla 4-31 Ficha descriptiva de equipos: Manta calefactora (elaboración propia).....	94
Tabla 4-32 Ficha descriptiva de equipos: Hornillo calefactor (elaboración propia)	95
Tabla 4-33 Ficha descriptiva de equipos: Floculador digital (elaboración propia).....	96
Tabla 4-34 Evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva del laboratorio de docencia de química (elaboración propia)	99
Tabla 4-35 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P1 Química (elaboración propia)	101
Tabla 4-36 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P2 Química (elaboración propia)	102
Tabla 4-37 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P3 Química (elaboración propia)	103
Tabla 4-38 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P4 Química (elaboración propia)	104
Tabla 4-39 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P5 Química (elaboración propia)	106

Tabla 4-40 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P6 Química (elaboración propia)	107
Tabla 4-41 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P1 Tecnología Medioambiental (elaboración propia)	108
Tabla 4-42 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P2 Tecnología Medioambiental (elaboración propia)	109
Tabla 4-43 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P3 Tecnología Medioambiental (elaboración propia)	111
Tabla 4-44 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P4 Tecnología Medioambiental (elaboración propia)	112
Tabla 4-45 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P5 Tecnología Medioambiental (elaboración propia)	113
Tabla 4-46 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P6 Tecnología Medioambiental (elaboración propia)	115
Tabla 4-47 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P7 Tecnología Medioambiental (elaboración propia)	115
Tabla 4-48 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P8 Tecnología Medioambiental (elaboración propia)	116
Tabla 4-49 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P9 Tecnología Medioambiental (elaboración propia)	117
Tabla 4-50 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P1 Ciencia y tecnología de los materiales (elaboración propia)	118
Tabla 4-51 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P2 Ciencia y tecnología de los materiales (elaboración propia)	119
Tabla 4-52 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P1 Ingeniería de los materiales (elaboración propia)	121
Tabla 4-53 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P2 Ingeniería de los materiales (elaboración propia)	122
Tabla 4-54 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P2 Ingeniería de los materiales (elaboración propia)	123
Tabla 4-55 Tabla resumen valoración de riesgos (elaboración propia)	124
Tabla A1-0-1 Pictogramas de peligro reglamento CLP (elaboración propia en base a [15])	138
Tabla A2-0-1 Incompatibilidades en el almacenamiento de productos químicos (elaboración propia en base a [15])	146
Tabla A4-0-1 Actuación frente a vertidos líquidos (elaboración propia en base a [15])	152
Tabla A5-0-1 Información de alerta uso de protección ocular (elaboración propia en base a [16])	154
Tabla A5-0-2 Pictogramas en el marcado de guantes de protección química (elaboración propia en base a [16])	156
Tabla A5-0-3 Información de alerta uso de guantes de protección (elaboración propia en base a [16])	157

Tabla A5-0-4 Mascarillas autofiltrantes contra partículas (elaboración propia en base a [16])158

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El presente trabajo tiene como principal objetivo la elaboración de un Plan de Prevención de Riesgos Laborales aplicado al Laboratorio de docencia de Química del Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar. En dicho laboratorio se realizan numerosas prácticas docentes relacionadas con las asignaturas de Química (en primer curso), Tecnología Medioambiental (en segundo curso), Ciencia y Tecnología de los Materiales (en segundo curso) e Ingeniería de los materiales (en tercer curso) impartidas por el Centro Universitario de la Defensa. Dicho plan irá enfocado a la generación de un entorno de trabajo seguro que garantice el correcto desarrollo de las diferentes prácticas contenidas en el plan de estudios de los alumnos de la Escuela Naval Militar.

Dicho Plan de Prevención tendrá por objeto la evaluación de riesgos asociados al uso del citado laboratorio, ya sea durante la ejecución de las prácticas docentes por parte del profesorado y alumnado del centro o bien, por parte del personal de mantenimiento o servicio de limpieza de éste durante la ejecución de sus tareas rutinarias.

Mediante la evaluación de riesgos y el establecimiento de un procedimiento de actuación en el interior de las instalaciones del laboratorio buscaremos minimizar las situaciones de riesgo y, por consiguiente, las probabilidades de sufrir un accidente que pueda afectar a la salud e integridad física del personal y, de esta forma, establecer un entorno de trabajo seguro que garantice el correcto desarrollo de las distintas prácticas que en él se realizan.

1.1 Contextualización y motivación

Con la entrada en vigor del Acta Única de 1986, el concepto de la seguridad y la salud en el trabajo pasaron a constituir una cuestión prioritaria en la política social y de mercado interior de la Unión Europea (UE). Sin embargo, no fue hasta la entrada en vigor de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, por la que se incorporó al ordenamiento jurídico español la Directiva Marco (89/391/CEE) relativa a la salud de los trabajadores en el trabajo, cuando comenzó a adquirir una importancia capital.

La citada ley busca integrar la prevención en el proceso productivo y en todos los niveles jerárquicos de la empresa, por lo que una gran cantidad de profesionales, sin haber recibido una formación específica relacionada con la Prevención de Riesgos laborales, deben hacer frente a una gran cantidad de cuestiones relativas a la prevención de riesgos durante el desempeño de su actividad profesional en su entorno de trabajo.

La ley actual, Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de *Prevención de Riesgos Laborales*, consigue aunar la normativa existente en España hasta el momento y regular todos los aspectos relativos a la seguridad y salud en el trabajo.

1.2 Objetivos

El presente trabajo tiene como propósito principal la elaboración de un Plan de Prevención de Riesgos Laborales (PRL) aplicado al laboratorio de docencia de Química del Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar. Los objetivos a alcanzar con la elaboración de este plan son los que se relacionan a continuación:

- Clasificación de los riesgos asociados a las actividades o tareas docentes llevadas a cabo en el laboratorio en función de la asignatura impartida y los reactivos empleados.
- Identificar los peligros existentes en el lugar de trabajo y evaluar los riesgos asociados a ellos, a fin de determinar las medidas que deben tomarse para proteger la seguridad y la salud del personal docente y alumnado, así como del personal de limpieza y mantenimiento.
- Poder efectuar una elección adecuada sobre los equipos de trabajo, las disoluciones o sustancias químicas empleadas, el acondicionamiento del lugar de trabajo y la organización de éste.
- Comprobar si las medidas existentes son adecuadas a las características del entorno de trabajo y proponer, en su caso, las correcciones necesarias.
- Establecer prioridades en el caso de que sea preciso adoptar nuevas medidas de prevención, en función de la urgencia y la necesidad.
- Definir cuales son las medidas a implantar y a quién o a qué equipos afectan.
- Comprobar que las medidas preventivas adoptadas tras la evaluación de riesgos garantizan un mayor nivel de protección de los usuarios.
- Definir una serie de responsabilidades tanto en la fase de ejecución de la prevención como en la de seguimiento de las medidas tomadas.

1.3 Estructura del TFG

Del mismo modo, se ha considerado como necesario la elaboración de una serie de anexos que sirvan como documentación de apoyo al establecimiento de un entorno de trabajo seguro durante la realización de las diferentes prácticas impartidas por el Centro Universitario de la Defensa. La lectura de dichos anexos por parte de los alumnos es altamente recomendable previo a la realización de las diferentes prácticas en el interior del laboratorio de docencia de química. A continuación, se detalla el contenido de todos los documentos que han sido elaborados:

- En el Anexo I: Pictogramas Reglamento CLP, se recogen los diferentes pictogramas indicadores de peligros establecidos por el reglamento CLP, cuyo conocimiento es fundamental para poder reconocer los riesgos que entraña el uso de los diferentes productos químicos que intervienen en las prácticas.
- El Anexo II: Normas generales de seguridad, es un manual que recoge los hábitos higiénicos, personales y de trabajo que han de ser seguidos por parte de los usuarios del laboratorio para maximizar la seguridad durante el transcurso de las prácticas.
- En el Anexo III: Almacenamiento de productos químicos, se han recogido una serie de actuaciones básicas y recomendaciones a seguir para evitar cualquier riesgo derivado del incorrecto almacenamiento de productos químicos en los lugares destinados a ello.

- En el Anexo IV: Procedimientos de emergencia y primeros auxilios, se recogen una serie de procedimientos de actuación en caso de emergencia. Dicho documento dotará a los usuarios del conocimiento imprescindible para el tratamiento básico de primeros auxilios que permitan subsanar accidentes menores.
- El Anexo V: Equipos de Protección Individual y ropa protectora, sirve de guía sobre la correcta utilización de los Equipos de Protección Individual, bajo qué situaciones han de usarse y cuáles se recomiendan.

Por otro lado, se ha llevado a cabo la actualización del inventario de reactivos químicos presentes en el laboratorio, tanto los líquidos como los sólidos, debido a la gran variación que sufre éste debido al constante movimiento de reactivos entre el laboratorio del edificio de investigación del Centro Universitario de la Defensa y el laboratorio de docencia de química del edificio Isaac Peral.

Por último, en el apartado 4 Plan de acción, se han elaborado una serie de fichas descriptivas de las prácticas llevadas a cabo en el laboratorio, así como del material fungible, productos químicos y equipos que intervienen en las mismas. El objetivo perseguido con la realización de las mismas es la identificación de riesgos derivada de la realización de las prácticas, así como las medidas preventivas propuestas para la mitigación de los riesgos identificados.

2 ESTADO DEL ARTE

2.1 Seguridad e Higiene en el Trabajo

2.1.1 Evolución histórica

El concepto de la Seguridad e Higiene en el Trabajo no es estático, sino que ha ido evolucionando a lo largo de la historia al mismo son que han ido desarrollándose y evolucionando las diferentes formas de trabajar en la sociedad, inherentes y adecuadas a las condiciones y circunstancias en las que se han ido dando con el paso del tiempo a lo largo de la historia. Los progresos tecnológicos, las condiciones económicas, políticas, sociales, etc., han ido definiendo hasta el día de hoy el objetivo de la Seguridad e Higiene en cada uno de los países y en cada momento determinado.

Así es que, durante un largo periodo de la historia, el único objetivo de la protección de los trabajadores en caso de accidente o enfermedad profesional residía en la reparación del daño causado (medicina del trabajo), mientras que no se centraba el esfuerzo en la prevención de esos daños [1].

Más adelante, sin olvidar la reparación del daño, comenzó un periodo de transición de la Medicina a la Seguridad, es decir, se comenzó a enfocar el esfuerzo en evitar el siniestro, lo que hoy en día se ha ido perfeccionando con la prevención del riesgo laboral. No se trata solo de evitar el siniestro y reparar sus consecuencias, sino reducir en la medida de lo posible las causas que pueden dar lugar a los siniestros, esto es, los riesgos [2].

Remontándonos a los antecedentes históricos, no nos supone una gran dificultad encontrar citas bibliográficas que hagan referencia a la temática de la Seguridad e Higiene en el Trabajo. Las primeras de ellas se remontan a los siglos II a.C. y I d.C., en las cuales Hipócrates y Plinio ya hacían referencia a los efectos producidos por el plomo en mineros y metalúrgicos o la protección de los trabajadores contra el ambiente pulvígeno.

Sin embargo, el concepto de Seguridad e Higiene del Trabajo realmente no nació hasta la aparición de la Primera Revolución Industrial en el año 1744. Ésta fue introducida por la invención de la máquina de vapor, la cual dio lugar al nacimiento de las grandes industrias y fábricas, y con éstas, un elevado aumento del número de accidentes producidos en el entorno de trabajo, sin existir un progreso en igual medida por parte de las técnicas de prevención.

No fue hasta el siglo XIX cuando comenzaron a tomarse medidas eficaces como el establecimiento de las inspecciones en fábricas (introducida en Inglaterra con la Ley de Fábricas) o el nacimiento de asociaciones en diferentes países con la finalidad de prevenir los accidentes en las fábricas.

No obstante, el concepto de Seguridad e Higiene comenzó a adquirir realmente importancia tras la creación de la Oficina Internacional del Trabajo (OIT) en 1918, con su servicio de Seguridad y Prevención de accidentes, en 1921.

2.1.2 Factores de Riesgo Laboral e incidencia sobre la salud

La forma de trabajar ha ido evolucionando a lo largo de la historia, mediante el enorme desarrollo industrial que se ha ido dando, especialmente en los últimos siglos de la historia, desde 1744, con el transcurso de tres revoluciones industriales y la que está por venir: la cuarta, en la cual se podría decir que nos encontramos inmersos a día de hoy.

Nuevas formas de trabajo implican, inherentemente, un aumento de riesgos que estos nuevos procesos conllevan para la población en general y para el trabajador en particular, causando el deterioro de su salud y dando lugar a la aparición de nuevos daños derivados del trabajo.

Previamente a la clasificación de los distintos factores objeto de estudio, convendría tener clara la diferencia entre los dos siguientes conceptos [3]:

- **Accidente de trabajo:** “patología traumática quirúrgica aguda provocada por factores ambientales mecánicos”.
- **Enfermedad profesional:** “patología médica o traumática crónica provocada por los factores ambientales físicos, químicos o biológicos”.

A continuación, como se muestra en Tabla 2-1, se ha llevado a cabo una clasificación de los distintos tipos de factores de riesgo laboral y su incidencia sobre nuestra salud:

FACTORES	INCLUYE	CONSECUENCIAS DERIVADAS
CONDICIONES DE SEGURIDAD	Se incluyen en este grupo las condiciones materiales que influyen sobre la accidentalidad: pasillos y superficies de tránsito, aparatos y equipos de elevación, vehículos de transporte, herramientas, instalaciones eléctricas, etc.	- Lesiones originadas por interacción con maquinaria o herramientas (golpes, cortes, atrapamientos), materiales desprendidos, etc. - Lesiones originadas por aplastamientos, caídas de o desde aparatos elevadores, vuelco de vehículos, etc. - Quemaduras, asfixia, paro respiratorio, tetanización o fibrilación ventricular como consecuencia de contactos con la corriente eléctrica.

FACTORES	INCLUYE	CONSECUENCIAS DERIVADAS
DE ORIGEN FÍSICO	Se incluyen en este grupo los denominados “contaminantes o agentes físicos”: ruidos, vibraciones, iluminación, condiciones termo higrométricas, presión atmosférica, radiaciones ionizantes (rayos X, rayos gamma, etc.) y no ionizantes (ultravioletas, infrarrojas, microondas, etc.)	Pueden ocasionar diferentes tipos de enfermedades profesionales: - Permanencia durante prolongados periodos de tiempo a elevada presión sonora (sordera profesional, aumento del ritmo cardiaco, etc.) - Permanencia durante prolongados periodos de tiempo a elevada temperatura (deshidratación, golpe de calor, etc.) - Exposición a radiaciones ionizantes (quemaduras, hemorragias, cánceres, etc.) o radiaciones no ionizantes (cataratas, conjuntivitis, etc.)
DE ORIGEN QUÍMICO	Se incluyen en este grupo los denominados “contaminantes o agentes químicos” presentes en el entorno de trabajo, constituidos por materias inertes en forma de gases, vapores, nieblas, aerosoles, humos, polvos, etc.	Pueden ocasionar diferentes tipos de enfermedades profesionales como consecuencia de exposición a contaminantes tóxicos, los cuales pueden producir efectos: - Corrosivos e irritantes. - Neumoconióticos. - Asfixiantes - Anestésicos y narcóticos. - Cancerígenos, mutágenos y teratógenos. - Sistémicos.
DE ORIGEN BIOLÓGICO	Se incluyen en este grupo los denominados “contaminantes o agentes biológicos”, constituidos por microorganismos (bacterias, virus, hongos, protozoos, etc.)	Pueden ocasionar diferentes tipos de enfermedades profesionales como consecuencia de exposición a contaminantes biológicos: - Bacterias: Tétanos, brucelosis, tuberculosis, etc. - Parásitos: Paludismo, toxoplasmosis, etc. - Virus: Hepatitis, rabia, etc. - Hongos: Pie de atleta.

FACTORES	INCLUYE	CONSECUENCIAS DERIVADAS
DERIVADOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE TRABAJO	Se incluyen las exigencias que la tarea impone al individuo que las realiza: Esfuerzos, manipulación de cargas, posturas de trabajo, niveles de atención	La carga de trabajo puede dar lugar a accidentes y/o fatiga física o mental. Se manifiesta por síntomas como la irritabilidad, falta de energía, depresión, insomnios, problemas digestivos, etc.
DERIVADOS DE LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	Se incluyen los factores debidos a la organización del trabajo: Tareas que lo integran y su asignación a los trabajadores, horarios, velocidad de ejecución, monotonía, complejidad, etc.	Los factores de organización del trabajo pueden dar lugar a una serie de efectos para la salud: fatiga, insatisfacción, estrés, trastornos psicológicos, etc.

Tabla 2-1 Factores de Riesgo. Clasificación e incidencia sobre la salud (elaboración propia en base a [3])

2.1.3 Técnicas de actuación frente a los daños derivados del trabajo

En lo concerniente a la protección de la salud de los trabajadores durante el desempeño de su desarrollo profesional, existen dos vías de actuación: La prevención y la curación. La diferencia fundamental entre ambas reside en que la prevención, como su propio nombre indica, previene la pérdida de la salud, es decir, actúa antes de que se produzca un accidente de trabajo o se desarrolle una enfermedad profesional. Por contraposición, la curación es una medida correctiva, por lo que actúa una vez ya se ha producido el deterioro.

Es por esto por lo que la forma ideal de actuación siempre será la prevención, buscando evitar el deterioro de la salud de cualquier trabajador.

Asimismo, la salud del trabajador se encuentra amenazada por las condiciones en las cuales desarrolla su actividad profesional, es decir, el ambiente del entorno de trabajo. Para la prevención del deterioro de la salud del trabajador en cualquiera de sus formas podemos optar por dos opciones:

- Actuando directamente sobre la salud (técnicas médicas de prevención).

- Actuando sobre el ambiente o condiciones de trabajo (técnicas no médicas de prevención).

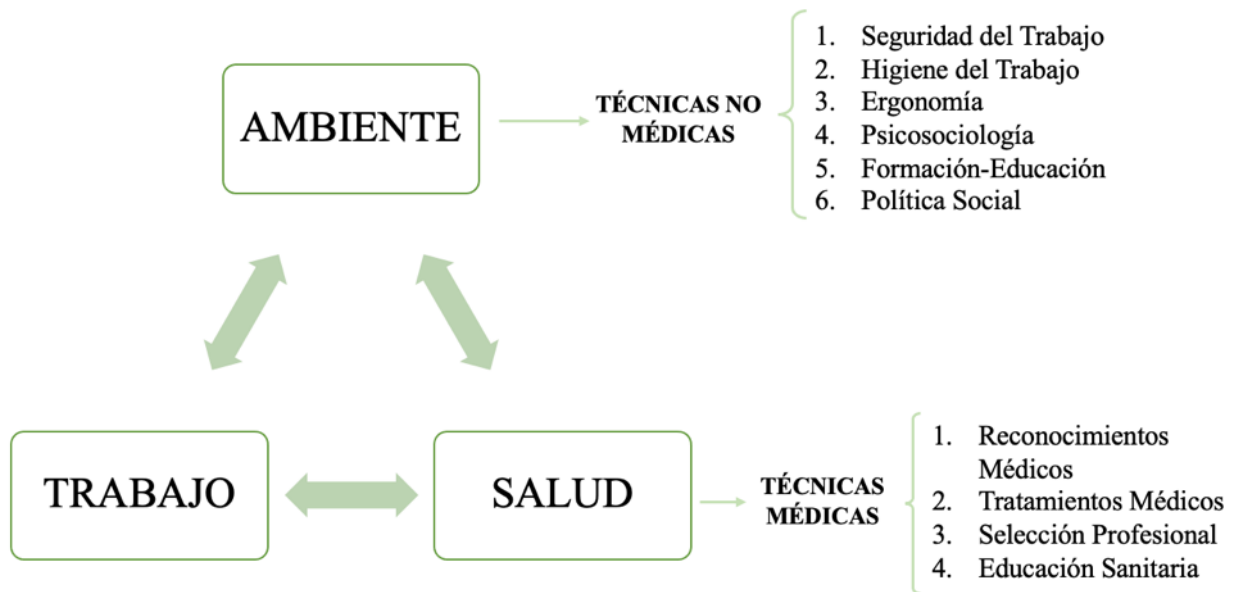


Figura 2-1 Clasificación de las Técnicas de Prevención (elaboración propia en base a [3])

A continuación, se pasará a definir brevemente cada una de las técnicas preventivas:

- **Técnicas Médicas de Prevención**

- **Reconocimientos médicos preventivos:** su objetivo es el control del estado de la salud de un colectivo de trabajadores con el fin de la detección prematura de cualquier alteración en la salud de éstos (chequeo de salud).
- **Tratamientos médicos preventivos:** busca potenciar la salud de un colectivo de trabajadores frente a agentes agresivos externos presentes en el entorno de trabajo (vacunaciones, tratamientos vitamínicos, etc.).
- **Selección profesional:** busca adaptar las características de cada persona a un puesto de trabajo adecuado a dichas características (orientación profesional médica).
- **Educación sanitaria:** busca aumentar la cultura de la población en la temática de higiene y salud (folletos, charlas, cursos, etc.).

- **Técnicas No Médicas de Prevención**

- **Seguridad del trabajo:** busca la prevención de los accidentes de trabajo mediante el análisis y control de los riesgos originados por los factores mecánicos ambientales.
- **Higiene del trabajo:** busca la prevención de enfermedades profesionales mediante la identificación, cuantificación, valoración y corrección de los factores físicos, químicos y biológicos, haciéndolos compatibles con el poder de adaptación de los trabajadores expuestos a ellos.

- **Ergonomía:** busca la prevención de la fatiga que actúa mediante la adaptación del entorno de trabajo al trabajador (diseño del ambiente, organización del trabajo, proyecto de equipos e instalaciones, etc.).
- **Psicosociología:** busca la prevención de los problemas psicosociales (estrés, insatisfacción, agotamiento psíquico, etc.).
- **Formación:** busca la creación de hábitos de actuación en el trabajo por parte de los trabajadores evitando de esta forma los riesgos derivados del mismo.
- **Política social:** busca la prevención de riesgos profesionales mediante la promulgación de leyes, disposiciones o medidas a nivel estatal o empresarial.

Estadísticamente, son las técnicas no médicas de prevención las que tienen un mayor éxito en la supresión de riesgos profesionales, aunque suponen un mayor costo económico para el empresario. A continuación, en la Tabla 2-2, se lleva a cabo una comparación entre ambas técnicas atendiendo a su forma de aplicación, desarrollo y dependencia:

FACTORES	TÉCNICAS MÉDICAS	TÉCNICAS NO MÉDICAS
Forma de aplicación	Individualizadas	Generalmente colectivo
Desarrollo	Poco desarrolladas	Muy desarrolladas
Dependencia	Factor individual de comportamiento no siempre conocido y aleatorio	Factor técnico de comportamiento conocido y homogéneo

Tabla 2-2 Comparativa de las técnicas preventivas (elaboración propia en base a [3])

2.1.4 Legislación sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo en España

La Seguridad e Higiene en el Trabajo comenzó a adquirir importancia en nuestro país tras la promulgación de la Ley de Accidentes de Trabajo, de 30 de enero de 1900, denominada Ley Dato y el posterior Reglamento de aplicación, por el cual se contempló la obligación exigible a todos los patronos, la responsabilidad empresarial en la prevención de los accidentes de trabajo y su reparación y se establecieron las bases de la actual concepción de la seguridad como disciplina técnica [3].

A esta ley le siguieron otras leyes y disposiciones que, de forma considerable, han marcado el desarrollo histórico de la Seguridad e Higiene del Trabajo en España (ver Figura 2-2)

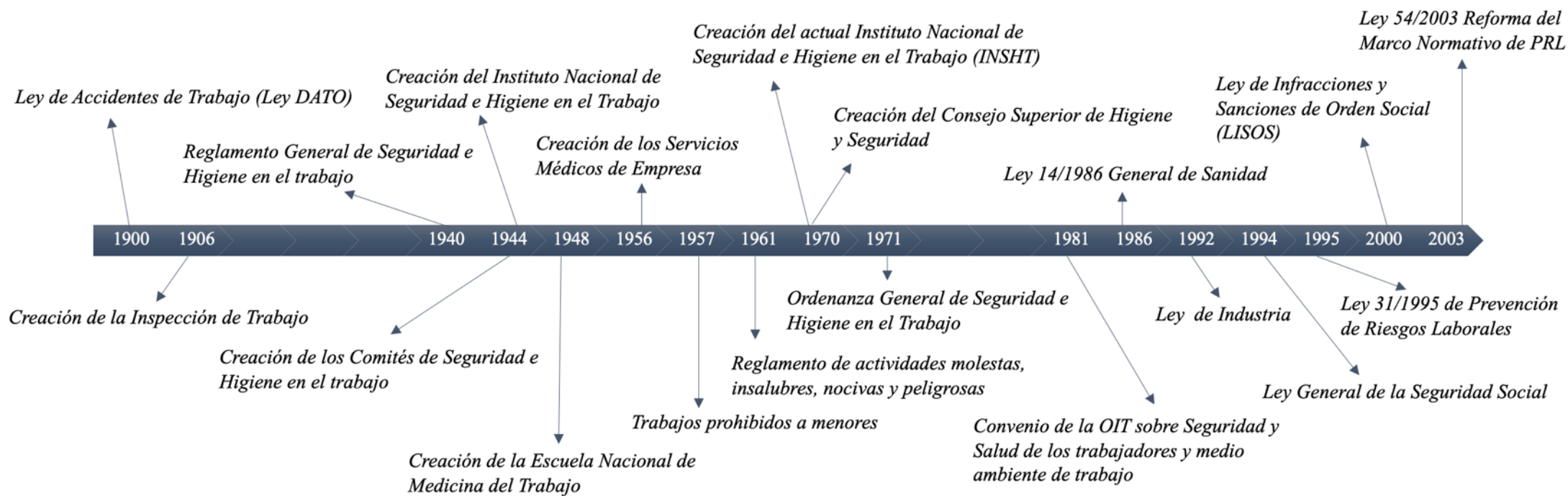


Figura 2-2 Evolución de la legislación sobre Seguridad e Higiene en España (elaboración propia)

Actualmente, el concepto de la Seguridad y la Salud en el Trabajo ocupa un lugar preferente en toda norma legal que atañe a los trabajadores, teniendo su base legal en la Constitución Española [4] y en el Estatuto de los Trabajadores:

- Constitución Española de 1978 (Refrendada el 6-12-78, de 31-10-78)

Título I. De los derechos y deberes fundamentales

Capítulo tercero. De los principios rectores de la política social y económica

Art. 40.

2. “Asimismo, los poderes públicos fomentarán una política que garantice la formación y readaptación de profesionales; velarán por la Seguridad e Higiene en el Trabajo y garantizarán el descanso necesario, mediante la limitación de la jornada laboral, las vacaciones periódicas retribuidas y la promoción de centros adecuados”.

Art. 43.

1. “Se reconoce el derecho a la protección de la salud”.

2. “Compete a los poderes públicos organizar y tutelar la salud a través de las medidas preventivas y de las prestaciones y servicios necesarios. La ley establecerá los derechos y deberes de todos al respecto”.

- Estatuto de los trabajadores (Ley 8/1980, de 10-3-1980)

CAPÍTULO I. Disposiciones Generales.

Sección 2.^a Derechos y deberes laborales básicos.

Art. 4. Derechos laborales.

2. “En la relación de trabajo, los trabajadores tienen derecho:

d) A su integridad física y a una adecuada política de prevención de riesgos laborales”.

Art. 5. Deberes laborales.

“Los trabajadores tienen como deberes básicos:

b) Observar las medidas de prevención de riesgos laborales que se adopten”.

CAPÍTULO II. Contenido del contrato de trabajo.

Sección 2.^a Derechos y deberes derivados del contrato

Art. 19. Seguridad y Salud en el Trabajo

1. El trabajador, en la prestación de sus servicios, tendrá derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

2. El trabajador está obligado a observar en su trabajo las medidas legales y reglamentarias de seguridad y salud en el trabajo.

3. En la inspección y control de dichas medidas que sean de observancia obligada por el empresario, el trabajador tiene derecho a participar por medio de sus

representantes legales en el centro de trabajo, si no se cuenta con órganos o centros especializados competentes en la materia a tenor de la legislación vigente.

4. El empresario está obligado a garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva tanto en el momento de su contratación, cualquiera que sea la modalidad o duración de esta, como cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñe o se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo. El trabajador está obligado a seguir la formación y a realizar las prácticas. [...].

5. Los delegados de prevención y, en su defecto, los representantes legales de los trabajadores en el centro de trabajo, que aprecien una probabilidad seria y grave de accidente por la inobservancia de la legislación aplicable en la materia, requerirán al empresario por escrito para que adopte las medidas oportunas que hagan desaparecer el estado de riesgo; si la petición no fuese atendida en un plazo de cuatro días, se dirigirán a la autoridad competente; esta, si apreciase las circunstancias alegadas, mediante resolución fundada, requerirá al empresario para que adopte las medidas de seguridad apropiadas o que suspenda sus actividades en la zona o local de trabajo o con el material en peligro. También podrá ordenar, con los informes técnicos precisos, la paralización inmediata del trabajo si se estima un riesgo grave de accidente.

Si el riesgo de accidente fuera inminente, la paralización de las actividades podrá ser acordada por los representantes de los trabajadores, por mayoría de sus miembros. [...].

El vigente marco normativo tiene su base en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL) y en la posterior Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

Por lo tanto, de todas las disposiciones enumeradas y debido a la importancia primordial en el desarrollo de este Trabajo Fin de Grado, se dedicará un apartado completo al desglose de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

2.2 Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales

2.2.1 Concepto de Prevención de Riesgos Laborales

La Prevención de Riesgos Laborales se define como “el conjunto de actividades o medidas adoptadas y previstas en todas las fases de la actividad de la empresa con el fin de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo” [3].

2.2.2 Motivación

Tal y como cita el artículo 40.2 de la Constitución Española “Asimismo, **los poderes públicos** fomentarán una política que garantice la formación y readaptación de profesionales; **velarán por la Seguridad e Higiene en el Trabajo** y garantizarán el descanso necesario, mediante la limitación de la jornada laboral, las vacaciones periódicas retribuidas y la promoción de centros adecuados ” [4]. Esto, junto con los compromisos derivados de la incorporación de España a la Unión Europea, el convenio 155 de la Organización Internacional del Trabajo ratificados por el Estado Español sobre *la seguridad y la salud de los trabajadores y el medio ambiente de trabajo* y la necesidad de aunar la política de prevención y de actualizar la legislación vigente hasta el momento que contemplase las nuevas

situaciones derivadas de las nuevas formas y condiciones de trabajo, han dado lugar a la implementación de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

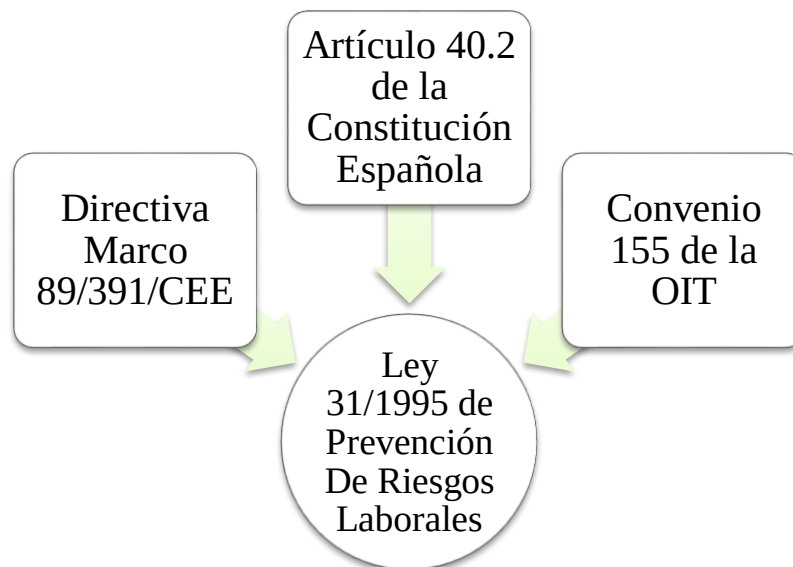


Figura 2-3 Exposición de motivos Ley 31/1995 PRL (elaboración propia)

2.2.3 Estructura y contenido

Tras la aprobación de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL) se establece un nuevo marco jurídico que dicta los principios generales a los que debe someterse la Vigilancia de la Salud de los trabajadores, y constituye la base normativa actual que sustenta esta actividad. Dicha Ley persigue principalmente dos objetivos fundamentales [3]:

- Fomento de toda una cultura de Prevención mediante su promoción en todos los niveles educativos
- Nuevo enfoque de la planificación de la prevención desde la fase de proyecto, mediante:
 - Evaluación de los riesgos.
 - Ordenación de las medidas preventivas.
 - Control de la efectividad de las mismas.

La LPRL está estructurada en un total de siete capítulos, divididos en tres bloques diferenciados:

- Objeto, ámbito de aplicación y definiciones (capítulo I).
- Gestión de la Prevención (capítulos II, IV y V).
- Garantías de seguridad y salud laboral (capítulos III, VI y VII).

A continuación, a modo introductorio al desarrollo de este Trabajo Fin de Grado, se sintetizarán aquellos puntos contenidos en la citada Ley que han sido considerados como más relevantes de entre el total de los existentes:

RELATIVO A LAS GARANTÍAS DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

CAPÍTULO III. Derechos y obligaciones.

- Derechos a la protección frente a los riesgos laborales (Art. 14)

Consagra el derecho de los trabajadores a la protección eficaz frente a los riesgos laborales presentes en el entorno de trabajo. Comprende los derechos de información, consulta, participación formación en materia preventiva, paralización de la actividad en caso de riesgo grave e inminente y a la vigilancia de su estado de salud.

- Principios de la acción preventiva (Art. 15)

Contempla las medidas que todo empresario deberá aplicar relativas al deber general de prevención [5]:

- a) Evitar los riesgos.
- b) Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
- c) Combatir los riesgos en su origen.
- d) 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 los 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.
- e) Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- f) Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
- g) Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- h) Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- i) Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

- Plan de prevención de riesgos laborales, evaluación de los riesgos y la planificación de la actividad preventiva (Art. 16)

Este artículo fue modificado tras la implementación de la Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de *reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales*, por el cual se establece que la prevención de riesgos laborales deberá integrarse en el sistema general de gestión de la empresa a través de la implantación y aplicación de un plan de prevención, contemplando el uso de instrumentos adecuados y esenciales en la evaluación de los riesgos y la planificación de actividad preventiva.

- Equipos de trabajo y medios de protección (Art. 17)

Exhorta al empresario a adoptar las medidas necesarias para adecuar los equipos de trabajo al tipo de trabajo a realizar, así como proporcionar a los trabajadores Equipos de Protección Individual (EPI) y velar por el correcto uso de los mismos.

- Obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos (Art. 29)

Establece que cada trabajador debe velar, según sus posibilidades y mediante las medidas de prevención adoptadas en cada caso, por su propia seguridad y salud en el trabajo, así como la de las terceras personas a las que pueda afectar su actividad profesional.

CAPÍTULO VI. Obligaciones de los fabricantes, importadores y suministradores.

- Obligaciones de los fabricantes, importadores y suministradores (Art. 41)

Establece las obligaciones de los fabricantes, importadores y suministradores de maquinaria, equipos, productos, útiles de trabajo y sustancias químicas de utilización en el trabajo.

Los fabricantes, importadores y suministradores de productos y sustancias químicas de utilización en el trabajo están obligados a envasar y etiquetar los mismos de forma que se permita su conservación y manipulación en condiciones de seguridad y se identifique claramente su contenido y los riesgos para la seguridad o la salud de los trabajadores que su almacenamiento o utilización comporten. [5].

CAPÍTULO VII. Responsabilidades y sanciones.

- En este capítulo abarcan las responsabilidades del empresario derivadas del incumplimiento de sus obligaciones, compatibilidad y competencias sancionadoras. Los artículos 45 a 52, antiguamente contenidos en este capítulo, relativos a la tipificación de las infracciones y cuantías de las sanciones, fueron derogados por el Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones sobre el Orden Social, en la cual quedaron integrados.

2.3 Evaluación general de riesgos

La evaluación de riesgos constituye la base de partida de la acción preventiva, ya que es a partir de la información obtenida durante el proceso de evaluación con la que podrán adoptarse las decisiones precisas sobre la necesidad o no de implantar medidas preventivas. La evaluación de riesgos es un instrumento esencial en el sistema de gestión de la prevención de riesgos laborales.

La evaluación de riesgos comprende las siguientes fases:

- **Análisis del riesgo**, que comprende las etapas de identificación de peligros y la estimación de los riesgos asociados a esos peligros.
- **Valoración del riesgo**, que permitirá comprobar si los riesgos detectados resultan tolerables o no. En caso de que el riesgo no sea tolerable, se deberá de controlar el riesgo.

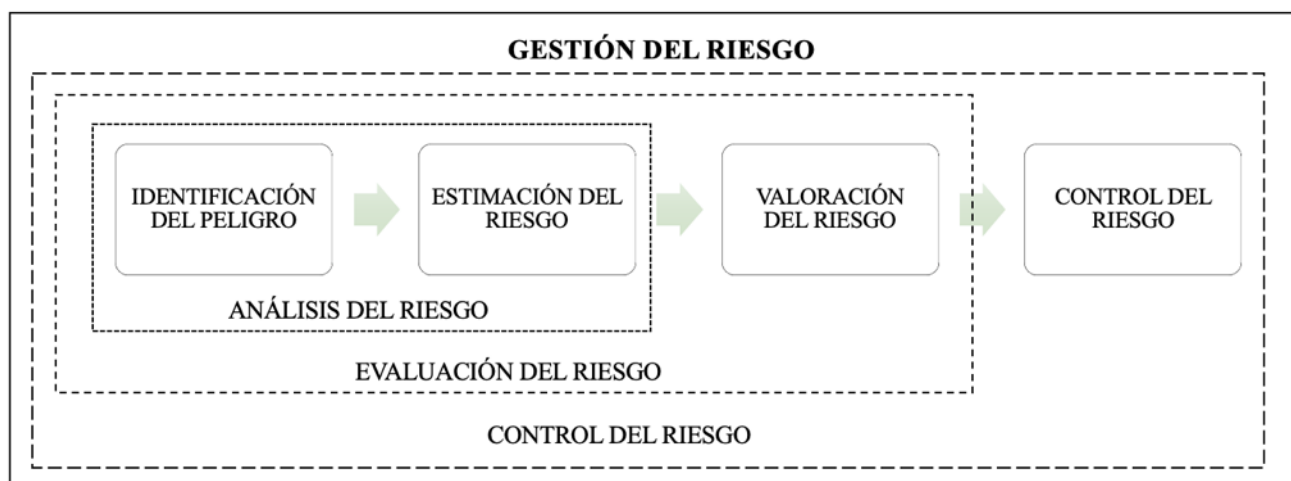


Figura 2-4 Evaluación del riesgo (elaboración propia en base a [3])

2.3.1 Clasificación de las actividades de trabajo

Para la correcta evaluación del riesgo se deberá elaborar una lista en la que se incluyan las diferentes actividades de trabajo relativas a áreas externas a las instalaciones de la empresa, trabajos planificados y de mantenimiento, etapas del proceso de producción o suministro de un servicio y a tareas definidas.

Es preciso para cada actividad de trabajo obtener información sobre [3]:

- Tareas a realizar (duración y frecuencia).
- Lugares donde se realiza.
- Persona que la realiza.
- Formación que ha recibido.
- Procedimientos escritos de trabajo.
- Instalaciones, máquinas y equipos utilizados.
- Herramientas manuales.
- Organización del trabajo.
- Tamaño, forma y peso de los materiales que maneja.
- Sustancias y productos utilizados.
- Medidas de control existentes.
- Datos relativos a la actuación en PRL.

2.3.2 Análisis de riesgos

Para llevar a cabo el análisis de los riesgos detectados se puede disponer de un listado en el que se identifiquen los peligros existentes:

- Espacio inadecuado.
- Golpes y cortes.
- Incendios y explosiones.
- Sustancias que pueden inhalarse.
- Condiciones de iluminación inadecuadas.
- Ambiente térmico adecuado, etc.

A continuación, se han de estimar los riesgos, para lo cual será preciso apreciar la severidad de las consecuencias del daño y la probabilidad de que el daño se materialice según la siguiente Tabla 2-3:

PROBABILIDAD DE QUE OCURRA EL DAÑO		SEVERIDAD DE LAS CONSECUENCIAS
Alta	Siempre o casi siempre	Extremadamente Dañino (amputaciones, intoxicaciones, enfermedades crónicas graves, etc.)
Media	Algunas veces	Dañino (quemaduras, fracturas leves, sordera, etc.)
Baja	Raras veces	Ligeramente Dañino (cortes, molestias, irritaciones de ojo por polvo, etc.)

Tabla 2-3 Estimación del riesgo (elaboración propia en base a [3])

Uno de los métodos cualitativos más empleados por su simplicidad es el presentado por RMPP (Risk Management and Prevention Program) que consiste en determinar la matriz del análisis de riesgos a partir de los valores obtenidos de la probabilidad de ocurrencia y la severidad de las consecuencias:

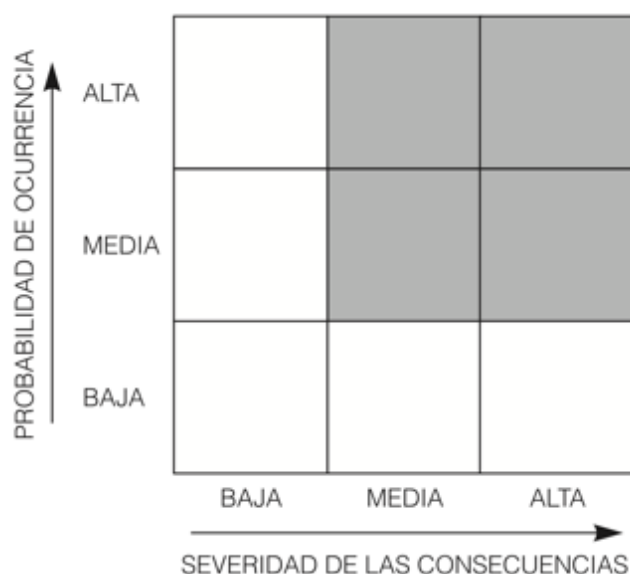


Figura 2-5 Matriz de análisis de riesgos según RMPP (tomada de [3])

Para aquellas situaciones en las que la Estimación del Riesgo (ER) se encuentre en la zona sombreada (véase Figura 2-5), deberá llevarse a cabo un estudio más profundo y adoptar las medidas de control necesarias.

2.3.3 Valoración de riesgos

En vista a la magnitud del riesgo obtenido en la etapa anterior de análisis de riesgos, podrá emitirse el juicio acerca de si el riesgo analizado se considera tolerable o por el contrario deberán adoptarse acciones encaminadas a su eliminación o reducción. (véase Figura 2-6)



Figura 2-6 Valoración de riesgos (tomada de [3])

A continuación, en la Tabla 2-4, se indican las acciones a adoptar para controlar el riesgo, así como el periodo de tiempo durante el cual deberán aplicarse dichas acciones:

RIESGO	ACCIÓN Y TEMPORALIZACIÓN
Trivial	No requiere ninguna acción específica.
Tolerable	No se necesita mejorar la acción preventiva. No obstante, se deben considerar mejoras que no supongan una carga económica importante. Requiere comprobaciones periódicas para garantizar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado	Requiere la realización de esfuerzos enfocados en reducir el riesgo. Dichas medidas deberán implantarse en un periodo determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer la probabilidad del daño como base para determinar la necesidad de las mejoras de las medidas de control.
Importante	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que precise destinar recursos considerables para el control del riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un periodo menor al de los riesgos moderados.
Intolerable	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, debe prohibirse el trabajo.

Tabla 2-4 Evaluación de riesgos laborales (elaboración propia en base a [6])

2.4 Siniestralidad en el trabajo

La seguridad del trabajo es la técnica no médica de prevención que tiene por objeto la lucha contra los accidentes de trabajo, evitando y controlando sus consecuencias. Existen dos formas fundamentales de actuación de la Seguridad:

- **Prevención:** Actúa sobre las causas desencadenantes del accidente.
- **Protección:** Actúa sobre los equipos de trabajo y los trabajadores expuestos al riesgo para de esta forma aminorar las consecuencias del accidente.

2.4.1 Causas de los accidentes

A la hora de realizar un análisis de los riesgos inherentes al desarrollo de cualquier tarea en el ámbito profesional, es necesario atender a la causalidad de los accidentes derivados de dichos riesgos, es decir, estudiar cuáles son las causas que originan los accidentes de trabajo. Por lo que, atendiendo al origen desencadenante del accidente, podemos llevar a cabo la siguiente clasificación:

- **Causas humanas o prácticas inseguras:** comprende el conjunto de actuaciones humanas que pueden ser origen de accidente [3].
- **Causas técnicas o condiciones inseguras:** comprende el conjunto de circunstancias o condiciones materiales que pueden ser origen de accidente [3].

A lo largo del tiempo la influencia de cada causa o factor en el accidente ha ido variando. A día de hoy, la mayoría de los accidentes, según estudios estadísticos, se deben al factor humano y, por consiguiente, la prevención deberá estar mayormente enfocada en la prevención humana: evitar las prácticas y la generación de condiciones inseguras en el entorno de trabajo.

En relación a la importancia del factor humano en la causalidad de los accidentes, un estudio llevado a cabo por Frank E. Bird demostró que, de cada 100 accidentes, 85 se debieron a prácticas inseguras (causas humanas) y solo 1 ocurrió por condiciones inseguras (causas técnicas). Los 14 restantes se produjeron por una combinación de ambas causas (véase Figura 2-7).

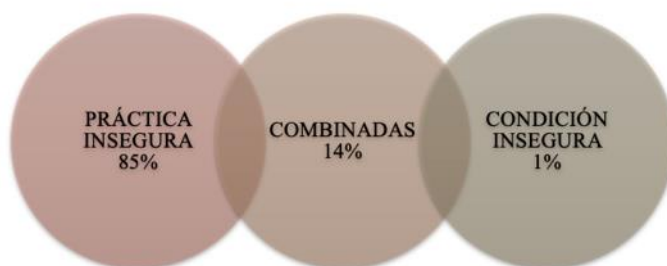


Figura 2-7 Estudio de la causalidad de los accidentes
(elaboración propia en base a [3])

Como fruto del estudio llevado a cabo por Frank E. Bird, podemos observar cómo el ser humano es el responsable del 100% de los accidentes de trabajo, ya sea por la realización de prácticas inseguras o porque provoca condiciones inseguras. De ahí viene la necesidad de focalizar el esfuerzo de prevención en el ser humano, conociendo sus pautas de conducta de cara a plantear un plan efectivo de prevención de los accidentes.

A continuación, en la Tabla 2-5, se muestra una de las múltiples clasificaciones de causas desencadenantes de accidentes según la *International Safety Academy: Safety Training Manual*. Macon Georgia 1971:

	CAUSAS HUMANAS	CAUSAS TÉCNICAS
CAUSAS BÁSICAS	Factores personales 1. Falta de conocimientos y/o habilidades 2. Motivación inadecuada por: a. Ahorrar tiempo o esfuerzo b. Evitar incomodidades c. Atraer la atención d. Afirmer la independencia e. Obtener la aprobación de los demás f. Expresar hostilidad 3. Problemas somáticos o mentales	Factores del puesto de trabajo 1. Procedimiento de trabajo inadecuado 2. Diseño y mantenimiento inadecuados 3. Procedimiento inadecuado en las compras de suministros 4. Desgastes por el uso normal 5. Usos anormales
CAUSAS INMEDIATAS	Prácticas inseguras 1. Trabajar sin autorización 2. Trabajar sin seguridad 3. Trabajar a velocidades peligrosas 4. No señalar o comunicar riesgos 5. Neutralizar dispositivos de seguridad 6. Utilizar equipos de forma insegura 7. Utilizar equipos defectuosos 8. Adoptar posturas inseguras 9. Poner en marcha equipos peligrosos 10. Utilizar equipos peligrosos 11. Bromear y trabajar sin atención 12. No usar las protecciones personales	Condiciones peligrosas 1. Guardas y dispositivos de seguridad inadecuados 2. Sistemas de señalización y alarmas inadecuados 3. Riesgos de incendios y explosiones 4. Riesgos de movimientos inadecuados 5. Orden y limpieza defectuosos 6. Riesgo de proyecciones 7. Falta de espacio. Hacinamiento 8. Condiciones atmosféricas peligrosas 9. Depósitos y almacenamientos peligrosos 10. Defectos de equipos inseguros 11. Ruido e iluminación inadecuada 12. Ropas de trabajo peligrosas

Tabla 2-5 Clasificación de las causas según *International Safety Academy* (elaboración propia en base a [3])

2.4.2 Clasificación de los accidentes

No solo basta con determinar la causalidad de los accidentes de trabajo para poder actuar sobre ellos, sino que, además del “por qué” se producen los accidentes, es preciso conocer “dónde”, “cómo” y “cuándo” se producen, para, de esta forma, poder actuar sobre la raíz del problema, estableciendo medidas oportunas y eficaces para que un accidente no vuelva a ocurrir.

Para ello, la Organización Internacional del Trabajo (OIT) propone un sistema de clasificación múltiple, mucho más completo que su predecesor (sistema de clasificación simple) ya en desuso. El sistema de clasificación múltiple utiliza una clasificación para cada uno de los factores propuestos por la OIT en relación con el estudio estadístico de los accidentes, suministrando de esta forma una información completa sobre todos los aspectos que inciden en el accidente. Dicha clasificación es la siguiente [3]:

- **Forma o tipo de accidente:** refleja las circunstancias en las cuales se produjo el accidente. La naturaleza del contacto o forma en que este se ha producido entre la persona afectada y el objeto o sustancia causante de la lesión (atrapamiento, caída, corte, etc.).
- **Aparato o agente material causante:** objeto, sustancia o condición del trabajo que produjo el accidente con o sin lesión (vehículo, herramienta, maquinaria, etc.).
- **Naturaleza de la lesión:** tipo de lesión física sufrida por el trabajador (fractura, luxación, desgarramiento, etc.).
- **Ubicación de la lesión:** parte del cuerpo en la cual se ha producido la lesión (mano, pierna, ojos, etc.)

2.4.3 Evolución de la siniestralidad en España

Para llevar a cabo una acción preventiva eficaz en materia de la mejora de la salud de los trabajadores, es necesario conocer datos estadísticos fiables relativos a la prevención de riesgos laborales, es decir, disponer de un histórico de datos fiables relacionados con accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

En España, toda la labor relacionada con la elaboración, publicación y definición de los datos estadísticos relativos a los riesgos laborales corresponde a la Subdirección General de Estadísticas del Ministerio de Trabajo y Economía Social, la cual periódicamente actualiza la información editándola en el Anuario de Estadísticas del Ministerio de Empleo y Seguridad Social.

A continuación, se muestra una gráfica en la que se ha representado la evolución de la siniestralidad de accidentes de trabajo en España en los años entre 2000 y 2019 a partir de datos obtenidos de [7]:

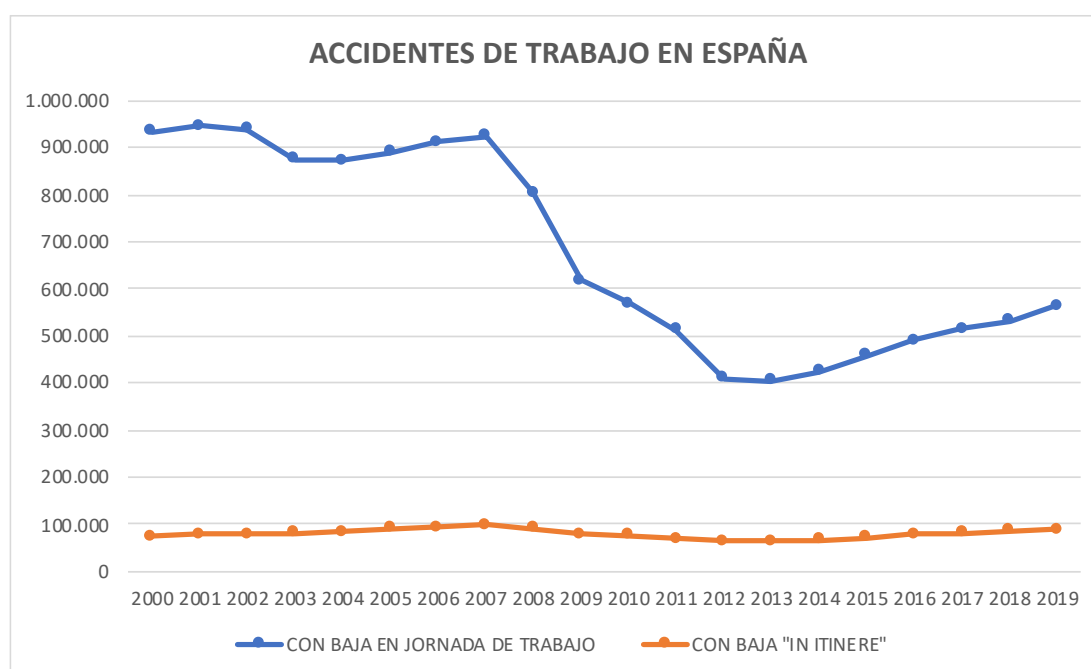


Figura 2-8 Evolución de los accidentes de trabajo en España (elaboración propia en base a [7])

Tras observar la Figura 2-8, se aprecia una notable mejoría en la prevención de accidentes de trabajo en España. Centrándonos en los accidentes ocurridos durante la jornada laboral que han derivado en una baja temporal del personal que lo ha sufrido, se ha conseguido reducir de una cifra cercana al millón de accidentes anuales en el periodo abarcado entre los años 2000-2007 hasta conseguir una cifra media en la última década cercana al medio millón, lo que significa que los accidentes de trabajo se han reducido prácticamente a la mitad.

No obstante, para llevar a cabo una comparación fiable a nivel internacional relativa al número de accidentes de trabajo que se han producido a lo largo de los años, se han obtenido datos de Eurostat, la Oficina Estadística de la Unión Europea encargada de publicar estadísticas e indicadores de alta calidad a escala europea. Se ha tomado una muestra relativa a los años 2017 y 2018:

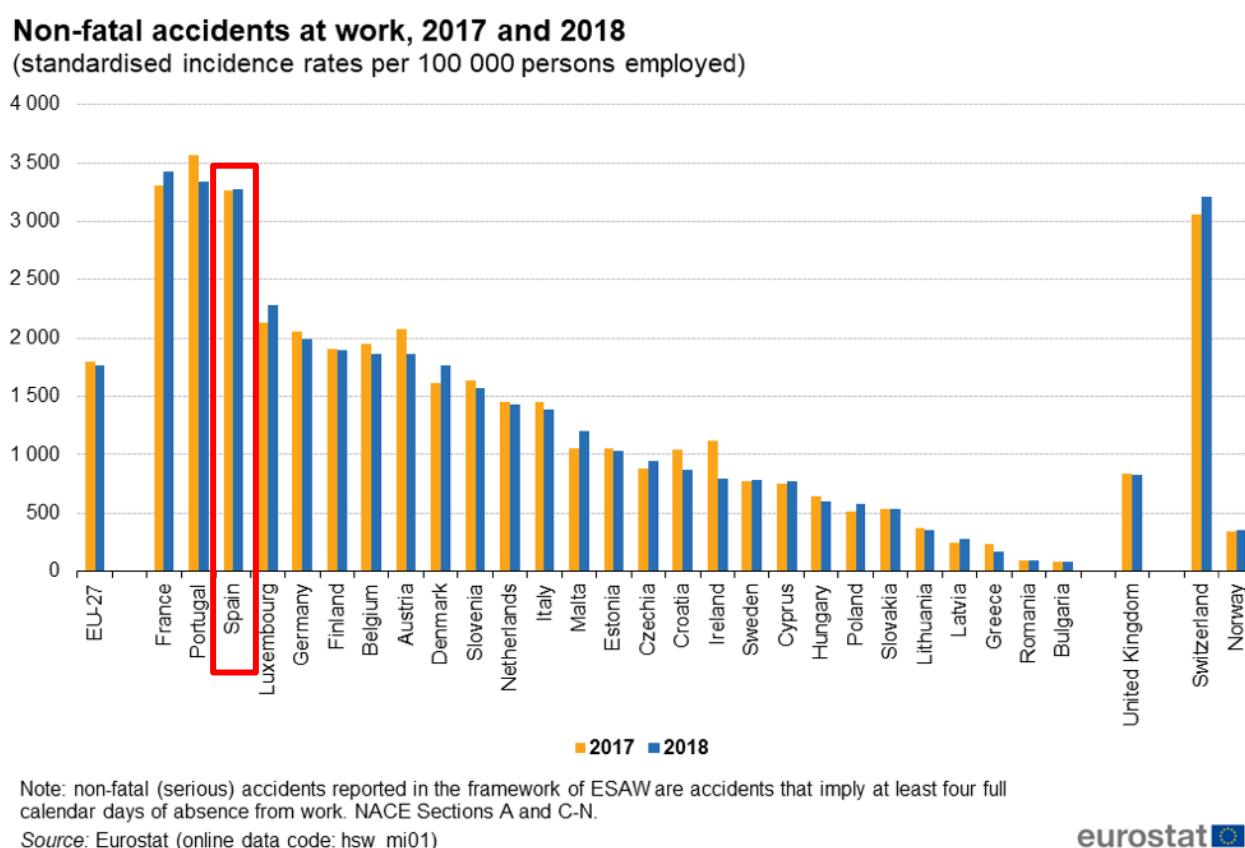


Figura 2-9 Comparación de Accidentes de Trabajo en la UE (tomada de [8])

Como podemos observar en la Figura 2-9, España es el tercer país con la mayor tasa de incidencia de accidentes de trabajo de la Unión Europea, lo que indica que, a pesar de haber seguido una buena evolución en los últimos 20 años como muestra la Figura 2-8, aún le queda un largo camino por recorrer en materia de prevención.

2.5 Prevención de Riesgos Laborales en la Armada Española

2.5.1 Concepto de Seguridad Operativa

La Seguridad Operativa (SEGOP) es el sistema relativo a Prevención de Riesgos Laborales que ha sido implantado en la Armada Española desde el año 1990. La razón de ser del nacimiento de este

concepto fue la de ofrecer a los miembros y trabajadores de la Armada protección frente a accidentes laborales derivados de los riesgos inherentes al ejercicio de la profesión militar.

El resultado de la implantación de este sistema ha sido muy positivo, ya que ha conseguido mantener el nivel del índice de accidentes laborales bajo.

2.5.2 Antecedentes Históricos

Al remontarnos a los orígenes de la Seguridad Operativa en la Armada Española hallamos su nexo con la Seguridad en Vuelo y su implantación en el Arma Aérea de la Armada. En el año 1984 se adopta, de forma experimental, la organización del Programa de la Seguridad de Vuelo de la U.S Navy, debido a que tras 32 años de actividad del Arma Aérea de la Armada el número de accidentes mayores (aquellos con pérdida de vida humana o daños materiales con valor por encima de 150 millones de Ptas.) alcanzaba la cifra de 27 cada 100.000 horas de vuelo, superando en ocho veces al número de accidentes en la U.S Navy y en 4 veces al del Ejército del Aire Español. Esto dio lugar a la redacción de un Manual de Seguridad de Vuelo para el Arma Aérea por orden del Almirante Jefe de Estado Mayor de la Armada (AJEMA).

Finalmente, dicha publicación fue aprobada y promulgada por AJEMA en el año 1986 bajo el título de PAN 10 “La Seguridad de vuelo en la Armada SV”. Los resultados obtenidos tras la aplicación de este primer programa de Seguridad Laboral fueron excelentes. Actualmente, el índice de accidentes mayores registrados es de 4 cada 100.000 horas de vuelo, cifra comparable e incluso menor que otras de las marinas europeas.

No fue hasta el año 1990 cuando AJEMA quiso extender al resto de la Armada los excelentes resultados obtenidos mediante el PAN 10. Para ello, mediante el establecimiento de contacto con el *Naval Safety Center* de Norfolk, se obtuvo información sobre la organización, procedimientos, publicaciones, etc. para trasladar su aplicación en todo el ámbito de la Armada.

Como resultado, el AJEMA aprobó en el año 1991 las publicaciones PSO-01, relativa a la *Organización de la Seguridad Operativa en la Armada*, y PSB-01, la cual recoge el *Plan de Seguridad de Buques*. El periodo comprendido entre 1991 y 1993 fue dedicado fundamentalmente a la difusión y mentalización de ambas publicaciones.

A partir del año 1994 se comienza a impulsar la implantación definitiva de la Seguridad Operativa en la Armada mediante la depuración de la organización y las publicaciones a la vez que son impartidos los primeros cursos relativos a la SEGOP. Por lo tanto, podemos considerar a las Fuerzas Armadas Españolas y, en concreto, a la Armada Española, como pionera en materia de prevención de riesgos laborales, ya que se anticipó a la actual Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

Tras la promulgación en el año 1995 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, se inició un largo proceso de convergencia y adaptación de la SEGOP para hacerla cumplir con la normativa vigente. Como consecuencia de dicha adaptación, se crea en el año 2002 el Centro de Seguridad Operativa de la Armada (CSA). En el año 2003 se publica la PSI 03 de *Precauciones de Seguridad en Instalaciones*.

Más adelante, tras la promulgación del R.D. 1755/2007 de *Prevención de Riesgos Laborales del personal militar de las Fuerzas Armadas y de la organización de los servicios de prevención del Ministerio de Defensa*, la Armada inicia un proceso de adaptación de su estructura SEGOP al nuevo marco legal, dando lugar a la promulgación del Plan General de Prevención de Riesgos Laborales de la Armada el 7 de febrero de 2011.

2.5.3 Estructura y organización PRL/SEGOP

Tras la promulgación del R.D. 1755/2007 y la posterior ORDEN DEF/3573/2008, se promueve la seguridad y salud del personal de las Fuerzas Armadas (FAS) y se dan directrices para la creación de una estructura PRL en el Ministerio de Defensa, constituido a su vez por los Servicios de Prevención de los Ejércitos y Armada, siendo competencia de cada uno de ellos el desarrollo de la estructura adecuada de sus Servicios de Prevención y de la Unidad que los coordine. [9]

Del mismo modo, se establece que en el ámbito de la Subsecretaría de Defensa se establecerá una Unidad de Coordinación de los Servicios de Prevención de Riesgos Laborales y que los órganos de los Servicios de Prevención de los distintos Ejércitos y de las Unidades, Centros y Organismos (UCO) ajenas a su estructura, mantendrán dependencia funcional de esta Unidad de Coordinación.

La estructura PRL/SEGOP establecida en la Armada es la que se muestra a continuación:

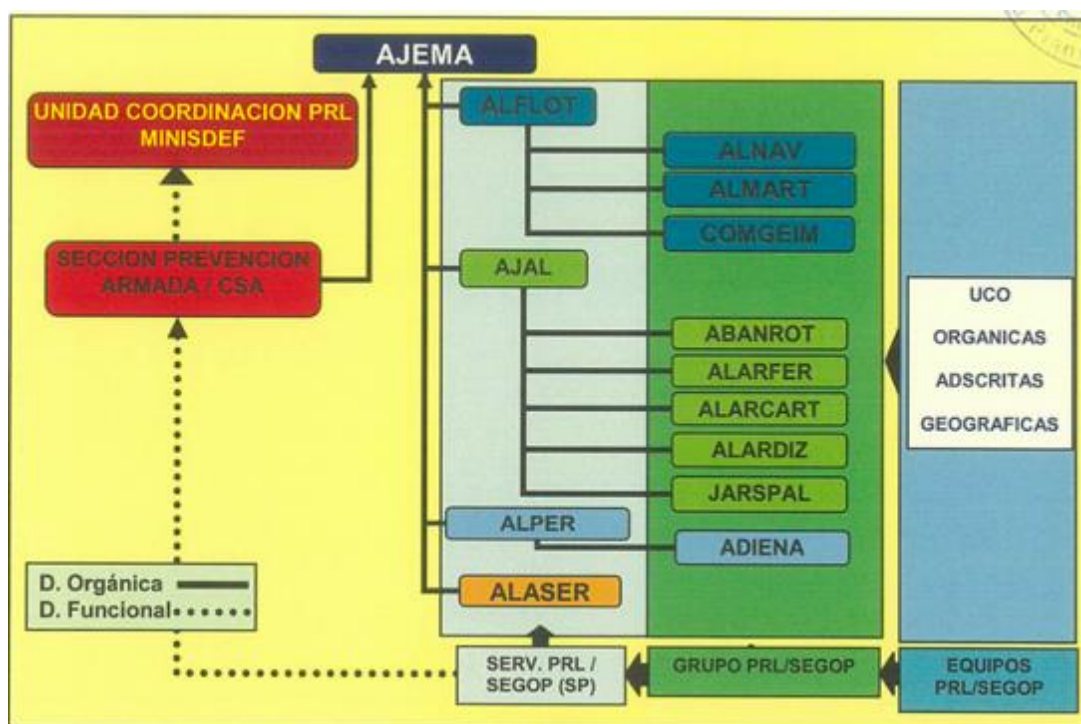


Figura 2-10 Organigrama PRL/SEGOP (tomada de [9])

En su estructura existen las siguientes entidades [9]:

Servicios PRL/SEGOP (SP)

Se crean 4 Servicios para cada una de las autoridades de la nueva organización de la Armada: Almirante de la Flota (ALFLOT), Almirante Jefe de Personal (ALPER), Almirante Jefe de Apoyo Logístico (AJAL) y Almirante Jefe de Asistencia y Servicios Generales (ALASER).

Grupos de PRL/SEGOP

Son los órganos encargados de asesorar en materia PRL/SEGOP a las autoridades y mandos de Flotilla/Grupo/Escuadrilla, así como realizar labores de control y seguimiento de los programas PRL/SEGOP dentro de su respectiva cadena de mando.

Están constituidos por personal propio del Mando correspondiente y el que designe de entre los Equipos PRL/SEGOP de las UCO encuadradas bajo su responsabilidad. La composición de estos grupos dependerá de la entidad de la UCO y de las características particulares en que se encuadren sus actividades.

Equipos de PRL/SEGOP

Todas las UCO dependientes de Autoridades Subordinadas encuadradas bajo la cobertura preventiva de un Grupo PRL/SEGOP dispondrán, al menos, de un Oficial y un Suboficial como Equipo PRL/SEGOP en destino compartido, siendo éstos los encargados del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Prevención de la UCO.

Todo el personal destinado en los Servicios de PRL deberá estar en posesión de la titulación oficial que le faculte para el desempeño de las funciones que se le encomiendan. A los miembros pertenecientes a los Grupos PRL/SEGOP se le facilitará el acceso a la titulación en Prevención de Riesgos Laborales, coordinado mediante la Sección de Prevención. Dichas titulaciones pueden ser de Técnicos Superiores, Técnicos intermedios y Técnicos básicos.

3 DESARROLLO DEL TFG

3.1 Datos de la instalación

Se trata de un laboratorio en el cual los alumnos del Título de Grado de Ingeniería Mecánica de la Escuela Naval Militar realizan numerosas prácticas de las asignaturas de Química, Ciencia y Tecnología de los materiales, Tecnología Medioambiental e Ingeniería de los materiales.

El personal que visita con frecuencia el laboratorio es el relativo al profesorado del Centro Universitario de la Defensa, así como los alumnos de la Escuela Naval Militar. Del mismo modo, deberemos considerar también al personal encargado de la limpieza y mantenimiento del mismo. En referencia a los alumnos, los conocimientos de cómo trabajar en un laboratorio de química son muy escasos, ya que, en la mayoría de los casos, es la primera vez que trabajan en un laboratorio de semejantes características. Es por esto por lo que es de vital importancia que entiendan que se deben seguir una serie de pautas, los riesgos que suponen la realización de determinadas prácticas y como actuar ante una situación de peligro.

3.1.1 Disposición General

El laboratorio de docencia de Química (véase Figura 3-3) del Centro Universitario de la Defensa se encuentra emplazado en la planta baja del edificio Isaac Peral (véase Figura 3-1 y Figura 3-2) de la Escuela Naval Militar.



Figura 3-1 Edificio Isaac Peral



Figura 3-2 Plano planta baja edificio Isaac Peral (tomada de [10])

El laboratorio es un lugar de trabajo en el cual se manipulan con frecuencia determinados productos químicos peligrosos y equipos de trabajo que, unidos a las operaciones o tareas específicas que exigen la realización de las diferentes prácticas, entrañan un cierto nivel de riesgo para la salud de todas aquellas personas que hacen uso del mismo. Es por ello, que determinados aspectos como su ubicación, su distribución o diseño son fundamentales a la hora de minimizar el riesgo que presenta un laboratorio. Todos estos aspectos vienen recogidos en las Notas de Técnicas de Prevención (NTP 550 y NTP 551), indicando aquellos aspectos constructivos, de distribución y de diseño que deben tenerse en cuenta para adquirir un determinado nivel de protección en el laboratorio, en función de las necesidades y las actividades a desarrollar en el mismo.

El laboratorio tiene forma rectangular, cuenta con aproximadamente 82m² y 4m de altura. Cuenta con 5 ventanas de doble hoja (ventanas correderas), de las cuales tan solo abren las de los extremos (primera y última).



Figura 3-3 Vista general del laboratorio de docencia de química

A continuación, en la Figura 3-4, se muestran las diferentes zonas de trabajo, zonas de almacenamiento y los diferentes espacios físicos de los que dispone el laboratorio:

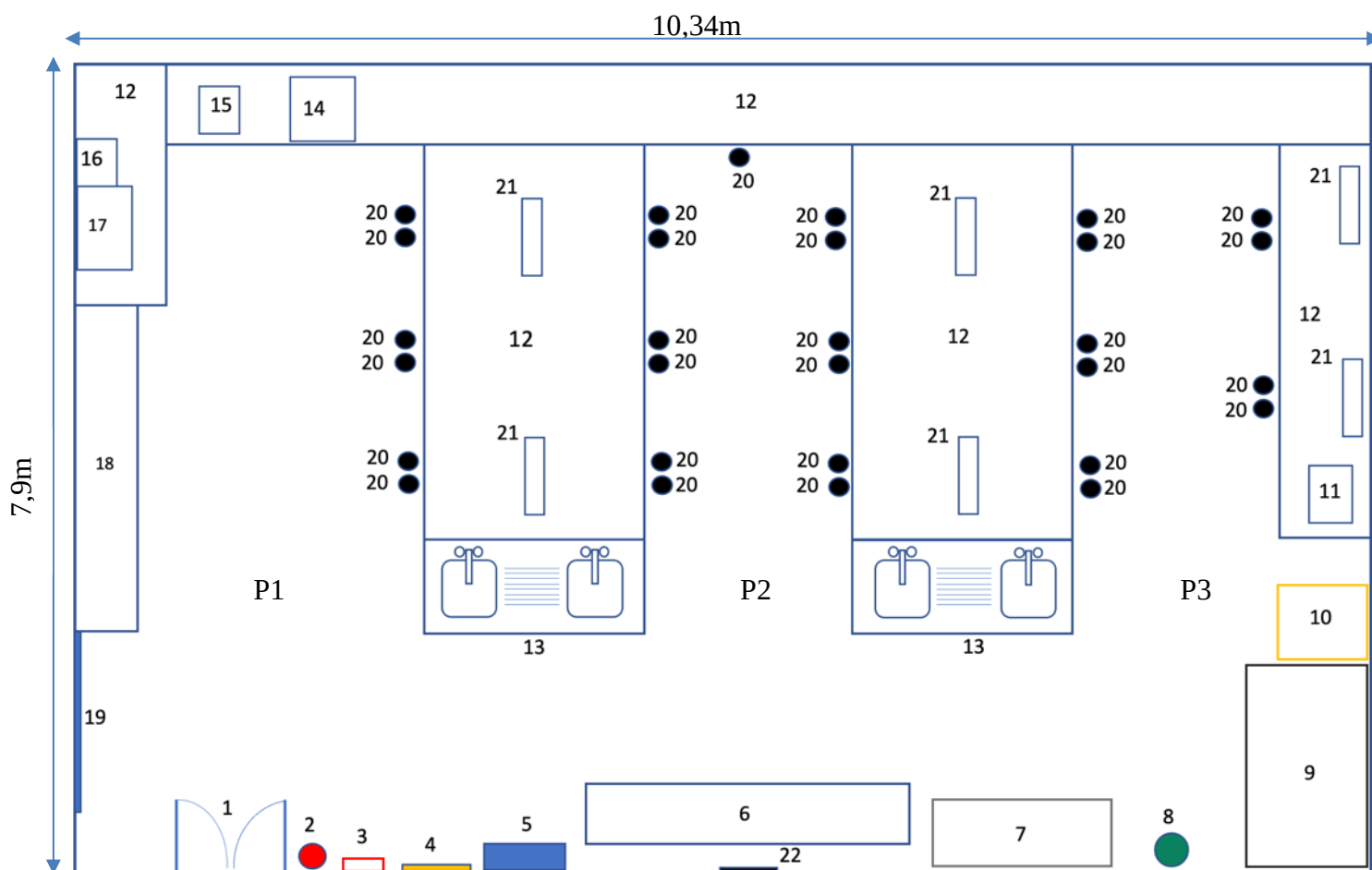


Figura 3-4 Distribución del laboratorio (elaboración propia)

1. Puerta de entrada de doble hoja	12. Mesa de trabajo
2. Extintor de incendios	13. Fregadero
3. Botiquín primeros auxilios	14. Estufa
4. Cuadro eléctrico	15. Mufla
5. Columna	16. Espectrofotómetro
6. Bidones de residuos y encerado móvil	17. Campana
7. Armario de seguridad de reactivos sólidos	18. Armarios de almacenamiento de material
8. Lavajojos y ducha de seguridad	19. Perchero anclado a la pared (12 colgadores)
9. Campana extractora para trabajo con sustancias fumantes	20. Taburete sin respaldo
10. Armario de seguridad de reactivos líquidos	21. Floculadores digitales de 6 posiciones
11. Microondas modificado	22. Puerta cerrada hacia taller electrónica
P1-P2-P3 Pasillo 1, 2 y 3	

Tabla 3-1 Leyenda plano de distribución del laboratorio (elaboración propia)

A continuación, en la Figura 3-5, podemos observar la zona de acceso al laboratorio vista desde el interior. En ella podemos visualizar la ubicación del cuadro eléctrico (4), el botiquín de primeros auxilios (3), el extintor de incendios (2), la puerta de entrada de doble hoja (1) y, por último, el perchero con capacidad para doce colgadores (19).

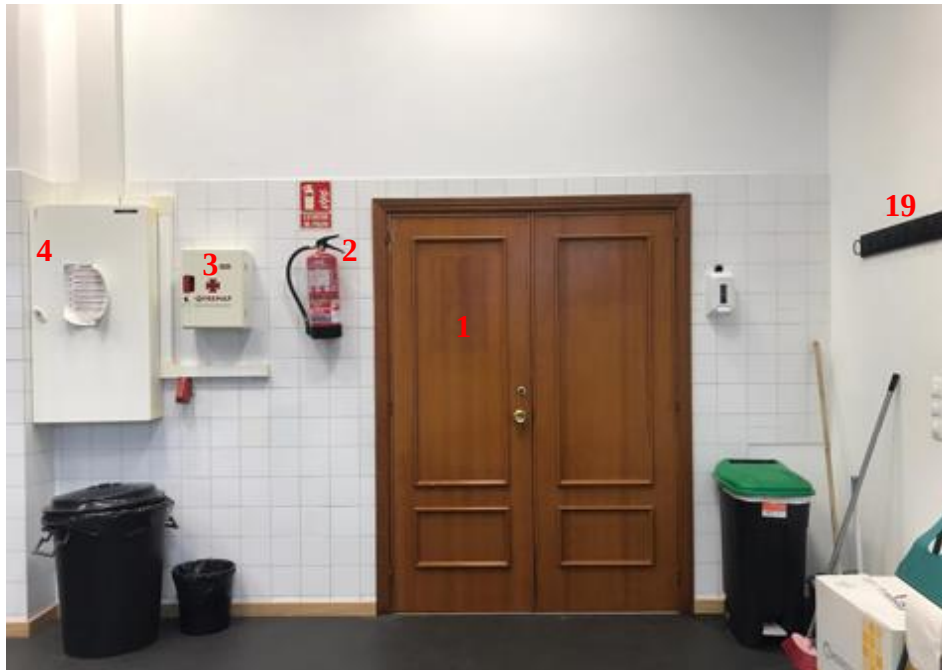


Figura 3-5 Vista general de izquierda a derecha: 4, 3, 2, 1 y 19

Continuando con una vista de barrido hacia la izquierda, podemos observar en la Figura 3-6, la ubicación del armario de seguridad de reactivos sólidos (7), la zona de residuos y pizarra móvil (6), la puerta de acceso al taller de electrónica (22), la columna (5) y el cuadro eléctrico (4).



Figura 3-6 Vista general de izquierda a derecha: 7, 6, 22, 5 y 4

En el laboratorio hay dos zonas de almacenaje de productos químicos, los reactivos sólidos se almacenan en el armario de seguridad que se muestra en la Figura 3-7, mientras que los reactivos líquidos son almacenados en el armario de seguridad de color amarillo que se muestra en la Figura 3-9.



Figura 3-7 Armario de seguridad de reactivos sólidos

A continuación del armario de seguridad de reactivos sólidos (7), tal y como se muestra en la Figura 3-8, se encuentran el lavaojos y ducha de seguridad (8), la campana extractora para trabajo con sustancias fumantes (9) y el armario de seguridad de reactivos líquidos (10).



Figura 3-8 Vista general de izquierda a derecha: 13, 10, 9, 8 y 7



Figura 3-9 Armario de seguridad de reactivos líquidos

Situado a la izquierda del armario de reactivos líquidos, tal y como se aprecia en la Figura 3-10, encontramos una de las mesas de trabajo presentes en el laboratorio, en la cual se encuentran situados el microondas modificado (11), y dos Floculadores (21).



Figura 3-10 Vista lateral de P3

A continuación, aparecen representados en la Figura 3-11 y la Figura 3-12 los pasillos en los cuales se encuentran 9 de los 12 puestos de trabajo existentes en el laboratorio.



Figura 3-11 Vista general P3



Figura 3-12 Vista general P2

Por último, aparece representado en la Figura 3-13, la vista que obtenemos al acceder al laboratorio por la puerta principal. En ella, podemos encontrar la vitrina de almacenamiento de material fungible (18), la campana (17), la mufla (15), la estufa (14) y los 3 puestos de trabajo restantes para hacer el total de 12.



Figura 3-13 Vista general P1

3.1.2 Descripción de los puestos de trabajo

En el interior del laboratorio existen un total de doce puestos de trabajo, simétricos unos de otros, con capacidad para dos personas por cada puesto (en caso de necesidad, puede ser usado por una tercera o incluso cuarta persona, sin embargo, están pensados para dos).

Los doce puestos de trabajo se dividen en dos penínsulas, tal y como se puede apreciar en la Figura 3-4, siendo un total de seis puestos de trabajo por península. A su vez, cada península cuenta con dos fregaderos los cuales facilitan las labores de limpieza durante la realización de las prácticas.

En cada uno de los puestos, encontramos el equipamiento que se relaciona a continuación en la Tabla 3-2:

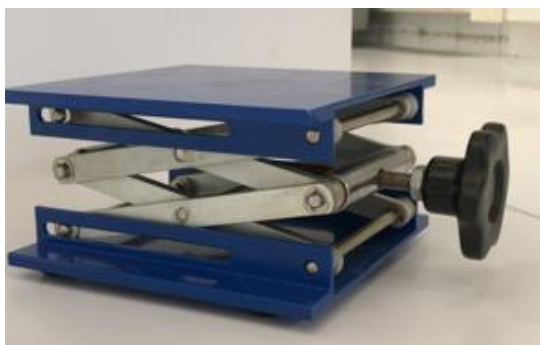
Calentador con agitador magnético



Sonda de temperatura



Elevador



pH-METRO



Manta Calefactora



Fuente de alimentación



Equipo de destilación

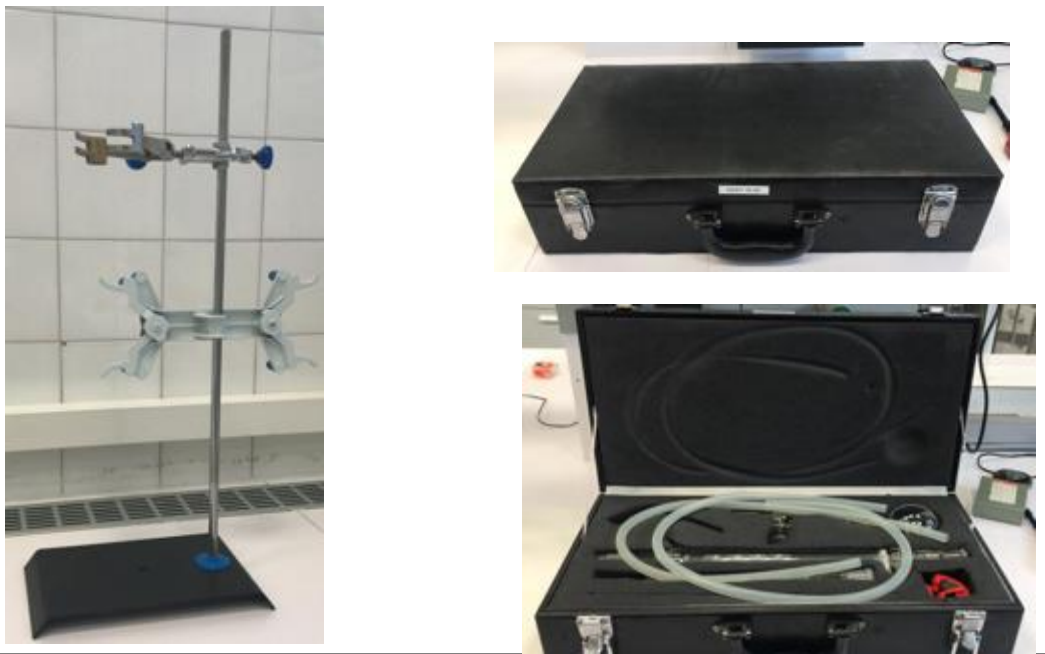


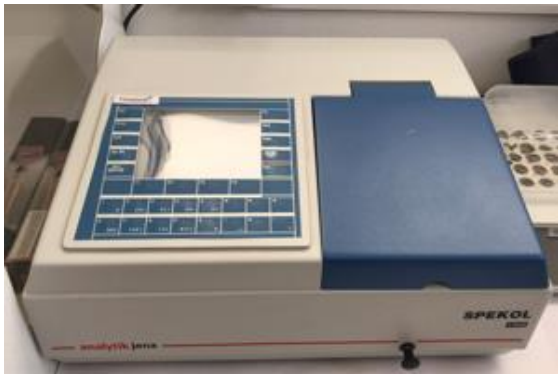
Tabla 3-2 Equipamiento por cada puesto de trabajo

3.1.3 Maquinaria y equipos de trabajo

El laboratorio está equipado con una serie de equipos de uso colectivo, los cuales intervendrán en muchas de las prácticas llevadas a cabo en el laboratorio.

A continuación, en la Tabla 3-3, se relacionan los equipos disponibles en laboratorio:

Espectrofotómetro



Digestor DQO



Mufla



Estufa



Microondas modificado



Floculador digital de 6 posiciones



Tabla 3-3 Equipos disponibles en el laboratorio

3.1.4 Equipos de protección individual disponibles en laboratorio

El laboratorio de química está dotado de diferentes EPI para que profesores y alumnos puedan disponer de ellos durante la realización de las prácticas impartidas en el laboratorio. Generalmente, el laboratorio también dispone de batas de laboratorio para que los alumnos hagan uso de ellas, sin embargo, debido a restricciones de seguridad derivadas de la pandemia Covid-19, son los propios alumnos quienes deben llevar su propia bata.

A continuación, en la Tabla 3-4, se relaciona los EPI disponibles en el laboratorio:

Mascarilla FFP2 NR D



Mascarilla FFP1 NR D



Gafas de Seguridad



Guantes de nitrilo



Guantes y pinzas de protección térmica



Gel hidroalcohólico



Tabla 3-4 EPI disponible en el laboratorio

3.1.5 Inventario de reactivos presentes en el laboratorio

Como anteriormente se ha expuesto en el apartado 3.1.1 del presente trabajo, en el laboratorio de docencia de química se almacenan de forma separada tanto reactivos sólidos como reactivos líquidos, cada uno en su correspondiente armario de seguridad.

A continuación, en la Figura 3-15, se muestra el inventario de reactivos almacenados en el armario de seguridad de reactivos sólidos a fecha del 23 de febrero de 2021:

FORMULA	COMPUESTO	TAMAÑO BOTE	Nº BOTES	PROVEEDOR	CADUCIDAD	OBSERVACIONES
AgNO ₃	Nitrato de plata	25g	1	ANALEMA		La etiqueta no proporciona fecha relativa a su caducidad
AlCl ₃ 6H ₂ O	Cloruro de aluminio hexahidratado	500g	1	SCHARLAU	01-09-14	Caducado
C ₁₀ H ₈	Naftaleno	1Kg	2	SCHARLAU	01-01-17	Caducado
C ₁₄ H ₁₄ N ₃ O ₃ Na	Methyl orange	25g	1	VWR		La etiqueta no proporciona fecha relativa a su caducidad
C ₂₀ H ₁₄ O ₄	Fenoltaleína	100g	1	FISHER SCIENTIFIC		Usar 5 años tras abierto, fecha de empaquetamiento 11/11/10
C ₂ H ₁₀	Bifenilo	500g	2	SCHARLAU	01-07-18	Caducado
CaCO ₃	Carbonato de calcio	1Kg	1	ANALEMA		La etiqueta no proporciona fecha relativa a su caducidad
CaCO ₃	Carbonato de calcio	1kg	1	LABKEM	30-07-24	Buen estado
CH ₄ N ₂ O	Urea cristal	1Kg	1	FAGRON		La etiqueta no proporciona fecha relativa a su caducidad
Cl ₂ Sn 2H ₂ O	Tin (II) chloride dihydrate	500g	1	VWR	01-07-16	Caducado
Cu	Cobre metal polvo	1Kg	1	QUIMIPUR		La etiqueta no proporciona fecha relativa a su caducidad
CuSO ₄ 5H ₂ O	Sulfato de cobre (II)	500g	1	FISHER SCIENTIFIC		Usar 5 años tras abierto, fecha de empaquetamiento 26/08/10
CuSO ₄ 5H ₂ O	Sulfato de cobre pentahidratado	1Kg	1	ANALEMA		La etiqueta no proporciona fecha relativa a su caducidad
Fe	Hierro metal polvo	1Kg	1	QUIMIPUR		La etiqueta no proporciona fecha relativa a su caducidad
Fe	Hierro metal	500g	1	LABKEM	31-12-21	Buen estado
FeSO ₄ 7H ₂ O	Sulfato de hierro (II) heptahidratado	1Kg	2	QUIMIPUR	01-11-13	Caducado
K ₂ Cr ₂ O ₇	Dicromato de potasio	500g	1	FISHER SCIENTIFIC		Usar 5 años tras abierto, fecha de empaquetamiento 08/02/11
K ₂ Cr ₂ O ₇	Dicromato de potasio	500g	1	SCHARLAU	01-01-16	Caducado
KH ₂ PO ₄	Potasio dihidrogenofosfato	1Kg	1	SCHARLAU	01-11-16	Caducado
KMnO ₄	Permanganato de potasio	100g	1	ACOFARMA	01-01-15	Caducado
KOH	Hidróxido de potasio	1Kg	1	ANALEMA		La etiqueta no proporciona fecha relativa a su caducidad
Na ₂ CO ₃ 10H ₂ O	Carbonato de sodio decahidratado	500g	1	ALFA AESAR		La etiqueta no proporciona fecha relativa a su caducidad
Na ₂ S ₂ O ₃ 5H ₂ O	Sodio tiosulfato	1Kg	1	ANALEMA		La etiqueta no proporciona fecha relativa a su caducidad
NaCl	Cloruro de sodio	1Kg	1	NO ORIGINAL		La etiqueta no proporciona fecha relativa a su caducidad
NaOH	Hidróxido de sodio	1Kg	1	ANALEMA		La etiqueta no proporciona fecha relativa a su caducidad
NaOH	Hidróxido de sodio	1Kg	1	LABKEM	31-12-19	Caducado
NH ₄ Cl	Cloruro de amonio	no	1	ANALEMA		La etiqueta no proporciona fecha relativa a su caducidad
SiO ₂	Gel de sílice para desecadores	1Kg	1	LABKEM		La etiqueta no proporciona fecha relativa a su caducidad
Sn	Estaño metal	1Kg	1	QUIMIPUR		La etiqueta no proporciona fecha relativa a su caducidad
Zn	Cinc metal polvo	1Kg	1	QUIMIPUR	01-02-18	Caducado
Zn	Cinc polvo	500g	1	LABKEM	31-10-23	Buen estado
Zn	Cinc metal	500g	1	FISHER SCIENTIFIC		Usar 5 años tras abierto, fecha de empaquetamiento 17/06/10
Zn (NO ₃) ₂ 6H ₂ O	Nitrato de cinc hexahidratado	500g	1	LABKEM	30-11-19	Caducado
ZnSO ₄ 7H ₂ O	Cinc sulfato heptahidratado	1Kg	1	QUIMIPUR	01-06-21	Buen estado
ZnSO ₄ H ₂ O	Cinc sulfato polvo	100g	1	ACOFARMA	01-07-16	Caducado
	Extracto de levadura	500g	1	SCHARLAU	01-07-15	Caducado

Figura 3-14 Inventario de reactivos sólidos presentes en el laboratorio (elaboración propia)

Del mismo modo, se muestra en la Figura 3-16, el inventario de reactivos almacenados en el armario de seguridad de reactivos líquidos a fecha del 23 de febrero de 2021:

FORMULA	COMPUESTO	TAMAÑO BOTE	Nº BOTES	PROVEEDOR	CADUCIDAD	OBSERVACIONES
AgNO ₃	Nitrato de plata 0,1N	1L	1	QUIMIPUR	01-05-24	Buen estado
C ₂ H ₄ O ₂	Ácido acético glacial	1L	1	QUIMIPUR	01-12-18	Caducado
C ₂ H ₄ O ₂	Ácido acético glacial	1L	1	QUIMIPUR	01-06-18	Caducado
C ₂ H ₄ O ₂	Ácido acético glacial	1L	1	ANALEMA		La etiqueta no proporciona fecha relativa a su caducidad
C ₂ H ₄ O ₂	Ácido acético 3%	5L	1	QUIMIPUR	01-01-17	Caducado
C ₃ H ₆ O	Alcohol 96%	1L	1			No se encuentra etiquetado. Bote transparente y rotulado
C ₃ H ₆ O	Alcohol 96%	5L	1	MONTPLET	01-10-23	Buen estado
C ₃ H ₈ O	2-PROPANOL	1L	1	VWR	01-01-22	Armario de reactivos sólidos
C ₃ H ₈ O ₂	Propilenglicol	1kg	1	ACOFARMA	01-03-14	Caducado
C ₃ H ₈ O ₃	Glicerina	1L	1			Armario de reactivos sólidos. No se encuentra etiquetado.
C ₄ H ₁₀ O	Eter dietílico	1L	2	QUIMIPUR	01-02-20	Armario de reactivos sólidos. Caducado
C ₆ H ₁₂	Ciclohexano	1L	1	SCHARLAU	01-10-17	Caducado
C ₆ H ₁₄	Hexano Recuperado	1L	1	QUIMIPUR	01-12-19	Caducado
C ₆ H ₁₄	Hexano	1L	2	QUIMIPUR	01-12-19	Caducado
C ₆ H ₁₄	n-hexano 95%	1L	1			No se encuentra etiquetado. Bote gris.
C ₆ H ₁₄	n-hexano 95%	1L	1	ANALEMA		La etiqueta no proporciona fecha relativa a su caducidad
C ₆ H ₁₄	n-hexano 95% GLR	1L	1			No se encuentra etiquetado. Bote gris.
C ₆ H ₁₄	Hexano Recuperado	1L	1			No se encuentra etiquetado. Bote transparente vidrio.
C ₆ H ₁₄	hexano transest	1L	1			No se encuentra etiquetado. Bote transparente vidrio marrón.
CH ₂ O en agua	Formol 40% (formaldehído)	1L	2			La etiqueta no proporciona fecha relativa a su caducidad
CH ₃ CH ₂ OH	Etanol 96º cosmético	1L	1	GUINAMA	31-10-22	Buen estado
CH ₃ CH ₂ OH	Etanol destil (Fracción 1)	1L	1			No se encuentra etiquetado. Bote transparente vidrio marrón.
CH ₃ CH ₂ OH	Etanol 96%	1L	1	PANREAC	01-11-16	Caducado
CH ₃ OH	Alcoholmetílico	1L	1	ANALEMA		La etiqueta no proporciona fecha relativa a su caducidad/ Reponer
CH ₃ OH	Metanol recuperado	1L	1			No se encuentra etiquetado. Bote transparente vidrio marrón.
CHCl ₃	Cloroformo	1L	1	QUIMIPUR	01-10-18	Caducado
H ₂ O ₂	Agua oxigenada 110 vols	500mL	3	FORET		La etiqueta no proporciona fecha relativa a su caducidad
H ₂ O ₂	Agua oxigenada 5%	500mL	1	ACOFARMA	01-04-22	Buen estado
H ₂ SO ₄	Ácido sulfúrico 98%	1L	1	QUIMIPUR	01-08-20	Buen estado
H ₂ SO ₄	Ácido sulfúrico 98%	1L	1	LABKEM	31-12-17	Caducado
H ₃ PO ₄	Ácido orto-fosfórico 85%	1L	1	QUIMIPUR	01-08-18	Caducado
HCHO	Formaldehído 35/40	1L	4	ANALEMA		La etiqueta no proporciona fecha relativa a su caducidad
HCl	Ácido clorhídrico 35%	2,5L	1	LABKEM	31-01-18	Caducado
HCl	Ácido clorhídrico 37%	1L	1	LABKEM	30-11-23	Buen estado
HCl	Ácido clorhídrico 35-38%	1L	1	LABKEM	30-06-22	Buen estado
ICI	Solución de Icl 0,1 mol/l (0,2N)	500mL	3	SCHARLAU	01-06-15	Caducado
ICI	Solución de Icl 0,1 mol/l (0,2N)	1L	1	SCHARLAU	01-08-15	Caducado
K ₃ (Fe (CN) ₆)	Hexaciano ferrato III de potasio 0,5M	1L	1			No se encuentra correctamente etiquetado.
Na ₂ O ₃ S ₂ 5H ₂ O	Sodio tiosulfato 0,1 mol/L	1L	3	LABKEM	31-10-17	Caducado
NH ₃	Amoniaco 28ºbé	1L	1	QUIMIPUR	01-10-19	Caducado
NH ₃	Amoniaco 24ºbé	1L	1	QUIMIPUR	01-04-16	Caducado
NH ₃	Amoniaco 20%	1L	1	FISHER SCIENTIFIC		Usar 5 años tras abierto, fecha de empaquetamiento 28/07/08
NH ₃	Amoniaco 24ºbé	1L	1	QUIMIPUR	01-12-11	Caducado
NH ₃	Amoniaco 24ºbé	1L	1	QUIMIPUR	01-04-16	Caducado
NH ₃	Amoniaco 28ºbé	1L	1	QUIMIPUR	01-10-18	Armario de reactivos sólidos. Caducado
NH ₃	Amoniaco 28ºbé	1L	1	QUIMIPUR	01-10-19	Armario de reactivos sólidos. Caducado
	Desoxidante	350g	1	FERRONET		La etiqueta no proporciona fecha relativa a su caducidad

Figura 3-15 Inventario de reactivos líquidos presentes en el laboratorio (elaboración propia)

3.2 Utilización de sustancias y preparados químicos peligrosos

Debido a la gran variedad de sustancias o preparados producidos por la industria química para su aplicación a la industria en general, este punto se dedicará a exponer las ideas básicas sobre los mismos, ya que a raíz de su desconocimiento y su incorrecta manipulación y almacenamiento pueden derivarse una serie de accidentes (explosiones, incendios, etc.) y/o el desarrollo de enfermedades profesionales por interacción con agentes químicos (emisión de gases tóxicos, vapores, polvos radiaciones, etc.) [3].

Debido a la incidencia sobre la salud y la seguridad de los trabajadores que tienen este tipo de productos, existe tanto a nivel nacional como internacional una amplia y estricta legislación sobre el tema:

- Notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas (Real Decreto 363/1995 y REACH).
- Medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas (Real Decreto 1254/1999).
- Almacenamiento de productos químicos (Real Decreto 379/2001).
- Clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos (Real Decreto 255/2003 y CLP).
- Protección Civil para el control y planificación ante accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas (Real Decreto 1196/2003).

Previo a profundizar en la temática de PRL en la industria química, sería conveniente definir los siguientes conceptos [3]:

Sustancias: son los elementos químicos y sus compuestos, en estado natural o los obtenidos durante cualquier proceso de producción, incluidos los aditivos necesarios para conservar la estabilidad del producto y las impurezas que resulten del procedimiento utilizado, excluidos los disolventes que puedan separarse sin afectar la estabilidad de la sustancia ni modificar su composición.

Preparados: son las mezclas o soluciones compuestas por dos o más sustancias.

Producto químico: sustancia o preparado.

Notificación: es la acción por la cual son presentados a la autoridad competente los documentos correspondientes a la sustancia con la información requerida. La obligación de realizar esta notificación corresponde al fabricante, responsable de la comercialización o al representante del fabricante.

EINECS: Inventario Europeo de Sustancias Comerciales Existentes.

ELINCS: Inventario Europeo de Sustancias Químicas Notificadas.

3.2.1 Características y clasificación de productos químicos peligrosos

Desde el punto de vista de la seguridad y la higiene, se consideran productos químicos peligrosos aquellos que, por su carácter inflamable, tóxico, corrosivo, explosivo, comburente, nocivo, cancerígeno, mutagénico, etc., entrañan una cierta peligrosidad para las personas y el medio ambiente [3].

CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS PELIGROSOS	
Por sus propiedades fisicoquímicas	Explosivos: aquellos que incluso en ausencia de oxígeno atmosférico, pueden reaccionar de forma exotérmica con rápida formación de gases y que, en determinadas condiciones de ensayo, detonan, deflagran rápidamente o bajo el efecto del calor, en caso de confinamiento parcial, explotan.
	Comburentes: aquellos que, en contacto con otras sustancias, en especial inflamables, produzcan una reacción fuertemente exotérmica.
	Extremadamente inflamables: aquellos que tienen un punto de ignición extremadamente bajo y un punto de ebullición bajo, y aquellas sustancias o preparados gaseosos que, a temperatura y presión normales, sean inflamables en contacto con el aire.

CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS PELIGROSOS	
	Fácilmente inflamables: se incluyen en este grupo: 1. Aquellos que puedan calentarse e inflamarse en el aire a temperatura ambiente sin aporte de energía, 2. Los sólidos que pueden inflamarse fácilmente tras un breve contacto con una fuente de inflamación y que sigan quemándose y consumiéndose una vez retirada dicha fuente. 3. Los líquidos cuyo punto de ignición sea muy bajo. 4. Aquellos que, en contacto con el agua o aire húmedo, desprendan gases extremadamente inflamables en cantidades peligrosas.
	Inflamables: aquellos líquidos cuyo punto de ignición sea bajo.
Por sus propiedades toxicológicas	Muy tóxicos: aquellos que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea en muy pequeña cantidad pueden provocar efectos agudos e incluso la muerte.
	Tóxicos: aquellos que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea en pequeñas cantidades pueden provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.
	Nocivos: aquellos que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea pueden provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.
	Corrosivos: aquellos que, en contacto con tejidos vivos, puedan ejercer una acción destructiva de los mismos.
	Irritantes: aquellos no corrosivos que, en contacto breve, prolongado o repetido en la piel o las mucosas puedan provocar una reacción inflamatoria.
Por sus efectos específicos sobre la salud	Sensibilizantes: aquellos que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan ocasionar una reacción de hipersensibilidad, de forma que una exposición posterior a esa sustancia de lugar a efectos negativos característicos.
	Cancerígenos: aquellos que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan producir cáncer o aumentar su frecuencia.
	Mutágenos: aquellos que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir alteraciones genéticas hereditarias o aumentar su frecuencia.
Por sus efectos sobre el medio ambiente	Tóxicos para la reproducción: aquellos que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir efectos negativos no hereditarios en la descendencia, o aumentar la frecuencia de éstos, o afectar de forma negativa a la capacidad reproductora.
	Peligrosos para el medio ambiente: aquellos que presentan o pueden presentar un peligro inmediato o futuro para uno o más componentes del medio ambiente.

Tabla 3-5 Clasificación de productos químicos peligrosos (elaboración propia en base a [3])

3.2.2 Identificación de productos químicos peligrosos

La actuación frente al riesgo derivado del uso de productos químicos pasa inexcusablemente por el conocimiento de la peligrosidad de los mismos y, debido a la amplia diversidad de productos químicos que se utilizan en la industria y otras actividades, la legislación vigente recoge la necesidad de que todos

los envases o recipientes que contengan sustancias o preparados peligrosos deberán suministrar la información necesaria para advertir a los usuarios de los riesgos inherentes al uso de la sustancia o preparado en cuestión (R.D. 255/2003 y CLP).

En Europa la entidad encargada de la regularización de las fichas de seguridad y los pictogramas CLP, es la Agencia Química Europea. Conocida por sus iniciales en inglés como ECHA. En su momento, la agencia, ayudó a crear una serie de pictogramas que indican como deben ser manipulados los productos clasificados como peligroso.

La etiqueta de identificación del producto deberá contener [11]:

1. Nombre de la sustancia.
2. Datos del responsable de la comercialización en el mercado interior: nombre, dirección completa y número de teléfono.
3. Pictogramas normalizados de identificación del peligro.
4. Indicaciones de peligro.
5. Descripción del riesgo mediante frases que indiquen los riesgos específicos (Frases H).
6. Medidas preventivas y consejos de prudencia (Frases P).
7. La indicación “Nº CE: XXX-XXX-X”, (sólo para sustancias), indica su pertenencia al EINECS o a la ELINCS.
8. La indicación “etiqueta CE”, siempre que la sustancia peligrosa esté incluida en la Reglamentación de Sustancias (Anexo I del R.D. 363/1995).
9. Otras indicaciones de seguridad si la sustancia específica se encuentra afectada por normativa específica (normativa sobre detergentes y limpiadores, fertilizantes y abonos, etc.).



Figura 3-16 Etiqueta de Identificación de producto químico (tomada de [12])

3.2.3 Manipulación de productos químicos peligrosos

Un gran número de los accidentes producidos con los productos químicos peligrosos tienen lugar durante las operaciones de manipulación y trasvase de los mismos. Por ello, a continuación, en la Tabla 3-6, se recogen las medidas preventivas a adoptar para evitar los riesgos más frecuentes:

RIESGOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Contacto dérmico por rotura del envase durante el transporte o con sustancias derramadas	- Transportar los envases de vidrio en contenedores de protección. - Controlar los envases de plástico. - Utilizar envases seguros y diseñados ergonómicamente. - Emplear envases adecuados. - Neutralizar las sustancias derramadas con productos adecuados. - No limpiar con trapos o papel.
Proyecciones y salpicaduras en las operaciones de trasvases	- Evitar el vertido libre desde recipientes - Disponer de duchas de emergencia y lavajojos - Utilizar EPI adecuados
Incendios y/o intoxicaciones por evaporación de sustancias inflamables y/o tóxicas	- Controlar los desechos y residuos - Controlar los focos de ignición - Trasvasar en locales bien ventilados (ventilación general o extracción localizada) - Mantener los recipientes cerrados herméticamente.
Incendios en trasvases de líquidos inflamables por electricidad estática	- Trasvasar a velocidades lentas y llenar por el fondo. - Evitar atmósferas peligrosas en el interior de los recipientes. - Emplear recipientes metálicos. - No utilizar ropas de trabajo de fibras acrílicas, sino de algodón y calzado conductor.
Proyecciones y salpicaduras por exceso de llenado de recipientes en instalaciones fijas	- Utilizar rebosaderos para evitar derrames. - Emplear sistemas de control de llenado.
Contactos dérmicos en laboratorios	- Emplear sistemas mecánicos de pipeteado y dosificación

Tabla 3-6 Medidas preventivas frente a riesgos derivados del uso de productos químicos peligrosos (elaboración propia en base a [3])

3.3 Evaluación de riesgos

La evaluación de los riesgos es un proceso dinámico, que requiere ser revisado y actualizado ante determinadas circunstancias [13]:

- Cuando se produzcan cambios en las condiciones de trabajo (nuevas tecnologías, nuevos productos químicos o modificaciones en los lugares de trabajo).
- Cuando se detecten daños a la salud de los trabajadores.
- Cuando las actividades de prevención puedan no ser las adecuadas o insuficientes.

En aquellos puestos donde se detecte alguna de estas circunstancias se procederá a efectuar las correspondientes actuaciones de reevaluación y revisión de los mismos.

Además de lo descrito, las evaluaciones deberán revisarse periódicamente, con una periodicidad que previamente se establezca.

La evaluación de riesgos ha de quedar documentada, debiendo reflejarse para cada puesto de trabajo los siguientes datos [6]:

- a) Identificación de puestos de trabajo
- b) El riesgo o riesgos existentes
- c) Relación de los trabajadores afectados
- d) Resultado de la evaluación y las medidas preventivas procedentes

En este trabajo se llevará a cabo una evaluación de riesgos a fin de determinar los riesgos existentes en el Laboratorio de Docencia de Química del Centro Universitario de la Defensa de la Escuela Naval Militar.

3.3.1 Metodología empleada

Para llevar a cabo el proceso de evaluación de riesgos, según lo establecido por la Xunta de Galicia, se utilizará el método *guía de evaluación de riesgos laborales*, editado por la Dirección General de Relaciones Laborales de la Consejería de Trabajo, según la guía del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. El método se basa en una secuencia de 3 fases, que son [13]:

ORDEN	FASES	DOCUMENTOS
1ª	Identificación general de riesgos laborales	Ficha 1
2ª	Evaluación general de riesgos laborales	Ficha 2
2ª bis	Evaluación específica de riesgos	Ficha 4. Evaluaciones específicas
3ª	Plan de acción	Ficha 3

Tabla 3-7 Metodología de evaluación de riesgos (elaboración propia en base a [13])

El documento de evaluación de riesgos contiene la valoración de cada uno de los riesgos de cada puesto de trabajo (evaluación de riesgos) así como las medidas preventivas corresponsales (plan de acción).

3.3.2 Identificación general de los riesgos laborales

Esta fase tiene por objeto la identificación general de los riesgos del Laboratorio. La unidad de estudio de los riesgos es el puesto de trabajo, entendiendo como tal el conjunto de actividades o tareas llevadas a cabo por el personal a lo largo del desarrollo de las prácticas docentes de las diferentes asignaturas que hacen uso de dicha instalación, así como la maquinaria, herramientas y sustancias que se emplean en dicho entorno.

Es necesario recalcar que cada puesto de trabajo puede estar referido a más de un usuario, ya sea profesor, alumno o personal de limpieza y mantenimiento, si las características y los riesgos son sensiblemente iguales.

Del mismo modo, puede ser considerado un puesto de trabajo como genérico si afecta de forma general a todo el personal presente en el laboratorio.

El desarrollo de esta fase se lleva a cabo mediante la Ficha 1. En dicha ficha se marcarán para cada puesto de trabajo con una X los posibles riesgos según la forma del accidente, enfermedad o circunstancias especiales.

A continuación, se relacionan los distintos códigos según en la forma que se produzca el accidente o se desarrolle la enfermedad [13]:

CÓDIGO DE FORMA DEL ACCIDENTE Según la forma en como el riesgo puede generar un accidente:

01. *CAÍDA DE PERSONAS A DISTINTO NIVEL.* Incluye tanto las caídas desde alturas (edificios, ventanas, árboles, máquinas, vehículos, etc.) como en profundidades (puentes, excavaciones).
02. *CAÍDA DE PERSONAS AL MISMO NIVEL.* Incluye caídas en lugares de tránsito o superficies de trabajo, y caídas sobre o contra objetos.
03. *CAÍDA DE OBJETOS POR DERRUMBAMIENTO.* Abarca las caídas desde edificios, muros, ventanas, escaleras, montones de mercancías, etc. y desprendimientos de tierras, rocas, etc.
04. *CAÍDA DE OBJETOS POR MANIPULACIÓN.* Abarca las caídas de materiales, etc. sobre un trabajador, siempre que el accidentado sea la misma persona a la que se le cae el objeto que está manejando.
05. *CAÍDA DE OBJETOS DESPRENDIDOS.* Abarca las caídas de herramientas, materiales, etc. sobre un trabajador, siempre que este no los estuviera manejando.
06. *PISADAS SOBRE OBJETOS.* Incluyen los accidentes que dan lugar a lesiones como consecuencia de pisadas sobre objetos cortantes o punzantes.
07. *GOLPES CONTRA OBJETOS INMÓVILES.* Considera al trabajador como una parte dinámica, es decir, que interviene de una manera directa y activa, batiendo contra un objeto que no estaba en movimiento.
08. *GOLPES Y CONTACTOS CON ELEMENTOS MÓVILES DE LA MÁQUINA.* El trabajador recibe golpes, etc. ocasionados por elementos móviles de máquinas e instalaciones. No se incluyen los atrapamientos. Por ejemplo, cortes con sierra de disco.
09. *GOLPES POR OBJETOS O HERRAMIENTAS.* El trabajador se lesiona con un objeto o herramienta que es movido por una fuerza diferente a la gravedad. Se incluyen martillazos, golpes

con otros objetos o herramientas (piedras, hierros, etc.), no se incluyen los golpes por la caída de objetos.

10. *PROYECCIÓN DE FRAGMENTOS O PARTÍCULAS*. Abarca los accidentes debido a la proyección sobre el/la trabajador/a de partículas o fragmentos voladores, procedentes de máquinas o herramientas.

11. *ATRAPAMIENTO POR O ENTRE OBJETOS*. Piezas de máquinas, diversos materiales, etc.

12. *ATRAPAMIENTOS POR VUELTA DE MÁQUINAS*. Incluyen los atrapamientos debidos a las vueltas de tractores, vehículos u otras máquinas que dejen al trabajador lesionado.

13. *SOBRESFUERZOS*. Accidentes originados por la utilización de carretas o movimientos mal realizados.

14. *EXPOSICIÓN A TEMPERATURAS EXTREMAS*. Accidentes causados por alteraciones fisiológicas al encontrarse los trabajadores en un ambiente excesivamente frío o caliente.

15. *CONTACTOS TÉRMICOS*. Accidentes debidos a las temperaturas externas que tienen los objetos que entran en contacto con cualquiera parte del cuerpo (líquidos o sólidos).

16. *CONTACTOS ELÉCTRICOS*. Se incluyen todos los accidentes de los que su causa es la electricidad.

17. *INHALACIÓN O INGESTIÓN DE SUSTANCIAS NOCIVAS*. Accidentes causados por el estado de una atmósfera tóxica o por la ingestión de productos nocivos. Se incluyen asfixias y ahogamientos.

18. *CONTACTOS CON SUSTANCIAS CÁUSTICAS Y/O CORROSIVAS*. Accidentes por contactos con sustancias y productos que dan lugar a lesiones externas.

19. *EXPOSICIONES A RADIACIÓN*. Se incluyen tanto las ionizantes como las no ionizantes.

20. *EXPLOSIONES*. Acciones que dan lugar a lesiones causadas por la onda expansiva o por sus efectos secundarios.

21. *FUEGO*. Accidentes producidos por los efectos del fuego o de sus consecuencias.

22. *CAUSADOS POR SERES VIVOS*. Se incluyen los accidentes causados directamente por personas o animales, como agresiones, patadas, picaduras, mordiscos...

23. *ATROPELLOS, GOLPES Y CHOQUES CONTRA VEHÍCULOS*. Abarca los atropellos de personas por vehículos, así como los accidentes en los que el/la trabajador/a lesionado/a va contra el vehículo o vehículos. No se incluyen los accidentes de tránsito.

24. *ACCIDENTES DE TRÁFICO*. Esta línea abarca los accidentes de tráfico ocurridos dentro del horario laboral, independientemente de que estén relacionados con el trabajo cotidiano o no.

25. *CAUSAS NATURALES*. Se incluyen los accidentes ocurridos en el centro de trabajo, que no son consecuencia del propio trabajo sino debido a causas naturales que también se pueden dar fuera. Por ejemplo, infarto de miocardio, angina de pecho, etc.

26. *OTRAS*. Cualquier otra forma de accidente no incluida en las anteriores.

CÓDIGO DE FORMA DE ENFERMEDAD. Según se pueda generar por los siguientes tipos de agentes:

27. *AGENTES QUÍMICOS.* Están constituidos por materia inerte (no viva) y se pueden presentar en el aire bajo formas diversas (polvo, gas, vapor, humo, etc.).

28. *AGENTES FÍSICOS.* Están constituidos por las diversas manifestaciones energéticas, como el ruido, las vibraciones, las radiaciones ionizantes, las radiaciones térmicas, etc.

29. *AGENTES BIOLÓGICOS.* Están constituidos por seres vivos, como los virus, las bacterias, hongos y los parásitos.

30. *OTRAS CIRCUNSTANCIAS.* Cualquier otra enfermedad no incluida en las líneas anteriores.

CÓDIGO DE ERGONOMÍA Y PSICOLOGÍA. Los principales riesgos asociados a las condiciones ergonómicas y psicosociales son:

31. *ERGONOMÍA GEOMÉTRICA.* Dimensiones del puesto, esfuerzo físico, correcta postura de trabajo, movimientos repetitivos.

32. *ERGONOMÍA AMBIENTAL.* Ruido, iluminación y temperatura.

33. *ERGONOMÍA PSICOSOCIAL.* Carga mental, comunicación, organización del trabajo.

3.3.3 Evaluación general de riesgos laborales

Un proceso de evaluación general de riesgos se compone de las siguientes etapas:

ETAPA 1: Clasificación de las actividades o tareas

Para llevar a cabo la clasificación de las actividades llevadas a cabo en el Laboratorio de Docencia de Química, nos basaremos en la información obtenida en [10], relativa a las distintas asignaturas que hacen uso del Laboratorio para la realización de prácticas impartidas a los alumnos de la Escuela Naval Militar (ver Tabla 3-8).

ASIGNATURA	CURSO	CUATRIMESTRE	Nº PRÁCTICAS
Química	1º	2º	6-7 de 2h
Tecnología Medioambiental	2º	2º	6-7 de 2h
Ciencia y Tecnología de los Materiales	2º	1º	1-2 de 2h
Ingeniería de los Materiales	3º	1º	3 de 2h

Tabla 3-8 Relación de asignaturas que hacen uso del Laboratorio (elaboración propia en base a [10])

QUÍMICA	
P1- Conocimiento del material de laboratorio y de las normas de seguridad. Preparación de disoluciones	P4- Equilibrio de Solubilidad. Separación de un producto por filtración a vacío
P2- Destilación	P5- Volumetría ácido-base: Curva de valoración
P3- Principio de Le Chatelier	P6- REDOX y procesos electroquímicos: electrolisis
TECNOLOGÍA MEDIOAMBIENTAL	
P1- Diseño de un sedimentador	P6- Determinación de sulfatos
P2- Determinación de sólidos agua residual	P7- Obtención de biodiesel a partir de aceite usado de cocina
P3- Extracción con disolventes	P8- Determinación de la demanda química de oxígeno
P4- Coagulación-floculación	P9- Valoración de biodiesel obtenido a partir de aceite usado de cocina
P5- Determinación de cloruros	
CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS MATERIALES	
P1- Determinación del Punto Eutéctico	P2- Polímeros
INGENIERÍA DE LOS MATERIALES	
P1- Extracción de un metal de una corriente acuosa utilizando carbón activo	P3- Corrosión
P2- Cataforesis	

Tabla 3-9 Distribución de prácticas realizadas en el laboratorio (elaboración propia en base a [10])

ETAPA 2: Identificación de peligros

Para llevar a cabo la identificación de peligros hay que preguntarse tres cosas [13]:

1. ¿Existe una fuente de daño?
2. ¿Quién (o qué) puede ser dañado?
3. ¿Cómo puede ocurrir el daño?

Con el fin de ayudar al proceso de identificación de peligros, se llevará a cabo la clasificación propuesta por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo basado en códigos expuesto en el apartado 3.3.2 del presente trabajo.

A continuación, en la Tabla 3-10, se presenta el formato de ficha descriptiva de las prácticas llevadas a cabo en el laboratorio, las cuales se rellenarán en el apartado 4 Plan de acción del presente trabajo:

Asignatura: (asignatura a la cual pertenece)		Práctica: (nombre y título de la práctica)
Objetivo de la práctica (Objetivo principal que se pretende conseguir con la realización de la práctica)		
Descripción de la práctica (Procedimiento de la práctica que se va a llevar a cabo)		
Productos químicos	Material Fungible	Equipos
(Enumeración de los productos químicos utilizados)	(Enumeración del material fungible utilizado)	(Enumeración de los equipos utilizados)

Tabla 3-10 Formato de ficha de descripción de prácticas (elaboración propia)

Del mismo modo, se presentarán como resultados fichas descriptivas de los productos químicos empleados en el total de las prácticas (véase Tabla 3-11), fichas descriptivas del material fungible empleado en el total de las prácticas (véase Tabla 3-12) y, por último, una ficha descriptiva para cada uno de los equipos empleados durante las prácticas de laboratorio (véase Tabla 3-13).

FICHA DESCRIPTIVA DE PRODUCTOS QUÍMICOS				
Identificación Del Producto	Casa Comercial	Frases H	Frases P	Pictograma
Producto 1 (Nombre del producto y fórmula molecular)	(Proveedor)	(Frases H que acompañan al producto)	(Frases P que acompañan al producto)	(Pictogramas de peligro asociados al producto)
Producto 2				
Producto 3				

Tabla 3-11 Formato ficha descriptiva de los productos químicos (elaboración propia)

(TIPO DE MATERIAL)		
(Material fungible empleado durante las prácticas)	(Imagen general de materiales fungibles)	
Identificación de riesgos	Consecuencias	Medidas preventivas
(Identificación de riesgos derivados del uso del material fungible)	(Materialización de los riesgos)	(Medidas preventivas propuestas)

Tabla 3-12 Formato ficha descriptiva del material fungible (elaboración propia)

Denominación del Equipo: (nombre del equipo)		
Función (Descripción de la función que realiza)	(Imagen del equipo)	
Identificación de riesgos	Consecuencias	Medidas preventivas
(Identificación de riesgos derivados del uso del equipo)	(Materialización de los riesgos)	(Medidas preventivas propuestas)

Tabla 3-13 Formato ficha descriptiva de equipos (elaboración propia)

ETAPA 3: Estimación del riesgo

A continuación, se han de estimar los riesgos, para lo cual será preciso apreciar la severidad de las consecuencias del daño y la probabilidad de que el daño se materialice según la Tabla 2-3, expuesta en el apartado 2.3.2 del presente trabajo:

PROBABILIDAD DE QUE OCURRA EL DAÑO		SEVERIDAD DE LAS CONSECUENCIAS
Alta	Siempre o casi siempre	Extremadamente Dañino (amputaciones, intoxicaciones, enfermedades crónicas graves, etc.)
Media	Algunas veces	Dañino (quemaduras, fracturas leves, sordera, etc.)
Baja	Raras veces	Ligeramente Dañino (cortes, molestias, irritaciones de ojo por polvo, etc.)

ETAPA 4: Valoración del riesgo

Una vez estimados ambos parámetros, se procederá mediante la Tabla 3-14, a estimar los niveles de riesgo de acuerdo a su probabilidad estimada y a la severidad de sus consecuencias (véase Tabla 3-15).

		CONSECUENCIAS		
		Ligeramente Dañino LD	Dañino D	Extremadamente Dañino ED
PROBABILIDAD	Baja B	Riesgo Trivial T	Riesgo Tolerable TO	Riesgo Moderado MO
	Media M	Riesgo Tolerable TO	Riesgo Moderado MO	Riesgo Importante I
	Alta A	Riesgo Moderado MO	Riesgo Importante I	Riesgo Intolerable IN

Tabla 3-14 Niveles de riesgo (elaboración propia en base a [13])

RIESGO	ACCIÓN
Trivial T	No requiere ninguna acción específica.
Tolerable TO	No se precisa mejorar la acción preventiva en general. Se tienen que considerar soluciones más rentables. Comprobaciones periódicas para asegurar las medidas de control.
Moderado MO	Realización de esfuerzos para reducir el riesgo, con inversiones necesarias. Implantar las medidas en un periodo determinado. Si existe ED, revisar con precisión la probabilidad.
Importante I	No se debe comenzar el trabajo hasta reducir el riesgo. Se precisarán recursos considerables. Si se está realizando el trabajo, remediar el problema en un plazo mínimo.
Intolerable IN	No se debe comenzar o continuar el trabajo hasta reducir el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, se tiene que prohibir el trabajo.

Tabla 3-15 Niveles de riesgo: acción (elaboración propia base a [13])

RIESGO	PRIORIDAD	PLAZO
Trivial T	Sin prioridad/plazo: métodos de trabajo seguros	
Tolerable TO	Baja	0-6 meses
Moderado MO	Media	0-3 meses
Importante I	Alta	Inmediato (paralización de trabajos)
Intolerable IN	Alta	Inmediato (paralización de trabajos)

Tabla 3-16 Niveles de riesgo: temporalización (elaboración propia base a [14])

4 PLAN DE ACCIÓN

4.1 Descripción de las prácticas llevadas a cabo en el laboratorio

En el laboratorio se realizan numerosas prácticas relacionadas con distintas asignaturas impartidas por el Centro Universitario de la Defensa, a continuación, se realiza una breve descripción de cada una de ellas, en la que figura: asignatura a la cual pertenece, objetivo perseguido por la práctica, procedimiento, productos químicos, material fungible y equipos empleados en su desarrollo.

4.1.1 Química

Asignatura: Química	Práctica: P1- Conocimiento del material de laboratorio y de las normas de seguridad. Preparación de disoluciones
Objetivo de la práctica Con esta práctica se pretende fijar los matices de algunos modos de expresión de la concentración (molaridad, molalidad y % másico)	
Descripción de la práctica 1. Calcular la cantidad de disolución concentrada de HCl necesaria para preparar la disolución. Tener en cuenta que es un ácido muy corrosivo y que emite vapores irritantes (trabajar en la vitrina de gases). Por su corrosividad no se debe utilizar la balanza, por lo que se tomará la cantidad necesaria midiendo su volumen con una probeta o una bureta. ¡No pipetear líquidos que emiten vapores con facilidad! 2. El volumen de HCl concentrado necesario se introduce en el matraz de 100 ml al que se le añadió aproximadamente la mitad de su capacidad de agua. Se agita para mezclar y se añade más agua hasta el enrase (usar la pipeta Pasteur para añadir las últimas gotas y evitar pasarse). Observación: el agua no se mide, interesa el volumen de la disolución, no del disolvente. 3. Pasar la disolución preparada a una botella para posterior utilización. Los matraces aforados son instrumentos de medida y bajo ningún concepto se deben usar como meros recipientes de almacenado. 4. Calcular la cantidad de NaOH necesaria. Pesarla en la balanza utilizando el vidrio de reloj y disolverla en un vaso de precipitados con unos 50 ml de agua. Una vez disuelta, pasarla al	

matraz aforado. Añadir pequeñas cantidades de agua al vaso y pasarlas al matraz aforado para que no quede sal en el vaso. Enrasar el matraz aforado. Pasar la disolución a otro recipiente.

5. En la molalidad hay que conocer las cantidades de soluto y disolvente, lo más sencillo es calcular la cantidad de soluto necesaria para disolver con 100 g de agua (disponemos de un matraz de 100mL) y formar una disolución 1m (obviamente, se obtendrán algo más de 100 g de disolución). Pesar esta cantidad, pasarla a un vaso de precipitados y añadir 100mL de agua (siempre que sea posible, evitar pesar líquidos). Disolver y guardar la disolución.
6. Calcular las masas necesarias de NaCl y de agua, pesar una y medir el volumen de la otra, disolver en un vaso y guardar.

Productos químicos	Material Fungible	Equipos
- NaOH - HCl - NaCl	Matraz aforado de 100mL Matraz aforado de 250mL 1 vidrio de reloj 2 embudos 1 vaso de precipitados de 250mL 1 espátula 1 frasco lavador 1 probeta de 50mL	Agitador-calentador magnético

Tabla 4-1 Ficha descriptiva P-1 Química (elaboración propia)

Asignatura: Química		Práctica: P2- Destilación
Objetivo de la práctica		
El objetivo de la práctica es visualizar el proceso de destilación y cuantificar y discutir los conceptos relacionados.		
Descripción de la práctica		
1. Si no está la disolución preparada, se preparan 150 mL de una disolución 0,1 M de CuSO_4 y se le añaden 50 mL de etanol. Se monta el equipo de destilación (ver la figura) y, antes de montar el balón, se introducen en él (por la boca vertical y utilizando el embudo) los 200 mL de la disolución preparada. También se añaden unas perlas de vidrio. 2. Se conecta el agua de refrigeración y la manta calefactora. Esperamos hasta que la disolución hierva y anotamos la temperatura de ebullición. Se retiran los primeros 50 mL del destilado a un vaso de precipitados y los 50 mL siguientes a otro. Se termina el proceso en este punto.		
Productos químicos	Material Fungible	Equipos
- 150mL de disolución acuosa 0,1M de CuSO_4 - 50mL etanol	2 matraces Erlenmeyer de 250mL 1 embudo 1 probeta de 100mL Equipo de destilación	Manta calefactora

Tabla 4-2 Ficha descriptiva P-2 Química (elaboración propia)

Asignatura: Química		Práctica: P3- Principio de Le Chatelier
Objetivo de la práctica En esta práctica se estudiará el equilibrio de unas reacciones claramente reversibles que presentan la ventaja de que la presencia de reactivos y de productos es fácilmente observable mediante cambios de color. Concretamente se llevarán a cabo: El equilibrio cromato-dicromato en función del pH. El equilibrio de solubilidad del Cu^{2+} con el pH y la formación del ion complejo $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$		
Descripción de la práctica Equilibrio cromato-dicromato: 1. Mediar un tubo de ensayo de disolución de HCl, otro de NaOH y otro de NH_3, rotular los tubos con el contenido y poner una pipeta Pasteur en cada uno de ellos. 2. Preparar un tubo de ensayo con 1mL de disolución de cromato y otro con 1mL de dicromato. 3. Observar el color de cada una de las disoluciones. 4. Añadir a ambos 4 o 5 gotas de HCl y observar los cambios que se producen. 5. Repetir el apartado anterior sustituyendo HCl por NaOH y observar los cambios producidos. 6. A estos últimos tubos añadir gotas de HCl hasta que se produzca el cambio y anotar si hace falta la misma cantidad que inicialmente. 7. Volver a añadir NaOH a cada tubo hasta un nuevo cambio de color. Repetir con HCl. Equilibrio ion cobre (II)-ion tetraaminocobre II 1. Poner en un tubo de ensayo 2 o 3mL de la disolución de sulfato de cobre (II). Añadir unas gotas de NaOH y observar los cambios. 2. Añadir más NaOH y observar que sucede. 3. Añadir HCl hasta redisolución y observar cambios. 4. Poner 2 o 3mL de sulfato de cobre (II) en otro tubo de ensayo y añadir unas gotas de amoníaco hasta apreciar algún cambio. 5. Añadir HCl hasta repetir las situaciones anteriores.		
Productos químicos	Material Fungible	Equipos
- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (0,1M) - K_2CrO_4 (0,1M) - NaOH (1M) - HCl (1M) - CuSO_4 (0,1M) - NH_3 (2M)	1 gradilla con tubos de ensayo 1 probeta de 50mL 1 vaso de precipitados de 100mL 1 vaso de precipitados de 250mL Pipetas Pasteur Frasco Lavador	

Tabla 4-3 Ficha descriptiva P-3 Química (elaboración propia)

Asignatura: Química		Práctica: P4- Equilibrio de Solubilidad. Separación de un producto por filtración a vacío	
Objetivo de la práctica Se trata de separar un producto de una reacción en base a la diferencia de solubilidad con otras especies en medio acuoso. Asimismo, se pretende que el alumno se familiarice con la técnica de la filtración a vacío, que permite aislar el precipitado de su disolución de origen.			
Descripción de la práctica 1. En uno de los vasos de precipitados, se disuelven 5 g de cloruro cálcico en 100 mL de agua. En el otro vaso, se prepara una disolución muy concentrada de carbonato sódico, disolviendo 9 g de carbonato de sodio decahidratado en 100 mL de agua. 2. Se calienta la primera disolución hasta unos 50 °C y, a continuación, se le añade la disolución de carbonato. Se observa la aparición de un producto en forma de precipitado. Seguidamente se realiza una filtración a vacío. Para ello, se introduce en el embudo Büchner un papel de filtro de peso conocido, que cubra todos los agujeros. Se coloca el embudo Büchner sobre el kitasato y se conecta éste a la trompa de vacío. Antes de echar el líquido a filtrar se añade una pequeña cantidad de agua sobre el papel de filtro con el fin de que se adhiera perfectamente al embudo y evitar pérdidas de precipitado. 3. Realizadas estas operaciones se comienza la filtración, vertiendo sobre el embudo el contenido del vaso que contiene el precipitado, de forma que la suspensión resbale sobre una varilla de vidrio. Se lava repetidas veces el precipitado y se ensayan periódicamente muestras del líquido que gotea del embudo hasta que no aparezca turbidez al añadirle una gota de nitrato de plata en el vidrio de reloj. 4. Finalmente, se retira el papel de filtro con el precipitado a un vidrio de reloj previamente pesado, se seca en la estufa hasta peso constante, para determinar la cantidad de carbonato cálcico obtenida. Pesar cada 5 minutos (dejar enfriar antes de pesar) y representar la curva de secado (masa frente a tiempo).			
Productos químicos		Material Fungible	Equipos
- CaCl₂ 2H₂O - Na₂CO₃ 10H₂O - Disolución de AgNO₃		2 vasos de precipitados de 250mL 1 vidrio de reloj 1 embudo Büchner 1 probeta de 100mL 1 varilla de vidrio 1 kitasato 1 espátula 1 frasco lavador Papel de filtro y tijeras	Sonda de temperatura Agitador-calentador magnético

Tabla 4-4 Ficha descriptiva P-4 Química (elaboración propia)

Asignatura: Química		Práctica: P5- Volumetría ácido-base: Curva de valoración
Objetivo de la práctica Se pretende determinar la concentración de una disolución según la técnica de “Volumetría ácido-base”. Se estudiará la neutralización mediante la curva de valoración, para ello se irán añadiendo diferentes cantidades de una disolución de HCl de concentración conocida (patrón) a un volumen determinado de disolución problema (NaOH) midiendo el pH de la mezcla.		
Descripción de la práctica 1. Se carga la bureta de 50 mL con HCl 1M 2. Se pipetea 25 mL de disolución problema de NaOH a un vaso de precipitados y se añade el imán agitador y agua hasta que lo cubra. Se coloca el vaso en el agitador magnético y se introduce el electrodo del pH-metro, se conecta el agitador y se van añadiendo volúmenes de ácido al vaso hasta completar la neutralización. 3. Esta operación se repetirá tres veces, la primera a modo orientativo añadiendo volúmenes fijos de 5 mL. En las siguientes se fijará la atención en la zona de viraje, para lo que primero se echarán cantidades grandes de ácido hasta poco antes del cambio brusco de pH y en este tramo se irá de 0,5 en 0,5 mL. Finalmente, se añadirá ácido hasta algo antes del cambio y a partir de ahí se irá de 0,1 en 0,1 mL.		
Productos químicos	Material Fungible	Equipos
- Fenolftaleína (10g/l) -NaOH -HCl (1M)	1 embudo Frasco lavador 2 vasos de precipitados Bureta de 50mL 1 probeta de 50mL	Agitador-calentador magnético Medidor de pH

Tabla 4-5 Ficha descriptiva P-5 Química (elaboración propia)

Asignatura: Química		Práctica: P6- REDOX y procesos electroquímicos: electrolisis
Objetivo de la práctica Con esta práctica se pretende familiarizar al alumno con los cambios químicos inducidos por la corriente eléctrica y con las relaciones cuantitativas implicadas en los mismos.		
Descripción de la práctica 1. Pesar los electrodos con agua. 2. Colocar, paralelos entre sí (es decir ¡que no se toquen!), los electrodos en el vaso de precipitados y conectarlos a la fuente de alimentación. 3. Añadir aproximadamente 200 mL de disolución de CuSO_4 0.3M. Encender la fuente y regular el potencial hasta alcanzar una corriente de unos 0.6 A, y vigilar que se mantenga todo el tiempo. 4. Observar las transformaciones de los electrodos y teniendo en cuenta la polaridad justificar qué pasa. Al cabo de 30 minutos, desconectar la fuente, retirar los electrodos, secarlos y pesarlos.		

5. Repetir el paso 3 (ahora solamente unos 2-3 minutos) con una disolución 0.1M de NaCl a la que se añadieron unas gotas de fenolftaleína (3 o 4). Observar el desprendimiento de gases e la coloración alrededor de uno de los electrodos.
6. Mezclar 2 mL de la disolución de sulfato de cobre con una punta de espátula de Zn en polvo. Observar que pasa.

Productos químicos	Material Fungible	Equipos
- Sulfato de cobre (0,3M)	2 vasos de precipitados	Fuente de alimentación
- Zinc en polvo	1 vidrio de reloj	
- Cloruro sódico (0,1M)	1 cuenta gotas	
- Fenolftaleína	1 varilla de vidrio 1 espátula	

Tabla 4-6 Ficha descriptiva P-6 Química (elaboración propia)

4.1.2 Tecnología medioambiental

Asignatura: Tecnología Práctica: P1- Diseño de un sedimentador Medioambiental		
Objetivo de la práctica A partir de los ensayos de sedimentación discontinua, obtener la curva de desplazamiento de los sedimentos (interfase entre el líquido clarificado y la suspensión) denominada h-t (<i>altura – tiempo</i>) Aplicando la teoría de Kynch (1952), formulada a partir de un estudio teórico de suspensiones de partículas iguales, rígidas y no floculadas, se obtiene otra curva en la que se representa la velocidad másica (v_{masica}), en $kg/m^2 \cdot s$, frente a la concentración másica (C), en kg/m . Esta curva permitirá determinar la velocidad másica para posteriormente poder calcular el área de un posible sedimentador.		
Descripción de la práctica Tarea 1: Se introduce en el sedimentador cónico (Imhoff) una disolución de $CaCO_3$, de concentración 80 g/L (previamente preparada en un vaso de precipitados de 1 L). Inmediatamente después se procede a determinar la curva h-t, tomando los valores de altura de la zona clarificada (interfase A-B). Se toman intervalos de tiempo de 15 segundos durante los primeros 5 minutos, 30 segundos durante los siguientes 10 minutos, 1 minuto para 15 minutos siguientes, 5 minutos durante los siguientes 20 minutos y finalmente de 10 minutos hasta que la toma de valores se estabilice. Una vez completada la tabla h-t se procede a su representación y al cálculo de curva velocidad másica frente a concentración másica. Tarea 2: Cálculo de la curva de velocidad másica-concentración másica (aplicar fórmulas sobre datos recogidos con anterioridad).		
Productos químicos	Material Fungible	Equipos
- $Ca CO_3$ (80g/l)	1 vasos de precipitados Sedimentador cónico	

Tabla 4-7 Ficha descriptiva P-1 Tecnología Medioambiental (elaboración propia)

Asignatura: Tecnología **Práctica:** P2- Determinación de sólidos agua residual
Medioambiental

Objetivo de la práctica

La determinación del contenido en sólidos permite conocer la cantidad de materia sólida incorporada al agua tanto en disolución como en suspensión. Si la muestra se somete a calcinación se puede conocer el contenido en sólidos volátiles, constituidos fundamentalmente por materia orgánica, y en sólidos no volátiles, que se corresponden con materia inorgánica.

Descripción de la práctica

Cálculo de sólidos totales

Se toma una capsula de porcelana (crisol) en el desecador (previamente estos crisoles han sido calentados durante 15 minutos en una mufla a 550°C para eliminar totalmente su humedad) y pesándose inmediatamente después.

Después se toman 7,5 mL de muestra (agua residual) en la cápsula de porcelana y se pesan. Finalmente, se introduce el crisol con la muestra en la estufa a 105°C.

Se recupera dicho crisol ya totalmente seco, para realizar su pesado y cálculo de sólidos totales. El contenido en sólidos se obtiene por diferencia de peso entre la capsula vacía y la capsula con la muestra de agua desecada, dividiendo el resultado entre el volumen de agua usado.

Cálculo de sólidos volátiles

Una vez determinados los sólidos totales, la capsula de porcelana con los sólidos secos se introduce en una mufla a 550°C durante 30 min. La cápsula se retira de la mufla y se pone en un desecador hasta que se enfríe y se pesa. Los sólidos volátiles se determinan por diferencia de pesada y dividiendo el resultado por el volumen de la muestra de agua original.

Cálculo de sólidos fijos

Se determinan como la diferencia entre los sólidos totales y los sólidos volátiles.

Cálculo de sólidos en suspensión

Se coge un filtro de fibra de vidrio del desecador (previamente ha sido secado durante 15 min en una mufla a 550°C) y se determina su peso. Se toma un volumen de 50 mL de agua residual, y se filtra a vacío usando el filtro de fibra de vidrio. A continuación, se seca el filtro en la estufa a 105°C (se coloca encima del crisol utilizado anteriormente para su posterior identificación) y posteriormente se introduce en el desecador.

Se recupera el filtro seco del desecador y se pesa en una báscula. La concentración de sólidos en suspensión se determinará por diferencia de pesadas, dividiendo el resultado entre el volumen de la muestra de agua.

***Importante:** No tirar el filtro ya que se utiliza en el cálculo de sólidos en suspensión volátiles.

Cálculo de sólidos disueltos

Se determinan por diferencia entre los sólidos totales y sólidos en suspensión.

Cálculo de sólidos en suspensión volátiles

Se toma el filtro usado para la determinación de los sólidos en suspensión y se introduce en una mufla a 550°C durante 45 min. Se retira a un desecador, se deja enfriar y se pesa. La concentración de sólidos en suspensión volátiles se determina por diferencia de peso en el filtro, dividido por el volumen de muestra de agua.

<u>Cálculo de sólidos en suspensión no volátiles</u>		
Se determinan por diferencia entre los sólidos en suspensión y los sólidos en suspensión volátiles.		
Productos químicos	Material Fungible	Equipos
- Muestra de agua residual	Crisol de porcelana Filtro de fibra de vidrio Pinzas Probeta de 25mL	Equipo de filtración Estufa Mufla Balanza

Tabla 4-8 Ficha descriptiva P-2 Tecnología Medioambiental (elaboración propia)

Asignatura: Tecnología Práctica: P3- Extracción con disolventes Medioambiental		
Objetivo de la práctica La siguiente práctica pretende la aplicación de una de las técnicas de limpieza de suelos, la extracción con disolventes, que suele emplearse para separar compuestos orgánicos del suelo (normalmente insolubles en el agua).		
Descripción de la práctica 1. Se introduce un cartucho en la estufa, a 130°C durante 20 minutos. Se saca el cartucho de la estufa, se deja enfriar en el desecador durante 10 minutos y se pesa para determinar el peso del cartucho seco y vacío y se anota 2. A continuación, y lo más rápidamente posible, se introduce arena en el cartucho (hasta aproximadamente tres cuartas partes) y se pesa 3. Posteriormente se le añade una cantidad de aceite (sobre 8-10 gramos) mediante una pipeta Pasteur 4. Se introduce el cartucho en el Soxhlet, y a continuación se coloca el módulo refrigerante, se abre el grifo del agua de refrigeración y finalmente se enciende la manta calefactora. 5. Transcurrido por lo menos un ciclo de extracción, se apaga la manta calefactora y cuando deje de gotear el disolvente se retira el cartucho del Soxhlet y se seca en la estufa a 130°C hasta la próxima sesión de prácticas. 6. Sesión 4: Se saca el cartucho de la estufa, se deja enfriar en el desecador durante 30 minutos y se pesa 7. Finalmente se calcula el porcentaje de aceite eliminado de la arena mediante una expresión dada.		
Productos químicos	Material Fungible	Equipos
- Aire - Aceite - Acetona	Desecador Pipeta Pasteur Pinzas	Equipo Soxhlet Estufa Manta calefactora Balanza

Tabla 4-9 Ficha descriptiva P-3 Tecnología Medioambiental (elaboración propia)

Asignatura: Tecnología **Práctica:** P4- Coagulación-floculación
Medioambiental

Objetivo de la práctica

La finalidad de la siguiente práctica es la eliminación de las partículas coloidales presentes en el agua residual mediante procesos de coagulación y floculación. Dichas partículas no pueden eliminarse mediante sedimentación debido a su pequeño tamaño y a que están estabilizadas por presentar cargas electrostáticas superficiales.

Descripción de la práctica

El procedimiento se lleva a cabo en 3 etapas:

1. Selección del mejor coagulante a un pH previamente establecido.
2. Optimización del valor de pH para el coagulante seleccionado en la etapa 1
3. Optimización de la dosis de coagulante en las condiciones de pH establecidas en la etapa 2

Etapas 1:

Se inicia la práctica vertiendo, en cada uno de los 3 vasos de precipitados, 200 mL de agua residual y midiendo su pH. Seguidamente, se seleccionan los coagulantes a estudiar y se añaden, simultáneamente, a cada uno de los vasos de precipitado la misma dosis de coagulante (5 mL).

El contenido de cada vaso de precipitados se agita durante 1 minuto a 100 *rpm.*, para homogeneizar la mezcla y provocar la coagulación, y a continuación durante 3 minutos a 50 *rpm.*, para conseguir la posible floculación. Transcurrido ese tiempo, se deja de agitar y se produce la sedimentación de los flóculos formados.

Finalmente se selecciona el mejor coagulante por evaluación visual, es decir, en función de la formación de flóculos, del tamaño y abundancia de los mismos, de la claridad del agua al final del proceso y de la velocidad del proceso de sedimentación.

Etapas 2:

Después de seleccionar el mejor coagulante, vaciamos los vasos no seleccionados en el correspondiente bidón de residuos y los lavamos (dejamos el seleccionado). A continuación, se procederá a realizar una segunda serie de experiencias con la finalidad de estimar el pH óptimo.

Para ello, se echan 200 mL de agua residual en cada uno de los dos vasos de precipitados lavados anteriormente y a continuación, se mide el pH. Seguidamente, a uno de los vasos de precipitados se le añade HCl(ac) hasta conseguir un pH sensiblemente menor que el inicial (vaso 1), mientras que a otro de los vasos se le añaden NH₃(ac) hasta conseguir un pH mayor que el inicial (vaso 3), quedando un tercer vaso con el pH inicial (vaso 2).

Establecido el pH de trabajo se añaden, simultáneamente, 5 mL del coagulante seleccionado en la etapa 1 a cada uno de los vasos de precipitados, excepto al que ya lo tenía. Se agita la mezcla resultante durante 3 minutos a 100 *rpm.*, y durante 12 minutos, a 50 *rpm.* Transcurrido ese tiempo se deja de agitar y comienza el proceso de sedimentación. Mediante evaluación visual del proceso, se determina para cuál de los 3 valores del pH el proceso es mejor y, a continuación, se repite la experiencia anterior para otros valores del pH.

Se valora al igual que en el apartado de selección de coagulante, los parámetros de formación de flóculos, del tamaño y abundancia de los mismos, de la claridad del agua al final del proceso y de la velocidad del proceso de sedimentación. Se selecciona que medio es el mejor para el uso del coagulante y se repite la experiencia tantas veces como sea necesario utilizando como referencia el resultado obtenido, con el conseguir el valor óptimo del pH. En ese momento se vacía el contenido de

los vasos de precipitados no seleccionados en el bidón de residuos, se lavan y se comienza con la tercera parte de la práctica.

Etapas 3:

Para llevar a cabo esta parte, se toman dos muestras de 200 mL de agua residual más la seleccionada anteriormente, se ajusta el pH al valor óptimo (etapa 2) y se añade una dosis de coagulante diferente en cada vaso.

Se agita durante 3 minutos a 100 rpm, para conseguir la coagulación y durante 12 minutos, a 50 rpm, para alcanzar la floculación. Se dejan sedimentar los flóculos formados, y se determina cuál de las tres dosis es la que conduce a mejores resultados.

Productos químicos	Material Fungible	Equipos
- Agua residual - Sulfato férrico (30g/l) - Cloruro férrico (30g/l) - Cloruro de aluminio (30g/l) - HCl - NH ₃	3 vasos de precipitados de 250mL 3 probetas de 25mL 2 pipetas Pasteur	Floculador de 6 posiciones Medidor de pH

Tabla 4-10 Ficha descriptiva P-4 Tecnología Medioambiental (elaboración propia)

Asignatura: Tecnología **Práctica:** P5- Determinación de cloruros Medioambiental

Objetivo de la práctica

Se pretende calcular el nivel de cloruros presentes en tres muestras de agua: una muestra en blanco, una muestra de agua de grifo y una muestra de agua residual.

Descripción de la práctica

Cálculo cloruros muestra en blanco

1. Se miden 50 mL de agua destilada en un matraz aforado. Para ello se llena el matraz hasta la línea aforada. A continuación, se vierte su contenido en un matraz Erlenmeyer y se adicionan 4 gotas de cromato potásico mediante una pipeta Pasteur (plástica), tornándose el agua de color amarillo.
2. Se valorará esta disolución con una disolución de nitrato de plata (AgNO₃). Para ello mediante el uso de una pipeta de vidrio se añade una gota de nitrato de plata, agitando el matraz después de la adición. Se repite esta operación gota a gota hasta que se produzca el viraje de amarillo a rojo permanente (es imprescindible contar el número de gotas). Finalmente se anota la cantidad de nitrato de plata utilizado para la valoración (1 gota = 0,05 mL).

Cálculo cloruros muestra agua de grifo

3. Comprobar que el pH de la muestra de agua que se va a analizar está comprendido entre 7 y 9. Si es inferior, se neutraliza con NaOH.
4. Se diluyen 5mL de la muestra de agua con 45mL de agua destilada (dilución 1:9) obteniendo la disolución problema. Para ello se miden los 5mL con una probeta y se introducen dentro de un matraz aforado de 50mL. Se completa dicho matraz con agua destilada hasta el punto de enrase.

5. A continuación, se vierten los 50 mL de disolución en un matraz Erlenmeyer y se añaden 4 gotas de cromato potásico mediante una pipeta Pasteur (plástica) en el matraz Erlenmeyer con la disolución problema tornándose de color amarillo.
6. Se valorará esta disolución con una disolución de nitrato de plata (AgNO_3). Para ello mediante el uso de una pipeta de vidrio se añade una gota de nitrato de plata, agitando el matraz después de la adición. Se repite esta operación gota a gota hasta que se produzca el viraje de amarillo a rojo permanente (es imprescindible contar el número de gotas). Finalmente se anota la cantidad de nitrato de plata utilizado para la valoración (1 gota = 0,05 mL).

Cálculo cloruros muestra agua residual

7. Repetir el proceso 3-6 con el agua residual en vez de con el agua de grifo.

Productos químicos	Material Fungible	Equipos
- Muestra agua	Probeta de 100mL	Medidor de pH
- Cromato Potásico	2 matraces Erlenmeyer	
- Agua destilada	Matraz aforado	
- Disolución NaOH	Pipeta graduada 1mL Pipeta Pasteur vidrio	

Tabla 4-11 Ficha descriptiva P-5 Tecnología Medioambiental (elaboración propia)

Asignatura: Tecnología **Práctica:** P6- Determinación de sulfatos
Medioambiental

Objetivo de la práctica

Se pretende calcular el nivel de sulfatos presentes en tres muestras de agua: una muestra en blanco, una muestra de agua de grifo y una muestra de agua residual.

Descripción de la práctica

RECTA DE CALIBRADO: Se debe determinar la recta de calibrado, para lo cual se prepararán 7 tubos de ensayo:

- 1 tubo con una muestra en blanco (únicamente con 15 mL de agua destilada)
- 6 tubos con 15 mL de agua destilada y diferentes volúmenes de disolución patrón de ion sulfato (0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 y 1,2 mL)
- 1 tubo con la muestra problema (agua residual diluida)

Para poder realizar la medición de la absorbancia mediante el espectrofotómetro es necesaria la adición de un reactivo bario. Dirigirse a la zona habilitada por el profesor con la gradilla y los 8 tubos de ensayo bien identificados, para realizar la medición de la absorbancia.

- Al tubo de ensayo que contiene el blanco se le añade 0,5 mL de reactivo de bario, se agita para homogeneizar y se deja reposar durante 1 minuto. Luego se llenan 3/4 partes de una cubeta del espectrofotómetro con la muestra en blanco y se introduce en el espectrofotómetro y se realizan los ajustes correspondientes (ajuste referencia blanco a 425 nm).

- Para obtener la recta de calibrado, a cada uno de los tubos de ensayo con ion sulfato se le añade 0,5 mL de reactivo de bario, se agita y se deja reposar durante 1 minuto. A continuación, se llenan las cubetas (3/4 partes) y se mide la absorbancia con el espectrofotómetro
- Finalmente se realiza el mismo proceso también para la muestra de 15 mL de problema de agua residual diluida y se mide la absorbancia.

NOTA: La preparación de cada muestra de calibrado y la medida de su absorbancia debe hacerse consecutivamente para realizar las medidas justo después del minuto de reposo.

NOTA IMPORTANTE: Deben pasarse 5 ó 6 mL de *disolución patrón* al tubo de ensayo etiquetado “Patrón” y pipetear desde este tubo. En ningún caso pipeteará de la botella que contiene la disolución patrón. Con el *reactivo de bario* ha de operarse del mismo modo.

Productos químicos	Material Fungible	Equipos
- Muestras de agua - Disolución patrón de (SO_4^{2-}) 515 mg/L - Reactivo de bario	Gradilla con tubos de ensayo Probeta de 25mL Pipeta de 1mL Pipeta de 2mL	Espectrofotómetro

Tabla 4-12 Ficha descriptiva P-6 Tecnología Medioambiental (elaboración propia)

Asignatura: Tecnología **Práctica:** P7- Obtención de biodiesel a partir de aceite usado de cocina
Medioambiental

Objetivo de la práctica

Obtención de biocombustible a partir de aceite usado de cocina.

Descripción de la práctica

1. Se pesan 0,7 g de NaOH en un vaso de precipitados de 50 mL y a continuación se añaden 40 mL de metanol medidos con una probeta de 50 mL. Se mezcla hasta la total disolución, utilizando para ello el imán agitador. Este será el denominado como metóxido ($\text{NaOH} + \text{Metanol}$)
2. Por otra parte, se vierten 200 mL de aceite de cocina en un balón de fondo plano (medidos con la probeta de 100 mL). A continuación, se calienta hasta los 55°C mediante un agitador/calefactor. Para controlar dicha temperatura se empleará un termómetro digital.
3. En cuanto el aceite llegue a la temperatura deseada (55°C) se añade el metóxido (con el imán agitador), todo ello con mucho cuidado debido a la diferencia de temperatura de ambos. Se cierra inmediatamente con un tapón de goma y se hace agitar simultáneamente.
4. Se deja agitando y manteniendo la temperatura constante a 55°C durante 30 minutos. Para el control de la temperatura se deberá sacar el tapón el mínimo tiempo posible.
5. Una vez finalizado se apaga el calefactor, manteniendo la agitación, hasta que se enfríe y pueda ser manipulado sin riesgo. En cuanto sea posible manipularlo, se apaga el agitador y se echa en un vaso de precipitados (250 mL). Seguidamente se vierte el contenido del vaso en un decantador intentando recuperar el imán. En el decantador se dejará reposar y mientras tanto se procederá a la realización de la segunda parte de la práctica (preparación de los tubos de ensayo para la DQO: pasos 1-3 de la PARTE 2) y al finalizarla se retoma esta práctica
6. Se observa que en el decantador se pueden diferenciar dos fases: una superior que es el biodiesel, y una inferior que es el residuo (glicerina + catalizador sin reaccionar). Finalmente

se separa mediante el decantador la fase de glicerina del biodiesel. Para ello se abre la llave del decantador y en un vaso de precipitados se deja caer la fase correspondiente a la glicerina (residuo). A continuación, se lavan mediante un frasco lavador con agua de lavado las paredes del decantador, volviéndose a formar otra vez dos fases que son necesarias separar. (repetir este proceso una vez más)

7. Vaciar el decantador con la fracción de biodiesel en un vaso de precipitados, tomar una muestra de este e introducirlo en un tubo de ensayo con tapón de rosca (identificado como B)
8. Tomar una muestra del aceite original e introducirlo en otro tubo de ensayo (identificado como AO)

Productos químicos	Material Fungible	Equipos
- Metanol - NaOH - Aceite usado de cocina	Vaso de precipitados de 50mL Probeta de 50mL Probeta de 100mL Matraz de fondo plano de 100mL Frasco lavador Matraz Erlenmeyer Decantador	Agitador-calefactor magnético Sonda de temperatura

Tabla 4-13 Ficha descriptiva P-7 Tecnología Medioambiental (elaboración propia)

Asignatura: Tecnología **Práctica:** P8- Determinación de la demanda química de oxígeno Medioambiental

Objetivo de la práctica

Pretende el cálculo de la Demanda Química de oxígeno (DQO) mediante una serie de ensayos que permiten medir la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar toda la materia orgánica contenida en un agua.

Descripción de la práctica

Parte 1

1. Se toman dos tubos de ensayo con tapón de rosca. Se identifican ambos poniendo en el tapón el grupo y el puesto. En la rosca de vidrio se añaden dos vueltas de teflón.
2. En el -TUBO 1 (identificado como T1)- se colocan 2,5 mL de agua destilada (sin materia orgánica), y en el -TUBO 2 (identificado como T2)- se colocan 2,5 mL de agua residual (con materia orgánica). Utilizar una probeta de 10 mL para ello.
3. Se añaden 1,5 mL de *disolución digestora* y 3,5 mL de *disolución catalítica* a cada uno de los tubos. La adición de la disolución catalítica debe realizarse cuidadosamente dejándola escurrir lentamente por la pared del tubo, el cual se mantendrá inclinado durante todo el proceso. Se cierran los tubos y se homogeneiza el contenido mediante agitación lenta
4. Se introducen en un reactor de tubos, a 150°C, durante más de 2 horas (se deja hasta la próxima sesión), y que es el tiempo necesario para que finalice la reacción de oxidación.

Parte 2

1. Valoración del exceso de dicromato. Verter el contenido de cada uno de los tubos en sendos matraces Erlenmeyer de 50 mL. Lavar el interior del tubo con un poco de agua desionizada (destilada) para disolver los restos de cada tubo y añadirla también al matraz Erlenmeyer.
2. Añadir al matraz 2 gotas de Ferroína y agitar suavemente.
3. Valorar el contenido del interior del matraz con una disolución de sulfato amónico ferroso ($(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_3$) de concentración conocida. El punto de valoración se alcanza cuando el color de la disolución vira a rojo. Justa antes del viraje de color la disolución tomará un color gris azulado que nos anuncia que el punto de valoración es inminente.

Productos químicos	Material Fungible	Equipos
- Agua residual - Disolución digestora: $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ + HgSO_4 - Disolución catalítica: H_2SO_4 + Ag_2SO_4 -Disolución valoradora (0,25M): $\text{Fe}(\text{NH}_4)_3$ -Disolución indicadora: Ferroína	2 tubos de ensayo con tapón 1 baño de arena 1 probeta de 10mL 1 gradilla para tubos de ensayo 1 bureta de 50mL 1 matraz Erlenmeyer Cinta de teflón	

Tabla 4-14 Ficha descriptiva P-8 Tecnología Medioambiental (elaboración propia)

Asignatura:	Tecnología	Práctica: P9- Valoración del biodiesel obtenido a partir de aceite usado de cocina
Medioambiental		
Objetivo de la práctica		
Valoración del biocombustible obtenido a partir de aceite usado de cocina en función de su densidad, humedad, índice de acidez y % de conversión.		
Descripción de la práctica		
<u>Cálculo de la densidad</u>		
1. Se pesa la probeta de 10mL en la balanza. 2. Se añade 5mL de biodiesel y se vuelve a pesar. 3. Se calcula la densidad del biodiesel a partir de su masa y el volumen ocupado.		
<u>Cálculo de la humedad</u>		
1. Se pesa un vaso de precipitados de 50mL 2. Se vierte el contenido de la probeta anterior en el vaso de precipitados y se introduce en la estufa a 105°C hasta que el peso sea constante 3. Cálculo de la humedad a partir de su masa inicial y su masa final.		
<u>Cálculo del índice de acidez y conversión del aceite biodiesel</u>		
1. Se pesan aproximadamente 4 g de muestra de biodiesel en un matraz Erlenmeyer de 100 mL (para ello se puede ayudar de un gotero) 2. Se prepara una mezcla 1:1 de éter-etanol (25 mL de éter y 25 mL de etanol) y se añaden en el matraz Erlenmeyer con la muestra. A continuación, se añaden dos gotas de fenoltaleína (indicador) en el matraz Erlenmeyer.		

3. Se valora con una disolución etanólica de hidróxido potásico 0,05 M (ya en la bureta). El punto final de la valoración se mostrará cuando el contenido del matraz torne su coloración a rojo.
4. Cálculo del índice de acidez y el porcentaje de conversión mediante una expresión dada.

Productos químicos	Material Fungible	Equipos
- Muestra de biodiesel y aceite de cocina - Mezcla Éter + Etanol - Fenolftaleína - Disolución 0,05M KOH en etanol	Matraz Erlenmeyer Bureta 50mL Probeta 25mL Vaso de precipitados	Estufa

Tabla 4-15 Ficha descriptiva P-9 Tecnología Medioambiental (elaboración propia)

4.1.3 Ciencia y tecnología de los materiales

Asignatura: Ciencia y Práctica: P-1 Determinación del Punto Eutéctico tecnología de los materiales		
Objetivo de la práctica Obtener el diagrama de fases binario para dos sustancias completamente miscibles en estado líquido.		
Descripción de la práctica Tomando como referencia 5 gramos de mezcla, preparar diferentes concentraciones expresadas como porcentaje en peso de naftaleno (0, 20, 40, 60, 80, 100 %). Cada una de las mezclas se coloca en un tubo de ensayo, cuidando que las sustancias no queden en las paredes del tubo. Una vez preparados los tubos, se colocan a baño María y se calientan hasta que todas las mezclas estén fundidas. Una vez fundidas se agitan con el fin de homogeneizar las muestras. A continuación, se introduce la sonda de temperatura (sin sacar del baño María) en los tubos y se espera hasta que la lectura del termómetro sea constante. En ese momento, se sacan los tubos del baño y se colocan en un soporte para evitar que los movimientos perturben el enfriamiento de las mezclas. Se toman lecturas a intervalos de 15 segundos hasta que solidifique la muestra. Cuando ocurre esto se señala esa medida y se prosigue con 3 lecturas más para verificar. Es importante señalar cuando se aprecia la aparición de sólido en las muestras. A partir de las curvas de enfriamiento se construye el diagrama de equilibrio.		
Productos químicos	Material Fungible	Equipos
- Naftaleno - Difenilo	Tubos de ensayo Pinzas para el tubo de ensayo Vaso de precipitados de 250mL Embudo Espátula	Sonda de temperatura Balanza Hornillo calefactor

Tabla 4-16 Ficha descriptiva P-1 Ciencia y Tecnología de los Materiales (elaboración propia)

Asignatura: Ciencia y **Práctica:** P-2 Polímeros
tecnología de los materiales

Objetivo de la práctica

Preparación de una fibra artificial como el rayón, por transformación química de la celulosa.

Descripción de la práctica

1. En un vaso de 100 ml se mezclan 4,25 g de CuSO_4 con 14 mL de agua y se calienta ligeramente hasta que el sulfato de cobre se haya disuelto totalmente, después dicha disolución se enfría.
2. Sobre esta disolución se añaden gota a gota y agitando, 1,5 mL de NH_3 (30%), formándose un precipitado azul pálido de hidróxido de cobre.
3. Se filtra el sólido a través de un embudo Büchner, se lava con agua (10 mL) y se coloca en un vaso de precipitados de 100 mL.
4. El sólido que queda en el filtro se recoge con una espátula y se introduce en un vaso de precipitados de 100 ml.
5. La siguiente operación, que consiste en disolver el hidróxido de cobre obtenido anteriormente en la menor cantidad posible de amoníaco concentrado (aproximadamente 15 mL) añadiéndolos al vaso de precipitados que contiene el sólido. Debe realizarse en una campana de extracción. La disolución oscura que resulta se llama reactivo de Schweizer.
6. Sobre la disolución así obtenida se añaden, agitando constantemente, trocitos de servilleta de papel, hasta que adquiera un aspecto viscoso.
7. Con una jeringa se recoge parte de la masa viscosa obtenida. Seguidamente, el orificio de salida de la jeringa se introduce en un vaso de precipitados de 250 ml que contiene una disolución de ácido sulfúrico al 5% (50 ml), y se impulsa lentamente y de manera continua sobre la disolución ácida, observando rápidamente la aparición de las fibras de rayón.

Productos químicos	Material Fungible	Equipos
- Sulfato de cobre (CuSO_4) - Amoníaco del 30% (NH_3) - Ácido sulfúrico al 5% (H_2SO_4)	Vaso de precipitados de 100mL Vaso de precipitados de 250mL Espátula Varilla de vidrio 1 embudo Büchner 1 matraz kitasato Pipeta 1mL Jeringuilla Probeta de 50mL	Hornillo calefactor

Tabla 4-17 Ficha descriptiva P-2 Ciencia y Tecnología de los Materiales (elaboración propia)

4.1.4 Ingeniería de los materiales

Asignatura: Ingeniería de los materiales

Práctica: P-1 Extracción de un metal de una corriente acuosa utilizando carbón activo

Objetivo de la práctica

Se pretende recuperar los metales disueltos en un efluente industrial mediante la utilización de carbón activo, que se utilizará inmovilizado y sin inmovilizar. Se pretende que el alumno evalúe la extracción de metales mediante el carbón activo mediante la disminución del índice de coloración (IC) del agua residual tratada, respecto al agua residual inicial.

Descripción de la práctica

Se llevará a cabo la extracción de metales de un efluente con contenido en metales. Para ello se utilizará carbón activo inmovilizado, así como carbón activo sin inmovilizar y se evaluarán las ventajas e inconvenientes de este adsorbente en función de la forma en la que se presente. El régimen de trabajo será en discontinuo.

Carbón activo sin inmovilizar

Se tomará un matraz Erlenmeyer, de 100 ml, y se le añadirán 25 ml de agua residual junto con 2 g/l de carbón activo sin inmovilizar. El tratamiento se llevará a cabo a temperatura ambiente y con una agitación de 75 rpm, en un agitador orbital. Durante 30 minutos se tomarán muestras con una pipeta Pasteur cada 10 minutos y se medirá la absorbancia de las mismas a 420 nm, 520 nm y 620 nm. La suma de estas absorbancias permitirá calcular el índice de coloración (IC) y se comparará con el de el agua residual no sometida al procedimiento de extracción.

Carbón activo inmovilizado

El carbón activo se inmoviliza en una matriz de alginato cálcico. Para ello, se mezclan en un vaso de precipitados (vaso 1) 5 g de alginato sódico y 2 g de carbón activo en 100 ml de agua destilada. En otro vaso (vaso 2) se prepara una disolución 0.475 M de cloruro cálcico y se coloca el vaso en una placa con agitación. A continuación, se aspira el contenido del vaso 1 y se deja gotear lentamente en el vaso 2, estando éste en agitación. Se formarán unas esferas de carbón activo inmovilizado en una matriz de alginato cálcico, formado por la reacción del alginato sódico y el cloruro de calcio.

Se miden 25 ml de agua con metales en una probeta y a continuación se van añadiendo esferas de alginato hasta completar un volumen de 50 ml. De esta manera tendremos una relación agua con metales/carbón (v/v) de 1:1. A continuación se traspara el contenido a un matraz y se coloca en el agitador orbital, procediendo de idéntica forma que en el apartado anterior.

Al finalizar ambos experimentos se comprueba la eficacia de extracción del carbón activo inmovilizado y sin inmovilizar.

Productos químicos	Material Fungible	Equipos
- Muestra de agua residual	Pipeta Pasteur	Espectrofotómetro
- Carbón activo	Probeta 100mL	Balanza
-Alginato sódico	2 matraces Erlenmeyer 100mL	Sistema de filtración
-Cloruro cálcico	Gradilla de tubos de ensayo	Agitador-calentador magnético
	2 vasos de precipitados	
	1 jeringuilla	

Tabla 4-18 Ficha descriptiva P-1 Ingeniería de los Materiales (elaboración propia)

Asignatura: Ingeniería de los materiales **Práctica:** P-2 Cataforesis

Objetivo de la práctica

Se pretende llevar a cabo el proceso de cataforesis para unas placas metálicas dadas mediante la fuente de alimentación disponible en el laboratorio.

Descripción de la práctica

Antes de proceder al recubrimiento de las muestras, es necesario desengrasarlas y lijar su superficie para favorecer los puntos de anclaje. En esta práctica se ha suprimido la etapa de fosfatado por motivos de seguridad dada su alta toxicidad, con lo que es de suponer que el anclaje de la pintura cataforética será peor que el que aparece en la realidad. Los pasos de preparación previa del material son:

1. Desengrase alcalino: 55°C y 5 minutos
2. Enjuague con agua desionizada. (se pueden introducir unos minutos en la estufa para asegurar el secado)

Se pesará la chapa seca y se anotará el resultado.

3. Conversión: Oxilan: Temperatura ambiente y 5 minutos.
4. Enjuague con agua desionizada. (se pueden introducir unos minutos en la estufa para asegurar el secado)
5. Cataforesis: Una vez listas las muestras se procede a aplicar el recubrimiento cataforético:

Con la fuente de alimentación APAGADA se introduce las placas metálicas en el vaso de precipitado donde esta la pintura cataforética. Se aplica una diferencia de potencial de 60 V (en una instalación real serían 240 V, y se realizaría hasta que la intensidad de la corriente fuese nula). Para analizar la influencia del tiempo de aplicación de la pintura cataforética se realizarán dos experiencias.

- 5 minutos a 60 V y temperatura ambiente (se etiquetará como muestra A)
 - 10 minutos a 60 V y temperatura ambiente (se etiquetará como muestra B)
6. Se dejan secar en la estufa 15 minutos 170aC

Se volverá a pesar la chapa y se anotará el resultado.

Productos químicos	Material Fungible	Equipos
Agua desionizada	Placas metálicas	Estufa
	Vasos de precipitados	Fuente de alimentación
	Frasco lavador	

Tabla 4-19 Ficha descriptiva P-2 Ingeniería de los Materiales (elaboración propia)

Asignatura: Ingeniería de los materiales **Práctica:** P-3 Corrosión

Objetivo de la práctica

Se pretende comprender el concepto de oxidación-reducción y calificar en función de la fuerza oxidante o reductora.

Descripción de la práctica

Preparar 50 ml de disoluciones 0,1 M de sulfato de cobre, sulfato de hierro y de nitrato de zinc. Realizar los cálculos necesarios para la preparación de disoluciones. Es recomendable utilizar para el cálculo los pesos moleculares del frasco comercial, ya que las moléculas pueden encontrarse hidratadas y, por lo tanto, su peso puede ser mayor al calculado teóricamente.

En 6 tubos de ensayo colocar:

- Tubo 1 y 2: 0,5g de Fe metálico.
- Tubo 3 y 4: 0,5g de Zn metálico.
- Tubo 5 y 6: 0,5g de Cu metálico.

Añadir a cada uno de los tubos las disoluciones que se citan a continuación y comentar para cada caso qué elemento precipita y qué elemento permanece en disolución:

- Tubo 1: añadir 3mL de disolución de sulfato de cobre (II).
- Tubo 2: añadir 3mL de disolución de nitrato de zinc (II).
- Tubo 3: añadir 3mL de disolución de sulfato de cobre (II).
- Tubo 4: añadir 3mL de disolución de sulfato de hierro (II).
- Tubo 5: añadir 3mL de disolución de nitrato de zinc (II).
- Tubo 6: añadir 3mL de disolución de sulfato de hierro (II).

Observar la capacidad del ácido clorhídrico 1 M para disolver los tres metales estudiados, añadiendo 3 ml a cada uno de los tubos de ensayo utilizados en el experimento anterior.

Productos químicos	Material Fungible	Equipos
- Sulfato de cobre (II) - Sulfato de hierro (II) - Nitrato de zinc (II) - Zinc metálico - Cobre metálico - Hierro metálico - HCl (1M)	3 matraces aforados de 100mL 1 vaso de precipitados de 250mL Tubos de ensayo Pipeta de 10mL Varilla de vidrio Espátula	Balanza

Tabla 4-20 Ficha descriptiva P-3 Ingeniería de los Materiales (elaboración propia)

4.2 Descripción del material fungible de laboratorio

Durante las prácticas de laboratorio se ha de trabajar con distintos materiales fungibles. Éstos, a su vez se pueden clasificar en:

- Material de vidrio
- Material de metal
- Material de porcelana
- Material de plástico

Para cada tipo de material, se ha elaborado una ficha que recoge: la categoría del material (vidrio, metal, porcelana o plástico), identificación de riesgos derivados de su uso, consecuencias de la materialización de dichos riesgos y las medidas de preventivas propuestas.

MATERIAL DE VIDRIO		
Matraz aforado Vaso de precipitados Matraz Erlenmeyer Probeta Vidrio de reloj Pipeta Pasteur Varilla de vidrio		
Identificación de riesgos	Consecuencias	Medidas preventivas
09. Golpes por objetos o herramientas. 10. Proyección de fragmentos o partículas. 17. Inhalación o ingestión de sustancias nocivas. 18. Contacto con sustancias cáusticas y/o corrosivas.	- Cortes o heridas producidos por la rotura del material de vidrio durante su manipulación debido a su fragilidad mecánica, térmica, cambios bruscos de temperatura o presión interna. - Contacto con restos de sustancias químicas debido a una mala limpieza del material.	- Examinar el estado de todo el material previo a su utilización, así como desechar todo aquello que presente el mínimo defecto. - Efectuar los montajes de material de vidrio con especial cuidado para evitar su rotura. - No calentar directamente el vidrio a la llama. - No someter a cambio brusco de temperatura al vidrio. - Colocar una capa fina de grasa de silicona o aro de teflón entre las capas de vidrio y utilizar, en la medida de lo posible, tapones de plástico.

Tabla 4-21 Ficha material fungible de vidrio (elaboración propia)

MATERIAL DE METAL		
Espátula Pinzas		
Identificación de riesgos	Consecuencias	Medidas preventivas
09. Golpes por objetos o herramientas. 15. Contactos térmicos. 18. Contacto con sustancias causticas y/o corrosivas.	- Quemadura con material metálico que ha estado en contacto con objetos a elevada temperatura. - Cortes con la parte punzante de las pinzas. - Contacto con restos de sustancias químicas debido a una mala limpieza del material.	- Examinar el estado de todo el material previo a su utilización, así como desechar todo aquello que presente el mínimo defecto. - Utilizar siempre guantes de protección.

Tabla 4-22 Ficha material fungible de metal (elaboración propia)

MATERIAL DE PORCELANA		
Crisol		
Identificación de riesgos	Consecuencias	Medidas preventivas
09. Golpes por objetos o herramientas. 15. Contactos térmicos.	- Cortes o heridas producidos por la rotura del material. - Quemaduras por contacto con el crisol cuando éste se encuentre a una elevada temperatura (resiste elevadas temperaturas).	- Examinar el estado de todo el material previo a su utilización, así como desechar todo aquello que presente el mínimo defecto. - Desechar el material agrietado o que haya sufrido un golpe. - Extraer los crisoles de la mufla/estufa mediante el uso de guantes de protección térmica y pinzas.

Tabla 4-23 Ficha material fungible de porcelana (elaboración propia)

MATERIAL DE PLÁSTICO		
Vaso de precipitados Probeta Pipeta Jeringuilla Frasco lavador		
Identificación de riesgos	Consecuencias	Medidas preventivas
10. Proyección de fragmentos o partículas. 15. Contactos térmicos. 17. Inhalación o ingestión de sustancias nocivas. 18. Contacto con sustancias causticas y/o corrosivas.	- Quemaduras por plástico derretido por ácidos o bases (modo incorrecto de uso). - Contacto con restos de sustancias químicas debido a una mala limpieza del material.	- Examinar el estado de todo el material previo a su utilización, así como desechar todo aquello que presente el mínimo defecto. - Utilizar únicamente materiales de plástico con sustancias que no alteren su estado físico. - Utilizar siempre guantes de protección.

Tabla 4-24 Ficha material fungible de plástico (elaboración propia)

4.3 Descripción de los productos químicos empleados durante las prácticas

Durante la realización de las diferentes prácticas impartidas a los alumnos de la Escuela Naval Militar se hacen uso de diferentes productos químicos de los disponibles en el laboratorio. La utilización de estos productos químicos entraña una serie de riesgos que, de su desconocimiento, podrían llegar a materializarse dando lugar a una serie de consecuencias negativas sobre la salud del personal que hace uso del equipo.

Es por ello por lo que, a continuación, en la Tabla 4-25, se presenta una ficha descriptiva para cada uno de los productos químicos que se emplean durante dichas prácticas, en la cual se recoge: la identificación del producto, la casa comercial que lo proporciona, las Frases H y Frases P que son proporcionadas, así como sus pictogramas de peligro.

El objetivo perseguido con estas fichas es que sirvan como una pequeña guía de consulta previo a la utilización del producto químico en cuestión.

FICHA DESCRIPTIVA DE PRODUCTOS QUÍMICOS				
Identificación Del Producto	Casa Comercial	Frases H	Frases P	Pictograma
Producto 1 NaOH Hidróxido de sodio	LABKEM	H314 H318 H290	P280 P260 P301+P330+P331 P305+P351+P338 P303+P361+P353 P501	
Producto 2 NaCl Cloruro sódico	ANALEMA VORQUÍMI CA S. L	NO	P102 P202	NO
Producto 3 CuSO ₄ 5H ₂ O Sulfato de cobre Pentahidratado	ANALEMA VORQUÍMI CA S. L	H302 H319 H315 H400 H410	P264 P270 P273 P280 P301+P310 P305 P351 P338 P330	
Producto 4 CaCO ₃ Carbonato cálcico	LABKEM	NO	P102 P202	NO
Producto 5 FeSO ₄ 7H ₂ O Sulfato férrico	QUIMIPUR	H302 H319 H315	P264 P301+P312 P280 P305+P351+P338 P302+P352 P273 P391	

FICHA DESCRIPTIVA DE PRODUCTOS QUÍMICOS				
Identificación Del Producto	Casa Comercial	Frases H	Frases P	Pictograma
Producto 6 FeCl_3 Cloruro férrico	LABKEM	H318 H302 H315	P280 P302+P352 P301+P312 P332+P313 P305+P351+P338 P501	
Producto 7 $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ Cloruro de aluminio hexahidratado	SCHARLAU	H315 H319	P280 P302+P352 P305+P351+P338	
Producto 8 $\text{C}_4\text{H}_6\text{BaO}_4$ Acetato de bario	SCHARLAU	H302 H332	P260 P301+P312	
Producto 9 KOH Hidróxido potásico	ANALEMA VORQUÍMI CA S. L	H314 H318 H302 H290	P280 P301+P312 P301+P330+P331 P305+P351+P338 P303+P361+P353 P501	
Producto 10 C_{10}H_8 Naftaleno	SCHARLAU	H351 H302 H400 H410	P301+P312 P405 P501	
Producto 11 $\text{C}_{12}\text{H}_{10}$ Bifenilo	SCHARLAU	H315 H319 H335 H400 H410	P280 P332+P313 P337+P313 P273	

FICHA DESCRIPTIVA DE PRODUCTOS QUÍMICOS				
Identificación Del Producto	Casa Comercial	Frases H	Frases P	Pictograma
Producto 12 $K_2Cr_2O_7$ Dicromato potásico	SCHARLAU	H350 H340 H360FD H272 H330 H301 H312 H372 H314 H334 H317 H410	P201 P280 P301+P330+P331 P305+P351+P338 P304+P341 P308+P313	
Producto 13 $K_2Cr_2O_4$ Cromato potásico	FISHER SCIENTIFIC	H340 H319 H315 H317 H335 H350i H400 H410	P280 P273 P302+P352 P308+P313 P332+P313 P501	
Producto 14 $C_{20}H_{14}O_4$ Fenoltaleína	FISHER SCIENTIFIC	H350 H341 H361	P281 P308+P313 P405 P501	
Producto 15 Zn Cinc en polvo	LABKEM	H410	P273	

FICHA DESCRIPTIVA DE PRODUCTOS QUÍMICOS				
Identificación Del Producto	Casa Comercial	Frases H	Frases P	Pictograma
Producto 16 AgNO_3 Nitrato de plata	QUIMIPUR	H272 H314 H318 H400 H410	P283 P305+P351+P338 P306+P360	
Producto 17 Cu Cobre metálico	QUIMIPUR	NO	NO	NO
Producto 18 Fe Hierro metálico	QUIMIPUR	NO	NO	NO
Producto 19 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ Nitrato de cinc hexahidratado	LABKEM	H272 H302 H319 H315 H335	P210 P283 P370+P378 P337+P313 P371+P380+P375 P501	
Producto 20 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ Carbonato de sodio decahidratado	FISHER SCIENTIFIC	H319	P280 P305+P351+P338	
Producto 21 Extracto de levadura	SCHARLAU	NO	NO	NO
Producto 22 Ferroína	PROLABO	H412	P273	NO

FICHA DESCRIPTIVA DE PRODUCTOS QUÍMICOS				
Identificación Del Producto	Casa Comercial	Frases H	Frases P	Pictograma
Producto 23 $C_4H_{10}O$ Éter dietílico	QUIMIPUR	H224 H332 H336 EUH019 EUH066	P210 P261 P271 P280 P304+P340 P403+P233 P501	
Producto 24 HCl Ácido clorhídrico	LABKEM	H335 H314	NO	
Producto 25 H_2SO_4 Ácido sulfúrico	QUIMIPUR	H314	P260 P264 P280 P301+P330+P331 P303+P361+P353 P304+P340 P305+P351+P338	
Producto 26 NH_3 Amoníaco	QUIMIPUR	H314 H400	P260 P280 P303+P361+P353 P304+P340 P305+P351+P338 P273 P501	
Producto 27 C_3H_6O Acetona	LABKEM	NO	NO	

Tabla 4-25 Ficha descriptiva de productos químicos (elaboración propia)

4.4 Descripción de los equipos empleados durante las prácticas de laboratorio

Durante la realización de las diferentes prácticas impartidas a los alumnos de la Escuela Naval Militar se ha de trabajar con distintos equipos de los disponibles en el laboratorio. La utilización de estos equipos entraña una serie de riesgos que, de su desconocimiento, podrían llegar a materializarse dando lugar a una serie de consecuencias negativas sobre la salud del personal que hace uso del equipo.

Es por ello, que a continuación se presentan una serie de fichas descriptivas para cada uno de los equipos que se emplean durante dichas prácticas, en las cuales se recogen: la denominación del equipo, la función llevada a cabo por dicho equipo, la identificación de riesgos derivados del uso del mismo, así como las consecuencias que conlleva la materialización de dichos riesgos y las medidas preventivas propuestas para minimizarlos.

El objetivo perseguido con estas fichas es que sirvan como una pequeña guía de consulta previo a la utilización del equipo en cuestión.

Denominación del Equipo:		MUFLA
Función La mufla es un horno utilizado en laboratorio. Está diseñado para procedimientos de laboratorio que requieren un tipo de exposición uniforme a muy altas temperaturas. Está diseñado para calcinación, fundición y otros procesos en el laboratorio que requieran la utilización de un horno. Alcanzando hasta 3000°C, la mufla es el instrumento de laboratorio que más altas temperaturas alcanza. La mufla permite determinar y monitorizar hasta cierto punto las condiciones de la muestra que está siendo sometida a altas temperaturas.		
Identificación de riesgos	Consecuencias	Medidas preventivas
15. Contactos térmicos. 16. Contactos eléctricos.	- Quemaduras por contacto con objetos a elevadas temperaturas. - Shock eléctrico.	- Usar guantes de protección térmica y pinzas para manipular los objetos que interaccionen con la mufla. - Llevar puestas gafas de seguridad. - Llevar puesta ropa protectora (bata). - En caso de emergencia, la parada se efectúa tirando del enchufe de alimentación, por lo que debe estar en una zona despejada y visible.

Tabla 4-26 Ficha descriptiva de equipos: Mufla (elaboración propia)

Denominación del Equipo:		FUENTE DE ALIMENTACIÓN	
Función La fuente de alimentación se encarga de transformar corriente alterna en corriente continua o directa, suministrando los diferentes voltajes requeridos por los componentes, normalmente incluyendo protección frente a fallos del suministro eléctrico, como la sobretensión.			
Identificación de riesgos	Consecuencias	Medidas preventivas	
16. Contactos eléctricos	- Shock eléctrico.	- Manipular las pinzas conductoras, coloquialmente conocidas como “cocodrilos”, con la fuente de alimentación apagada.	

Tabla 4-27 Ficha descriptiva de equipos: Fuente de alimentación (elaboración propia)

Denominación del Equipo:		ESTUFA	
Función La estufa de laboratorio es un instrumento que se emplea para secar y esterilizar los recipientes de vidrio y metal empleados en el laboratorio. La esterilización se efectúa mediante calor seco a temperaturas de 180°C durante unas 2 horas. El vidrio y el metal al ser calentados por aire a elevadas temperatura quedan completamente libres de cualquier actividad biológica.			
Identificación de riesgos	Consecuencias	Medidas preventivas	
15. Contactos térmicos. 16. Contactos eléctricos.	- Quemaduras por contacto con objetos a elevadas temperaturas. - Shock eléctrico.	- Emplear guantes de protección térmica y pinzas para manipular los objetos que interaccionen con la estufa. - Llevar puestas gafas de seguridad. - Llevar puesta ropa protectora (bata).	

Tabla 4-28 Ficha descriptiva de equipos: Estufa (elaboración propia)

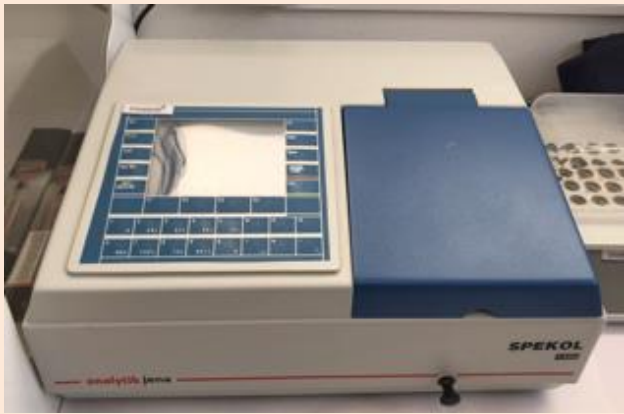
Denominación del Equipo: ESPECTROFOTÓMETRO	
Función El espectrofotómetro es un instrumento que tiene la capacidad de proyectar un haz de luz monocromática a través de una muestra objeto de estudio y medir la cantidad de luz absorbida por dicha muestra. Esto permite determinar que cantidad de la sustancia que nos interesa determinar está presente en la muestra.	
Identificación de riesgos	Consecuencias
15. Contactos térmicos. 16. Contactos eléctricos. 19. Exposiciones a radiación.	- Quemaduras por contacto con objetos a elevadas temperaturas. - Shock eléctrico. - Radiación UV
Medidas preventivas	
- Emplear guantes de protección térmica al manipular objetos a elevadas temperaturas. - Conectar el enchufe de alimentación del dispositivo solo a una toma de corriente con conductor de tierra de protección. - Antes de conectar el espectrofotómetro a la toma de corriente, asegurarse de que el voltaje de línea suministrado concuerde con el voltaje de funcionamiento especificado en la placa de características en el panel posterior del dispositivo. - Nunca mirar directa o indirectamente (a través de un espejo) a la radiación emitida por la lámpara para evitar el riesgo de contraer conjuntivitis.	

Tabla 4-29 Ficha descriptiva de equipos: Espectrofotómetro (elaboración propia)

Denominación del Equipo: AGITADOR-CALENTADOR MAGNÉTICO		
Función La función del agitador-calentador magnético es la de, mediante la aplicación de un campo magnético, mezclar y calentar de manera automatizada una disolución de uno o más solutos. Se compone de una pequeña barra magnética y una placa bajo la cual se encuentra un magneto rotatorio dispuestos de forma circular para generar un campo magnético rotatorio.		
Identificación de riesgos	Consecuencias	Medidas preventivas
15. Contactos térmicos. 16. Contactos eléctricos. 17. Inhalación o ingestión de sustancias nocivas. 18. Contacto con sustancias causticas y/o corrosivas.	- Quemaduras por contacto con objetos a elevadas temperaturas. - Shock eléctrico. - Inhalación de sustancias procedentes de la disolución que se está mezclando. - Derrame de disoluciones corrosivas.	- Hacer uso de gafas de protección, mascarilla, guantes de protección de agentes químicos y ropa protectora durante la manipulación del agitador-calentador.

Tabla 4-30 Ficha descriptiva de equipos: Agitador-calentador magnético (elaboración propia)

Denominación del Equipo:		MANTA CALEFACTORA
Función Las mantas calefactoras con regulación electrónica de temperatura son unos instrumentos básicos en cualquier laboratorio para procesos de destilación, digestión, evaporación, extracción y ebullición.		
Identificación de riesgos	Consecuencias	
15. Contactos térmicos. 16. Contactos eléctricos. 17. Inhalación o ingestión de sustancias nocivas. 18. Contacto con sustancias causticas y/o corrosivas.	- Quemaduras por contacto con objetos a elevadas temperaturas. - Shock eléctrico. - Inhalación de sustancias procedentes de la disolución que se está sometiendo a un proceso de evaporación, destilación, extracción o ebullición. - Derrame de disoluciones corrosivas.	- Durante su funcionamiento, alejar el material peligroso como líquidos inflamables o material patológico. - Cuando no se vaya a hacer uso del equipo durante un largo periodo, desconectarlo de la corriente. - Para cualquier manipulación de limpieza o mantenimiento, se deberá apagar el equipo y desconectarlo de la corriente. - Si ha entrado cualquier líquido en el equipo, desconectarlo inmediatamente. - Hacer uso de los EPI correspondientes: mascarilla, guantes de protección y gafas de seguridad.

Tabla 4-31 Ficha descriptiva de equipos: Manta calefactora (elaboración propia)

Denominación del Equipo: HORNILLO CALEFACTOR		
Función Un hornillo calefactor es un utensilio de dimensiones pequeñas y portátil empleado para calentar sustancias. El modelo de hornillo de gas consta de un quemador y un soporte para apoyar un recipiente sobre él.		
Identificación de riesgos	Consecuencias	Medidas preventivas
15. Contactos térmicos. 17. Inhalación o ingestión de sustancias nocivas. 18. Contacto con sustancias causticas y/o corrosivas. 21. Fuego	- Quemaduras por contacto con objetos a elevadas temperaturas. - Inhalación de sustancias procedentes de la disolución que se está sometiendo a un proceso de evaporación, destilación, extracción o ebullición. - Derrame de disoluciones corrosivas. - Contacto directo con la llama, provocando quemaduras. - Propagación de la llama a objetos inflamables.	- Durante su funcionamiento, alejar el material peligroso como líquidos inflamables. - Hacer uso de los EPI correspondientes: mascarilla, guantes de protección y gafas de seguridad.

Tabla 4-32 Ficha descriptiva de equipos: Hornillo calefactor (elaboración propia)

Denominación del Equipo: FLOCULADOR DIGITAL		
Función Floculador digital para análisis de aguas de 6 posiciones controlados por microprocesador. Inicio y paro suave y progresivo. Pantalla digital LCD retroiluminada con indicación del valor seleccionado de velocidad, y temporizador. Posibilidad de memorizar 2 velocidades y pasar de una a otra con una sola pulsación. Varillas agitadoras inox. de Ø 6mm. y ajustables en altura. Pantalla de luz ubicable en 2 posiciones: inferior o posterior, sin desmontar. Adecuado para vasos de forma alta de 1 L. Muy silencioso para funcionamiento continuo.		
		
Identificación de riesgos	Consecuencias	Medidas preventivas
No se han detectado riesgos	No corresponde	No corresponde

Tabla 4-33 Ficha descriptiva de equipos: Floculador digital (elaboración propia)

EVALUACIÓN DE RIESGOS Y PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA															
Instalación: Laboratorio de docencia de química															
C	Descripción	Prob			Consec.			Estimación					Medidas preventivas propuestas	Implantación	
		B	M	A	Ld	D	Ed	T	To	M o	I	In		Prioridad	Responsable
02	Caída de personas al mismo nivel Suelo mojado.		X			X				X			- Señalizar correctamente el suelo cuando éste se encuentre mojado.	Media	Profesor
03	Caída de objetos por derrumbamiento Caída de objetos mal estibados.	X				X			X				- Adecuar el orden y limpieza de acuerdo a lo establecido en el Anexo II de Real Decreto 486/1997 referente a espacios de trabajo y zonas peligrosas.	Baja	Encargado del laboratorio
04	Caída de objetos por manipulación Caída de objetos durante el montaje de equipos necesarios para la realización de la práctica.	X			X			X					- Llevar especial cuidado durante el transporte y montaje de todo el material fungible y equipos requeridos para el desarrollo de las prácticas.	Sin prioridad	Alumnos

05	Caída de objetos desprendidos Caída de objetos mal estibados.		X			X				X			- Adecuar el orden y limpieza de acuerdo a lo establecido en el Anexo II de Real Decreto 486/1997 referente a espacios de trabajo y zonas peligrosas.	Media	Encargado del laboratorio
06	Pisadas sobre objetos Pisar objetos cortantes o punzantes desprendidos por el suelo.	X			X			X					- Hacer uso del conveniente calzado: cerrado de suela rígida.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
07	Golpes contra objetos inmóviles Zonas de paso angostas y obstaculizadas.		X		X				X				- Adecuar el orden y limpieza de acuerdo a lo establecido en el Anexo II de Real Decreto 486/1997 referente a espacios de trabajo y zonas peligrosas.	Baja	Encargado del laboratorio
16	Contactos eléctricos Falta de señalización. No se tiene constancia de que se llevan a cabo revisiones periódicas del cuadro eléctrico.	X				X			X				- Señalizar los cuadros eléctricos con pictograma de riesgo eléctrico adaptándose al Real Decreto 485/1997 sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo. - Llevar a cabo el registro de las revisiones periódicas a la que es sometido el cuadro eléctrico (continuidad de toma de tierra y comprobación de diferenciales). - Cumplir con el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.	Baja	Equipo PRL/SEGOP de la ENM

PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES PARA EL LABORATORIO DE DOCENCIA DE QUÍMICA

20 21	Explosiones e incendios Falta de señalización. No se tiene constancia de que se llevan a cabo revisiones periódicas de medios C.I. Inexistencia de un plan de evacuación.	X					X			X			- Señalizar conforme al Real Decreto 485/1997 la salida de emergencia del laboratorio, la prohibición de fumar en el mismo, así como la ruta de evacuación que debe seguirse. - Realizar revisiones periódicas de la instalación de alumbrado de emergencia, detectores de humos y pulsadores de alarma de incendios. - Comprobar que los extintores cumplen con sus correspondientes revisiones.	Media	Equipo PRL/SEGOP de la ENM
25	Causas naturales	X					X			X			- Reseñar que se realizan revisiones médicas periódicas del estado de salud del personal docente y alumnado (Art. 22 LPRL).	Media	Jefe de Sanidad de la ENM
27	Agentes químicos Ambiente cargado por la presencia de agentes químicos.		X		X					X			- Mantener el laboratorio correctamente ventilado. - Cierre hermético y correcto almacenamiento de los productos químicos.	Media	Profesor
31	Ergonomía geométrica Posibles lesiones musculoesqueléticas por malas posturas.	X				X			X				- Realizar un descanso de 5 min a mitad del desarrollo de la práctica. - Sustituir taburetes en mal estado.	Baja	Encargado del laboratorio
Nota: B: Baja; M: Media; A: Alta; Ld: Ligeramente dañino; D: Dañino; Ed: Extremadamente dañino; T: Trivial; To: Tolerable; Mo: Moderado; I: importante; In: Intolerable.															

Tabla 4-34 Evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva del laboratorio de docencia de química (elaboración propia)

EVALUACIÓN DE RIESGOS Y PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA															
Asignatura: Química								Práctica: P1- Conocimiento del material de laboratorio y de las normas de seguridad. Preparación de disoluciones							
Material fungible: Vidrio, plástico															
Equipos utilizados: Agitador-calentador magnético															
C	Descripción	Prob			Consec.			Estimación					Medidas preventivas propuestas	Implantación	
		B	M	A	Ld	D	Ed	T	To	Mo	I	In		Prioridad	Responsable
09	Golpes por objetos o herramientas	X			X			X					- Examinar el estado de todo el material previo a su utilización, así como desechar todo aquello que presente el mínimo defecto.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
10	Proyección de fragmentos o partículas	X			X			X					- No someter a cambios bruscos de temperatura. - EPI: Uso obligatorio de gafas de seguridad.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
15	Contactos térmicos		X			X				X			- No tocar la placa calefactora durante su funcionamiento.	Media	Alumnos
16	Contactos eléctricos	X				X			X				- Apartar cualquier líquido del enchufe de alimentación del agitador-calentador.	Baja	Alumnos
17	Inhalación o ingestión de sustancias nocivas	X			X			X					- EPI: Uso obligatorio de Mascarilla. - Trabajar en la campana de extracción de sustancias fumantes. - Trasvasar en locales bien ventilados (ventilación general o extracción localizada) - Mantener los recipientes cerrados herméticamente.	Sin prioridad	Profesor y alumnos

PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES PARA EL LABORATORIO DE DOCENCIA DE QUÍMICA

18	Contacto con sustancias causticas y/o corrosivas	X				X			X				- EPI: Uso obligatorio de guantes de protección. - Trabajar en la campana de extracción de sustancias fumantes.	Baja	Profesor y alumnos
----	--	---	--	--	--	---	--	--	---	--	--	--	--	------	--------------------

Nota: B: Baja; M: Media; A: Alta; Ld: Ligeramente dañino; D: Dañino; Ed: Extremadamente dañino; T: Trivial; To: Tolerable; Mo: Moderado; I: importante; In: Intolerable.

Tabla 4-35 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P1 Química (elaboración propia)

EVALUACIÓN DE RIESGOS Y PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA															
Asignatura: Química									Práctica: P2- Destilación						
Material fungible: Vidrio															
Equipos utilizados: Manta calefactora															
C	Descripción	Prob			Consec.			Estimación					Medidas preventivas propuestas	Implantación	
		B	M	A	Ld	D	Ed	T	To	Mo	I	In		Prioridad	Responsable
09	Golpes por objetos o herramientas	X			X			X					- Examinar el estado de todo el material previo a su utilización, así como desechar todo aquello que presente el mínimo defecto. - Efectuar los montajes de material de vidrio con especial cuidado para evitar su rotura.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
10	Proyección de fragmentos o partículas	X			X			X					- No someter a cambios bruscos de temperatura. - EPI: Uso obligatorio de gafas de seguridad.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
15	Contactos térmicos	X				X			X				- No tener contacto directo con el vidrio que se encuentra en el interior de la manta calefactora.	Baja	Alumno

16	Contactos eléctricos	X				X			X				- Apartar cualquier líquido del enchufe de alimentación de la manta calefactora. - Para cualquier manipulación de limpieza o mantenimiento, se deberá apagar el equipo y desconectarlo de la corriente. - Si ha entrado cualquier líquido en el equipo, desconectarlo inmediatamente	Baja	Alumno
17	Inhalación o ingestión de sustancias nocivas	X			X			X					- EPI: Uso obligatorio de Mascarilla. - Trabajar en la campana de extracción de sustancias fumantes. - Trasvasar en locales bien ventilados (ventilación general o extracción localizada) - Mantener los recipientes cerrados herméticamente.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
Nota: B: Baja; M: Media; A: Alta; Ld: Ligeramente dañino; D: Dañino; Ed: Extremadamente dañino; T: Trivial; To: Tolerable; Mo: Moderado; I: importante; In: Intolerable.															

Tabla 4-36 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P2 Química (elaboración propia)

EVALUACIÓN DE RIESGOS Y PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA															
Asignatura: Química								Práctica: P3- Principio de Le Chatelier							
Material fungible: Vidrio															
Equipos utilizados: No se emplean equipos en el desarrollo de esta práctica															
C	Descripción	Prob			Consec.			Estimación					Medidas preventivas propuestas	Implantación	
		B	M	A	Ld	D	Ed	T	To	Mo	I	In		Prioridad	Responsable
09	Golpes por objetos o herramientas	X			X			X					- Examinar el estado de todo el material previo a su utilización, así como desechar todo aquello que presente el mínimo defecto.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
10	Proyección de fragmentos o partículas	X			X			X					- EPI: Uso obligatorio de gafas de seguridad.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
17	Inhalación o ingestión de sustancias nocivas		X		X				X				- EPI: Uso obligatorio de Mascarilla. - Trabajar en la campana de extracción de sustancias fumantes. - Trasvasar en locales bien ventilados (ventilación general o extracción localizada) - Mantener los recipientes cerrados herméticamente.	Baja	Profesor y alumnos
18	Contacto con sustancias causticas y/o corrosivas	X				X			X				- EPI: Uso obligatorio de guantes de protección.	Baja	Profesor y alumnos
Nota: B: Baja; M: Media; A: Alta; Ld: Ligeramente dañino; D: Dañino; Ed: Extremadamente dañino; T: Trivial; To: Tolerable; Mo: Moderado; I: importante; In: Intolerable.															

Tabla 4-37 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P3 Química (elaboración propia)

EVALUACIÓN DE RIESGOS Y PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA															
Asignatura: Química								Práctica: P4- Equilibrio de Solubilidad. Separación de un producto por filtración a vacío							
Material fungible: Vidrio, plástico.															
Equipos utilizados: Agitador-calentador magnético															
C	Descripción	Prob			Consec.			Estimación					Medidas preventivas propuestas	Implantación	
		B	M	A	Ld	D	Ed	T	To	Mo	I	In		Prioridad	Responsable
09	Golpes por objetos o herramientas	X			X			X					- Examinar el estado de todo el material previo a su utilización, así como desechar todo aquello que presente el mínimo defecto.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
10	Proyección de fragmentos o partículas	X			X			X					- No someter a cambios bruscos de temperatura. - EPI: Uso obligatorio de gafas de seguridad.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
15	Contactos térmicos		X			X			X				- No tocar la placa calefactora durante su funcionamiento.	Baja	Alumno
16	Contactos eléctricos	X				X			X				- Apartar cualquier líquido del enchufe de alimentación del agitador-calentador.	Baja	Alumno
17	Inhalación o ingestión de sustancias nocivas	X			X			X					- EPI: Uso obligatorio de Mascarilla. - Trasvasar en locales bien ventilados (ventilación general o extracción localizada). - Mantener los recipientes cerrados herméticamente.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
Nota: B: Baja; M: Media; A: Alta; Ld: Ligeramente dañino; D: Dañino; Ed: Extremadamente dañino; T: Trivial; To: Tolerable; Mo: Moderado; I: importante; In: Intolerable.															

Tabla 4-38 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P4 Química (elaboración propia)

EVALUACIÓN DE RIESGOS Y PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA															
Asignatura: Química									Práctica: P5- Volumetría ácido-base: Curva de valoración						
Material fungible: Vidrio, plástico.															
Equipos utilizados: Agitador-calentador magnético															
C	Descripción	Prob			Consec.			Estimación					Medidas preventivas propuestas	Implantación	
		B	M	A	Ld	D	Ed	T	To	Mo	I	In		Prioridad	Responsable
09	Golpes por objetos o herramientas	X			X			X					- Examinar el estado de todo el material previo a su utilización, así como desechar todo aquello que presente el mínimo defecto.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
10	Proyección de fragmentos o partículas	X			X			X					- No someter a cambios bruscos de temperatura. - EPI: Uso obligatorio de gafas de seguridad.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
15	Contactos térmicos		X			X				X			- No tocar la placa calefactora durante su funcionamiento	Media	Alumno
16	Contactos eléctricos	X				X			X				- Apartar cualquier líquido del enchufe de alimentación del agitador-calentador.	Baja	Alumno
17	Inhalación o ingestión de sustancias nocivas	X			X					X			- EPI: Uso obligatorio de Mascarilla y gafas de seguridad. - Trabajar en la campana de extracción de sustancias fumantes. - Trasvasar en locales bien ventilados (ventilación general o extracción localizada) - Mantener los recipientes cerrados herméticamente.	Baja	Profesor y alumnos

18	Contacto con sustancias causticas y/o corrosivas	X				X			X					- EPI: Uso obligatorio de guantes de protección	Baja	Profesor y alumnos
Nota: B: Baja; M: Media; A: Alta; Ld: Ligeramente dañino; D: Dañino; Ed: Extremadamente dañino; T: Trivial; To: Tolerable; Mo: Moderado; I: importante; In: Intolerable.																

Tabla 4-39 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P5 Química (elaboración propia)

EVALUACIÓN DE RIESGOS Y PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA															
Asignatura: Química									Práctica: P6- REDOX y procesos electroquímicos: electrolisis						
Material fungible: Vidrio, plástico.															
Equipos utilizados: Fuente de alimentación															
C	Descripción	Prob			Consec.			Estimación					Medidas preventivas propuestas	Implantación	
		B	M	A	Ld	D	Ed	T	To	Mo	I	In		Prioridad	Responsable
09	Golpes por objetos o herramientas	X			X			X					- Examinar el estado de todo el material previo a su utilización, así como desechar todo aquello que presente el mínimo defecto.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
10	Proyección de fragmentos o partículas	X			X			X					- No someter a cambios bruscos de temperatura. - EPI: Uso obligatorio de gafas de seguridad.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
16	Contactos eléctricos		X			X				X			- Apartar cualquier líquido del enchufe de alimentación de la fuente de alimentación. - Manipular las pinzas conductoras, coloquialmente conocidas como “cocodrilos”, con la fuente de alimentación apagada.	Media	Alumno
17	Inhalación o ingestión de sustancias nocivas	X					X			X			- EPI: Uso obligatorio de Mascarilla y gafas de seguridad.	Media	Profesor y alumnos
Nota: B: Baja; M: Media; A: Alta; Ld: Ligeramente dañino; D: Dañino; Ed: Extremadamente dañino; T: Trivial; To: Tolerable; Mo: Moderado; I: importante; In: Intolerable.															

Tabla 4-40 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P6 Química (elaboración propia)

EVALUACIÓN DE RIESGOS Y PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA															
Asignatura: Tecnología Medioambiental								Práctica: P1- Diseño de un sedimentador							
Material fungible: Vidrio															
Equipos utilizados: No se emplean equipos en el desarrollo de esta práctica															
C	Descripción	Prob			Consec.			Estimación					Medidas preventivas propuestas	Implantación	
		B	M	A	Ld	D	Ed	T	To	Mo	I	In		Prioridad	Responsable
09	Golpes por objetos o herramientas	X			X			X					- Examinar el estado de todo el material previo a su utilización, así como desechar todo aquello que presente el mínimo defecto. - Efectuar los montajes de material de vidrio con especial cuidado para evitar su rotura. - Colocar una capa fina de grasa de silicona o aro de teflón entre las capas de vidrio y utilizar, en la medida de lo posible, tapones de plástico.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
Nota: B: Baja; M: Media; A: Alta; Ld: Ligeramente dañino; D: Dañino; Ed: Extremadamente dañino; T: Trivial; To: Tolerable; Mo: Moderado; I: importante; In: Intolerable.															

Tabla 4-41 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P1 Tecnología Medioambiental (elaboración propia)

EVALUACIÓN DE RIESGOS Y PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA															
Asignatura: Tecnología Medioambiental									Práctica: P2- Determinación de sólidos agua residual						
Material fungible: Vidrio, metal, porcelana.															
Equipos utilizados: Estufa, mufla.															
C	Descripción	Prob			Consec.			Estimación					Medidas preventivas propuestas	Implantación	
		B	M	A	Ld	D	Ed	T	To	Mo	I	In		Prioridad	Responsable
09	Golpes por objetos o herramientas	X			X			X					- Examinar el estado de todo el material previo a su utilización, así como desechar todo aquello que presente el mínimo defecto.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
15	Contactos térmicos			X		X					X		- Usar guantes de protección térmica y pinzas para manipular los objetos que interaccionen con la mufla y la estufa	Alta	Profesor y alumnos
16	Contactos eléctricos	X				X			X				- En caso de emergencia, la parada se efectúa tirando del enchufe de alimentación, por lo que debe estar en una zona despejada y visible.	Baja	Profesor y alumnos
Nota: B: Baja; M: Media; A: Alta; Ld: Ligeramente dañino; D: Dañino; Ed: Extremadamente dañino; T: Trivial; To: Tolerable; Mo: Moderado; I: importante; In: Intolerable.															

Tabla 4-42 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P2 Tecnología Medioambiental (elaboración propia)

EVALUACIÓN DE RIESGOS Y PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA															
Asignatura: Tecnología Medioambiental									Práctica: P3- Extracción con disolventes						
Material fungible: Vidrio, metal.															
Equipos utilizados: Manta calefactora, estufa.															
C	Descripción	Prob			Consec.			Estimación					Medidas preventivas propuestas	Implantación	
		B	M	A	Ld	D	Ed	T	To	Mo	I	In		Prioridad	Responsable
09	Golpes por objetos o herramientas	X			X			X					- Examinar el estado de todo el material previo a su utilización, así como desechar todo aquello que presente el mínimo defecto. - Efectuar los montajes de material de vidrio con especial cuidado para evitar su rotura.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
10	Proyección de fragmentos o partículas	X			X			X					- No someter a cambios bruscos de temperatura. - EPI: Uso obligatorio de gafas de seguridad.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
15	Contactos térmicos			X		X					X		- Usar guantes de protección térmica y pinzas para manipular los objetos que interaccionen con la estufa. - No tener contacto directo con el vidrio que se encuentra en el interior de la manta calefactora.	Alta	Profesor y alumnos

PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES PARA EL LABORATORIO DE DOCENCIA DE QUÍMICA

16	Contactos eléctricos	X				X			X				- Apartar cualquier líquido del enchufe de alimentación de la Estufa y manta calefactora. - Para cualquier manipulación de limpieza o mantenimiento, se deberá apagar el equipo y desconectarlo de la corriente. - Si ha entrado cualquier líquido en el equipo, desconectarlo inmediatamente	Baja	Alumno
17	Inhalación o ingestión de sustancias nocivas	X			X			X					- EPI: Uso obligatorio de Mascarilla y gafas de seguridad. - Trasvasar en locales bien ventilados (ventilación general o extracción localizada) - Mantener los recipientes cerrados herméticamente.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
Nota: B: Baja; M: Media; A: Alta; Ld: Ligeramente dañino; D: Dañino; Ed: Extremadamente dañino; T: Trivial; To: Tolerable; Mo: Moderado; I: importante; In: Intolerable.															

Tabla 4-43 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P3 Tecnología Medioambiental (elaboración propia)

EVALUACIÓN DE RIESGOS Y PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA															
Asignatura: Tecnología Medioambiental									Práctica: P4- Coagulación-floculación						
Material fungible: Vidrio															
Equipos utilizados: Floculador digital															
C	Descripción	Prob			Consec.			Estimación					Medidas preventivas propuestas	Implantación	
		B	M	A	Ld	D	Ed	T	To	Mo	I	In		Prioridad	Responsable
09	Golpes por objetos o herramientas	X			X			X					- Examinar el estado de todo el material previo a su utilización, así como desechar todo aquello que presente el mínimo defecto.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
17	Inhalación o ingestión de sustancias nocivas	X			X			X					- EPI: Uso obligatorio de Mascarilla y gafas de seguridad. - Trabajar en la campana de extracción de sustancias fumantes. - Trasvasar en locales bien ventilados (ventilación general o extracción localizada) - Mantener los recipientes cerrados herméticamente.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
18	Contacto con sustancias causticas y/o corrosivas	X				X			X				- EPI: Uso obligatorio de guantes de protección	Baja	Profesor y alumnos
Nota: B: Baja; M: Media; A: Alta; Ld: Ligeramente dañino; D: Dañino; Ed: Extremadamente dañino; T: Trivial; To: Tolerable; Mo: Moderado; I: importante; In: Intolerable.															

Tabla 4-44 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P4 Tecnología Medioambiental (elaboración propia)

EVALUACIÓN DE RIESGOS Y PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA															
Asignatura: Tecnología Medioambiental									Práctica: P5- Determinación de cloruros						
Material fungible: Vidrio															
Equipos utilizados: No se emplean equipos en el desarrollo de esta práctica															
C	Descripción	Prob			Consec.			Estimación					Medidas preventivas propuestas	Implantación	
		B	M	A	Ld	D	Ed	T	To	Mo	I	In		Prioridad	Responsable
09	Golpes por objetos o herramientas	X			X			X					- Examinar el estado de todo el material previo a su utilización, así como desechar todo aquello que presente el mínimo defecto.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
17	Inhalación o ingestión de sustancias nocivas	X			X			X					- EPI: Uso obligatorio de Mascarilla y gafas de seguridad. - Trasvasar en locales bien ventilados (ventilación general o extracción localizada) - Mantener los recipientes cerrados herméticamente.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
18	Contacto con sustancias causticas y/o corrosivas	X				X			X				- EPI: Uso obligatorio de guantes de protección	Baja	Profesor y alumnos
Nota: B: Baja; M: Media; A: Alta; Ld: Ligeramente dañino; D: Dañino; Ed: Extremadamente dañino; T: Trivial; To: Tolerable; Mo: Moderado; I: importante; In: Intolerable.															

Tabla 4-45 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P5 Tecnología Medioambiental (elaboración propia)

EVALUACIÓN DE RIESGOS Y PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA															
Asignatura: Tecnología Medioambiental								Práctica: P6- Determinación de sulfatos							
Material fungible: Vidrio															
Equipos utilizados: Espectrofotómetro															
C	Descripción	Prob			Consec.			Estimación					Medidas preventivas propuestas	Implantación	
		B	M	A	Ld	D	Ed	T	To	Mo	I	In		Prioridad	Responsable
09	Golpes por objetos o herramientas	X			X			X					- Examinar el estado de todo el material previo a su utilización, así como desechar todo aquello que presente el mínimo defecto.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
15	Contactos térmicos		X			X				X			- Emplear guantes de protección térmica al manipular objetos a elevadas temperaturas.	Media	Alumno
16	Contactos eléctricos	X				X			X				- Conectar el enchufe de alimentación del dispositivo solo a una toma de corriente con conductor de tierra de protección. - Antes de conectar el espectrofotómetro a la toma de corriente, asegurarse de que el voltaje de línea suministrado concuerde con el voltaje de funcionamiento especificado en la placa de características en el panel posterior del dispositivo.	Baja	Alumno
17	Inhalación o ingestión de sustancias nocivas	X			X			X					- EPI: Uso obligatorio de mascarilla, gafas de seguridad y guantes de protección. - Trasvasar en locales bien ventilados (ventilación general o extracción localizada) - Mantener los recipientes cerrados herméticamente.	Sin prioridad	Profesor y alumnos

19	Exposiciones a radiación	X				X			X				- Nunca mirar directa o indirectamente (a través de un espejo) a la radiación emitida por la lámpara para evitar el riesgo de contraer conjuntivitis.	Baja	Alumno
Nota: B: Baja; M: Media; A: Alta; Ld: Ligeramente dañino; D: Dañino; Ed: Extremadamente dañino; T: Trivial; To: Tolerable; Mo: Moderado; I: importante; In: Intolerable.															

Tabla 4-46 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P6 Tecnología Medioambiental (elaboración propia)

EVALUACIÓN DE RIESGOS Y PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA															
Asignatura: Tecnología Medioambiental									Práctica: P7- Obtención de biodiesel a partir de aceite usado de cocina						
Material fungible: Vidrio, plástico.															
Equipos utilizados: Agitador-calentador magnético															
C	Descripción	Prob			Consec.			Estimación					Medidas preventivas propuestas	Implantación	
		B	M	A	Ld	D	Ed	T	To	Mo	I	In		Prioridad	Responsable
09	Golpes por objetos o herramientas	X			X			X					- Examinar el estado de todo el material previo a su utilización, así como desechar todo aquello que presente el mínimo defecto.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
10	Proyección de fragmentos o partículas	X			X			X					- No someter a cambios bruscos de temperatura. - EPI: Uso obligatorio de gafas de seguridad.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
15	Contactos térmicos		X			X				X			- No tocar la placa calefactora durante su funcionamiento	Media	Alumno
16	Contactos eléctricos	X				X			X				- Apartar cualquier líquido del enchufe de alimentación del agitador-calentador.	Baja	Alumno
Nota: B: Baja; M: Media; A: Alta; Ld: Ligeramente dañino; D: Dañino; Ed: Extremadamente dañino; T: Trivial; To: Tolerable; Mo: Moderado; I: importante; In: Intolerable.															

Tabla 4-47 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P7 Tecnología Medioambiental (elaboración propia)

EVALUACIÓN DE RIESGOS Y PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA															
Asignatura: Tecnología Medioambiental									Práctica: P8- Determinación de la demanda química de oxígeno						
Material fungible: Vidrio															
Equipos utilizados: No se emplean equipos en el desarrollo de esta práctica															
C	Descripción	Prob			Consec.			Estimación					Medidas preventivas propuestas	Implantación	
		B	M	A	Ld	D	Ed	T	To	Mo	I	In		Prioridad	Responsable
09	Golpes por objetos o herramientas	X			X			X					- Examinar el estado de todo el material previo a su utilización, así como desechar todo aquello que presente el mínimo defecto.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
17	Inhalación o ingestión de sustancias nocivas	X			X					X			- EPI: Uso obligatorio de Mascarilla y gafas de seguridad. - Trasvasar en locales bien ventilados (ventilación general o extracción localizada) - Mantener los recipientes cerrados herméticamente.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
18	Contacto con sustancias causticas y/o corrosivas	X				X			X				- EPI: Uso obligatorio de guantes de protección	Baja	Profesor y alumnos
Nota: B: Baja; M: Media; A: Alta; Ld: Ligeramente dañino; D: Dañino; Ed: Extremadamente dañino; T: Trivial; To: Tolerable; Mo: Moderado; I: importante; In: Intolerable.															

Tabla 4-48 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P8 Tecnología Medioambiental (elaboración propia)

EVALUACIÓN DE RIESGOS Y PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA														
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Asignatura: Tecnología Medioambiental								Práctica: P9- Valoración d biodiesel obtenido a partir de aceite usado de cocina									
Material fungible: Vidrio																	
Equipos utilizados: Estufa																	
C	Descripción	Prob			Consec.			Estimación					Medidas preventivas propuestas	Implantación			
		B	M	A	Ld	D	Ed	T	To	Mo	I	In		Prioridad	Responsable		
09	Golpes por objetos o herramientas	X			X			X					- Examinar el estado de todo el material previo a su utilización, así como desechar todo aquello que presente el mínimo defecto.	Sin prioridad	Profesor y alumnos		
15	Contactos térmicos			X		X					X		- Usar guantes de protección térmica y pinzas para manipular los objetos que interaccionen con la estufa.	Alta	Profesor y alumnos		
16	Contactos eléctricos	X				X			X				- En caso de emergencia, la parada se efectúa tirando del enchufe de alimentación, por lo que debe estar en una zona despejada y visible.	Baja	Alumno		
17	Inhalación o ingestión de sustancias nocivas	X			X			X					- EPI: Uso obligatorio de Mascarilla y gafas de seguridad. - Trasvasar en locales bien ventilados. - Mantener los recipientes cerrados herméticamente.	Sin prioridad	Profesor y alumnos		
18	Contacto con sustancias causticas y/o corrosivas	X				X			X				- EPI: Uso obligatorio de guantes de protección	Baja	Profesor y alumnos		
Nota: B: Baja; M: Media; A: Alta; Ld: Ligeramente dañino; D: Dañino; Ed: Extremadamente dañino; T: Trivial; To: Tolerable; Mo: Moderado; I: importante; In: Intolerable.																	

Tabla 4-49 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P9 Tecnología Medioambiental (elaboración propia)

EVALUACIÓN DE RIESGOS Y PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA															
Asignatura: Ciencia y tecnología de los materiales								Práctica: P-1 Determinación del Punto Eutéctico							
Material fungible: Vidrio, plástico.															
Equipos utilizados: Hornillo calefactor															
C	Descripción	Prob			Consec.			Estimación					Medidas preventivas propuestas	Implantación	
		B	M	A	Ld	D	Ed	T	To	Mo	I	In		Prioridad	Responsable
09	Golpes por objetos o herramientas	X			X			X					- Examinar el estado de todo el material previo a su utilización, así como desechar todo aquello que presente el mínimo defecto.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
10	Proyección de fragmentos o partículas	X			X			X					- No someter a cambios bruscos de temperatura. - EPI: Uso obligatorio de gafas de seguridad.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
15	Contactos térmicos		X			X				X			- Usar guantes de protección térmica y pinzas para manipular los objetos que interaccionen con el hornillo calefactor.	Alta	Profesor y alumnos
17	Inhalación o ingestión de sustancias nocivas	X			X			X					- EPI: Uso obligatorio de Mascarilla y gafas de seguridad. - Trabajar en campana extractora de sustancias fumantes.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
21	Fuego	X				X			X				- Colocar el hornillo calefactor alejado de cualquier sustancia inflamable que se encuentre presente en el laboratorio.	Baja	Alumno
Nota: B: Baja; M: Media; A: Alta; Ld: Ligeramente dañino; D: Dañino; Ed: Extremadamente dañino; T: Trivial; To: Tolerable; Mo: Moderado; I: importante; In: Intolerable.															

Tabla 4-50 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P1 Ciencia y tecnología de los materiales (elaboración propia)

EVALUACIÓN DE RIESGOS Y PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA															
Asignatura: Ciencia y tecnología de los materiales									Práctica: P-2 Polímeros						
Material fungible: Vidrio, plástico.															
Equipos utilizados: Hornillo calefactor															
C	Descripción	Prob			Consec.			Estimación					Medidas preventivas propuestas	Implantación	
		B	M	A	Ld	D	Ed	T	To	Mo	I	In		Prioridad	Responsable
09	Golpes por objetos o herramientas	X			X			X					- Examinar el estado de todo el material previo a su utilización, así como desechar todo aquello que presente el mínimo defecto.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
15	Contactos térmicos		X			X				X			- Usar guantes de protección térmica y pinzas para manipular los objetos que interaccionen con el hornillo calefactor.	Media	Profesor y alumnos
17	Inhalación o ingestión de sustancias nocivas	X			X			X					- EPI: Uso obligatorio de Mascarilla y gafas de seguridad.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
18	Contacto con sustancias causticas y/o corrosivas	X				X			X				- EPI: Uso obligatorio de guantes de protección	Baja	Profesor y alumnos
21	Fuego	X				X			X				- Colocar el hornillo calefactor alejado de cualquier sustancia inflamable que se encuentre presente en el laboratorio.	Baja	Alumno
Nota: B: Baja; M: Media; A: Alta; Ld: Ligeramente dañino; D: Dañino; Ed: Extremadamente dañino; T: Trivial; To: Tolerable; Mo: Moderado; I: importante; In: Intolerable.															

Tabla 4-51 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P2 Ciencia y tecnología de los materiales (elaboración propia)

EVALUACIÓN DE RIESGOS Y PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA															
Asignatura: Ingeniería de los materiales									Práctica: P-1 Extracción de un metal de una corriente acuosa utilizando carbón activo						
Material fungible: Vidrio, plástico.															
Equipos utilizados: Espectrofotómetro, agitador-calentador magnético															
C	Descripción	Prob			Consec.			Estimación					Medidas preventivas propuestas	Implantación	
		B	M	A	Ld	D	Ed	T	To	Mo	I	In		Prioridad	Responsable
09	Golpes por objetos o herramientas	X			X			X					- Examinar el estado de todo el material previo a su utilización, así como desechar todo aquello que presente el mínimo defecto.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
15	Contactos térmicos		X			X				X			- Emplear guantes de protección térmica al manipular objetos a elevadas temperaturas.	Alta	Profesor y alumnos
16	Contactos eléctricos	X				X			X				- Conectar el enchufe de alimentación del dispositivo solo a una toma de corriente con conductor de tierra de protección. - Antes de conectar el espectrofotómetro a la toma de corriente, asegurarse de que el voltaje de línea suministrado concuerde con el voltaje de funcionamiento especificado en la placa de características en el panel posterior del dispositivo.	Baja	Alumno
17	Inhalación o ingestión de sustancias nocivas	X			X			X					- EPI: Uso obligatorio de mascarilla, gafas de seguridad y guantes de protección.	Sin prioridad	Profesor y alumnos

PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES PARA EL LABORATORIO DE DOCENCIA DE QUÍMICA

19	Exposiciones a radiación	X			X			X					- Nunca mirar directa o indirectamente (a través de un espejo) a la radiación emitida por la lámpara para evitar el riesgo de contraer conjuntivitis.	Sin prioridad	Alumno
Nota: B: Baja; M: Media; A: Alta; Ld: Ligeramente dañino; D: Dañino; Ed: Extremadamente dañino; T: Trivial; To: Tolerable; Mo: Moderado; I: importante; In: Intolerable.															

Tabla 4-52 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P1 Ingeniería de los materiales (elaboración propia)

EVALUACIÓN DE RIESGOS Y PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA															
Asignatura: Ingeniería de los materiales									Práctica: P-2 Cataforesis						
Material fungible: Vidrio, plástico y metal.															
Equipos utilizados: Fuente de alimentación, estufa.															
C	Descripción	Prob			Consec.			Estimación					Medidas preventivas propuestas	Implantación	
		B	M	A	Ld	D	Ed	T	To	Mo	I	In		Prioridad	Responsable
09	Golpes por objetos o herramientas	X			X			X					- Examinar el estado de todo el material previo a su utilización, así como desechar todo aquello que presente el mínimo defecto.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
15	Contactos térmicos			X		X					X		- Usar guantes de protección térmica y pinzas para manipular los objetos que interaccionen con la estufa.	Alta	Profesor y alumnos
16	Contactos eléctricos		X			X				X			- Apartar cualquier líquido del enchufe de alimentación de la fuente de alimentación. - Manipular las pinzas conductoras, coloquialmente conocidas como “cocodrilos”, con la fuente de alimentación apagada.	Media	Alumno
Nota: B: Baja; M: Media; A: Alta; Ld: Ligeramente dañino; D: Dañino; Ed: Extremadamente dañino; T: Trivial; To: Tolerable; Mo: Moderado; I: importante; In: Intolerable.															

Tabla 4-53 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P2 Ingeniería de los materiales (elaboración propia)

EVALUACIÓN DE RIESGOS Y PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA															
Asignatura: Ingeniería de los materiales								Práctica: P-3 Corrosión							
Material fungible: Vidrio															
Equipos utilizados: No se emplean equipos en el desarrollo de esta práctica															
C	Descripción	Prob			Consec.			Estimación					Medidas preventivas propuestas	Implantación	
		B	M	A	Ld	D	Ed	T	To	Mo	I	In		Prioridad	Responsable
09	Golpes por objetos o herramientas	X			X			X					- Examinar el estado de todo el material previo a su utilización, así como desechar todo aquello que presente el mínimo defecto.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
17	Inhalación o ingestión de sustancias nocivas	X			X			X					- EPI: Uso obligatorio de Mascarilla y gafas de seguridad. - Trabajar en campana de extracción de sustancias fumantes.	Sin prioridad	Profesor y alumnos
18	Contacto con sustancias causticas y/o corrosivas	X				X			X				- EPI: Uso obligatorio de guantes de protección	Baja	Profesor y alumnos
Nota: B: Baja; M: Media; A: Alta; Ld: Ligeramente dañino; D: Dañino; Ed: Extremadamente dañino; T: Trivial; To: Tolerable; Mo: Moderado; I: importante; In: Intolerable.															

Tabla 4-54 Ficha de evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva P2 Ingeniería de los materiales (elaboración propia)

4.5 Discusión de los resultados

Una vez llevada a cabo la evaluación de riesgos, han sido identificados una serie de peligros, tanto inherentes a la propia instalación como en el transcurso de las diferentes prácticas. Cada uno de ellos han sido clasificados en función de la severidad del daño y la probabilidad de que éste ocurra. Los resultados se muestran a continuación en la Tabla 4-55:

	Instalación	Química	Tecnología Medioambiental	Ciencia y tecnología de los materiales	Ingeniería de los materiales
INTOLERABLE	0	0	0	0	0
IMPORTANTE	0	0	3	0	1
MODERADO	5	5	3	2	2
TOLERABLE	4	10	10	3	2
TRIVIAL	2	15	16	5	6

Tabla 4-55 Tabla resumen valoración de riesgos (elaboración propia)

Se puede observar en la Tabla 4-55 que la realización de las prácticas presenta un total de 4 riesgos importantes, 3 de ellos en la asignatura de Tecnología Medioambiental y el otro restante en la asignatura de Ingeniería de los materiales. Esto es debido a que el denominador común de todas ellas es la interacción con la mufla de laboratorio, siendo éste el equipo que más riesgo presenta del laboratorio debido a las altas temperaturas que alcanza. Para mitigar dicho riesgo basta con hacer uso de los EPI que ofrece el laboratorio (guantes de protección térmica y pinzas metálicas largas) y el profesor deberá cerciorarse que los alumnos cumplen con las indicaciones dadas.

El laboratorio cuenta con los suficientes Equipos de Protección, tanto individual como colectiva, para mitigar los riesgos derivados de la ejecución de las prácticas. No obstante, convendría renovar gran parte de los EPI, ya que no se encuentran en condiciones óptimas, como es el caso de las gafas de seguridad que ofrece el laboratorio.

En cuanto al almacenamiento de los productos químicos, tras llevar a cabo la actualización del inventariado de los productos químicos presentes en el laboratorio (véase Figura 3-15 y Figura 3-16), se ha podido apreciar que gran parte de los productos químicos se encuentran caducados o fuera de la fecha recomendada para su uso, lo que supone un riesgo para todo aquel personal que hacen uso de los mismos.

5 CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

5.1 Conclusiones

El presente Trabajo de Fin de Grado está enfocado en un área de vital importancia para el futuro desempeño como Oficial de la Armada Española. La Prevención de Riesgos Laborales es un ámbito estructural a la mayoría de los destinos. Esto implica que un Oficial de Armada deba aplicar de forma recurrente conocimientos relacionados con la materia de prevención e, incluso, llegar a ocupar puestos de Oficial de PRL/SEGOP en buques o instalaciones.

En este trabajo se ha desarrollado un Plan de Prevención de Riesgos Laborales para el Laboratorio docente de Química del Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar ubicado en el edificio Isaac Peral. Durante el desarrollo del trabajo se ha llevado a cabo una evaluación de riesgos tanto de la instalación, como de las prácticas que en él se llevan a cabo, identificando una serie de riesgos y estableciendo medidas preventivas para la mitigación de los mismos.

Del mismo modo, se ha realizado una actualización del inventariado de los productos químicos almacenados en el laboratorio, identificando que muchos de los productos almacenados se encuentran caducados o fuera de la fecha recomendada para su uso. Esto constituye un riesgo para todo el personal que hace uso de estas instalaciones, por lo que se aconseja que la persona encargada del laboratorio revise y renueve los productos que así lo requieran. Cabe destacar el gran flujo de material que existe en el laboratorio. Esto se debe a que muchos de los productos químicos se encuentran en constante movimiento entre el Laboratorio de docencia de química del edificio Isaac Peral y el Laboratorio de química del edificio de investigación del Centro Universitario de la Defensa.

Tras realizar la evaluación de riesgos y en base a las evidencias encontradas, se han elaborado fichas descriptivas tanto de las prácticas como del material fungible, equipos y productos químicos que en ellas intervienen. Dichas fichas descriptivas ofrecen una identificación de los riesgos que presenta su uso y las medidas propuestas para mitigarlo, de modo que sirva como una guía para su correcto manejo previo a su utilización.

5.2 Líneas futuras

Tras la realización de este trabajo y, siguiendo la misma línea de desarrollo, sería de especial interés llevar a cabo otros Planes de Prevención de Riesgos Laborales en instalaciones de la Escuela Naval Militar.

Concretamente, tras 5 años de periodo de formación como futuro oficial de Infantería de Marina en la Escuela Naval Militar, me gustaría proponer la realización de una revisión SEGOP de la instalación correspondiente a la pista militar, ubicada al Norte del Cuartel “Almirante Francisco Moreno”. Esto es debido a que, en numerosas ocasiones, los alumnos de Infantería de Marina, como parte del plan de instrucción recogido en las “Prácticas de Campo”, deben someterse a las pruebas de Aptitud Psicofísica para el Combate (APC). La pista militar es la prueba que más riesgo representa, debido a que es una prueba en la que principalmente es evaluada la agilidad del alumno y exige sobrepasar una serie de obstáculos (20) en la que dicha acción supone un riesgo en sí mismo, sumado a las condiciones en las que se encuentran muchos de los obstáculos, como es el desgaste de la pintura anti-deslizante que deben poseer alguno de los obstáculos para poder ser sobrepasados con seguridad, lo que provoca un aumento de dicho riesgo, especialmente teniendo en cuenta las condiciones climatológicas de la zona, de carácter lluvioso y húmedo, que hacen de especial interés la realización de un mantenimiento constante de dicha instalación.

6 BIBLIOGRAFÍA

- [1] B. M. y. otros, Seguridad en el Trabajo, INSHT, 1984.
- [2] J. A. Gimeno Fernández, Perspectivas y tendencias de la Seguridad del Trabajo, Salud y Trabajo, nº 39-1983.
- [3] J. M. C. Díaz, Seguridad e Higiene del Trabajo. Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales 10ª Edición, TÉBAR FLORES S.L., 2012.
- [4] Cortes Generales, Constitución Española, BOE núm 311, de 29/12/1978.
- [5] *Boletín Oficial del Estado. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, 1995.*
- [6] INSHT, Evaluación de Riesgos Laborales, Madrid, 1996.
- [7] «Subdirección General de Estadísticas del Ministerio de Trabajo y Economía Social,» Ministerio de Trabajo y Economía Social, [En línea]. Available: http://www.mites.gob.es/es/estadisticas/condiciones_trabajo_relac_laborales/index.htm. [Último acceso: 5 enero 2021].
- [8] «EUROSTAT. Statistics explained,» [En línea]. Available: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Accidents_at_work_statistics#Number_of_accidents. [Último acceso: 16 enero 2021].
- [9] Armada Española, Plan General de Prevención de Riesgos Laborales y Seguridad Operativa de la Armada, 2011.
- [10] Universidad de Vigo, «Centro Universitario de la Defensa,» [En línea]. Available: <https://cud.uvigo.es>. [Último acceso: 19 enero 2021].
- [11] «Instituto Sindical de Ambiente, Trabajo y Salud,» [En línea]. Available: <https://istas.net/istas/riesgo-quimico/intervencion-sindical-frente-al-riesgo-quimico/identificar-los-peligros/la>. [Último acceso: 21 enero 2021].

- [12] «United Barcode Systems,» [En línea]. Available: <https://www.ubscod.es/es-es/news/43/reach-regulation>. [Último acceso: 23 enero 2021].
- [13] «Xunta de Galicia,» [En línea]. Available: <https://www.xunta.gal/prevencion-de-riscos-laborais/plan-de-prevencion>. [Último acceso: 23 enero 2021].
- [14] «European Chemicals Agency,» [En línea]. Available: <https://echa.europa.eu/es/home>. [Último acceso: 21 enero 2021].
- [15] L. Ferrón Vidán, Buenas prácticas en prevención de Riesgos Laborales. Manual de Seguridad en el Laboratorio, 2ª Edición ed., Santiago de Compostela: Instituto Galego de Seguridade e Saúde Laboral (Issga). Xunta de Galicia, 2017.
- [16] «Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo,» [En línea]. Available: <https://www.insst.es>. [Último acceso: 23 enero 2021].
- [17] «UVEX,» [En línea]. Available: Gafas de Seguridad uvex i-Works - EN 166 170 - Antivaho y Resistente a arañazos y químicos - Transparente/Azul. [Último acceso: 02 febrero 2021].
- [18] «Prolaboral. Workwear & safety,» [En línea]. Available: https://www.prolaboral.es/epages/63783229.sf/es_ES/?ObjectPath=Categories. [Último acceso: 02 febrero 2021].
- [19] Universidad de Navarra, «Guía para citar y referenciar IEEE style,» Biblioteca de la Universidad pública de Navarra. Oficina de referencia., [En línea]. Available: [https://www2.unavarra.es/gesadj/servicioBiblioteca/tutoriales/Citar_referenciar_\(IEEE\).pdf](https://www2.unavarra.es/gesadj/servicioBiblioteca/tutoriales/Citar_referenciar_(IEEE).pdf). [Último acceso: 4 enero 2021].
- [20] Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Evaluación de Riesgos Laborales.
- [21] «Rubberex,» [En línea]. Available: <https://www.rubberex.es/nuevo-guante-de-nitrilo-azul-desechable/>. [Último acceso: 02 febrero 2021].
- [22] «JUBA. Safety evolution,» [En línea]. Available: <https://www.jubappe.es>. [Último acceso: 02 febrero 2021].
- [23] Analytik Jena AG, SPEKOL 1500. UV VIS Spectrophotometer, 2008.
- [24] «Concepto de,» [En línea]. Available: <https://concepto.de/fuente-de-alimentacion/>. [Último acceso: 22 febrero 2021].
- [25] «Equipos y Laboratorio de Colombia,» [En línea]. Available: <https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/quE-es-y-usos-del-espectrofotometro>. [Último acceso: 22 febrero 2021].
- [26] «Materiales de Laboratorio,» [En línea]. Available: <https://materialeslaboratorio.com/mufla/>. [Último acceso: 22 febrero 2021].
- [27] NAHITA de AUXILAB S.L, Mantas calefactoras Heating Mantles Chauffe Ballons. Manual de instrucciones.
- [28] Labopolis, «Labopolis,» [En línea]. Available: <https://www.labopolis.com/producto/floculador-digital-jar-test/>. [Último acceso: 28 febrero 2021].

- [29] Servicio de PRL/SEGOP de la ENM. Procedimiento Específico PRL/SEGOP-04, Marín , 2012.
- [30] Facultad de ciencias de química, Universidad Complutense de Madrid, Normas de Seguridad en los Laboratorios Docentes, 2015.
- [31] *Boletín Oficial del Estado. 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, 1997.*
- [32] Comandante Director Escuela Naval Militar Jose M^a Núñez Torrente. Plan Ordinario PRL/SEGOP, Marín, 2018.
- [33] *Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en lugares de trabajo., 1997.*
- [34] *Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico., 2001.*

ANEXO I: PICTOGRAMAS REGLAMENTO CLP

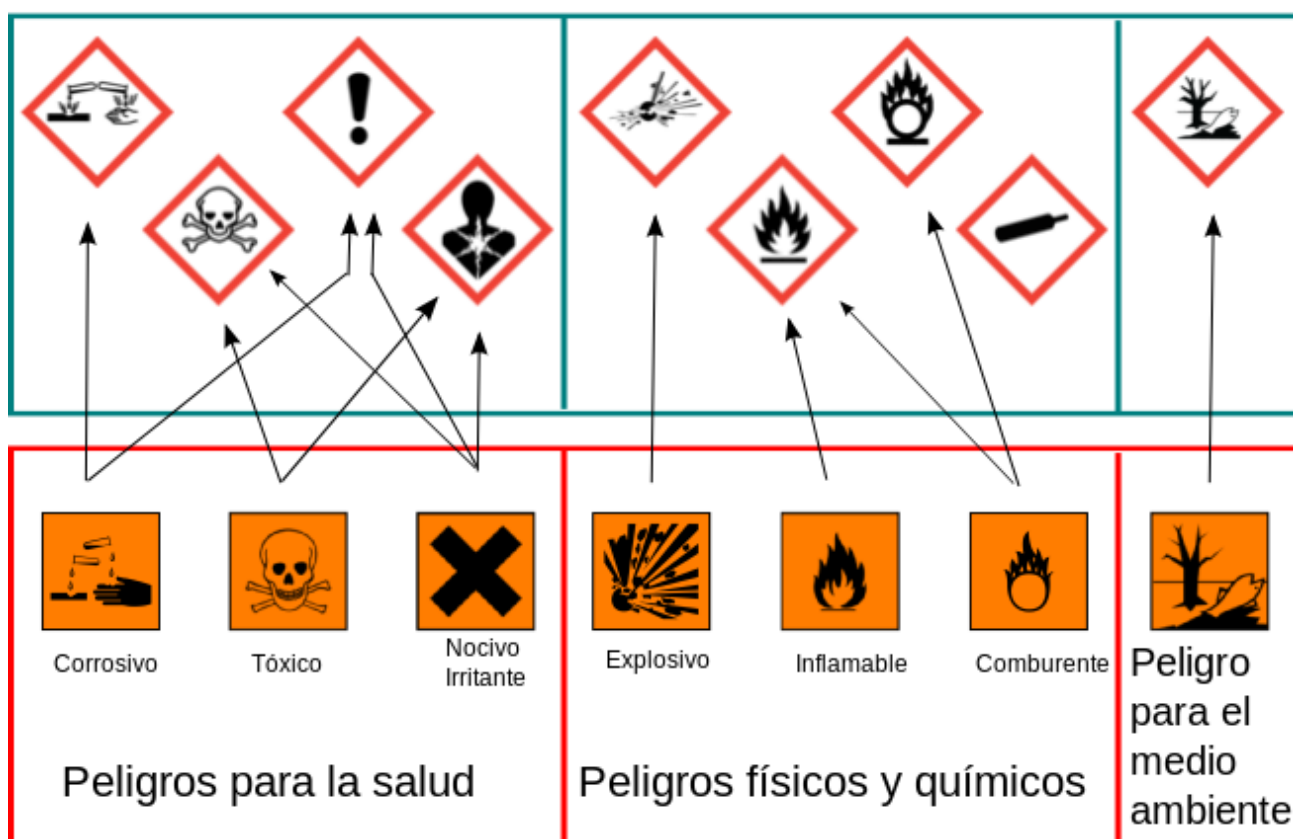
La agencia química europea (ECHA) define a un pictograma de peligro como “una imagen adosada a una etiqueta que incluye un símbolo de advertencia y colores específicos con el fin de transmitir información sobre el daño que una determinada sustancia o mezcla puede provocar a la salud o al medio ambiente” [14]

El Reglamento CLP ha introducido un nuevo sistema de clasificación y etiquetado de las sustancias químicas peligrosas en la Unión Europea. Los pictogramas también han sido modificados y son conformes al Sistema Globalmente Armonizado de las Naciones Unidas.

A diferencia de los anteriores pictogramas, caracterizados por tener una forma cuadrangular y por su color naranja, los nuevos pictogramas pasan a tener forma de diamante con un contorno rojo y fondo blanco al cual se inserta el dibujo en cuestión.

Aunque desde el 1 de diciembre de 2010 ya se han utilizado los nuevos pictogramas para algunos productos y mezclas, hasta el 1 de junio de 2015 todavía era posible etiquetar con el antiguo sistema, no será hasta el 1 de enero de 2017 que será de total obligatoriedad el uso exclusivo de los nuevos pictogramas. A partir de ese día, cualquier producto químico etiquetado con el antiguo sistema deberá ser retirado del mercado y deberá ser remplazado por uno nuevo etiquetado con el nuevo código.

Pictogramas actuales



Pictogramas antiguos

Figura A1-0-1 Nuevo sistema de clasificación de pictogramas (tomada de [14])

A continuación, en la Tabla A1-0-1, se llevará a cabo una descripción de los nuevos pictogramas de peligro introducidos por el Reglamento CLP:

PICTOGRAMA DE PELIGRO	¿QUÉ SIGNIFICA?	EJEMPLOS DE CONSEJO DE PRUDENCIA
PELIGROS FÍSICOS		
GHS01 	Explosivo inestable Explosivo, peligro de explosión en masa Explosivo, grave peligro de proyección Explosivo, peligro de incendio, de onda expansiva o de proyección Peligro de explosión en masa en caso de incendio	Solicitar instrucciones especiales antes del uso. No manipular la sustancia antes de haber leído y comprendido todas las instrucciones de seguridad. Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes. No fumar. Utilizar el Equipo de Protección Individual obligatorio Riesgo de explosión en caso de incendio
GHS02 	Gas extremadamente inflamable. Gas inflamable. Aerosol extremadamente inflamable. Aerosol inflamable. Líquido y vapores muy inflamables. Líquido y vapores inflamables. Sólidos inflamables.	No pulverizar sobre una llama abierta u otra fuente de ignición. Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes. No fumar. Mantener el recipiente cerrado herméticamente. Mantener en lugar fresco. Proteger de la luz del sol.

PICTOGRAMA DE PELIGRO	¿QUÉ SIGNIFICA?	EJEMPLOS DE CONSEJO DE PRUDENCIA
GHS03 	Puede provocar o agravar un incendio; comburente. Puede provocar un incendio o una explosión; muy comburente	Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes. No fumar. Llevar guantes, prendas, gafas, máscara de protección. Aclarar inmediatamente con agua abundante las prendas y la piel contaminadas antes de quitarse la ropa.
GHS04 	Contiene gas a presión; peligro de explosión en caso de calentamiento. Contiene gas refrigerado; puede provocar quemaduras o lesiones criogénicas.	Proteger de la luz del sol. Llevar guantes/gafas/máscara que aíslen del frío. Consultar a un médico inmediatamente.

PICTOGRAMA DE PELIGRO	¿QUÉ SIGNIFICA?	EJEMPLOS DE CONSEJO DE PRUDENCIA
GHS05 	Puede ser corrosivo para los metales. Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.	No respirar el polvo/el humo/el gas/la niebla/los vapores/el aerosol. Lavarse concienzudamente tras la manipulación. Llevar guantes, prendas, gafas, máscara de protección. Guardar bajo llave. Conservar únicamente en el recipiente original.
PELIGROS PARA LA SALUD HUMANA		

PICTOGRAMA DE PELIGRO	¿QUÉ SIGNIFICA?	EJEMPLOS DE CONSEJO DE PRUDENCIA
GHS06 	Mortal en caso de ingestión. Mortal en contacto con la piel. Mortal en caso de inhalación. Tóxico en caso de ingestión. Tóxico en contacto con la piel. Tóxico por inhalación.	Lavarse concienzudamente tras la manipulación. Enjuagarse la boca. No comer, beber ni fumar durante su utilización. En caso de ingestión: llamar inmediatamente a un CENTRO de información toxicológica o a un médico. Almacenar en un recipiente cerrado. Evitar el contacto con los ojos, la piel o la ropa. Llevar guantes, prendas, gafas o máscara de protección. En caso de contacto con la piel: lavar suavemente con agua y jabón abundantes. Quitarse inmediatamente las prendas contaminadas. Lavar las prendas contaminadas antes de volverlas a utilizar. No respirar el polvo/el humo/el gas/la niebla/los vapores/el aerosol. Utilizar únicamente en exteriores o en un lugar bien ventilado. Llevar equipo de protección respiratoria. En caso de inhalación: transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar. Guardar bajo llave.

PICTOGRAMA DE PELIGRO	¿QUÉ SIGNIFICA?	EJEMPLOS DE CONSEJO DE PRUDENCIA
GHS07 	Puede irritar las vías respiratorias. Puede provocar somnolencia o vértigo. Puede provocar una reacción alérgica en la piel. Provoca irritación ocular grave. Provoca irritación cutánea. Nocivo en caso de ingestión. Nocivo en contacto con la piel. Nocivo en caso de inhalación. Nociva para la salud pública y el medio ambiente por destruir el ozono estratosférico.	Evitar respirar el polvo/el humo/el gas/la niebla/los vapores/el aerosol. Utilizar únicamente en exteriores o en un lugar bien ventilado. En caso de inhalación: transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar. En caso de ingestión: llamar a un CENTRO de información toxicológica o a un médico en caso de malestar. Llevar guantes, prendas, gafas o máscara de protección. En caso de contacto con la piel: lavar con agua y jabón abundantes. En caso de contacto con los ojos: aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando. No comer, beber ni fumar durante su utilización.

GHS08 	Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias. Perjudica a determinados órganos. Puede perjudicar a determinados órganos. Puede perjudicar la fertilidad o al feto. Se sospecha que daña la fertilidad o al feto. Puede provocar cáncer. Se sospecha que provoca cáncer. Puede provocar defectos genéticos. Se sospecha que provoca defectos genéticos. Puede provocar síntomas de alergia o asma o dificultades respiratorias en caso de inhalación.	En caso de ingestión: llamar inmediatamente a un CENTRO de información toxicológica o a un médico. NO provocar el vómito. Guardar bajo llave. No respirar el polvo/el humo/el gas/la niebla/los vapores/el aerosol. Lavarse concienzudamente tras la manipulación. No comer, beber ni fumar durante su utilización. Consultar a un médico en caso de malestar. En caso de exposición: llamar a un CENTRO de información toxicológica o a un médico. Solicitar instrucciones especiales antes del uso. No manipular la sustancia antes de haber leído y comprendido todas las instrucciones de seguridad. Utilizar EPI obligatorio. En caso de exposición manifiesta o presunta: consultar a un médico. En caso de ventilación insuficiente, llevar equipo de protección respiratoria. En caso de inhalación: si respira con dificultad, transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo, en una posición en la que pueda respirar confortablemente.
---	---	---

PICTOGRAMA DE PELIGRO	¿QUÉ SIGNIFICA?	EJEMPLOS DE CONSEJO DE PRUDENCIA
PELIGROS PARA EL MEDIO AMBIENTE		
GHS09 	Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos. Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.	Evitar su liberación al medio ambiente. Recoger el vertido.

Tabla A1-0-1 Pictogramas de peligro reglamento CLP (elaboración propia en base a [15])

ANEXO II: NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD

Este anexo tiene por objeto el establecimiento de un conjunto de normas generales de seguridad a seguir durante el uso del Laboratorio de docencia de química para así, reducir el riesgo de sufrir cualquier tipo de accidente o desarrollo de enfermedades profesionales derivadas de la realización de las prácticas exigidas por el plan de estudios de los alumnos de la Escuela Naval Militar.

Distinguiremos tres diferentes clases de conductas a tomar enfocadas a la reducción del riesgo en el entorno de trabajo: hábitos higiénicos, hábitos personales y hábitos de trabajo. [15]

HÁBITOS HIGIÉNICOS

- Utilizar bata durante el trabajo. Debe ser larga, traspasar de un lado a otro para proteger bien la zona del pecho y el abdomen, con mangas largas ceñidas por los puños. Se debe poder quitar con facilidad. El material de elaboración debe ser principalmente de algodón, preferiblemente tratada con retardantes de fuego.
- Siempre quitar los guantes y la bata antes de salir del laboratorio.
- Lavar las manos con frecuencia, especialmente:
 - Siempre que haya habido contacto con algún producto químico.
 - Después de quitar cualquier prenda de ropa contaminada/sucia.
 - Antes de entrar en el área reservada para el descanso del personal.
 - Antes de comer, beber o fumar.
 - Antes de salir del laboratorio, aunque se hayan utilizado guantes.
- No colocar objetos personales sobre los puestos de trabajo.
- No comer ni beber en el interior del laboratorio.
- No colocar productos químicos en recipientes utilizados para contener bebida o alimentos y viceversa.
- Cubrir cualquier tipo de herida (especialmente en las manos), aunque se utilicen guantes para el trabajo.

HÁBITOS PERSONALES

- Utilizar calzado cerrado y convenientemente ajustado. La suela debe ser antideslizante.
- Se evitará llevar lentes de contacto, ya que el efecto de los productos químicos es mucho mayor si se introducen entre la lente y la córnea.
- Se deberá hacer uso de gafas de seguridad, ya sean graduadas o que permitan usar las correctoras por debajo en caso de que fuese necesario.
- Se evitará en la medida de lo posible llevar prendas cortas (faldas, pantalones cortos, zapatos abiertos, etc.) por razones de protección de la piel.
- No llevar *piercings* (especialmente en labios o lengua).
- Llevar el cabello recogido por la posible contaminación y por la facilidad de engancharse en los aparatos mecánicos.

- No llevar anillos, collares o relojes.
- Utilizar guantes siempre que se trabaje con productos corrosivos o tóxicos por vía dérmica.

HÁBITOS DE TRABAJO

Hábitos generales

- Mantener el laboratorio limpio y ordenado. Deben recogerse todos los vertidos por pequeños que sean.
- Antes de la realización de cualquier práctica deben comprobarse siempre los productos y materiales a emplear, empleando sólo aquellos que estén en buen estado.
- No se deberá trabajar solo en el laboratorio, tratar siempre de trabajar al menos con una persona supervisando.
- Deberán utilizarse en todo momento gradillas y soportes.
- Nunca llevar tubos de ensayo o productos químicos en los bolsillos.
- Nunca probar ni tocar con las manos los productos químicos.
- Nunca se pipeteará con la boca.
- Utilizar la vitrina siempre que sea posible, y siempre cuando se trabaje con sustancias que desprendan vapores nocivos (tóxicos o irritantes) y cuando se realicen operaciones en las cuales se desprendan vapores o humos peligrosos.
- Todos los productos químicos que se utilicen deberán estar en sus respectivos envases, evitando en la medida de lo posible los trasvases.
- Cuando se realicen disoluciones en recipientes, éstas se deberán identificar mediante el correcto etiquetado de los recipientes.
- Todos los productos químicos que se utilizan en el Laboratorio deberán de indicar de forma clara los nombres químicos de los componentes peligrosos. Llevarán los pictogramas de peligro, palabras de advertencia, indicaciones de peligro (frases H) y consejos de prudencia (frases P) que correspondan al preparado.
- Si el laboratorio no cuenta con un correcto sistema de ventilación y/o extracción, se deberán utilizar protectores respiratorios durante los procedimientos considerados de riesgo. Estos protectores se seleccionarán adecuadamente en función del producto o productos químicos a los que se puede estar expuesto mediante inhalación.
- Las sustancias inflamables se deberán almacenar y emplear en las cantidades mínimas necesarias.
- Las vitrinas extractoras de gases son un medio de protección colectiva y no se deben utilizar para almacenar productos.
- Para el encendido de llamas, emplear encendedores piezoeléctricos largos en lugar de mecheros o cerillas.
- Cerciorarse del enfriamiento de los materiales previo a intentar cogerlos con las manos.
- Para el calentamiento de los tubos de ensayo, hacerlo mediante el uso de pinzas por la parte más alta del mismo inclinando el tubo y nunca por el fondo del mismo. De no hacerlo así, el contenido podría proyectarse violentamente. Se guardará especial cuidado en no dirigir la boca del tubo de ensayo hacia nuestra cara ni a la de nuestros compañeros de laboratorio.

- Al diluir un ácido, nunca se añade agua sobre el ácido, sino al contrario, se añade ácido sobre el agua.
- Al terminar cualquier tarea u operación se debe:
 - Limpiar la mesa de trabajo.
 - Ordenar los reactivos empleados.
 - Desenchufar los equipos en caso de no haber orden contraria.
 - Cerrar las llaves del agua y del gas.

En relación con el material de vidrio

- Prever un colector en el Laboratorio exclusivo para las piezas de vidrio.
- Cuando se produzcan roturas se evitará recoger los trozos con las manos, empleando para esto materiales como escobas. Si dicha rotura se produjera en el fregadero y fuera necesario coger los trozos directamente con las manos, será obligatorio emplear guantes de protección mecánica frente a posibles cortes.
- Descartar el material que sufriese un golpe de cierta consistencia, aunque no se observen grietas o fracturas.
- No someterlo a cambios bruscos de temperatura. Por ejemplo, no calentar directamente el vidrio en la llama, sino interponer un material capaz de difundir el calor, como una rejilla metálica.
- No calentar líquidos en recipientes de vidrio no resistentes al calor (como probetas, matraces, etc.).
- Utilizar en la medida de lo posible tapones de plástico.
- Para el desobstruido de piezas se deben utilizar guantes anticorte y protección facial.

En relación con la limpieza del material de vidrio

- Nunca acumular excesiva cantidad de material en el área destinada a la limpieza (fregadero).
- Si no es estrictamente necesario, se evitará utilizar productos químicos para la limpieza del material de vidrio. En caso de hacerlo, habrá que conocer bien las características de los productos empleados y utilizar los EPI correspondientes.
- Los solventes orgánicos inflamables como la acetona se utilizarán para la limpieza en mínimas cantidades tomando siempre las debidas precauciones.
- Los ácidos y solventes no se deberán verter a los desagües durante la limpieza. Se deberán recoger para su correcto tratamiento y destrucción.

ANEXO III: ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS

En la actualidad, los laboratorios de química almacenan cantidades pequeñas de una gran variedad de productos químicos, lo que hace imposible que sea aplicable la legislación específica sobre el almacenamiento de productos químicos en dichos laboratorios. No obstante, si debe ser considerado el diseño de almacenes específicos, almacenamiento e instalación de gases y el almacenamiento de productos inflamables en grandes cantidades.

El problema en el almacenamiento de productos químicos reside en que el propio almacenamiento prolongado de productos químicos representa un peligro en sí mismo, ya que la propia reactividad intrínseca de cada producto químico puede dar lugar a diferentes procesos de transformación [15]:

- Transformación de peróxidos (explosión).
- Polimerización de la sustancia (explosión).
- El propio recipiente en el que está contenido el producto puede ser atacado por éste y romper.
- Descomposición lenta de la sustancia, pudiendo dar lugar a la formación de gases en el interior del recipiente pudiendo hacerlo estallar.

Para evitar cualquier riesgo derivado del almacenamiento incorrecto de productos químicos, a continuación, se relacionan unas actuaciones básicas para reducir dicho riesgo [15]:

ACTUACIONES BÁSICAS PARA REDUCIR EL RIESGO

1) Reducir el Stock al mínimo

- Se deberá gestionar el Stock de manera que garantice las existencias necesarias para plazos breves de tiempo.
- Realización frecuente de pedidos al suministrador para así evitar el almacenamiento prolongado de productos químicos.
- Almacenar en el laboratorio únicamente los productos imprescindibles para el uso diario.

2) Comprobar que todos los productos están correctamente etiquetados (registro actualizado)

3) Aislar y confinar ciertos productos:

- Señalizar convenientemente los armarios de almacenamiento de cancerígenos.
- Aquellos productos muy tóxicos, venenos, sustancias que pueden hacer explosión por movimiento, fricción o calor o por contacto con el aire. Además, aquellas drogas que puedan crear dependencia se guardarán bajo llave.
- Los productos peroxidables que puedan provocar detonaciones después de almacenarse durante tiempo, no se deben mantener abiertos más de 6 meses después de abrirlos por primera vez a no ser que contengan un inhibidor eficaz. En el etiquetado deberá figurar la fecha de recepción y la apertura del envase.
- Los líquidos inflamables en armarios de RF 15.

- Las sustancias inflamables que requieran refrigeración en frigoríficos no estarán en frigoríficos domésticos.
- Las cabinas de extracción no se deben utilizar para el almacenamiento de productos, ya que pueden alterar el correcto flujo de aire y eliminan espacio de trabajo.
- Los compuestos volátiles y odoríferos deberán estar en lugares bien ventilados o en armarios con ventilación.

4) Tener en cuenta las instalaciones y la disposición de cada una de las sustancias

- Los productos más peligrosos siempre se deberán guardar en la parte más baja de los estantes (corrosivos, muy tóxicos, inflamables).

5) Establecer separaciones de sustancias incompatibles

El criterio de almacenamiento nunca deberá ser el orden alfabético (exceptuando dentro de los grupos compatibles, donde si se podrán ordenar de manera alfabética). Es adecuado separar los siguientes compuestos:



GHS06



GHS08

- Sustancias muy tóxicas (pictograma GHS06 -toxicidad aguda-, o GHS08 -toxicidad sistémica-) y cancerígenas (H350, H351, H340, H341).
- Productos orgánicos inflamables y ácidos orgánicos.
- Bases y otros compuestos orgánicos.
- Ácidos inorgánicos y oxidantes inorgánicos (incluso podría ser necesaria alguna separación adicional en función de las características especiales de reactividad).
- Bases inorgánicas, reductores y sales.

A continuación, en la Tabla A2-0-1, se relaciona un listado de sustancias incompatibles [15]:

SUSTANCIA QUÍMICA	INCOMPATIBILIDADES
Acetileno	Cloro, bromo, cobre, flúor, plata y mercurio
Acetona	Ácido nítrico concentrado y mezclas con ácido sulfúrico
Ácido acético	Ácido crómico, ácido nítrico, compuestos hidroxilo, etilenglicol, ácido perclórico, peróxidos y permanganatos

SUSTANCIA QUÍMICA	INCOMPATIBILIDADES
Ácido cianhídrico	Ácido nítrico y álcalis
Ácido crómico y cromo	Ácido acético, naftaleno, alcanfor, glicerina, alcoholes y líquidos inflamables en general
Ácido fluorhídrico anhídrico	Amoníaco, acuoso o anhidro
Ácido nítrico concentrado	Ácido acético, anilina, ácido crómico, ácido hidrocianico, sulfuro de hidrógeno, líquidos y gases inflamables, cobre, latón y algunos metales pesados
Ácido oxálico	Plata y mercurio
Ácido perclórico	Anhídrido acético, bismuto y sus aleaciones, alcohol, papel, madera, grasas y aceites
Ácido sulfúrico	Clorato potásico, perclorato potásico, permanganato potásico y compuestos similares de metales ligeros, como sodio y litio
Amoníaco anhidro	Mercurio (manómetros), cloro, hipoclorito cálcico, yodo, bromo, ácido fluorhídrico anhidro
Anilina	Ácido nítrico, peróxido de hidrógeno
Azidas	Ácidos
Bromo	Cloro
Carbón activado	Hipoclorito cálcico y todos los agentes oxidantes
Cianuros	Ácidos
Clorato potásico	Ácido sulfúrico y otros ácidos
Cloratos	Sales de amonio, ácidos, metales en polvo, azufre, materiales combustibles u orgánicos
Cloro	Amoníaco, acetileno, butadieno, butano, metano, propano, y otros gases del petróleo, hidrógeno, carburo sódico, benceno, metales finamente divididos y aguarrás
Cobre	Acetileno y peróxido de hidrógeno
Dióxido de cloro	Amoníaco, metano, fósforo y sulfuro de hidrógeno
Fósforo blanco	Aire, oxígeno y agentes reductores
Flúor	Todas las sustancias químicas
Hidrocarburos	Flúor, cloro, bromo, ácido crómico, peróxido sódico
Hidroperóxido de cumeno	Ácidos orgánicos e inorgánicos
Hipocloritos	Ácidos, carbón activado
Líquidos inflamables	Nitrato amónico, ácido crómico, peróxido de hidrogeno, ácido nítrico, peróxido sódico, halógenos
Materiales de arsénico	Algunos agentes reductores
Mercurio	Acetileno, ácido fulmínico y amoníaco

SUSTANCIA QUÍMICA	INCOMPATIBILIDADES
Metales alcalinos y alcalinotérreos	Agua, tetracloruro de carbono, hidrocarburos clorados, dióxido de carbono y halógenos
Nitrato amónico	Ácidos, polvos metales, líquidos inflamables, compuesto de cloro, nitritos, azufre, materiales orgánicos combustibles
Nitratos	Ácido sulfúrico, nitrato amónico y otras sales de amonio
Nitrito sódico	Ácidos
Nitritos	Bases inorgánicas y aminas
Nitroparafinas	Agua
Óxido cálcico	Aceites, grasas e hidrógeno (líquidos, sólidos o gases inflamables)
Oxígeno	Ácido sulfúrico y otros ácidos
Perclorato potásico	Glicerina, etilenglicol, benzaldehído, ácido sulfúrico
Permanganato potásico	Cobre, cromo, hierro, la mayoría de los metales y sus sales, alcoholes, acetona, materiales orgánicos, anilina, nitrometano y materiales combustibles
Peróxido de hidrógeno	Alcohol etílico y metílico, ácido acético glacial, anhídrido acético, benzaldehído, disulfuro de carbono, glicerina, etilenglicol, acetato de etilo y de metilo, furfural
Peróxido sódico	Ácidos orgánicos e inorgánicos
Peróxidos orgánicos	Acetileno, ácido oxálico, ácido tartárico, compuestos amónicos, ácido fulmínico
Plata	Tetracloruro de carbono, dióxido de carbono, agua
Potasio	Agentes reductores
Seleniuros	Tetracloruro de carbono, dióxido de carbono, agua
Sodio	Ácido nítrico fumante y gases oxidantes
Sulfuro de hidrógeno	Ácidos
Sulfurosos	Agentes reductores
Teliuros	Sodio
Tetracloruro de carbono	Acetileno, amoníaco (acuoso o anhidro), hidrógeno

Tabla A2-0-1 Incompatibilidades en el almacenamiento de productos químicos (elaboración propia en base a [15])

RECOMENDACIONES GENERALES

- Revisar periódicamente los almacenes de productos químicos, así como retirar aquellos productos caducados y no utilizados.
- Actualizar la lista de reactivos presentes en el laboratorio al menos una vez al año.
- Es de obligatorio cumplimiento el leer y seguir las indicaciones del fabricante.

- No es recomendable el trasvase de productos. En caso de realizarlo, se deberá etiquetar correctamente.
- Toda sustancia almacenada en nevera deberá estar cerrada hermética y convenientemente sellada.
- No almacenar comida en neveras destinadas al almacenamiento de reactivos.
- No se deben utilizar frascos de más de 4L de capacidad para el almacenamiento de productos químicos.
- Los frascos pequeños han de ser transportados en envases o cajas estancos. Nunca cogerlos por el cuello o abrazarlos. Aquellos de más de 4L de capacidad se deberán de transportar en carros o carretillas especiales.

ANEXO IV: PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA Y PRIMEROS AUXILIOS

El presente anexo tiene como objetivo el establecimiento de una serie de procedimientos de actuación en caso de emergencia durante la realización de cualesquiera de las prácticas llevadas a cabo en el laboratorio de química por los alumnos de la Escuela Naval Militar.

Es de vital importancia que el laboratorio esté dotado de un botiquín debidamente equipado, debiendo incluir todos los artículos necesarios para efectuar un tratamiento de emergencia en caso de quemaduras, cortes, lesiones en los ojos o enfermedad inmediata. Dicho botiquín deberá ser convenientemente revisado periódicamente, atendiendo al estado de cada uno de los artículos, así como su caducidad.

PRENDA DE ROPA EN LLAMAS

1. Hacer uso inmediato de la ducha o lavabo de seguridad, así como cualquier otra fuente de agua cercana.
2. En caso de no disponer de fuente de agua cercana, tumbarse en el suelo y comenzar a rodar, cubriendo la cara con las manos.
3. En caso de disponer de una manta ignífuga, hacer uso de ella. Retirla en el momento que se extinga la llama para evitar excesiva acumulación de calor.

Si la piel no se ha dañado en el área quemada, aplicarle agua corriente durante unos minutos. En caso de haberse dañado la piel, cubrir con una gasa estéril y consultar a un médico.

INHALACIÓN DE VAPORES QUÍMICOS TÓXICOS

1. Llevar inmediatamente a la persona afectada al área no contaminada y ventilar el área contaminada. Solicitar ayuda médica.
2. En caso de ser necesario, si alguna persona está capacitada para llevar a cabo una reanimación cardiopulmonar (RCP) lo hará en lo que llega la asistencia sanitaria.
3. Proporcionar al personal médico la ficha de seguridad del material inhalado (en caso de tenerla).

La intoxicación por inhalación puede llevar a la persona a estado de shock. Se identifica mediante los siguientes síntomas:

- Agitación o irritabilidad.
- Alteración de la consciencia.
- Palidez, frío, sudoración.
- Respiración lenta e irregular.
- Pulso débil y acelerado.

PEQUEÑOS CORTES Y HERIDAS

1. Lavar con agua y jabón.
2. Desinfectar con agua oxigenada y cubrir con una gasa estéril.
3. En heridas punzantes, dejar sangrar durante unos instantes para arrastrar todo aquello que hubiera podido entrar con el objeto punzante.

HEMORRAGIAS IMPORTANTES

1. Ejercer presión directamente sobre la herida con una gasa estéril y poner la herida, en la medida de lo posible, en una posición más alta que el corazón para ralentizar el flujo de sangre hacia la herida.
2. Llamar al servicio sanitario.
3. Acostar al herido para evitar desvanecimientos y tratar de tranquilizarlo.
4. NO eliminar objetos incrustados sobre la herida.
5. En caso de ser una hemorragia muy grande, elevar las piernas del herido.
6. En caso de extrema necesidad, aplicar un torniquete (es una medida agresiva y solo debe ser aplicado en caso de que el beneficio que aporte sea mayor al riesgo que lleva consigo).

QUEMADURAS POR CALOR LOCAL

1. Refrescar la parte quemada con agua corriente (no es conveniente un chorro fuerte sobre la quemadura).
 2. Valorar la quemadura y en caso de ser necesario, cubrir la zona quemada con un paño limpio y húmedo y transportar al herido a un centro sanitario.
 3. En caso de que salgan ampollas tras la quemadura, nunca pincharlas.
- No aplicar pomadas, cremas, etc., solo agua corriente.

QUEMADURAS QUÍMICAS

Este tipo de quemaduras se suelen producir por el contacto del producto químico con la humedad presente en nuestra piel, penetrando en ella rápidamente.

1. Lavar la zona de piel afectada con abundante agua durante 15 minutos. Siempre emplear cantidades abundantes de agua, ya que las pequeñas cantidades pueden reaccionar con el producto químico y agravar la situación. En caso de quemadura con Ácido Fluorhídrico, lavar solo durante 5 minutos, ya que requiere tratamiento inmediato (gel de gluconato cálcico).
2. Si se vierte producto químico sobre la ropa, se debe de quitar mientras se le aplica agua (bajo la ducha) y quitar cualquier otra prenda que haya estado en contacto con el producto químico (relojes, anillos, etc.). Para quitar la ropa, no arrastrar por las piernas o cabeza, es preferible cortarla con tijeras.
3. Cubrir la quemadura con un paño limpio.
4. Acudir a un centro médico.

QUEMADURAS ELÉCTRICAS

Las quemaduras eléctricas, aparte de dañar la piel, pueden producir quemaduras internas en los nervios, músculos y vasos. En algunos casos, se puede llegar a dañar incluso algún órgano, pudiendo llegar a producirse una parada cardiorrespiratoria.

Ante una electrocución, se debe actuar de la siguiente manera:

1. Solicitar ayuda mientras se auxilia al accidentado.
2. Rescatar o desenganchar al accidentado.
3. Si la víctima está en contacto con el conductor, separarlo lo más rápido posible:
 - Cortando la corriente mediante el cuadro general.
 - En caso de no poder cortar la corriente, separar a la víctima haciendo uso de cualquier elemento no conductor (madera, cuero, goma, etc.).

Primeros auxilios:

1. Si hay pérdida de conocimiento, pero se perciben latidos y pulso, colocar al accidentado en posición de seguridad y vigilar la respiración y el pulso.
2. Pérdida de consciencia y síntomas claros de parada respiratoria, hace falta asistencia respiratoria (preferiblemente boca a boca).
3. En caso de paro circulatorio, ausencia de respiración y latido cardíaco, realizar maniobra de reanimación cardiopulmonar en caso de que haya una persona cualificada para hacerlo.

SALPICADURAS EN LOS OJOS

1. En caso de llevar lentes de contacto (uso desaconsejado en laboratorio), quitarlas con la mayor brevedad posible.
2. Hacer uso de una fuente lavaojos, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:
 - Nunca aplicar el agua directamente sobre el globo ocular, sino sobre la base de la nariz, ya que asegurará un lavado más efectivo. Asegurarse bien de lavarse correctamente nariz y orejas.
 - Forzar la apertura de párpados para poder limpiar la superficie escondida tras ellos.
 - Lavar ojos y párpados durante al menos 15 minutos.
3. Acudir a un centro médico

VERTIDOS DE LÍQUIDOS

1. Alertar a todo el personal del área en la cual se ha producido el derrame.
2. Evaluar la toxicidad, inflamabilidad y otras propiedades peligrosas del producto, así como el tamaño y la localización del mismo para así determinar si es necesaria la evacuación del laboratorio y/o ayuda externa.
3. En caso de ser grandes cantidades de productos volátiles, tóxicos o inflamables:
 - Desalojar el área.
 - Apagar cualquier fuente de ignición que pueda haber (encendedores, muflas, estufas, etc.)
 - Abandonar el lugar donde se ha producido el vertido y llamar al 112.

4. En caso de ser pequeñas cantidades de productos de baja toxicidad:

- Hacer uso de agentes neutralizadores. Los agentes neutralizadores y absorbentes presentes en el laboratorio dependerán de la actividad llevada a cabo en dicho laboratorio y de los productos utilizados. Por lo general, debe disponerse de agentes específicos para ácidos, bases, disolventes orgánicos y mercurio.
- Rápida actuación en secuencia: neutralización, absorción y eliminación.
- Hacer uso de EPI en caso necesario (guantes, gafas de seguridad y mascarilla).

A continuación, tal y como se expone en la Tabla A4-0-1, se establecen las medidas a adoptar en función de las características del líquido vertido:

TIPO DE VERTIDO	MEDIDAS A ADOPTAR
Líquidos inflamables	Absorber con carbón activo, sepiolita u otros absorbentes específicos comerciales. Nunca emplear serrín, debido a su inflamabilidad.
Ácidos	Actuar con la máxima rapidez posible, ya que tanto el contacto directo, como los vapores generados, pueden causar daño a las personas, instalaciones y equipos. Emplear absorbentes-neutralizadores comerciales. En caso de no disponer de ellos, se puede disponer de bicarbonato sódico. A continuación, lavar con abundante agua y detergente.
Bases	Emplear absorbentes-neutralizadores comerciales. En caso de no disponer de ellos, emplear abundante agua a pH ligeramente ácido. A continuación, lavar con abundante agua y detergente. Derrames de líquidos no inflamables ni tóxicos ni corrosivos se pueden absorber con serrín.
Otros	Absorción con adsorbentes o absorbentes de probada eficacia (carbón activo, soluciones acuosas u orgánicas, etc.) y procedimiento de destrucción recomendado. Para su eliminación tras el proceso de absorción, se puede tratar como un residuo a eliminar según el plan establecido en el laboratorio.

Tabla A4-0-1 Actuación frente a vertidos líquidos (elaboración propia en base a [15])

ANEXO V: EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y ROPA PROTECTORA

El presente anexo tiene por objeto realizar una breve descripción de los EPI y ropa protectora fundamentales para proteger a los usuarios frente a los riesgos derivados de la interacción con agentes químicos durante el desarrollo de prácticas en el Laboratorio de química. Es responsabilidad de cada usuario utilizar los EPI y la ropa protectora adecuada en aquellos casos que sea necesario por motivos de seguridad.

Todo EPI debe poseer marcado CE y debe ir acompañado obligatoriamente de su correspondiente folleto informativo en el cual se indique claramente (en idioma oficial) los riesgos contra los que protege y el nivel de protección que ofrecen, así como condiciones de almacenamiento, limpieza, sustituciones necesarias, etc.

No se debe adquirir ningún EPI que no cumpla lo anteriormente expuesto. Además, el responsable del laboratorio deberá hacer entrega de una fotocopia del folleto informativo con cada EPI que se entregue a cada usuario.

PROTECCIÓN OCULAR: GAFAS DE SEGURIDAD

El uso de la protección ocular durante las prácticas de laboratorio busca:

a. Evitar el contacto de los ojos con agentes químicos

Dicho contacto se puede producir por:

- Salpicaduras o proyecciones de partículas líquidas o sólidas (polvo).
- Escape de gases.
- Por la existencia de concentraciones elevadas de aerosoles o vapores en el entorno de trabajo.

Las proyecciones líquidas pueden provocar quemaduras oculares graves y los aerosoles pueden dar lugar a la aparición de conjuntivitis o irritaciones. Además, el ojo en sí mismo es una puerta de entrada en la que los contaminantes producidos por agentes químicos pueden entrar con cierta facilidad, por lo que es altamente recomendable el uso de protección ocular.

b. Evitar que se produzcan lesiones mecánicas

Durante las prácticas pueden producirse lesiones mecánicas oculares, generalmente por la rotura de material de vidrio. Su gravedad puede ir desde una simple irritación en la capa más superficial del ojo (por ejemplo, con la entrada de polvo) hasta la pérdida total de la visión provocada por el impacto de objetos volantes.

Para identificar correctamente los riesgos a los que nos enfrentamos al manipular cualquier producto químico y, por consiguiente, decidir que EPI utilizar en dicho caso, deberemos acudir a la etiqueta del producto químico a manipular y seguir las indicaciones de las frases H (indicaciones de peligro), frases EUH (información suplementaria) y frases P (consejos de prudencia).

A continuación, en la Tabla A5-0-1, se muestran aquellas indicaciones que nos alertarán de la necesidad de emplear protección ocular:

FRASES H	H314	Provoca lesiones oculares graves
	H318	Provoca irritación ocular grave
	H319	Provoca quemaduras en la piel y lesiones oculares graves
FRASES EUH	EUH 070	Tóxico en contacto con los ojos
	EUH 202	Cianoacrilato. Peligro. Se adhiere a la piel y a los ojos en pocos segundos. Mantener fuera del alcance de los niños.
FRASES P	P262	Evitar el contacto con los ojos, piel o ropa
	P280	Llevar guantes/prendas de ropa/gafas/máscara de protección
	P305	En caso de contacto con los ojos: [...]
	P337	Si persiste la irritación ocular: [...]
	P338	Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.

Tabla A5-0-1 Información de alerta uso de protección ocular (elaboración propia en base a [16])

Características de la protección ocular:

El tipo de protección elegida deberá ser en función a las características de las actividades que se van a desempeñar en dicho laboratorio, teniendo en cuenta la exposición prevista (a productos químicos, impacto mecánico, etc.).

Además, deberemos tener en cuenta que las gafas de seguridad son de USO PERSONAL. Cada usuario es responsable de su mantenimiento, así como de su limpieza y descontaminación.

En caso de que sea necesario proteger la cara completa, se deberá utilizar una pantalla facial.

Aquellas personas que necesiten utilizar gafas correctoras, las podrán llevar por debajo de las gafas de seguridad, siempre y cuando el correcto ajuste de éstas no se vea comprometido. Por otro lado, el uso de lentes de contacto está totalmente desaconsejado durante las prácticas de laboratorio, ya que su uso solo agravará las consecuencias en caso de un accidente en el área ocular.

GAFAS DE SEGURIDAD RECOMENDADAS: GAFAS DE PATILLAS UVEX SUPER F OTG



Resistente al empañamiento
 Resistente a productos químicos
 Resistente al rayado
 Normas: EN 166 / EN 170
 Marcado: W 166 FT CE-2C-1,2 W 1 FKTN CE
 Protección UV
 Puede ajustarse sobre gafas correctoras

Figura A5-0-1 Gafas de seguridad (tomada de [17])

PROTECCIÓN DE LA PIEL: GUANTES

El uso de guantes de protección durante las prácticas de laboratorio busca:

- a. **Protección frente a los agentes químicos (sustancias químicas corrosivas, irritantes, de elevada toxicidad, etc.).**
- b. **Protección frente a elementos excesivamente fríos y/o calientes que puedan dañar nuestra piel al entrar en contacto con ellos.**
- c. **Protección frente a posibles cortes originados por la rotura de materiales de vidrio.**

Existe una diferente tipología de guantes de protección en función de la protección que busquemos durante la actividad que vayamos a desempeñar en laboratorio, ya que cada tipo de actividad entraña una serie de riesgos inherentes a su desarrollo. Existen: guantes de protección química, guantes de protección mecánica, guantes de resistencia térmica y guantes de protección contra agentes biológicos o microorganismos.

Los guantes de protección química siempre deben cumplir la premisa de poseer impermeabilidad. No obstante, la resistencia a la permeación puede estar limitada en el tiempo, especialmente teniendo en cuenta que dicha permeabilidad dependerá de la sustancia química que entra en contacto.

La medida de la permeabilidad relativa se expresa en minutos a través del parámetro “tiempo de paso”. El material se clasifica en 6 clases diferentes, siendo 6 la mejor de ellas. Para que un guante sea considerado de protección química debe conseguir, al menos, la clase 2 con 3 productos químicos de una lista contemplada en la norma UNE-EN correspondiente. [15]

Con frecuencia será preciso que el guante además esté dotado de cierta resistencia mecánica para ofrecer protección extra frente a riesgos mecánicos.

A continuación, en la Tabla A5-0-2, se relacionan los diferentes pictogramas que nos aportarán información sobre las propiedades que ofrecen los guantes:

PICTOGRAMA	DEFINICIÓN	OBSERVACIONES
	Protección química	Los códigos “A”, “D” Y “F” designan los compuestos químicos para los cuales al menos se ha obtenido la clase 2 en el ensayo de resistencia a la permeación
	Baja resistencia química	Los guantes sólo cumplen las condiciones de estanqueidad al agua y al aire, pero no cumplen las condiciones de resistencia a la permeación de productos químicos que es necesario ensayar.
	Consultar el folleto informativo	Indica la necesidad de consultar el folleto para información sobre las prestaciones del guante, así como instrucciones de uso, cuidado, etc.

 a b c d	Riesgos mecánicos	Las letras a, b, c y d indican los niveles de prestación obtenidos en los ensayos de abrasión, corte, rasgado y perforación. Van de 1 a 4, siendo 4 el mejor, salvo en la resistencia al corte donde van del 1 al 5.
 a b c	Resistencia al frío	a. Resistencia al frío convectivo b. Resistencia al frío de contacto c. impermeabilidad al agua Se deben indicar los niveles de prestación alcanzados para estos tres índices según la norma UNE EN 511
 a b c d e f	Resistencia al calor/fuego	a. Comportamiento al fuego b. Resistencia al calor de contacto c. Resistencia al calor convectivo d. Resistencia al calor radiante e. Resistencia a pequeñas salpicaduras de metal fundido f. Resistencia a grandes masas de metal Deben indicar el nivel alcanzado para estos seis índices según la norma UNE EN 407
	Protección contra microorganismos	Deben cumplir los requisitos de la norma UNE-EN 374-2:2004 para poder estampar este pictograma

Tabla A5-0-2 Pictogramas en el marcado de guantes de protección química (elaboración propia en base a [16])

A continuación, en la Tabla A5-0-3, se muestran aquellas indicaciones que nos alertarán de la necesidad de emplear guantes de protección:

FRASES H	H310	Mortal en contacto con la piel.
	H311	Tóxico en contacto con la piel.
	H312	Nocivo en contacto con la piel.
	H314	Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.
	H315	Provoca irritación cutánea.
	H317	Puede provocar una reacción alérgica en la piel.
FRASES EUH	EUH 066	La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.

	EUH 202	Cianoacrilato. Peligro. Se adhiere a la piel y a los ojos en pocos segundos. Mantener fuera del alcance de los niños.
FRASES P	P262	Evitar el contacto con los ojos, piel o ropa
	P280	Llevar guantes/prendas de ropa/gafas/máscara de protección
	P302	En caso de contacto con la piel: [...]
	P303	En caso de contacto con la piel: [...]

Tabla A5-0-3 Información de alerta uso de guantes de protección (elaboración propia en base a [16])

GUANTES RECOMENDADOS: GUANTE DESECHABLE NITRILO CON POLVO 560 JUBA



EPI de Categoría III
 Tipo de guante: Un solo uso
 Recubrimientos: Nitrilo
 Entorno: Seco/Químico/Alimentario/Húmedo/Aceitoso
 Marca: Juba
 Normativa: EN ISO 374-1:2016 / EN ISO 374-5:2016
 Marca CE: CE III
 Adecuados para personas alérgicas al látex
 Guantes recomendados para: laboratorios e industria química

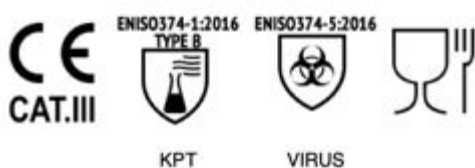


Figura A5-0-2 Guante desechable de nitrilo 560 JUBA (tomada de [22])

PROTECCIÓN DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS: MASCARILLA

La protección personal respiratoria (mascarilla) solo debe ser usada cuando sea imposible garantizar un ambiente libre de contaminación mediante medios de protección colectiva (vitriñas o campanas extractoras).

Contemplando los riesgos presentes durante el desarrollo de las prácticas llevadas a cabo en el laboratorio de química por los alumnos de la Escuela Naval Militar, nos centraremos únicamente en la mascarilla autofiltrante. Este tipo de mascarillas se caracterizan por ser un tipo especial de protector respiratorio que aúna en un solo cuerpo inseparable el adaptador facial y el filtro. Concretamente, nos centraremos en las mascarillas autofiltrantes para partículas.

A continuación, en la Tabla A5-0-4, se relacionan los distintos tipos de filtros contra partículas y su grado de eficiencia de retención:

CÓDIGO	FILTROS CONTRA PARTÍCULAS	COLOR
P1/FFP1	80% de retención	Blanco
P2/FFP2	94% de retención	Blanco
P3/FFP3	99,95% de retención	Blanco

Tabla A5-0-4 Mascarillas autofiltrantes contra partículas (elaboración propia en base a [16])

Consideraciones a tener en cuenta en el uso y elección de la mascarilla:

- Las mascarillas solo son eficaces si se utilizan de forma correcta. Las desechables son de talla única y conviene elegir la que mejor se ajuste al contorno de la cara, sin dejar huecos.
- Comprobar la compatibilidad de llevar a la vez puestas las gafas de seguridad y la mascarilla.
- Se deben seguir escrupulosamente las indicaciones del fabricante sobre el tiempo máximo de uso.
- No se recomienda trabajar con ellas más de una hora seguida.
- Se deberá tener en cuenta aquellas situaciones particulares en las cuales su uso puede estar contraindicado (por ejemplo, problemas de asma).

MASCARILLA RECOMENDADA: P2/FFP2 NR



EPI de Categoría III
Homologación CE 2163-2016/425
UNE EN149:2001 + A1:2009
Protección: bidireccional 5 capas
Hipoalergénica. Sin componente de látex.
Duración: 8 horas
No lavable
Referencia LY-N900-N909

Figura A5-0-3 Mascarilla P2/FFP2 NR (tomada de [18])

ROPA EN EL LABORATORIO

Según el R.D. 773/1997 sobre la definición de “Equipo de Protección Individual” quedan excluidos batas y uniformes. No obstante, aunque no sean clasificables como EPI, su utilización durante las prácticas de laboratorio es fundamental para evitar la contaminación de la propia ropa y la extensión de la contaminación fuera del entorno del laboratorio.

Tal y como se ha expuesto anteriormente en el Anexo II: Normas generales de seguridad, siempre se deberá de llevar bata durante las prácticas de laboratorio, así como calzado convenientemente cerrado.

La bata debe ser larga, traspasar de un lado a otro para proteger bien la zona del pecho y el abdomen, con mangas largas ceñidas por los puños. Se debe poder quitar con facilidad. El material de elaboración debe ser principalmente de algodón, preferiblemente tratada con retardantes de fuego.

BATA RECOMENDADA: BATA CIERRE VELCRO VELILLA 705



Cierre central con velcro oculto con tapeta.
Puños de canalé y bolsillo en pecho

Figura A5-0-4 Bata para laboratorio (tomada de [18])