



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA

**Registro, clasificación, organización y
almacenamiento seguro de productos
químicos en un laboratorio.**

Autor:

Vicente Serna, Estefanía

Tutor:

Sanz Tejedor, María Ascensión

Arroyo Gómez, Yolanda

Departamento de Química Orgánica

Valladolid, Julio 2017

A mis padres, por su confianza y apoyo incondicional, porque gracias a ellos he conseguido llegar hasta aquí.

A todos mis amigos, los de siempre y a los que hice durante mis estudios, por todos los momentos vividos juntos.

A mis tutoras, por sus consejos, ayuda y paciencia.



RESUMEN.

El almacenamiento seguro de productos químicos contaminantes es el tema principal que se aborda en este Trabajo Fin de Grado.

Para ello, se ha realizado un registro de los productos químicos presentes en dos laboratorios de investigación. Se han recopilado las Fichas de Datos de Seguridad de estos productos. Se han clasificado y re-etiquetado todos ellos en función de los tres tipos de peligros establecidos; según sus propiedades físicoquímicas, toxicológicas y/o ecotoxicológicas. Posteriormente, se han almacenado en seis armarios (un armario de madera y cinco armarios de seguridad) y dos frigoríficos comerciales, previamente estandarizados e identificados. Para ello, se han tenido en cuenta los criterios de incompatibilidad de almacenamiento de productos tóxicos y el alto grado de peligrosidad que tienen asociado dichos productos.

Todo el trabajo realizado, se ha plasmado en una base de datos en formato Excel donde se pueden consultar todos los datos de los productos registrados (812).

PALABRAS CLAVES: producto químico contaminante, almacenamiento seguro, Fichas de Datos de Seguridad, inflamable, peligroso para la salud humana.



ÍNDICE

<u>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.</u>	21
1.1- ANTECEDENTES HISTÓRICOS.	21
1.1.1- IMPORTANCIA DE LA SEGURIDAD EN EL TRABAJO.	22
1.1.2- RIESGOS ASOCIADOS A UN LABORATORIO QUÍMICO.	24
1.2- JUSTIFICACIÓN.	26
1.2.1- EFECTO DE LOS CONTAMINANTES EN PERSONAS.	26
1.2.1- EFECTO DE LOS CONTAMINANTES EN EL MEDIO AMBIENTE.	28
1.3- PREVENCIÓN DE RIESGOS EN UN LABORATORIO QUÍMICO.	29
1.3.1- PLANES DE EMERGENCIA.	29
1.3.2- DIRECTRICES DE PREVENCIÓN.	29
1.3.3- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA.	30
1.4-OBJETIVOS.	32
1.4.1- OBJETIVO GENERAL.	32
1.4.2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	32
<u>CAPÍTULO 2. PRODUCTOS QUÍMICOS CONTAMINANTES.</u>	35
2.1- NORMATIVA EUROPEA.	35
2.1.1- REACH: REGISTRO, EVALUACIÓN, AUTORIZACIÓN Y RESTRICCIÓN DE SUSTANCIAS Y MEZCLAS QUÍMICAS.	35
2.1.2- CLP.	36
2.2- CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS.	38
2.2.1- DEFINICIÓN DE PRODUCTO QUÍMICO.	38
2.2.2- CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS.	39
2.2.2.1. PELIGROS FÍSICOS.	40
2.2.2.2. PELIGROS PARA LA SALUD HUMANA.	43
2.2.2.3. PELIGROS PARA EL MEDIO AMBIENTE.	48
2.3- ETIQUETADO: NORMAS DE ETIQUETADO.	49
2.3.1- PICTOGRAMAS DE PELIGRO.	49



2.3.2- PALABRAS DE ADVERTENCIA.	51
2.3.3- INDICACIONES DE PELIGRO (FRASES H).	52
2.3.4- INFORMACIÓN SUPLEMENTARIA (FRASES EUH).	52
2.3.5- INDICACIONES DE RIESGO (FRASES R).	52
2.3.6- INDICACIONES DE PRUDENCIA (FRASES P).	52
2.3.7- INDICACIONES DE SEGURIDAD (FRASES S).	53
2.3.8- ASOCIACIÓN DE LAS INDICACIONES DE PELIGRO Y ATENCIÓN A LA CLASIFICACIÓN.	53
2.3.9- INFORMACIÓN COMPLETA QUE NOS DA LA ETIQUETA.	63
2.4- ENVASADO.	66
2.4.1- NORMAS DE ENVASADO.	66
2.4.2- DIMENSIONES DEL ENVASE.	66
2.4.3- TIPOS DE ENVASES.	67
2.5. FICHAS DE DATOS DE SEGURIDAD (FDS).	69
CAPÍTULO 3. ALMACENAMIENTO DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS.	73
3.1- NORMATIVA SOBRE EL ALMACENAMIENTO DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS.	75
3.1.1- LÍMITES DE APLICACIÓN.	75
3.1.2- CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES.	76
3.1.3- TIPOS DE ALMACENES DE PRODUCTOS QUÍMICOS.	77
3.1.4- TIPO DE INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO.	78
3.2- INCOMPATIBILIDADES DE ALMACENAMIENTO DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS.	79
3.2.1- ALMACENAMIENTO CONJUNTOS.	80
3.2.2- INCOMPATIBILIDADES DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS.	81
3.3- TIPOS DE ARMARIOS DE SEGURIDAD.	82
3.3.1- ARMARIOS PARA PRODUCTOS INFLAMABLES.	82
3.3.2- ARMARIOS PARA PRODUCTOS CORROSIVOS.	83
3.3.3- ARMARIOS DE SEGURIDAD BAJOS O CAJONES.	83
3.3.4- FRIGORÍFICOS.	84



<u>CAPÍTULO 4. ORGANIZACIÓN E INSTALACIONES DEL LABORATORIO OBJETO DE ESTUDIO.</u>	87
4.1- EMPLAZAMIENTO DEL LABORATORIO.	87
4.2- DESCRIPCIÓN DE LOS LABORATORIOS.	90
4.3- DISEÑO DE LOS LABORATORIOS.	91
4.3.1- DESCRIPCIÓN DEL MOBILIARIO.	91
4.3.2- VENTILACIÓN DE LOS LABORATORIOS.	91
<u>CAPÍTULO 5. REGISTRO Y CLASIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS ALMACENADOS EN LOS LABORATORIOS OBJETO DE ESTUDIO.</u>	95
5.1- REGISTRO DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS.	95
5.2- OBTENCIÓN DE FICHAS DE DATOS DE SEGURIDAD (FDS).	98
5.3- REPOSICIÓN DE ETIQUETAS ILEGIBLES O DESACTUALIZADAS.	99
5.4- REGISTRO COMPLETO DEL LABORATORIO.	100
5.4.1- REGISTRO DEL ARMARIO 1.	100
5.4.2- REGISTRO DE LOS ARMARIOS 2 Y 3.	101
5.4.3- REGISTRO DEL ARMARIO DE PRODUCTOS INFLAMABLES 1.	102
5.4.4- REGISTRO DEL ARMARIO DE ÁCIDOS Y BASES.	103
5.4.5- REGISTRO DE LOS FRIGORÍFICOS 1 Y 2.	104
5.4.6- REGISTRO DE PRODUCTOS QUÍMICOS EN OTRAS UBICACIONES.	105
5.5- REGISTRO DE PRODUCTOS CADUCADOS O EN MAL ESTADO.	107
5.6- CLASIFICACIÓN Y AGRUPACIÓN DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS EN EL LABORATORIO.	108
<u>CAPÍTULO 6. ALMACENAMIENTO DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS REGISTRADOS.</u>	111
6.1- ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS EN EL LABORATORIO.	111
6.1.1- ARMARIO 1.	111
6.1.2- ARMARIOS 2 Y 3.	112
6.1.3- ARMARIOS 4 Y 5.	113



6.1.4- ARMARIO 6.	114
6.1.5- ARMARIOS FRIGORÍFICOS 1 Y 2.	114
6.1.6- OTRAS UBICACIONES.	116
<u>6.2- ELIMINACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS CADUCADOS O EN MALESTADO.</u>	<u>117</u>
<u>6.3- PELIGROSIDAD DE LOS PRODUCTOS ALMACENADOS EN LOS LABORATORIOS.</u>	<u>118</u>
<u>CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS.</u>	<u>125</u>
<u>7.1- CONCLUSIONES.</u>	<u>125</u>
<u>7.2- LÍNEAS FUTURAS.</u>	<u>126</u>
<u>CAPÍTULO 8. BIBLIOGRAFÍA.</u>	<u>129</u>
 <u>ANEXOS</u>	
<u>ANEXO I. INDICACIONES DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS.</u>	<u>135</u>
1. INDICACIONES DE PELIGRO (FRASES H).	135
2. INFORMACIÓN SUPLEMENTARIA (FRASES EUH).	138
3. INDICACIONES DE RIESGO (FRASES R).	139
4. INDICACIONES DE PRUDENCIA (FRASES P).	144
5. INDICACIONES DE SEGURIDAD (FRASES S).	149
<u>ANEXO II. INCOMPATIBILIDADES DE PRODUCTOS QUÍMICOS.</u>	<u>155</u>
<u>ANEXO III. PLANO DE LOS LABORATORIOS 2.10L Y 2.28L, OBJETO DE ESTUDIO.</u>	<u>173</u>
<u>ANEXO IV. REGISTRO ANTERIOR AL OBJETO DE ESTUDIO</u>	<u>177</u>
<u>ANEXO V. REGISTRO INICIAL DEL OBJETO DE ESTUDIO.</u>	<u>187</u>
1. REGISTRO DEL ARMARIO 1.	189
2. REGISTRO DEL ARMARIO 2.	183
3. REGISTRO DEL ARMARIO 3.	187
<u>4. REGISTRO DEL ARMARIO 4.</u>	<u>191</u>



5. REGISTRO DEL ARMARIO 6.	193
6. REGISTRO DEL FRIGORÍFICO 1.	195
7. REGISTRO DEL FRIGORÍFICO 2.	199
8. REGISTRO DE OTRAS UBICACIONES.	201
9. REGISTRO DE PRODUCTOS QUÍMICOS RETIRADOS.	203
<u>ANEXO VI. UBICACIÓN ACTUAL DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS.</u>	205
1. ARMARIO 1.	207
2. ARMARIO 2.	209
3. ARMARIO 3.	213
4. ARMARIO 4.	215
5. ARMARIO 5.	217
6. ARMARIO 6.	219
7. REGISTRO DEL FRIGORÍFICO 1.	221
8. REGISTRO DEL FRIGORÍFICO 2.	223
9. REGISTRO DE OTRAS UBICACIONES.	227



INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.1- Número de exposiciones a 15 agentes carcinógenos.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 1.2- Clasificación de sustancias químicas en función de su toxicidad .</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 1.3- Actividades recuertes realizadas en un laboratorio químico, con los riesgos asociados a ellas y los EPI's a utilizar en cada caso⁹.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 2.1- Ámbito de aplicación del REACH ¹¹.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 2.2- Clasificación de peligros físicos según la SGA ¹².</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 2.3- Clasificación de peligros para la salud humana según la SGA ¹²..</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 2.4- Clasificación de peligros para el medio ambiente según la SGA¹².</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 2.5- Pictogramas de riesgos.</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 2.6- Pictogramas de peligro según CLP.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 2.7. Clasificación de las sustancias explosivas.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 2.8. Clasificación de los gases inflamables.</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 2.9. Clasificación de los líquidos inflamables.</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 2.10. Clasificación de los sólidos inflamables.</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 2.11. Clasificación de los aerosoles inflamables.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 2.12. Clasificación de los gases comburentes.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 2.13. Clasificación de los líquidos comburentes.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 2.14. Clasificación de los sólidos comburentes.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 2.15. Clasificación de los gases a presión.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 2.16. Clasificación de las sustancias autorreactivas.</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 2.17. Clasificación de las sustancias pirofóricas (líquidas y sólidas)...</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 2.18. Clasificación de sustancias que experimentan calentamiento espontáneo.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 2.19. Clasificación de las sustancias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables.</i>	<i>58</i>



<i>Tabla 2.20. Clasificación de los peróxidos orgánicos.</i>	58
<i>Tabla 2.21. Clasificación de las sustancias corrosivas para los metales.</i>	58
<i>Tabla 2.22. Clasificación de sustancias que causan toxicidad aguda vía oral.</i>	59
<i>Tabla 2.23. Sustancias que causan toxicidad aguda vía cutánea.</i>	59
<i>Tabla 2.24. Clasificación de sustancias que causan toxicidad aguda vía inhalación.</i>	59
<i>Tabla 2.25. Sustancias causantes de corrosión o irritación cutánea.</i>	60
<i>Tabla 2.26. Sustancias causantes de lesiones oculares graves o irritación ocular.</i>	60
<i>Tabla 2.27. Sustancias causantes de sensibilización respiratoria o cutánea.</i>	60
<i>Tabla 2.28. Clasificación de sustancias mutagénicas.</i>	61
<i>Tabla 2.29. Clasificación de sustancias carcinogénicas.</i>	61
<i>Tabla 2.30. Clasificación de sustancias tóxicas de la reproducción.</i>	61
<i>Tabla 2.31. Clasificación de sustancias con toxicidad sistemática específica en órganos diana después de una exposición única.</i>	62
<i>Tabla 2.32. Clasificación de sustancias con toxicidad sistemática específica en órganos diana después de exposiciones repetidas.</i>	62
<i>Tabla 2.33. Clasificación de sustancias peligrosas por aspiración.</i>	62
<i>Tabla 2.34. Clasificación de sustancias peligrosas para el medio ambiente acuático por toxicidad aguda.</i>	63
<i>Tabla 2.35. Clasificación de sustancias peligrosas por aspiración.</i>	63
<i>Tabla 2.36. Clasificación de las sustancias peligrosas para la capa de ozono.</i>	63
<i>Tabla 2.37- Relación de capacidad del envase con las dimensiones de la etiqueta.</i>	67
<i>Tabla 3.1-Límites de aplicación de la normativa referentes a la capacidad de los productos químicos¹⁹.</i>	75



<i>Tabla 3.2. Matriz de almacenamiento de productos químicos mixtos.</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 5.1- Datos recogidos en el Inventario del Excel.....</i>	<i>95</i>
<i>Tabla 5.2- Abreviaturas utilizadas con respecto al lugar de almacenamiento en el laboratorio.</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 5.3- Abreviaturas utilizadas con respecto a las características de peligrosidad de los productos químicos.....</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 5.4 Abreviaturas utilizadas con respecto al estado físico.....</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 5.5- Abreviaturas utilizadas con respecto al tipo de envase.</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 5.6- Tipos de productos químicos almacenados en los armarios.....</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 5.7- Criterios para establecer la severidad en caso de accidente.....</i>	<i>108</i>
<i>Tabla 6.1- Clases y categorías asociadas a los productos químicos en función de los peligros físicos.....</i>	<i>119</i>
<i>Tabla 6.2- Cantidad de productos químicos en función de los peligros para la salud humana.....</i>	<i>120</i>
<i>Tabla 6.3- Clases y categorías asociadas a los productos químicos en función de los peligros para el medio ambiente.....</i>	<i>120</i>



INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.1- Orígenes de los accidentes en la Industria Química Española, expresado en tanto por ciento.</i>	<i>21</i>
<i>Figura 1.2- Accidentes en la Industria Química de España con víctimas, expresado en tanto por ciento.</i>	<i>23</i>
<i>Figura 2.1- Comparativa de los pictogramas obsoletos con los actuales.</i>	<i>50</i>
<i>Figura 2.2- Pictogramas sobre el transporte de mercancías peligrosas.</i>	<i>51</i>
<i>Figura 2.3- Esquema de una etiqueta de un producto químico.</i>	<i>64</i>
<i>Figura 2.4- Ejemplo de etiqueta de metanol.</i>	<i>65</i>
<i>Figura 3.1- Consideraciones generales a tener en cuenta en la gestión del almacenamiento.</i>	<i>73</i>
<i>Figura 3.2- Puntos críticos para garantizar la seguridad en el almacén de productos químicos.</i>	<i>74</i>
<i>Figura 3.3. Marco normativo referente al almacenamiento de productos químicos peligrosos¹⁹.</i>	<i>76</i>
<i>Figura 3.4. Tipos de salas de almacenamiento.</i>	<i>77</i>
<i>Figura 3.5- Posibles distribuciones del laboratorio.</i>	<i>77</i>
<i>Figura 3.6. Procedimiento para evitar incompatibilidades en el almacenamiento de productos químicos¹⁹.</i>	<i>79</i>
<i>Figura 3.7- Armario de productos inflamables.</i>	<i>82</i>
<i>Figura 3.8- Armario para productos corrosivos.</i>	<i>83</i>
<i>Figura 3.9- Armario de seguridad de tamaño pequeño.</i>	<i>83</i>
<i>Figura 3.10- Frigorífico apto para el almacenamiento de productos químicos.</i>	<i>84</i>
<i>Figura 4.1- Emplazamiento con respecto al territorio nacional.</i>	<i>87</i>
<i>Figura 4.2- Emplazamiento con respecto a la ciudad de Valladolid.</i>	<i>88</i>
<i>Figura 4.3- Emplazamiento de la Sede del Paseo del Cauce de la Ell.</i>	<i>88</i>
<i>Figura 4.4- Plano de la segunda planta de la Sede Paseo del Cauce donde se ubica el objeto de estudio.</i>	<i>89</i>



<i>Figura 5. 1- Actualización del etiquetado en los productos químicos.</i>	<i>99</i>
<i>Figura 5.2- Armario 1, parte superior acristalada y taquilla inferior en el momento del registro.....</i>	<i>100</i>
<i>Figura 5.3- Peligrosidad de los compuestos almacenados en el armario 1 en tanto por ciento.</i>	<i>101</i>
<i>Figura 5.4- Armarios 2 y 3 en el momento del registro.....</i>	<i>101</i>
<i>Figura 5.5- Peligrosidad de los compuestos almacenados en el armario 2 en tanto por ciento.</i>	<i>102</i>
<i>Figura 5.6- Peligrosidad de los compuestos almacenados en el armario 3 en tanto por ciento.</i>	<i>102</i>
<i>Figura 5.7- Armario de productos inflamables vista exterior e interior.</i>	<i>103</i>
<i>Figura 5.8- Peligrosidad de los compuestos almacenados en el armario 4 en tanto por ciento.</i>	<i>103</i>
<i>Figura 5.9- Armario de productos de ácidos y bases.</i>	<i>103</i>
<i>Figura 5.10- Peligrosidad de los compuestos almacenados en el armario 6 en tanto por ciento.</i>	<i>104</i>
<i>Figura 5.11- Frigoríficos 1 y 2 con la parte superior abierta.....</i>	<i>104</i>
<i>Figura 5.12- Peligrosidad de los compuestos almacenados en el frigorífico 1 en tanto por ciento.</i>	<i>105</i>
<i>Figura 5.13-- Peligrosidad de los compuestos almacenados en el frigorífico 2 en tanto por ciento.....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 5.14- Productos registrados en varias mesas y debajo de ellas.</i>	<i>106</i>
<i>Figura 5.15- Peligrosidad de los compuestos almacenados en estanterías superiores y en la parte inferior de las mesas de trabajo.....</i>	<i>106</i>
<i>Figura 6.1- Distribución del armario 1.....</i>	<i>112</i>
<i>Figura 6.2- Distribución de los armarios 2 y 3 respectivamente.....</i>	<i>113</i>
<i>Figura 6.3. Distribución de los armarios 4 y 5.....</i>	<i>114</i>
<i>Figura 6.4 Distribución del armario 6.....</i>	<i>114</i>



<i>Figura 6.5. Distribución del frigorífico 1.....</i>	<i>115</i>
<i>Figura 6.6- Distribución del frigorífico 2.....</i>	<i>116</i>
<i>Figura 6.7- Distribución de los productos químicos en otras ubicaciones... </i>	<i>116</i>
<i>Figura 6.8- Ficha de registro de residuos peligrosos.....</i>	<i>117</i>
<i>Figura 6.9- Número de productos que tienen cada tipo de peligrosidad.....</i>	<i>118</i>

CAPÍTULO 1:

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.

En este capítulo se explican los motivos por los cuales se ha desarrollado este Proyecto Fin de Grado, se analiza el contexto histórico y se explican los objetivos que se desean conseguir.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.

1.1-ANTECEDENTES HISTÓRICOS.

A lo largo de la historia, lamentablemente, se han producido numerosos accidentes en la Industria Química Española. Según un estudio del Centro de Estudios del Riesgo Tecnológico (CERTEC), de la Universidad Politécnica de Barcelona (UPC)¹, desde los años 70 hasta la actualidad, un 44% de los accidentes se produjeron durante el transporte de productos químicos, un 19% en el área de procesado, con fallos de bombas, compresores, fugas, etc., un 15% de los accidentes se debió a los tanques de almacenamiento de productos químicos, el 21% por operaciones de carga y descarga y, el 1% restante por otras causas (Figura 1.1).

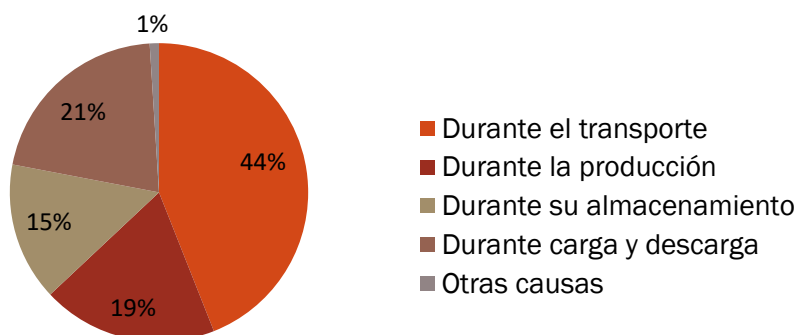


Figura 1.1- Orígenes de los accidentes en la Industria Química Española, expresado en tanto por ciento.

El mal almacenamiento de productos químicos ha dado lugar a muchos accidentes y, en ocasiones, los ha empeorado considerablemente. Entre los mayores accidentes de la historia de la Industria Química en Europa², cabe destacar el ocurrido en la planta de BASF en Oppau, Alemania, el 21 de septiembre de 1921. Esta planta producía el fertilizante sulfato de amonio a partir de azufre, pero, durante la Primera Guerra Mundial, se produjo una escasez de azufre. Esto les obligó a cambiar su producción a la fabricación de nitrato de amonio. Este nuevo fertilizante es higroscópico y, al almacenarlo de manera conjunta con el sulfato de amonio, provocó que se formara una sustancia sólida, similar al yeso, que quedó fuertemente adherida a las paredes del recipiente. Con objeto de disgregar la mezcla y sacarla del silo,

¹ Planas et al (2014). Historical evolution of process safety and major-accident hazards prevention in Spain. Contribution of the pioneer Joaquim Casal. Journal of Loss Prevention in the Process Industries 28.

² IngenieríaQuímica.org (2006). Recuperado el 25 de junio de 2017, de: <http://www.ingenieriaquimica.org/articulos/peores-desastres-industria-quimica>



utilizaron pequeñas cantidades de dinamita, método que ya se había utilizado previamente con éxito. En esta ocasión, no obstante, como el nitrato de amonio es explosivo, se produjo una explosión que causó la muerte de 500 personas, más de 2.000 heridos, además de cuantiosos daños materiales como la destrucción de 700 casas.

Otro accidente grave, debido también al nitrato de amonio, tuvo lugar en la planta de fertilizantes AZF en Toulouse, Francia, el 21 de septiembre de 2001. En este caso, explotaron 300 toneladas de nitrato de amonio. Se cree que el accidente se debió a un recipiente mal etiquetado de 500 kg del desinfectante dicloroisocianurato de sodio (3,5-dicloro-2,4,6-trioxo-1,3,5-triazinuro de sodio) que se vertió en una nave en la que estaba almacenado el nitrato de amonio. Probablemente, debido a la elevada temperatura y a la humedad existentes, ambos compuestos reaccionaron formando tricloruro de nitrógeno (NCl_3), compuesto muy inestable que, al descomponerse liberó el calor y la presión necesaria para detonar el nitrato de amonio almacenado. Este accidente provocó la muerte de 29 personas y más de 2.500 heridos, además de considerables daños materiales.

En el primer caso el origen del accidente se debió a una *mala decisión de almacenamiento conjunto de dos productos químicos incompatibles*. En el segundo caso, el error fue una *mala identificación y etiquetado de un producto químico*. Ambos aspectos se tratan en este proyecto.

1.1.1- Importancia de la seguridad en el trabajo.

La seguridad en cualquier proceso ingenieril y, en particular, en la industria química, debe ser una de las consideraciones fundamentales durante todo el ciclo de vida de la planta industrial. Desde el comienzo del proyecto, en el diseño, en la puesta en marcha, en los métodos operativos de equipos y personal, durante el proceso, en el mantenimiento de las instalaciones y equipos y, durante el cierre de la planta.

Conforme se han ido produciendo los accidentes, se han ido redactando las normativas que los atañían. En cualquier etapa del proceso, desde el almacenamiento de materias primas, pasando por la producción y terminando en el transporte del producto pueden producirse accidentes. Estos pueden tener consecuencias fatales, tales como riesgos para los trabajadores de la planta, para las poblaciones cercanas, el entorno natural de los alrededores y en última instancia para la vida humana.

En España, desde los años 70, se han producido unos 90 accidentes en la industria química. Según un estudio del CERTEC de la UPC¹, en el 29% de ellos no se produjeron víctimas mortales, en un 63% de los casos hubo hasta

10 defunciones, en un 6% de los accidentes fallecieron entre 10 y 100 personas y en un 2% de los casos el accidente se cobró la vida de más de 100 personas (Figura 1.2).

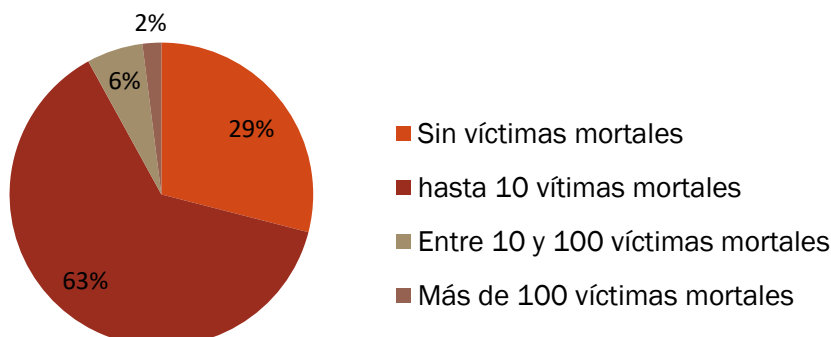


Figura 1.2- Accidentes en la Industria Química de España con víctimas, expresado en tanto por ciento.

En otro estudio, publicado por el sistema CAREX-ESP³ (Cáncer Laboral en España) se estimó que un 25,4 % de la población activa está expuesta a agentes cancerígenos en su lugar de trabajo. En la Tabla 1.1 se muestra el número de exposiciones para los 15 carcinógenos más frecuentes a los que está expuesta la sociedad española.

Tipo de agente	Número de exposiciones
Radiación solar	1.460.460
Sílice cristalino	1.246.787
Humo de tabaco ambiental ^a	1.223.146
Humo de motor diésel	586.890
Polvo de madera	497.332
Radón y sus productos descompuestos	456.891
Fibras minerales artificiales	176.054
Compuestos de cromo IV	150.539
Hidrocarburos policíclicos aromáticos	138.181
Benceno	128.589
Formaldehído	113.403
Componentes de níquel	90.964
Plomo y compuestos de plomo inorgánico	67.865
Amianto	65.548

a: Estimación antes de la ley antitabaco.

Tabla 1.1- Número de exposiciones a 15 agentes carcinógenos.

³ Kogevinas, M. (2006). Cáncer Laboral en España. Exposiciones a agentes cancerígenos en el trabajo: número de cánceres y muertes por cáncer de origen laboral. Instituto de investigación de Barcelona.



Por todo esto, la prioridad para cualquier ingeniero es garantizar la seguridad de todas las actividades que se desarrollen.

1.1.2- Riesgos asociados a un laboratorio químico.

Uno de los mayores riesgos a los que se está expuesto en un laboratorio químico es a los contaminantes químicos. Por contaminante químico, se entiende cualquier sustancia orgánica o inorgánica, natural o sintética, cuyo estado físico o características fisicoquímicas en contacto con los seres vivos, puede originar un efecto adverso para la salud o para el medio ambiente.⁴

Los contaminantes químicos se clasifican, según su estado físico en condiciones normales, en tres grupos:

- Gases.
- Vapores. Procedentes de la evaporación y, en condiciones ambiente, coexistiendo con la fase líquida. Son extremadamente perjudiciales.
- Aerosoles. Partículas sólidas o líquidas dispersas en el medio gaseoso, el aire. Se clasifican en dos:
 - Aerosoles sólidos: se trata de partículas en suspensión. Pueden ser polvos, fibras o humos.
 - Aerosoles líquidos: son suspensiones en el aire de pequeñas cantidades de líquido, también puede llamarse nieblas.

El riesgo depende de la concentración del contaminante en el aire y del tiempo de exposición. Si se consigue reducir uno de estos parámetros, se conseguirá reducir el riesgo. El tiempo de exposición es el parámetro más sencillo de reducir. Sin embargo, reducir la concentración de contaminantes es algo más complicado, pero pueden llevarse a cabo las siguientes acciones para reducirlo:

1. Acciones sobre el foco contaminante.
 - Aislar las operaciones potencialmente contaminantes.
 - Las operaciones con polvo realizarlas con un método húmedo.
 - Mantenimiento adecuado del equipo de trabajo.
2. Acciones sobre el medio.
 - Tener una ventilación generalizada y localizada.
 - Hacer un mantenimiento de los sistemas de ventilación.
 - Limpieza del medio para evitar la dispersión del contaminante.

⁴ Universitat de les Illes Balears (2003). "Unidad 2 Contaminantes Químicos". Prevención de Riesgos Laborales. Pág 1-6.



- Si el contaminante provoca efectos agudos perjudiciales a la salud, se recomienda la instalación de alarmas que conecten la ventilación.
3. Acciones sobre el receptor.
- Conocimiento de las sustancias que manipula y sus riesgos.
 - Rotación en los puestos donde haya más índice de contaminación.
 - Utilización de los equipos de protección individual y colectiva.



1.2-JUSTIFICACIÓN.

En los laboratorios objeto de estudio, ubicados en la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid, existen numerosos contaminantes químicos. Por ello, es esencial conocer los efectos perjudiciales que pueden tener en las personas que trabajen allí, tanto si están expuestos a una exposición continuada como esporádica. Igualmente, es importante saber los efectos nocivos que tienen sobre el medio ambiente.

1.2.1- Efecto de los contaminantes en personas.

En el caso de las personas, los contaminantes químicos pueden ser absorbidos por el organismo y causar efectos adversos en la salud de las personas expuestas⁴. Las posibles vías de entrada al organismo son por:

1. *Vía respiratoria*. Dependiendo del tamaño y de las propiedades químicas del contaminante, este puede ser retenido en la nariz, tráquea, bronquios o en los pulmones.
2. *Vía dérmica o cutánea*. No solo produce daños en la piel, sino que puede pasar a la sangre. Esto dependerá de las características del contaminante tales como su solubilidad en agua o en grasa y al estado de la piel.
3. *Vía digestiva*. Puede ocurrir por intoxicación accidental o por malos hábitos higiénicos.
4. *Vía parental*. El contaminante químico puede penetrar a través de una herida.

En función de los efectos que produzcan en el organismo, los contaminantes químicos se clasifican en:

- *Corrosivos*. Son aquellos que destruyen el tejido sobre el que actúan (ácidos y bases).
- *Irritantes*. Irritan la piel y la mucosa con la que estén en contacto (ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, cloro).
- *Neumoconióticos*. Producen alteración pulmonar debido a las partículas sólidas (sílice, amianto).
- *Asfixiantes*. Impiden el aporte de oxígeno a los tejidos por reducir su concentración en el aire (acetileno, nitrógeno, metano, etc.) o bien provocan asfixia por evitar el transporte eficiente de oxígeno en el torrente sanguíneo (monóxido de carbono, cianuro de hidrógeno, anilina, etc.).
- *Sensibilizantes*. Provocan un efecto alérgico del contaminante, aunque sea en pequeñas cantidades (formaldehído, isocianatos).
- *Cancerígenos*. Pueden producir cáncer (benceno, cloruro de vinilo).



- *Mutágenos*. Pueden producir modificaciones hereditarias.
- *Teratógenos*. Pueden producir malformaciones en la descendencia.
- *Sistemáticos*. Alteraciones de órganos o sistemas específicos (metanol, cloroformo, mercurio).

Es importante resaltar, que cuando un contaminante químico es absorbido con mayor rapidez de la que es eliminado, se produce la acumulación del mismo en el organismo ya sea en órganos o en tejidos. En este sentido se distinguen dos tipos:

- *Efecto agudo*: sus efectos comienzan apenas transcurridas unas horas después de la exposición y son fácilmente reconocibles. Por ejemplo, produciendo vómitos, pérdida de visión, etc.
- *Efecto crónico*: sus efectos aparecen tras un largo periodo de tiempo desde la exposición, son más difíciles de reconocer y relacionar con el contaminante que lo produjo. Por ejemplo, un cáncer que aparece transcurrido un año después de la exposición.

Además, los efectos se dividen en dos en función de su reversibilidad. Así, se consideran:

- *Efectos reversibles*: si ha pasado un cierto tiempo tras la exposición del agente contaminante que lo produjo y el organismo se recupera por completo.
- *Efectos irreversibles*: si con el paso del tiempo el efecto persiste y crea secuelas en el organismo.

Teniendo en cuenta estos efectos y, en función de la dosis letal media (DL50) y de la concentración letal media (CL50), las sustancias químicas se clasifican en muy tóxicas, tóxicas o nocivas. En la Tabla 1.2 se indican las correspondientes DL50 y CL50 según el grado de toxicidad.

Categoría	DL50 oral ^a Rata (mg/kg)	DL50 cutánea ^a Rata (mg/kg)	CL50 inhalatoria ^b Rata (mg/l / 4horas)	
			Aerosoles o partículas	Gases o vapores
Muy tóxicos	≤ 25	≤ 50	≤ 0,25	≤ 0,5
Tóxicos	25 – 200	500 – 400	0,25-1	0,5 - 2
Nocivos	200 – 2.000	400- 2.000	1-5	2- 20

^a Dosis para la que en la mitad de la población cause un efecto letal. Esta va creciendo y se estudia durante 24 horas. ^b Concentración que resulta letal durante un periodo de tiempo para el 50% de la población por vía respiratoria.

Tabla 1.2- Clasificación de sustancias químicas en función de su toxicidad ⁵.

⁵ González y Detrell (2011). Riesgo químico. Guía básica de información y sensibilización. La Coruña: Confederación Intersindical Gallega.



1.2.1- Efecto de los contaminantes en el medio ambiente.

Los contaminantes químicos causan numerosos efectos en el medio ambiente⁶, ya que pueden producir intoxicaciones a los seres vivos, contaminación del agua, atmósfera o suelos. Se distinguen los siguientes tipos de contaminantes:

- *Ecotóxicos*. Son compuestos tóxicos para los seres vivos, y pueden ser:
 - o Dañinos para los organismos acuáticos, y
 - o Dañinos para los organismos terrestres.
- *Contaminantes del agua*. Son los contaminantes que favorecen el crecimiento de algas o plantas y, por tanto, compiten con la vida acuática.
- *Contaminantes atmosféricos*. Son aquellos que forman las nieblas en las ciudades y zonas industriales.
- *Persistentes*. Son los contaminantes que persisten en el tiempo en aguas y suelos, no se degradan fácilmente y permanecen durante décadas.
- *Bioacumulativos*. Son aquellos que se acumulan en la grasa de los organismos vivos, tanto en personas como en animales. Estos contaminantes son los más preocupantes, porque suponen una amenaza para los animales en la cadena alimentaria y pueden causar graves daños en la salud humana.

A su vez, los contaminantes químicos pueden estar localizados, provocando una contaminación local de agua, suelo, aire, flora o fauna o, pueden tener efectos globales como son la destrucción de la capa de ozono o el efecto invernadero entre otros.

⁶ Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud, ISTAS (1996). Recuperado el 26 de junio de 2017, de: <http://www.istas.net/web/index.asp?idpagina=3461>



1.3-PREVENCIÓN DE RIESGOS EN UN LABORATORIO QUÍMICO.

La prevención de riesgos laborales en un laboratorio químico se divide en tres grupos:

1. Planes de emergencia.
2. Directrices de prevención.
3. Equipos de protección individual y colectiva.

1.3.1- Planes de emergencia.

La prevención para las emergencias es un conjunto de medidas constructivas, organizativas, de disposición de medios y de actuación personal que garantizan la protección de las personas. Para llevar esto a cabo, hay que seguir las siguientes pautas⁷:

- Análisis de las situaciones de emergencia, evaluando posibles orígenes o focos de los mismos y rebajando su actividad.
- Tomar las medidas apropiadas en función del tamaño del edificio y del número de personas que trabajen en él.
- Revisión periódica de los equipos para garantizar su fiabilidad.
- Formación del personal laboral acerca de procedimientos de actuación, organización, salidas de emergencia y puntos de reunión.
- Correcta organización con los servicios de emergencias externos, servicio médico, policial y bomberos.

1.3.2- Directrices de prevención.

Las directrices de prevención deben llevarse a cabo por todo el personal del laboratorio, por tanto, deben estar informados de ellas y se ha de supervisar su cumplimiento.

Como normas cardinales en el laboratorio se tendrán las siguientes:

1. Consignas obligatorias:

- Mantener orden y limpieza en el lugar de trabajo.
- Depositar de forma selectiva los residuos en los puntos de recogida.
- Identificar y etiquetar de manera adecuada los residuos y sus envases.

⁷ Rodríguez, Ravelo, Palazón y Palenzuela (2005). Técnicas de organización y seguridad en el laboratorio. Madrid: Síntesis.



- Mantener los envases de los residuos en perfecto estado.
 - Respetar la caducidad de los productos.
 - Agotar los envases que contengan productos químicos antes de abrir otro.
 - Consultar ante cualquier duda.
2. Consignas prohibitivas:
- Mezclar diferentes residuos.
 - Abandonar residuos fuera de las zonas establecidas.
 - Quemar los residuos.
 - Realizar vertidos a la red de alcantarillado.
 - Almacenar productos químicos incompatibles, teniendo en cuenta el cuadro de reglas para almacenar los productos peligrosos.
3. Consignas que se deben conocer:
- Los residuos que se generan en el trabajo cotidiano y su gestión.
 - Las buenas prácticas para *Reducir, Reutilizar y Reciclar* los residuos.
 - Las fichas de datos de seguridad de los productos químicos y, por tanto, los posibles riesgos asociados a éstos.

En cuanto a las personas que trabajen o realicen actividades dentro del laboratorio, deberán cumplir las siguientes normas:

- Está terminantemente prohibido comer, beber y fumar.
- Se debe ir vestido con ropa que cubra todo el cuerpo y con zapatos cerrados. La ropa debe estar abrochada y al cabello debe estar recogido.
- No se podrán llevar cadenas, pulseras u otros complementos que puedan engancharse a algún equipo.
- Cuando se lleven lentes de contacto será obligatorio el uso de gafas de seguridad.
- No se puede usar el teléfono móvil mientras se encuentre realizando una actividad en el laboratorio.

1.3.3- Equipos de protección individual y colectiva.

Los equipos de protección individual (EPI)⁸ son aquellos equipos destinados a ser llevados por el trabajador para protegerse de uno o varios riesgos, que puedan amenazar su seguridad o salud en el trabajo. Entre los EPI's que se utilizan en el laboratorio químico, se encuentran los siguientes:

⁸ Gadea, Guardino y Rosell. Prevención del riesgo en el laboratorio. Utilización de equipos de protección individual (I): aspectos generales. Nota técnica de prevención 517. INSHT.



- Protección *respiratoria* mediante mascarillas.
- Protección de las *manos* mediante guantes.
- Protección de los *ojos* con gafas de seguridad.
- Protección de la *cara* mediante el uso de pantalla.
- Protección de la *piel* con el uso de bata de laboratorio.

También existen los *equipos de protección colectiva* (EPC), tales como las duchas de seguridad, fuentes lavaojos, mantas ignífugas, extintores, neutralizadores, equipos para ventilación de emergencia y campanas extractoras.

La necesidad de su uso radica en el riesgo específico de los productos químicos utilizados, de su manipulación, de los instrumentos utilizados, de la tecnología aplicada y de todas las actividades u operaciones que se desarrollen.

En la Tabla 1.3 se resumen algunas actividades frecuentes que se desarrollan en un laboratorio químico y los riesgos asociados a los mismos⁹.

Actividades	Riesgos	EPI's
Manipulación de: - Disolventes y productos volátiles. - Jeringas, material de vidrio y columnas. - Botellas a presión. - Extracciones en frío o en caliente. - Operaciones con vacío.	- Inhalación de vapores orgánicos. - Irritación de la piel y vías respiratorias. - Salpicaduras y proyecciones. - Quemaduras. - Incendios. - Cortes y pinchazos. - Contaminación biológica.	- Gafas - Guantes - Mascarillas - Pantallas faciales
Manipulación de: - Material biológico. - Fluidos biológicos.	- Cortes y pinchazos. - Inhalación de un bioaerosol. - Contacto dérmico.	- Guantes - Mascarillas - Pantallas faciales
Manipulación de productos con riesgos específicos.	- Explosión a cancerígenos, mutágenos y tóxicos para la reproducción. - Exposición a radionucleidos. - Exposición a fibras de amianto y otras.	- Gafas - Guantes - Mascarillas - Pantallas faciales
Almacén o trasvases.	- Incendios. - Vertidos. - Salpicaduras.	- EPC - Gafas - Guantes - Bata de laboratorio - Mascarilla

Tabla 1.3- Actividades recuentes realizadas en un laboratorio químico, con los riesgos asociados a ellas y los EPI's a utilizar en cada caso ⁹.

⁹ Gadea, Guardino y Rosell. Prevención del riesgo en el laboratorio. Utilización de equipos de protección individual (II): gestión. Nota técnica de prevención 518. INSHT.



1.4-OBJETIVOS.

1.4.1- Objetivo general.

Elaborar un registro actualizado y completo de todos los productos químicos almacenados en un laboratorio, así como llevar a cabo un almacenamiento seguro de los mismos, atendiendo a las características de peligrosidad y a las incompatibilidades específicas de cada producto químico. Con ello se pretende prevenir accidentes, enfermedades profesionales y daños al medio ambiente.

1.4.2- Objetivos específicos.

- Identificar de manera clara todos los productos químicos almacenados.
- Crear un registro de todas las fichas de datos de seguridad para conocer la peligrosidad de cada uno de ellos.
- Actualizar los pictogramas de los productos químicos en función de la normativa actual.
- Crear una base de datos con todos los productos químicos para:
 - Disponer, de forma sencilla y rápida, de todos los productos existentes.
 - Conocer toda la información útil de cada uno de ellos.
 - Evitar duplicidades y limitar el stock.
 - Dar de baja, de manera segura, todos los productos químicos que estén caducados o se hayan deteriorado con el tiempo.
 - Poner la base de datos a disposición de todo el personal que trabaja en estos laboratorios y de otros grupos de investigación, de la Universidad de Valladolid, para optimizar recursos.
- Almacenar de forma segura y eficaz los productos químicos asignándoles una ubicación concreta y reflejándolo en la base de datos.

CAPÍTULO 2:

PRODUCTOS QUÍMICOS CONTAMINANTES.

En este capítulo se estudian los productos químicos que causan contaminación, la normativa que hay acerca de ellos, cómo se clasifican y, lo más importante, cómo podemos distinguirlos a través de su etiquetado.



CAPÍTULO 2. PRODUCTOS QUÍMICOS CONTAMINANTES.

2.1- NORMATIVA EUROPEA.

La normativa acerca de los productos químicos en España se rige bajo las directrices de la normativa Europea. En la actualidad, se basa en tres reglamentos⁵:

REACH: (Reglamento nº1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo) Reglamento Europeo relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y mezclas químicas. Aprobado el 18 de diciembre de 2006.

CLP: (Reglamento nº1272/2005 Parlamento Europeo y del Consejo), Reglamento Europeo sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas. Aprobado el 16 de diciembre de 2008.

Ley 8/2010 de 31 de marzo, por la que se establece el régimen sancionador previsto en los Reglamentos (CE) relativos al registro, a la evaluación, a la autorización y a la restricción de las sustancias y mezclas químicas (REACH) y sobre la clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas (CLP) que lo modifica. Aprobado el 31 de marzo de 2010.

Con ello, se pretende garantizar la disminución de los efectos dañinos sobre la salud humana y el medio ambiente y a su vez mejorar la gestión de Prevención de Riesgos Laborales de las empresas.

Para poder llevar a cabo estas normativas, se ha tenido en cuenta el Catálogo de Clasificación y Etiquetado, creado por la Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas (ECHA). En él, se incluyen todas las sustancias y mezclas peligrosas comerciales junto con toda la información acerca de ellas.

2.1.1- REACH: registro, evaluación, autorización y restricción de sustancias y mezclas químicas.

Las principales características de esta normativa¹⁰ son:

- Afecta a todas las sustancias químicas fabricadas o importadas en la Unión Europea, tanto si se encuentran en estado puro como si están presentes en mezclas o forman parte de un artículo.
- Todas las sustancias fabricadas o importadas en cantidades iguales o superiores a 1 tonelada al año deben ser registradas.

¹⁰ Guardino Solá, X. (2010). Regulación UE sobre productos químicos (I). Reglamento REACH. Nota técnica de prevención 871. INSHT.



- Deben tener presente la ficha de datos de seguridad donde se explique toda la información del producto químico, así como sus usos, riesgos asociados y las medidas de control.
- Existe unos Foros de intercambio de Información sobre las Sustancias (SIEF) para que las empresas que tengan los mismos productos compartan información.
- Se incrementa la transparencia y la comunicación acerca de los compuestos químicos, sanitarios y medioambientales.
- Se someterán a evaluación algunas sustancias.
- Para acceder a las sustancias más peligrosas se necesitará una autorización, pudiéndose prohibir o restringir sus usos.
- El idioma oficial será el inglés y se tramitará todo a través de internet mediante programas específicos.

En cuanto al ámbito de aplicación hay ciertas sustancias a las que no se les aplica el REACH por ya tener una legislación específica (Tabla 2.1).

No se aplica a:
<ul style="list-style-type: none">- Sustancias radioactivas.- Sustancias sujetas a supervisión aduanera.- Sustancias intermedias no aisladas.- El transporte de sustancias peligrosas.- Residuos (clasificados como tales).- Sustancias de interés para la defensa.
Se consideran registradas:
<ul style="list-style-type: none">- Sustancias activas o coadyuvantes para ser usadas únicamente en productos fitosanitarios.- Sustancias activas para ser usadas únicamente en biocidas.- Sustancias notificadas como nuevas en base a la legislación anterior.

Tabla 2.1- Ámbito de aplicación del REACH ¹¹.

2.1.2- CLP.

El reglamento denominado CLP¹², acrónimo de clasificación, etiquetado y envasado en inglés, fue creado para incorporar los criterios de unificación sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas químicas de las Naciones Unidas. Estos criterios quedarían definidos en el Sistema Globalmente Armonizado SGA y que posteriormente serán definidos.

El CLP se basa en:

¹² Guardino Solá, X. (2010). Regulación UE sobre productos químicos (II). Reglamento CLP: aspectos básicos. Nota técnica de prevención 878. INSHT.



- Un nuevo sistema de clasificación de la peligrosidad de las sustancias y mezclas.
- Establecimiento de nuevas clases y categorías de peligro.
- Uso de palabras de advertencia.
- Cambio de pictogramas.
- Creación de las indicaciones de peligro (H), equivalentes, en parte, a las frases de riesgo (R) anteriores.
- Creación de las indicaciones de prudencia (P), que equivalen, en parte, a las frases de seguridad (S) anteriores.
- Descripción del contenido de la etiqueta.
- Características a cumplir de los envases.



2.2- CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS.

2.2.1- Definición de producto químico.

Un **producto químico** es un conjunto de sustancias químicas que se utiliza para cumplir una determinada función (producto de limpieza, medicamento, plaguicida o cosmético entre otros). Generalmente, los productos químicos están formados por un componente activo que es la sustancia que le permite desarrollar su función. El resto de las sustancias que lo acompañan se denominan excipientes y se añaden para mejorar su eficiencia (propiedades físico-químicas, aspecto, aroma y precio).

De esta manera, un producto químico engloba los siguientes grupos de productos:

Sustancias químicas: De acuerdo con la Directiva 92/32/CEE incluyen "los elementos químicos, sus compuestos en estado natural, así como los obtenidos mediante cualquier procedimiento de producción. También están incluidos los aditivos necesarios para conservar la estabilidad del producto y las impurezas que resultan en el proceso de obtención utilizado. Quedan excluidos los disolventes empleados en el procedimiento sintético ya que estos pueden separarse sin afectar la estabilidad ni modificar la composición final".

Mezclas: Están constituida por dos o más sustancias que no reaccionan químicamente entre sí. Las mezclas se clasifican en:

- *Mezclas homogéneas:* son aquellas cuyas propiedades intensivas (concentración, la densidad, la viscosidad y la temperatura) son las mismas en todo el sistema. Sus componentes no se diferencian a simple vista y sólo se detecta una fase. Las mezclas homogéneas líquidas reciben el nombre de disoluciones y, en ellas, se diferencia entre el soluto y el disolvente. El disolvente es el componente que se encuentra en mayor proporción.
- *Mezclas heterogéneas:* son aquellas que carecen de uniformidad y sus componentes se diferencian a simple vista. Las sustancias que la forman son físicamente diversas y los componentes individuales se pueden separar por procedimientos físicos. Se diferencian dos tipos:
 - *Dispersión coloidal.* Es un sistema fisicoquímico constituido por dos o más fases, una continua, normalmente en fase líquida o gaseosa, y otra dispersa, principalmente en fase sólida y en menor proporción.
 - *Suspensión química.* Está formada por partículas sólidas, no solubles, denominadas fase dispersa, que se encuentran suspendidas en un líquido, fase dispersante, y con el paso del tiempo sedimentan.



2.2.2- Clasificación de productos químicos.

Un objetivo prioritario de la industria química es la correcta clasificación de los productos químicos. Con este propósito se han utilizado diferentes criterios de clasificación:

- En función del estado actual del producto, de su nivel de transformación o procesamiento y del tipo de mercado los productos químicos se clasifican en:
 - a. *Productos básicos*: pueden obtenerse tanto de materias primas localizadas en la naturaleza como de procesos industriales básicos. Se emplean para producir otros productos químicos más elaborados y tienen poco valor añadido.
 - b. *Productos intermedios*: son productos más elaborados, que se producen en grandes cantidades y se utilizan para la obtención de otros productos finales.
 - c. *Productos químicos finos*: son productos de elevada pureza, fabricados en cantidades pequeñas y que tienen fines específicos.
 - d. *Productos finales*: son los obtenidos a partir de los productos intermedios mediante procesos químicos industriales más o menos complejos. Estos productos tienen unas características específicas y pueden utilizarse para fines concretos, no obstante, se someten a una posterior manipulación para mejorar su aspecto de cara al mercado. Estos productos ya tienen alto valor añadido.
 - e. *Productos de consumo*: son los productos finales con los aditivos necesarios y correctamente envasados que van directamente al cliente.
- Teniendo en cuenta la **peligrosidad** asociada a los productos químicos se han establecido tres clases de peligro que, a su vez, se subdividen en categorías según la gravedad de los peligros dentro de una misma clase. Esta clasificación es la que sigue el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de productos químicos, SGA:
 - a. *Peligros físicos* debidos a las propiedades fisicoquímicas.
 - b. *Peligros para la salud humana* debido a sus propiedades toxicológicas.
 - c. *Peligros para el medio ambiente* debido a las propiedades ecotoxicológicas.

Cabe destacar que los productos químicos inocuos son los que no producen daño o efectos adversos de ningún tipo y, por tanto, estarían exentos de esta clasificación.



Puesto que esta última clasificación es la utilizada a la hora de almacenar, de manera segura, los productos químicos en un almacén o en un laboratorio se describirán con detalle los diferentes tipos de peligro.

2.2.2.1. Peligros físicos.

Los peligros físicos se agrupan en 10 clases¹³, divididas a su vez en 49 categorías que quedan resumidas en la Tabla 2.2.

Explosivos. Sustancias y mezclas, que, de manera espontánea, pueden desprender gases a una temperatura, presión y velocidad tales que pueden ocasionar daños a su entorno. Se dividen en 7 categorías: explosivos inestables y 6 divisiones, de la 1.1 a la 1.6.

Inflamables. Las sustancias o mezclas inflamables se agrupan según sus características físicas en gases, líquidos, sólidos y aerosoles.

- *Gases inflamables.* Son aquellos que se inflaman con el aire a 20 °C y a una presión de referencia de 101,3 kPa. Se dividen en dos categorías según el rango de inflamabilidad con el aire.
- *Líquidos inflamables.* Líquidos cuyo punto de inflamación es inferior a 60°C. Se dividen en 3 categorías:
 - Categoría 1: punto de inflamación < 23°C y punto inicial de ebullición ≤ 35°C.
 - Categoría 2: punto de inflamación < 23°C y punto inicial de ebullición > 35°C.
 - Categoría 3: punto de inflamación ≥ 23°C y ≤ 60°C.
- *Sólidos inflamables.* Sustancias sólidas que se inflaman con facilidad o pueden provocar fuego o contribuir a provocar fuego por fricción. Son sustancias pulverulentas, granulares o pastosas. Los polvos metálicos y las aleaciones metálicas se clasifican como sólidos inflamables, si hay ignición y si la reacción se propaga en 10 minutos o menos. Se dividen en 2 categorías según su velocidad de combustión.
- *Aerosoles inflamables.* Un aerosol se clasifica como inflamable cuando uno de sus componentes está clasificado como tal. Concretamente: un gas, un sólido o un líquido con un punto de inflamación ≤ 93°C. Se clasifican en 2 categorías según su grado de inflamabilidad.

¹³ Guardino Solá, X. (2010). Regulación UE sobre productos químicos (III). Reglamento CLP: peligros físicos. Nota técnica de prevención 880. INSHT.



Comburentes. Son sustancias que, en contacto con otras, particularmente con inflamables, producen una reacción exotérmica. Muchas veces se identifican también como oxidantes, ya que ésta es su clasificación desde el punto de vista químico. Se agrupan también según sus características físicas en gases, líquidos y sólidos.

- *Gases comburentes.* Son gases que, generalmente liberando oxígeno, pueden provocar o facilitar la combustión de otras sustancias en mayor medida que el aire. Se clasifican en 1 sola categoría.
- *Líquidos comburentes.* Los líquidos comburentes se dividen en 3 categorías según un ensayo basado en la determinación del tiempo medio de aumento de presión en la inflamación de una mezcla del líquido con celulosa.
- *Sólidos comburentes.* Son sustancias o mezclas sólidas que, sin ser necesariamente combustibles en sí, pueden por lo general, al desprender oxígeno, provocar o favorecer la combustión de otras sustancias. Se dividen en 3 categorías según el tiempo medio de combustión de una mezcla del sólido con celulosa.

Gases a presión. Se dividen en 4 categorías:

- *Comprimidos.* Son gases envasados a una presión de 200kPa o superior y a -50°C .
- *Licuidos.* Son gases envasados a presión, parcialmente líquidos a una temperatura mayor de -50°C . Se subdividen en alta presión (temperatura crítica entre -50°C y $+65^{\circ}\text{C}$) y baja presión (temperatura crítica $> 65^{\circ}\text{C}$).
- *Licuidos refrigerados.* Son gases que cuando se envasan, se encuentran parcialmente en estado líquido a causa de su baja temperatura.
- *Disueltos.* Gases envasados a presión, disueltos en un disolvente en fase líquida.

Sustancias y mezclas que reaccionan espontáneamente (autorreactivas). Son sustancias térmicamente inestables, líquidas o sólidas, que pueden experimentar una descomposición exotérmica intensa incluso en ausencia de oxígeno (aire). Se distribuyen en 7 categorías denominadas tipos A, B, C, D, E, F y G según las características del peligro y su comportamiento en ensayos de laboratorio. Los tipos C y D y E y F se tratan conjuntamente.

Sustancias pirofóricas. Son sustancias o mezclas líquidas o sólidas que, aún en pequeñas cantidades, pueden inflamarse al cabo de 5 minutos de entrar en contacto con el aire. En el caso de los líquidos se incluyen aquellos que, cuando se vierten sobre un papel de filtro, provocan la carbonización o inflamación del mismo en menos de 5 minutos. Se clasifican en 1 categoría de líquidos y 1 categoría de sólidos.



Sustancias que experimentan calentamiento espontáneo. Son sustancias o mezclas sólidas o líquidas, que pueden calentarse espontáneamente en contacto con el aire sin aporte de energía. Difieren de las pirofóricas en que sólo se inflaman cuando están presentes en grandes cantidades (kg) y después de un período de tiempo largo (horas o días). El calentamiento espontáneo que experimentan se debe a que reaccionan con el oxígeno del aire y, el calor generado no se disipa en el ambiente con suficiente rapidez. La combustión espontánea se produce cuando la producción de calor es más rápida que su pérdida y se alcanza la temperatura de combustión espontánea. Se dividen en 2 categorías según el resultado obtenido en unos ensayos efectuados con muestras de 25 y 100 mm³ a 140°C.

PELIGROS FÍSICOS		
Clases		Categorías
Explosivos		7 categorías
Inflamables	Gases	1 y 2
	Líquidos	1, 2 y 3
	Sólidos	1 y 2
	Aerosoles	1 y 2
Comburentes	Gases	1
	Líquidos	1, 2 y 3
	Sólidos	1, 2 y 3
Gases a presión		Gas comprimido, gas licuado, gas refrigerado y gas disuelto
Sustancias autorreactivas		Tipo: A, B, C, D, E, F y G
Sustancias pirofóricas	Líquidos	1
	Sólidos	1
Sustancias que experimentan calentamiento espontáneo		1 y 2
Con agua desprenden gases inflamables		1, 2 y 3
Peróxidos orgánicos		Tipo: A, B, C, D, E, F y G
Corrosivos para metales		1

Tabla 2.2- Clasificación de peligros físicos según la SGA ¹².

Sustancias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables. Son sustancias o mezclas sólidas o líquidas que, por interacción con el agua, tienden a volverse espontáneamente inflamable o a desprender gases inflamables en cantidades peligrosas. Se agrupan en 3 categorías según su velocidad de reacción en contacto con el agua y la velocidad de emanación del gas inflamable.

Peróxidos orgánicos. Son sustancias o mezclas orgánicas líquidas o sólidas que contienen un enlace peroxídico, -O-O-. Pueden ser susceptibles de experimentar una descomposición explosiva, arder rápidamente, ser sensibles a los choques o a la fricción y reaccionar peligrosamente con otras



sustancias. Se agrupan en 7 categorías denominadas *tipos* A, B, C, D, E, F y G según el tipo de peligro y su comportamiento en ensayos de laboratorio en cuanto a la capacidad de detonar o deflagrar en distintas condiciones ambientales. Los tipos C y D y E y F se tratan conjuntamente.

Corrosivos para metales. Son sustancias o mezclas las cuales, por medio de una acción química, pueden dañar gravemente, o incluso destruir, los metales. Se clasifican en una única categoría en la que se agrupan las sustancias o mezclas que presenten una velocidad de corrosión en superficies de acero o aluminio superior a 6,25mm por año a una temperatura de ensayo de 55°C, cuando se evalúa en ambos materiales.

2.2.2.2. Peligros para la salud humana.

En función de los peligros que puedan ocasionar a la salud humana¹⁴ se han establecido 9 clases y 37 categorías que quedan resumidas en la Tabla 2.3.

Toxicidad aguda. Se asocia a las sustancias cuyos efectos adversos se manifiestan tras la administración por vía oral o cutánea de una sola dosis de una sustancia o mezcla; de dosis múltiples administradas a lo largo de 24 horas; o como consecuencia de una exposición por inhalación durante 4 horas. Se dividen en 4 categorías según los valores que presenten de ETA (Estimación de la Toxicidad Aguda) que se calcula o estima a partir de la DL₅₀ oral, la DL₅₀ cutánea, o la CL₅₀ por inhalación en el caso de gases, vapores y polvos o nieblas.

Corrosión / Irritación cutánea. Se asocia a sustancias capaces de generar la aparición de lesiones irreversibles en la piel, como consecuencia de su aplicación durante un período de hasta 4 horas. En cambio, el efecto irritación es el que causa la aparición de lesiones reversibles de la piel como consecuencia de su aplicación durante el mismo período de tiempo. Se dividen en 2 categorías: corrosivas e irritantes. La categoría de corrosivas (categoría 1) se divide a su vez en 3 subcategorías.

Lesiones oculares graves/irritación ocular. Son aquellas que, como consecuencia de su aplicación en la superficie anterior del ojo, provocan daño en sus tejidos o un deterioro físico importante de la visión, no completamente reversible en los 21 días siguientes a la aplicación. En cambio, los irritantes oculares son los que en las mismas circunstancias producen alteraciones oculares totalmente reversibles en los 21 días siguientes a la aplicación. Se dividen en 2 categorías según se trate de efectos irreversibles o reversibles.

¹⁴ Guardino Solá, X. (2010). Regulación UE sobre productos químicos (IV). Reglamento CLP: peligros para la salud y para el medio ambiente. Nota técnica de prevención 881. INSHT.



Sensibilización respiratoria/cutánea. Se clasifican como sensibilizantes las sustancias que, por inhalación o penetración cutánea, puedan ocasionar una reacción de hipersensibilización, de forma que una exposición posterior a esa sustancia o mezcla dé lugar a efectos negativos característicos. Los sensibilizantes respiratorios provocan una hipersensibilidad de las vías respiratorias después de ser inhalados, mientras que los sensibilizantes cutáneos provocan una respuesta alérgica después de un contacto con la piel. Se dividen en dos categorías:

- *Respiratorios:* si hay pruebas de que la sustancia puede inducir hipersensibilidad respiratoria específica en personas o hay resultados positivos en ensayos adecuados con animales.
- *Dérmicos:* si hay pruebas de que la sustancia puede inducir una sensibilización por contacto cutáneo en un número elevado de personas, o se dispone de resultados positivos en un ensayo adecuado con animales.

Mutagenicidad (en células germinales). Sustancias y mezclas que pueden producir efectos genéticos hereditarios o aumentar su frecuencia. Una *mutación* es un cambio permanente en la cantidad o en la estructura del material genético de una célula y se aplica tanto a los cambios genéticos hereditarios que pueden manifestarse a nivel fenotípico, como a las modificaciones subyacentes del ADN.

La primera categoría se subdivide en dos subcategorías.

- Sustancias de las que existen pruebas positivas en humanos obtenidas a partir de estudios epidemiológicos.
- Sustancias de las que se obtienen resultados positivos en células germinales de mamíferos *in vivo*; o en células somáticas de mamífero, junto con alguna prueba que haga suponer que la sustancia puede causar mutaciones en células germinales; o en ensayos que muestran efectos mutagénicos en células germinales de personas, sin que esté demostrada la transmisión a los descendientes.
- Sustancias que son motivo de preocupación porque pueden inducir mutaciones hereditarias en las células germinales humanas.

Sensibilización respiratoria/cutánea. Los sensibilizantes respiratorios provocan una hipersensibilidad de las vías respiratorias después de ser inhalados, mientras que los sensibilizantes cutáneos provocan una respuesta alérgica después de un contacto con la piel. Se dividen en dos categorías:

- *Respiratorios.*
- *Dérmicos.*



Carcinogenicidad. Sustancias o mezclas que inducen cáncer o aumentan su incidencia. Las sustancias que han inducido tumores benignos y malignos en animales de experimentación, son consideradas también supuestamente carcinógenos o sospechosos de serlo, a menos que existan pruebas convincentes de que el mecanismo de formación de tumores no sea relevante para el hombre.

Los carcinógenos se clasifican en 2 categorías, dividiéndose la primera en dos subcategorías:

- La primera categoría se subdivide en dos subcategorías.
 - Sustancias de las que se sabe que son carcinógenas para el hombre en base a la existencia de pruebas en humanos.
 - Sustancias de las que se supone que son carcinógenas para el hombre en base a la existencia de pruebas en animales.
- Sustancias sospechosas de ser carcinógenas para el hombre a partir de pruebas procedentes de estudios en humanos o con animales, no lo suficientemente convincentes como para clasificarla en las categorías 1A ó 1B.

Toxicidad para la reproducción y la lactancia. Sustancias causantes de efectos adversos sobre la función sexual y la fertilidad de hombres y mujeres adultos y los efectos adversos sobre el desarrollo de los descendientes. Se consideran 3 tipos de efectos.

- *Efectos adversos sobre la función sexual y la fertilidad.* Son los efectos producidos por sustancias que interfieren en la función sexual y la fertilidad.
- *Efectos adversos sobre el desarrollo de los descendientes.* Incluye cualquier efecto que interfiera en el desarrollo normal del organismo, antes o después del nacimiento, y sea una consecuencia de la exposición de los padres antes de la concepción o de la exposición de los descendientes durante su desarrollo prenatal o postnatal hasta el momento de la madurez sexual.
- *Efectos sobre la lactancia o a través de ella.* Los efectos adversos sobre la lactancia o a través de ella también se incluyen dentro de la toxicidad para la reproducción, aunque, a efectos de clasificación, son tratados separadamente.

Se clasifican en 3 categorías:

- La primera en dos subcategorías.
 - Sustancias para las que existen pruebas en humanos.
 - Sustancias que se supone que son tóxicas para la reproducción humana. La clasificación de una sustancia en esta categoría 1B se basa fundamentalmente en la



existencia de datos procedentes de estudios con animales que deben proporcionar pruebas claras de la existencia de un efecto adverso sobre la función sexual y la fertilidad o sobre el desarrollo, en ausencia de otros efectos tóxicos, o, bien demostrar que el efecto adverso sobre la reproducción no es una consecuencia secundaria e inespecífica de los otros efectos tóxicos.

- Sustancias de las que se sospecha que son tóxicas para la reproducción humana. Las sustancias se clasifican en esta categoría cuando hay pruebas en humanos o en animales de la existencia de efectos adversos sobre la función sexual y la fertilidad o sobre el desarrollo, que no son lo suficientemente convincentes. Estos efectos se deben haber observado en ausencia de otros efectos tóxicos, o bien, se considera que el efecto adverso sobre la reproducción no es una consecuencia secundaria e inespecífica de los otros efectos tóxicos.
- Efectos sobre la lactancia o a través de ella: Se agrupan en una categoría única y diferente. Se reconoce que no existe información sobre los efectos adversos que, a través de la lactancia, muchas sustancias pueden originar en los descendientes. No obstante, las sustancias que son absorbidas por las mujeres y cuya interferencia en la lactancia han sido mostrada o aquéllas que pueden estar presentes (incluidos sus metabolitos) en la leche materna, en cantidades suficientes para amenazar la salud de los lactantes, deben clasificarse y etiquetarse para indicar el peligro que representa para los bebés alimentados con la leche materna.

Toxicidad sistémica específica en órganos diana después de una exposición única. Esta característica hace referencia a la toxicidad no letal que se produce en determinados órganos tras una única exposición. Se incluyen todos los efectos significativos para la salud que pueden provocar alteraciones funcionales, reversibles, irreversibles, inmediatas y/o retardadas, siempre que dichos cambios sean relevantes para la salud humana.

Se clasifican en 3 categorías:

- Sustancias que producen toxicidad significativa en seres humanos o de las que, en base a estudios en animales de experimentación, se puede esperar que la produzcan tras una exposición única.
- Sustancias de las que, en base a estudios en animales de experimentación, se puede esperar que sean nocivas para la salud humana tras una exposición única.
- Sustancias con efectos transitorios en los órganos diana.



Toxicidad sistémica específica en órganos diana después de exposiciones repetidas. Toxicidad que se produce en determinados órganos tras una exposición repetida. Se incluyen los efectos significativos para la salud que pueden provocar alteraciones funcionales, tanto reversibles como irreversibles, inmediatas y/o retardadas.

Se dividen en 2 categorías.

- Sustancias que producen toxicidad significativa en humanos o de las que, basándose en estudios en animales de experimentación, se puede esperar que produzcan una toxicidad significativa tras exposiciones repetidas.
- Sustancias de las que, basándose en estudios en animales de experimentación, se puede esperar que sean nocivas para la salud humana tras exposiciones repetidas.

Peligro por aspiración. Sustancias o mezclas que pueden presentar un peligro de toxicidad por aspiración para el hombre. La toxicidad por aspiración puede entrañar graves efectos agudos tales como neumonía química, lesiones pulmonares más o menos importantes e incluso la muerte por aspiración. Hay una sola categoría.

PELIGROSOS PARA LA SALUD HUMANA		
Clases		Categorías
Toxicidad aguda	Vía oral, vía cutánea, vía inhalación	1, 2, 3 y 4
Corrosión / Irritación en la piel		1A, 1B, 1C y 2
Lesiones oculares graves / Irritación ocular		1, 2A y 2B
Sensibilizante	Respiratorio Cutáneo	1 1
Mutagénico		1A, 1B y 2
Carcinógeno		1A, 1B y 2
Tóxico	Para la reproducción Sobre la lactancia	1A, 1B y 2 Categoría especial
Toxicidad sistemática para el órgano diana	Exposición simple	1, 2 y 3
	Exposiciones repetidas	1 y 2
Peligro por aspiración		1

Tabla 2.3- Clasificación de peligros para la salud humana según la SGA ¹⁴.



2.2.2.3. Peligros para el medio ambiente.

En función de los peligros que puedan ocasionar para el medio ambiente¹⁴ hay 2 clases y 6 categorías que quedan resumidas en la Tabla 2.4.

Sustancias peligrosas para el medio ambiente acuático. Se clasifican según sus efectos agudos y crónicos. La toxicidad acuática aguda es la propiedad intrínseca de una sustancia de provocar efectos nocivos en los organismos acuáticos tras una exposición de corta duración. La toxicidad acuática crónica es la propiedad intrínseca que tiene una sustancia de provocar efectos nocivos en los organismos acuáticos durante exposiciones que se determinan en relación con el ciclo de vida del organismo.

- Consta de 1 categoría de toxicidad aguda y 4 categorías de toxicidad crónica. Las categorías de clasificación aguda y crónica se aplican independientemente. Los criterios para clasificar una sustancia en la categoría 1 de toxicidad aguda están definidos sólo en base a los datos de toxicidad aguda acuática (CE₅₀ o CL₅₀), mientras que los relativos a la toxicidad crónica combinan dos tipos de información: datos de toxicidad aguda y datos del comportamiento o destino de la sustancia en el medio ambiente (datos sobre degradabilidad y bioacumulación).

Sustancias peligrosas para la capa de ozono. Sustancias que, según las pruebas disponibles sobre sus propiedades y su destino y comportamiento en el medio ambiente (predicho u observado), pueden suponer un peligro para la estructura o el funcionamiento de la capa de ozono estratosférico. Hay una sola categoría y no tiene asignado pictograma.

PELIGROSOS PARA EL MEDIO AMBIENTE		
Clases	Categorías	
Toxicidad para el medio ambiente acuático	Aguda	1
	Crónica	1, 2, 3 y 4
Sustancias peligrosas para la capa de ozono		1

Tabla 2.4- Clasificación de peligros para el medio ambiente según la SGA¹².



2.3- ETIQUETADO: NORMAS DE ETIQUETADO.

El etiquetado es una medida preventiva no exhaustiva que ayuda a disminuir el riesgo de accidente ¹⁵. Por ello es necesario una buena lectura e interpretación de la información que nos proporciona la etiqueta. Así mismo, dicha información ha ido aumentando a lo largo del tiempo, según se ha ido conociendo sus propiedades fisicoquímicas, su efecto en los seres humanos y en el medio ambiente en profundidad. Para homogeneizar dicha información en los productos químicos comerciales se asignó un código de pictogramas y de frases que se explican a continuación.

Es importante conocer las diferentes normativas que ha habido al respecto. La normativa anterior fue la Directiva 67/548/CE y, de la actual, es el Reglamento CLP. Por ello, es frecuente encontrar etiquetados diferentes en función del año de compra del producto químico. Por ello explicaremos y compararemos los diferentes etiquetados.

2.3.1- Pictogramas de peligro.

Los pictogramas de peligro son composiciones gráficas que representan de forma visual y rápida la información específica sobre un peligro. No todas las clases de peligro requieren un pictograma, por lo tanto, los productos químicos pueden tener uno, varios o ninguno en su etiqueta. Según la normativa vigente y la obsoleta, tenemos los siguientes pictogramas:

- **Directiva 67/548/CE (normativa obsoleta):** pictogramas de riesgo estandarizados por la Unión Europea, según la Directiva 67/548/EWG. Los símbolos son de color negro, en fondo naranja, y encerrados por un cuadrado tal y como se muestra en la Tabla 2.5. Las dimensiones mínimas serían de entre un 10x10 mm y un 10% de la superficie total de la etiqueta.

Pictograma	Abreviatura	Significado	Pictograma	Abreviatura	Significado
	E	Explosivo		T	Tóxico
	O	Comburente		C	Corrosivo
	F+	Inflamables y extremadamente inflamables		Xn	Nocivo

¹⁵ Novau Sisquella, J. M. Identificación de productos químicos por etiqueta. Nota técnica de prevención 5. INSHT.

Pictograma	Abreviatura	Significado	Pictograma	Abreviatura	Significado
	F	Fácilmente inflamables		Xi	Irritante
	T+	Muy tóxico		N	Peligroso para el medio ambiente

Tabla 2.5- Pictogramas de riesgos.

- Reglamento (CE) n° 1272/2008 sobre la clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas (CLP) (*normativa actual*): los pictogramas se representan en color negro, fondo blanco y sobre un rombo de color rojo como se muestra en la Tabla 2.6. Su tamaño será como mínimo de 10x10 mm pudiendo ser el 15% de la superficie de la etiqueta. Cada pictograma, junto con las frases asociadas, representa la clasificación de cada sustancia o mezcla del SGA (Sistema Globalmente Armonizado) de las Naciones Unidas.

Pictograma	Referencia/descripción	Pictograma	Referencia/descripción
	GHS01 Bomba explotando		GHS06 Calavera y tibias cruzadas
	GHS02 Llama		GHS07 Signo de exclamación
	GHS03 Llama sobre un círculo		GHS08 Peligro para la salud humana
	GHS04 Bombona de gas		GHS09 Medio ambiente
	GHS05 Corrosión		

Tabla 2.6- Pictogramas de peligro según CLP.

Por lo tanto, si se comparan los antiguos pictogramas con los actuales se observan las transformaciones producidas y los nuevos pictogramas tal y como se observa en la Figura 2.1.



Figura 2.1- Comparativa de los pictogramas obsoletos con los actuales.

Por otra parte, existen otros pictogramas relativos al transporte de mercancías peligrosas. Cuando esto ocurra, no deben aparecer los pictogramas de peligro que tengan el mismo significado según CLP, si no los relativos al transporte (Figura 2.2).

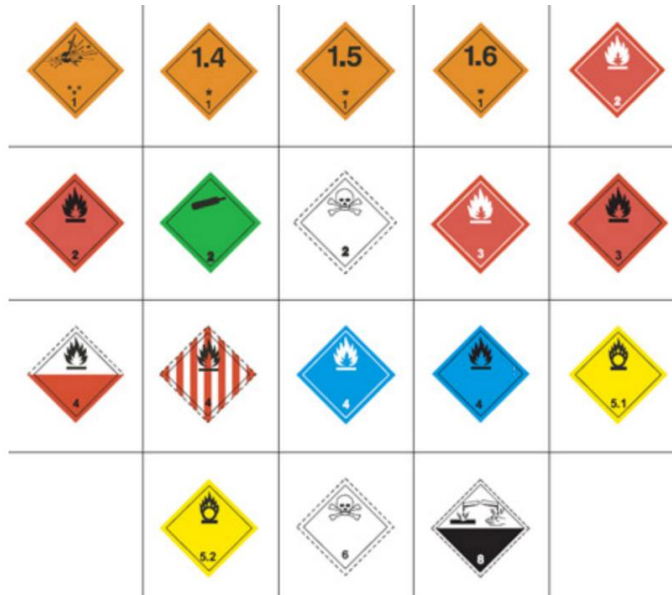


Figura 2.2- Pictogramas sobre el transporte de mercancías peligrosas¹⁶.

2.3.2- Palabras de advertencia.

Las palabras de advertencia no existían anteriormente. Sirven para alertar de la gravedad del peligro del producto químico. Deben figurar en la etiqueta, siendo:

- *Peligro*. Palabra de advertencia asociada a las categorías de peligros más graves.
- *Atención*. Palabra de advertencia asociada a las categorías de peligros menos graves.

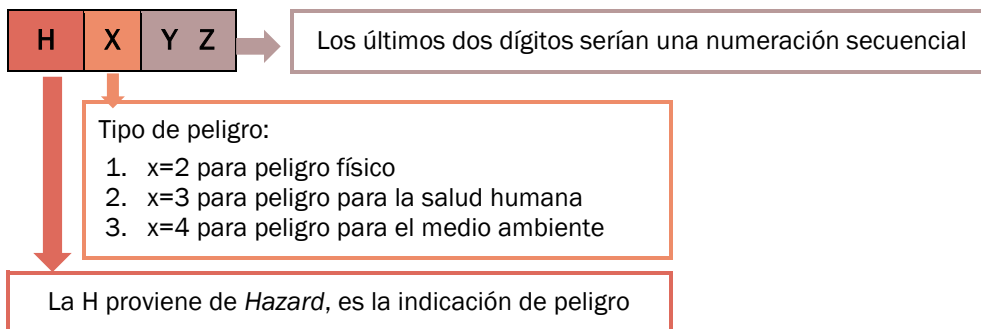
Si se hiciera una comparación con la antigua normativa, *Directiva 67/548/CE*, estas palabras de advertencia sustituirían a las indicaciones de peligro: E, O, F, T, C, Xn y Xi.

¹⁶ NTP 726: Clasificación y etiquetado de productos químicos: sistema mundialmente armonizado.



2.3.3- Indicaciones de peligro (Frasas H).

Las indicaciones de peligro, conocidas como frases H, se asignan a cada clase o categoría de peligro, describiendo los riesgos específicos de la sustancia o de la mezcla tratada. La nomenclatura de este tipo de frases es:



Para consultarlas ir al “Anexo I”, apartado “1.- Indicaciones de peligro”.

2.3.4- Información suplementaria (Frasas EUH).

Las frases H cubren todos los tipos de peligros definidos en el SGA (Sistema Mundialmente Armonizado) de las Naciones Unidas. Sin embargo, existen otros tipos de peligros que no quedan reflejados en dichas frases y que la Unión Europea ha querido incorporar en las etiquetas. Por ello, en el Reglamento CLP, se crearon estas frases, anteponiendo EU a la H y siguiendo una numeración secuencial de 3 dígitos.

Para consultarlas ir al “Anexo I”, apartado “2.- Información suplementaria”.

2.3.5- Indicaciones de riesgo (Frasas R).

Las indicaciones de riesgo, o las frases R, describen los riesgos específicos de las sustancias y preparados peligrosos. Fueron descritas en el Decreto 363/1995 en el (BOE de 5.6.95). Actualmente, han sido sustituidas en parte por las frases H y por las frases EUH. Las que no fueron sustituidas, corresponden con parte de las propiedades fisicoquímicas referentes al transporte de mercancías peligrosas.

Para consultarlas véase el “Anexo I”, apartado “3.- Indicaciones de riesgo”.

2.3.6- Indicaciones de prudencia (Frasas P).

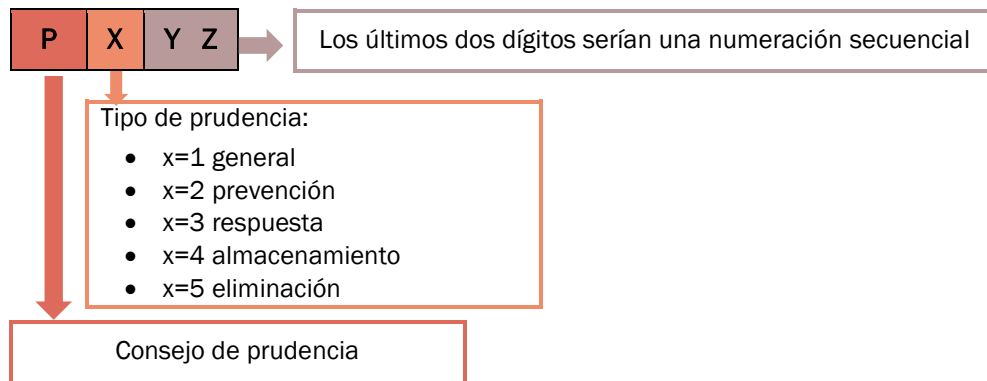
Los consejos de prudencia describen las medidas a tomar para disminuir o evitar los efectos adversos provocados por una sustancia o mezcla durante su



uso o eliminación. En la etiqueta se encuentran todos los consejos de prudencia del producto químico, hasta un máximo de 6.

En caso de ser un producto destinado a la venta, debe contener las indicaciones de prudencia de eliminación del producto y de su envase. Si no es así, solo las contendrá si la sustancia, mezcla o envase suponga un peligro para la salud humana o para el medio ambiente.

Se clasifican de la siguiente manera:



Para consultarlas véase el “Anexo I”, apartado “4.- Indicaciones de prudencia”.

2.3.7- Indicaciones de seguridad (Frasas S).

Las frases de seguridad S has pasado en la actual normativa a ser las frases P de prudencia. Fueron descritas en el Decreto 363/1995 en el (BOE de 5.6.95) y actualmente están obsoletas.

Para consultarlas véase el “Anexo I”, apartado “5.- Indicaciones de seguridad”.

2.3.8- Asociación de las indicaciones de peligro y atención a la clasificación.

Una vez definida la clasificación de productos químicos según el SGA (apartado 2.2.2) se aplica lo explicado anteriormente en cuanto a pictogramas, palabras de advertencias, indicaciones de peligro y consejos de prudencia tal y como se muestra en las Tablas 2.9 a 2.38.

1. Peligros físicos ¹²:
 - a. Explosivos.




CLASIFICACIÓN	DIVISIÓN					
	Inestable	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
Pictograma del SGA						-
Palabra de advertencia	Peligro				Atención	Peligro
Indicación de peligro	H200	H201	H202	H203	H204	H205
Consejos de prudencia: prevención	P201 P202 P281	P210, P230, P240, P250, P280		P370+P380 P372, P373	P210 P240 P250 P280	P210, P230 P240, P250 P280
Consejos de prudencia: respuesta	P372 P373 P380	P370+P380, P372, P373				
Consejos de prudencia: almacenamiento	P401					
Consejos de prudencia: eliminación	P501					

Tabla 2.7. Clasificación de las sustancias explosivas.

b. Inflamables.


CLASIFICACIÓN	CATEGORÍA	
	1	2
Pictograma del SGA		-
Palabra de advertencia	Peligro	Atención
Indicación de peligro	H220	H221
Consejos de prudencia: prevención	P210	
Consejos de prudencia: respuesta	P377, P381	
Consejos de prudencia: almacenamiento	P403	

Tabla 2.8. Clasificación de los gases inflamables.


CLASIFICACIÓN	CATEGORÍA		
	1	2	3
Pictograma del SGA			
Palabra de advertencia	Peligro		Atención
Indicación de peligro	H224	H225	H226
Consejos de prudencia: prevención	P210, P233, P240, P241, P242, P243, P280		
Consejos de prudencia: respuesta	P303, P361, P353, P370+P378		
Consejos de prudencia: almacenamiento	P403+P235		
Consejos de prudencia: eliminación	P501		

Tabla 2.9. Clasificación de los líquidos inflamables.



CLASIFICACIÓN	CATEGORÍA	
	1	2
Pictograma del SGA		
Palabra de advertencia	Peligro	Atención
Indicación de peligro	H228	
Consejos de prudencia: prevención	P210, P240, P241, P280	
Consejos de prudencia: respuesta	P370+P378	

Tabla 2.10. Clasificación de los sólidos inflamables.

CLASIFICACIÓN	CATEGORÍA	
	1	2
Pictograma del SGA		
Palabra de advertencia	Peligro	Atención
Indicación de peligro	H222	H223
Consejos de prudencia: prevención	P210, P211, P251	
Consejos de prudencia: almacenamiento	P410+P412	

Tabla 2.11. Clasificación de los aerosoles inflamables.

c. Comburentes.

CLASIFICACIÓN	CATEGORÍA 1
Pictograma del SGA	
Palabra de advertencia	Peligro
Indicación de peligro	H270
Consejos de prudencia: prevención	P220, P244
Consejos de prudencia: respuesta	P370+P376
Consejos de prudencia: almacenamiento	P403

Tabla 2.12. Clasificación de los gases comburentes.



CLASIFICACIÓN	CATEGORÍA 1	CATEGORÍA 2	CATEGORÍA 3
Pictograma del SGA			
Palabra de advertencia	Peligro		Atención
Indicación de peligro	H271	H272	
Consejos de prudencia: prevención	P210, P220, P221, P280, P283	P210, P220, P221, P280	
Consejos de prudencia: respuesta	P306+P360, P371+P380+P375, P370+P378	P370+P378	
Consejos de prudencia: eliminación	P501		

Tabla 2.13. Clasificación de los líquidos comburentes.

CLASIFICACIÓN	CATEGORÍA 1	CATEGORÍA 2	CATEGORÍA 3
Pictograma del SGA			
Palabra de advertencia	Peligro		Atención
Indicación de peligro	H271	H272	
Consejos de prudencia: prevención	P210, P220, P221, P280, P283	P210, P220, P221, P280	
Consejos de prudencia: respuesta	P306+P360, P371+P380+P375, P370+P378	P370+P378	
Consejos de prudencia: eliminación	P501		

Tabla 2.14. Clasificación de los sólidos comburentes.

d. Gases a presión.

CLASIFICACIÓN	GAS COMPRIMIDO	GAS DISUELTO	GAS LICUADO	GAS LICUADO REFRIGERADO
Pictograma del SGA				
Palabra de advertencia	Atención			
Indicación de peligro	H280			H281
Consejos de prudencia: prevención				P282
Consejos de prudencia: respuesta				P336, P315
Consejos de prudencia: eliminación	P410+P403			P403

Tabla 2.15. Clasificación de los gases a presión.



e. Sustancias autorreactivas.

CLASIFICACIÓN	TIPO A	TIPO B	TIPOS C Y D	TIPOS E Y F
Pictograma del SGA				
Palabra de advertencia	Peligro			Atención
Indicación de peligro	H240	H241	H242	
Consejos de prudencia: prevención	P210, P220, P234, P280			
Consejos de prudencia: respuesta	P370+P378, P370+P380+P375		P370+P378	
Consejos de prudencia: almacenamiento	P403+P235, P411, P420			
Consejos de prudencia: eliminación	P501			

Tabla 2.16. Clasificación de las sustancias autorreactivas.

f. Sustancias pirofóricas.

CLASIFICACIÓN	CATEGORÍA 1
Pictograma del SGA	
Palabra de advertencia	Peligro
Indicación de peligro	H250
Consejos de prudencia: prevención	P210, P222, P280
Consejos de prudencia: respuesta	P302+P334 (líquidos), P335+P334 (sólidos), P370+P378
Consejos de prudencia: almacenamiento	P422

Tabla 2.17. Clasificación de las sustancias pirofóricas (líquidas y sólidas).

g. Sustancias que experimentan calentamiento espontáneo.

CLASIFICACIÓN	CATEGORÍA 1	CATEGORÍA 2
Pictograma del SGA		
Palabra de advertencia	Peligro	Atención
Indicación de peligro	H251	H252
Consejos de prudencia: prevención	P235+P410, P280	
Consejos de prudencia: almacenamiento	P407, P413, P420	

Tabla 2.18. Clasificación de sustancias que experimentan calentamiento espontáneo.



h. Sustancias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables.

CLASIFICACIÓN	CATEGORÍA 1	CATEGORÍA 2	CATEGORÍA 3
Pictograma del SGA			
Palabra de advertencia	Peligro		Atención
Indicación de peligro	H260	H261	
Consejos de prudencia: prevención	P223, P231+P232, P280		P231+P232, P280
Consejos de prudencia: respuesta	P335+P334, P370+P378		P370+P378
Consejos de prudencia: almacenamiento	P402+P404		
Consejos de prudencia: eliminación	P501		

Tabla 2.19. Clasificación de las sustancias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables.

i. Peróxidos orgánicos.

CLASIFICACIÓN	TIPO A	TIPO B	TIPOS C Y D	TIPOS E Y F
Pictograma del SGA				
Palabra de advertencia	Peligro			Atención
Indicación de peligro	H240	H241	H242	
Consejos de prudencia: prevención	P210, P220, P234, P280			
Consejos de prudencia: almacenamiento	P411+P235, P410, P420			
Consejos de prudencia: eliminación	P501			

Tabla 2.20. Clasificación de los peróxidos orgánicos.

j. Sustancias corrosivas para los metales.

CLASIFICACIÓN	CATEGORÍA 1
Pictograma del SGA	
Palabra de advertencia	Atención
Indicación de peligro	H290
Consejos de prudencia: prevención	P234
Consejos de prudencia: respuesta	P390
Consejos de prudencia: almacenamiento	P406

Tabla 2.21. Clasificación de las sustancias corrosivas para los metales.



2. Peligrosas para la salud humana ¹²:
a. Toxicidad aguda.

CLASIFICACIÓN	CATEGORÍA			
	1	2	3	4
Pictograma del SGA				
Palabra de advertencia	Peligro			Atención
Indicación de peligro	H300		H301	H302
Consejos de prudencia: prevención	P264, P270			
Consejos de prudencia: respuesta	P301+P310, P321, P330		P301+P312, P330	
Consejos de prudencia: almacenamiento	P405			-
Consejos de prudencia: eliminación	P501			

Tabla 2.22 Clasificación de sustancias que causan toxicidad aguda vía oral.

CLASIFICACIÓN	CATEGORÍA			
	1	2	3	4
Pictograma del SGA				
Palabra de advertencia	Peligro			Atención
Indicación de peligro	H310		H311	H312
Consejos de prudencia: prevención	P262, P264, P270, P280		P280	
Consejos de prudencia: respuesta	P302+P350, P310, P322, P361, P363		P302+P350, P310, P322, P363	
Consejos de prudencia: almacenamiento	P405			-
Consejos de prudencia: eliminación	P501			

Tabla 2.23. Sustancias que causan toxicidad aguda vía cutánea.

CLASIFICACIÓN	CATEGORÍA			
	1	2	3	4
Pictograma del SGA				
Palabra de advertencia	Peligro			Atención
Indicación de peligro	H330		H331	H332
Consejos de prudencia: prevención	P260, P271, P284		P261, P271	
Consejos de prudencia: respuesta	P304+P340, P310, P320		P304+P340, P311, P321	P304+P340, P312
Consejos de prudencia: almacenamiento	P403+P233, P405			-
Consejos de prudencia: eliminación	P501			-

Tabla 2.24. Clasificación de sustancias que causan toxicidad aguda vía inhalación.



b. Corrosión / Irritación en la piel.



CLASIFICACIÓN	CATEGORÍA	
	1A, 1B Y 1C	2
Pictograma del SGA		
Palabra de advertencia	Peligro	Atención
Indicación de peligro	H314	H315
Consejos de prudencia: prevención	P260, P264, P280	P264, P280
Consejos de prudencia: respuesta	P301+P330+P331, P303+P361+P353, P363, P304+P340, P310, P321, P305+P351+P338	
Consejos de prudencia: almacenamiento	P405	-
Consejos de prudencia: eliminación	P501	-

Tabla 2.25. Sustancias causantes de corrosión o irritación cutánea.

c. Lesiones oculares graves / Irritación ocular.



CLASIFICACIÓN	CATEGORÍA 1	CATEGORÍA 2
Pictograma del SGA		
Palabra de advertencia	Peligro	Atención
Indicación de peligro	H318	H319
Consejos de prudencia: prevención	P280	P264, P280
Consejos de prudencia: respuesta	P305+P351+P338, P310	P305+P351+P338, P337+P313

Tabla 2.26. Sustancias causantes de lesiones oculares graves o irritación ocular.

d. Sensibilizantes.



CLASIFICACIÓN	SENSIBILIZACIÓN RESPIRATORIA CATEGORÍA 1	SENSIBILIZACIÓN CUTÁNEA CATEGORÍA 1
Pictograma del SGA		
Palabra de advertencia	Peligro	Atención
Indicación de peligro	H334	H317
Consejos de prudencia: prevención	P261, P285	P261, P272, P280
Consejos de prudencia: respuesta	P304+P341, P342+P311	P302+P352, P333+P313, P321, P363
Consejos de prudencia: eliminación	P501	

Tabla 2.27. Sustancias causantes de sensibilización respiratoria o cutánea.



e. Mutagénicas.

CLASIFICACIÓN	CATEGORÍA 1A y 1B	CATEGORÍA 2
Pictograma del SGA		
Palabra de advertencia	Peligro	Atención
Indicación de peligro	H340	H341
Consejos de prudencia: prevención	P201, P202, P281	
Consejos de prudencia: respuesta	P308+P313	
Consejos de prudencia: almacenamiento	P405	
Consejos de prudencia: eliminación	P501	

Tabla 2.28. Clasificación de sustancias mutagénicas.

f. Carcinogénicas.

CLASIFICACIÓN	CATEGORÍA 1A y 1B	CATEGORÍA 2
Pictograma del SGA		
Palabra de advertencia	Peligro	Atención
Indicación de peligro	H350	H351
Consejos de prudencia: prevención	P201, P202, P281	
Consejos de prudencia: respuesta	P308+P313	
Consejos de prudencia: almacenamiento	P405	
Consejos de prudencia: eliminación	P501	

Tabla 2.29. Clasificación de sustancias carcinogénicas.

g. Tóxicos para la reproducción y la lactancia.

CLASIFICACIÓN	CATEGORÍA EFECTOS SOBRE LA LACTANCIA O A TRAVÉS DE ELLA		
	1A y 1B	2	
Pictograma del SGA			-
Palabra de advertencia	Peligro	Atención	-
Indicación de peligro	H360	H361	H362
Consejos de prudencia: prevención	P201, P202, P281	P201, P260, P263, P264, P270	
Consejos de prudencia: respuesta	P308+P313		P308+P313
Consejos de prudencia: almacenamiento	P405		-
Consejos de prudencia: eliminación	P501		-

Tabla 2.30. Clasificación de sustancias tóxicas de la reproducción.



h. Toxicidad sistemática para el órgano diana.

CLASIFICACIÓN	CATEGORÍA 1	CATEGORÍA 2	CATEGORÍA 3
Pictograma del SGA			
Palabra de advertencia	Peligro	Atención	Atención
Indicación de peligro	H370	H371	H335
Consejos de prudencia: prevención	P260, P264, P270		P261, P271
Consejos de prudencia: respuesta	P307+P311, P321	P309+P311	P304+P340, P312
Consejos de prudencia: almacenamiento	P405		P403+P233, P405
Consejos de prudencia: eliminación	P501		

Tabla 2.31. Clasificación de sustancias con toxicidad sistémica específica en órganos diana después de una exposición única.

CLASIFICACIÓN	CATEGORÍA 1	CATEGORÍA 2
Pictograma del SGA		
Palabra de advertencia	Peligro	Atención
Indicación de peligro	H372	H373
Consejos de prudencia: prevención	P260, P264, P270	P260
Consejos de prudencia: respuesta	P314	
Consejos de prudencia: eliminación	P501	

Tabla 2.32. Clasificación de sustancias con toxicidad sistémica específica en órganos diana después de exposiciones repetidas.

CLASIFICACIÓN	CATEGORÍA 1
Pictograma del SGA	
Palabra de advertencia	Peligro
Indicación de peligro	H304
Consejos de prudencia: respuesta	P301+P310, P331
Consejos de prudencia: almacenamiento	P405
Consejos de prudencia: eliminación	P501

Tabla 2.33. Clasificación de sustancias peligrosas por aspiración.



3. Peligroso para el medio ambiente ¹².

a. Toxicidad para el medio ambiente acuático.

CLASIFICACIÓN	CATEGORÍA 1
Pictograma del SGA	
Palabra de advertencia	Atención
Indicación de peligro	H400
Consejos de prudencia: prevención	P273
Consejos de prudencia: respuesta	P391
Consejos de prudencia: eliminación	P501

Tabla 2.34. Clasificación de sustancias peligrosas para el medio ambiente acuático por toxicidad aguda.


CLASIFICACIÓN	CATEGORÍA			
	1	2	3	4
Pictograma del SGA		-	-	-
Palabra de advertencia	Atención	No se usa palabra de advertencia		
Indicación de peligro	H410	H411	H412	H413
Consejos de prudencia: respuesta	P273			
Consejos de prudencia: prevención	P391		-	
Consejos de prudencia: eliminación	P501			

Tabla 2.35. Clasificación de sustancias peligrosas por aspiración.

b. Sustancias peligrosas para la capa de ozono.

Palabra de advertencia	Peligro
Indicación de peligro	EUH059
Consejos de prudencia	P273, P501

Tabla 2.36. Clasificación de las sustancias peligrosas para la capa de ozono.

2.3.9- Información completa que nos da la etiqueta.

Las etiquetas deben ser claras, completas y legibles para poder transmitir de manera correcta toda la información que contienen¹⁷. Deben figurar en el producto químico desde que se envía hasta que lleva a su destino. Todos los

¹⁷ Novau Sisquella, J. M. Identificación de productos químicos por etiqueta. Nota técnica de prevención 5. INSHT.



recipientes deberán de estar correctamente etiquetados para que se puedan adquirir las medidas de seguridad apropiadas en cada situación (Figura 2.3).


	
PELIGRO	
<p>H225: líquido y vapores muy inflamables</p> <p>H319: provoca irritación ocular grave</p> <p>H336: puede provocar somnolencia o vértigo</p> <p>EUH066: la exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.</p> <p>P210: mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes-no fumar.</p> <p>P305+P351+P338: 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.</p> <p>P501: eliminar el recipiente a través de un gestor autorizado.</p>	<p>IDENTIFICADOR DEL PRODUCTO:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Denominación IUPAC o comercial▪ Número CAS o CE▪ Características <p>Cantidad nominal de la sustancia o mezcla</p> <p>PROVEEDOR:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Nombre completo▪ Dirección▪ Teléfono <p>INFORMACIÓN SUPLEMENTARIA</p>

Figura2.3- Esquema de una etiqueta de un producto químico.

Según CLP una etiqueta debe contener como mínimo:

1. Nombre, dirección, número de teléfono del proveedor o proveedores de producto químico en la Unión Europea.
2. Cantidad nominal de la sustancia o mezcla (salvo que ya se encuentre indicada en otro lugar del envase).
3. Identificadores del producto.
 - a. Nombre del producto químico o nombre comercial.
 - b. Fórmula química.
 - c. Número CAS (Chemical Abstracts Service).
 - d. Número CE (Conformidad Europea).
 - e. Sustancia o sustancias presentes en el producto, con un máximo de cuatro nombres.
4. Pictogramas de peligro.
5. Palabras de advertencia (Atención/Peligro).
6. Indicadores de peligro, frases H.
7. Indicadores de prudencia, frases P.
8. Información suplementaria, frases EUH, si procede.
9. Fecha de caducidad, si la tuviera.

En lo referente al idioma, estará escrita en el idioma oficial del estado en el que sea comercializado el producto químico, pudiendo aparecer también en inglés.



La autoridad competente puede establecer un formato determinado para la etiqueta, siempre que los pictogramas de peligro, las palabras de advertencia y las indicaciones de peligro aparezcan juntas. También se puede proporcionar información adicional acerca de los peligros asociados a carcinógenos, reprotóxicos o tóxicos sistemáticos.

Además, el uso de advertencia táctil en el etiquetado de productos químicos debe usarse conforme a la norma UNE-EN-ISO 11683:1998.

De esta manera, en la Figura 2.4 se muestra como sería una etiqueta de la marca comercial Panreac AppliChem:

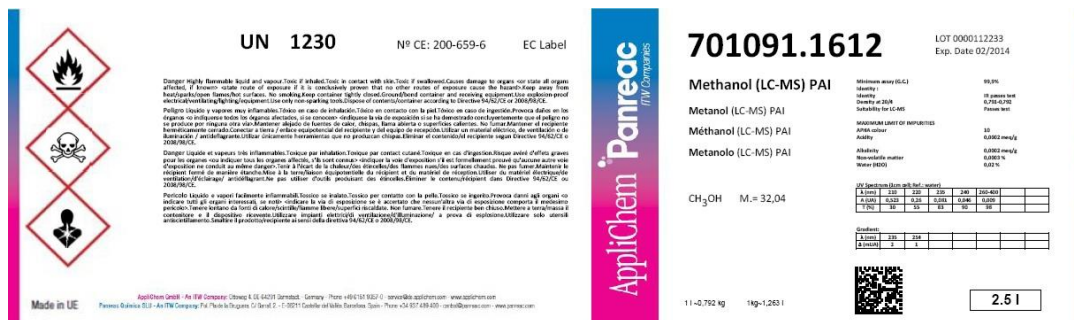


Figura 2.4- Ejemplo de etiqueta de metanol.



2.4- ENVASADO.

El **envase** incluye tanto el recipiente (o recipientes) como cualquier otro componente o material necesario para que los recipientes cumplan la función de contención y otras funciones de seguridad.

2.4.1- Normas de envasado.

Los envases de productos químicos deben cumplir unas normas para poder ser utilizados para este fin. Una selección adecuada del envase favorece un almacenamiento seguro.

Puede existir un envasado intermedio que esté colocado entre el envase exterior y el envase interior o entre artículos. En este caso, el envase exterior debe llevar claramente el etiquetado de la sustancia o mezcla que contiene en su interior, a excepción, de los envases que permitan ver el etiquetado de sus envases interiores.

Para la elección de un envase hay que considerar los siguientes factores:

1. Emplear envases certificados para el uso de productos químicos. Los más simples son los circulares, rígidos y con estrías que faciliten su manipulación.
2. Tanto el material del envase como del tapón no deben ser susceptibles al daño químico o físico que le pueda provocar el compuesto químico que contenga en su interior.
3. Debe evitar la pérdida de producto de su interior, excepto cuando haya otro dispositivo de seguridad más específico.
4. El envase y el cierre deberán cerrar completamente de manera que se impidan holguras y posibles pérdidas.
5. Los envases que tengan un cierre reutilizable tendrán que ser diseñados para que puedan cerrarse repetidamente sin producir ningún vertido.
6. No deben dar lugar a engaño a los consumidores, por lo que, no deben parecerse en diseño a alimentos, piensos, medicamentos o productos cosméticos. Además, deben ser diseñados para no suscitar ni atraer a la curiosidad de los niños.

2.4.2- Dimensiones del envase.

Es tan importante un buen envasado como un buen dimensionado de la etiqueta correspondiente al producto que almacena. Actualmente, se cuenta con envases de varios tamaños, desde recipientes con capacidad de 15



mililitros hasta envases de 60 litros. Por lo tanto, en función del tamaño del envase así ha de ser la de la etiqueta (Tabla 2.37).

CAPACIDAD DEL ENVASE	DIMENSIONES (milímetros)
Hasta 3 litros	Si es posible, como mínimo de 74 x 75
Superior a 3 litros e inferior a 50	Como mínimo de 74 x 105
Superior a 50 litros e inferior a 500	Como mínimo de 105 x 148
Superior a 500 litros	Como mínimo de 148 x 210

Tabla 2.37- Relación de capacidad del envase con las dimensiones de la etiqueta.

2.4.3- Tipos de envases.

Los tipos de envases más frecuentes son las botellas, las latas, los bidones, las cajas, los sacos, toneles, los recipientes a presión, etc. Los principales materiales de los que están compuestos son:

- **Metal:** aluminio, acero, etc. Son los más seguros, se usan principalmente los bidones de 200 litros de acero y aluminio. En este caso, deben evitarse los movimientos con rodadura, o a mano, y se deberá inspeccionar periódicamente los bidones para comprobar que esté en buen estado toda su superficie y que no ha ocurrido corrosión. Se recomienda almacenar entre -10°C hasta 60°C y en lugares ventilados. En cuanto a sus propiedades, proporcionan gran resistencia mecánica, estanqueidad y hermeticidad, evitan las radiaciones, son opacos a la luz y pueden ser reciclados.
- **Plásticos o derivados del petróleo.** Son los más usados gracias a la gran variedad de tipos diferentes de plásticos, su ligereza, flexibilidad de forma y las buenas propiedades mecánicas que ofrecen. Sin embargo, no son resistentes a todos los productos químicos. Los envases fabricados con plástico sufren un envejecimiento con el paso del tiempo de manera irreversible. Esto hace que disminuyan sus propiedades mecánicas, aumentando la facilidad de ruptura y posibilitando que ocurra una reacción con el producto químico que contiene. Los factores que le influyen son principalmente las condiciones externas como la temperatura, la humedad, la radiación solar, entre otras, produciendo un cambio en el color del plástico, en sus dimensiones y la aparición de poros. Además, los materiales plásticos deben ser protegidos de altas temperaturas o del fuego porque son fácilmente combustibles. Por ello, no es recomendable su uso con productos químicos inflamables.



- **Vidrio.** Son resistentes a casi todos los productos químicos, sin embargo, son muy frágiles. Su característica principal es su transparencia, también proporcionan estanqueidad, hermeticidad y posibilidad de ser reutilizados. Si las sustancias que contiene son muy peligrosas no debe contener más de 2 litros.

Así mismo, igual que hay diferentes tipos de materiales para la fabricación de envases, también existen diferentes dispositivos de cierre de envases, distinguiéndose:

- **Envases de tapa fija:** su tapón es de tipo roscado cilíndrico o cónico y tiene un disco de estanqueidad.
- **Envase de tapa móvil:** el tapón es del mismo material que el envase y dispone de una junta de estanqueidad.
- **Envases de 60 litros o más:** la tapa debe ser roscada y el envase puede tener una segunda abertura en su parte inferior, normalmente con un grifo, que permita vaciarlo.



2.5. FICHAS DE DATOS DE SEGURIDAD (FDS).

Las Fichas de Datos de Seguridad o FDS¹⁸, proporcionan toda la información del producto químico. Por lo tanto, se debe leer con especial atención puesto que puede prevenir riesgos laborales. Deberán ser suministradas gratuitamente por la marca comercial del producto, ya sea impresos en papel o por correo electrónico.

Los datos obligatorios que deberán abordar las FDS son:

1. Identificación de la sustancia o de la mezcla y de la empresa fabricante.
2. Composición o información de los componentes.
3. Identificación de los peligros.
4. Primeros auxilios.
5. Medidas de lucha contra incendios.
6. Medidas a tomar en caso de pérdida de producto accidental.
7. Manipulación y almacenamiento.
8. Controles de exposición y protección individual.
9. Propiedades físicas y químicas.
10. Estabilidad y reactividad.
11. Información toxicológica.
12. Información ecológica.
13. Consideraciones relativas a la eliminación.
14. Información relativa al transporte.
15. Información reglamentaria.
16. Otras informaciones.

Las FDS deberán actualizarse cuando exista una nueva información acerca de los riesgos y los peligros o cuando se imponga una nueva restricción.

Se debe disponer de las FDS en los almacenes de productos químicos y en los lugares donde se manipulen, de manera, que estén localizados y sean de fácil acceso. A su vez, es imprescindible formar a las personas que estén en contacto con productos químicos acerca del contenido de las FDS. Cada vez que se manipule una sustancia peligrosa es recomendable que se busque la ficha de datos de seguridad y se disponga al lado del producto, para que, en caso de accidente, se sepa fácilmente que producto se ha utilizado y como poder realizar los primeros auxilios.

¹⁸ Zachary Bertolaccini, E. (2014). Manual de seguridad en el almacenamiento y manipulación de productos químicos. Trabajo Fin de Mater. Universidad de Valladolid.

CAPÍTULO 3:

ALMACENAMIENTO DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS.

En este capítulo se estudia el almacenamiento de productos químicos. Un mal almacenamiento puede dar lugar a un número importante de accidentes, por ello es un punto crítico a analizar. Además, se analizan los tipos de almacenes que pueden existir y se comentan los diferentes armarios de seguridad.



CAPÍTULO 3. ALMACENAMIENTO DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS.

Cada vez es más frecuente el uso de productos químicos. Estos tienen características de peligrosidad asociadas y, por ello, es un punto crítico su almacenamiento de forma efectiva y segura. Generalmente, no hay muchos accidentes cuantitativos debidos a este factor, pero si pueden llegar a ser muy graves en caso de producirse. Un almacenamiento prolongado de productos químicos ayuda a la formación de peróxidos inestables y la polimerización de sustancias, que pueden producir explosión. Además, se puede dañar el envase por deterioro del mismo, por la sustancia que contiene, por acumulación de gases, etc. produciendo la rotura del mismo.

Por almacenamiento se entiende el conjunto de recipientes, que contienen, pueden contener o han contenido productos químicos, localizados en el interior o exterior del edificio, incluyendo tanques y/o depósitos, sus cubetas de retención, vías de circulación y separación, los conductos de conexión y las zonas e instalaciones anexas de carga, descarga y tránsito anejas.

Un recipiente es una cavidad con capacidad de almacenamiento. Se distinguen dos tipos:

- *Recipiente fijo*: recipiente no susceptible a ser trasladado, con capacidad de más de 3.000 litros.
- *Recipiente móvil*: recipiente susceptible a ser trasladado, con capacidad inferior a 3.000 litros.

La gestión del almacenamiento debe ser asignada a una o varias personas, de manera que trate las cuestiones resumidas en la Figura 3.1.

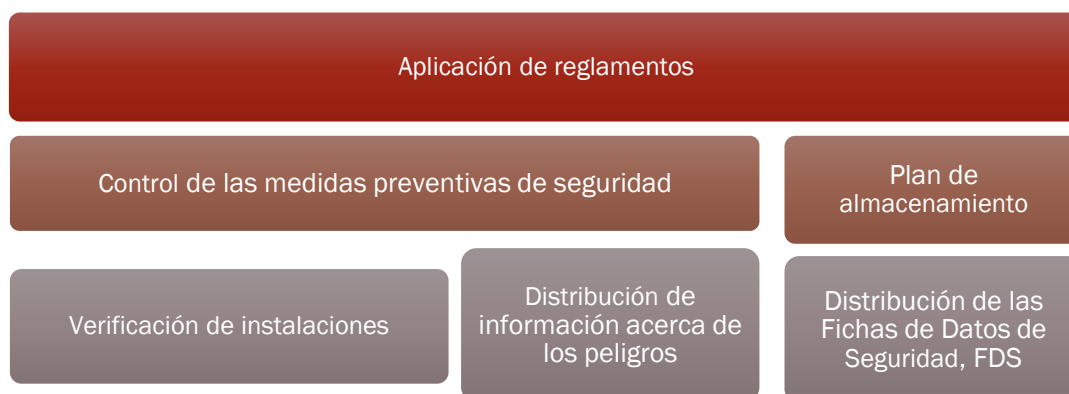


Figura 3.1- Consideraciones generales a tener en cuenta en la gestión del almacenamiento.

Para poder trazar un buen **plan de almacenamiento**, es necesario tener en cuenta los cinco puntos críticos de seguridad que se muestran en la Figura 3.2.

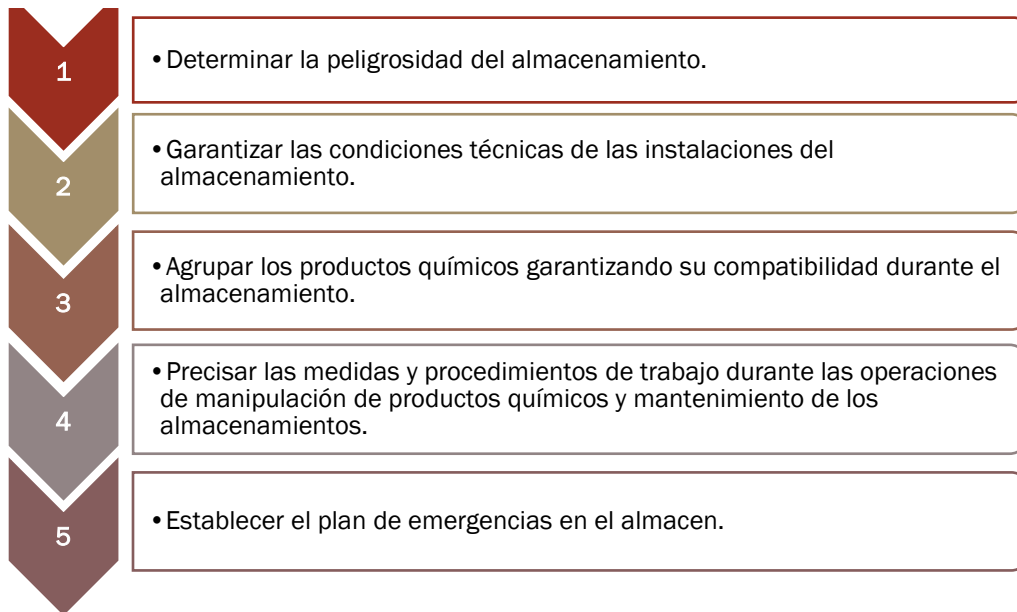


Figura 3.2-Puntos críticos para garantizar la seguridad en el almacén de productos químicos¹⁹.

Los almacenamientos de productos químicos exigen ser examinados tras su instalación y/o revisados periódicamente por técnicos competentes para ello. Además, se recomienda hacer una evaluación de riesgos laborales y una planificación preventiva de dichas instalaciones.

¹⁹ Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2014). Almacenamiento de productos químicos. Orientaciones para la identificación de los requisitos de seguridad en el almacenamiento de productos químicos peligrosos. Madrid.

3.1- NORMATIVA SOBRE EL ALMACENAMIENTO DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS.

Las normativas que lo rigen son el Real Decreto 379/2001, que aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos (RAPQ) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITCs) y en las posteriores modificaciones descritas en el Real Decreto 2016/2004 y el Real Decreto 105/2010.

3.1.1- Límites de aplicación.

Sólo es aplicable para nuevas edificaciones o para modificaciones o ampliaciones ya existentes. Para aplicarlo se necesitan unas mínimas capacidades de productos químicos tal y como se indican en la Tabla 3.1.

Productos	Capacidad en (kilogramos)
Sólidos fácilmente inflamables	1.000
Sólidos tóxicos: Clase T ⁺ Clase T Clase X _n	50 250 1.000
Comburentes	500
Sólidos corrosivos: Clase A Clase B Clase C	200 400 1.000
Irritantes	1.000
Sensibilizantes	1.000
Carcinogénicos	1.000
Mutagénicos	1.000
Tóxicos para la reproducción	1.000
Peligros para el medio ambiente	1.000

Tabla 3.1-Límites de aplicación de la normativa referentes a la capacidad de los productos químicos¹⁹.

En las instalaciones donde no se aplique esta normativa, se deberán cumplir las medidas de seguridad especificadas por los fabricantes de los productos químicos. Habiendo, como mínimo, una disposición de todas las FDS de los productos que estén en dichas instalaciones.



3.1.2- Condiciones de las instalaciones.

Las Instrucciones Técnicas Complementarias, ITC, son las medidas específicas que tienen que cumplir las instalaciones de diferentes productos químicos. Actualmente hay nueve ITC que se muestran en la Figura 3.3.

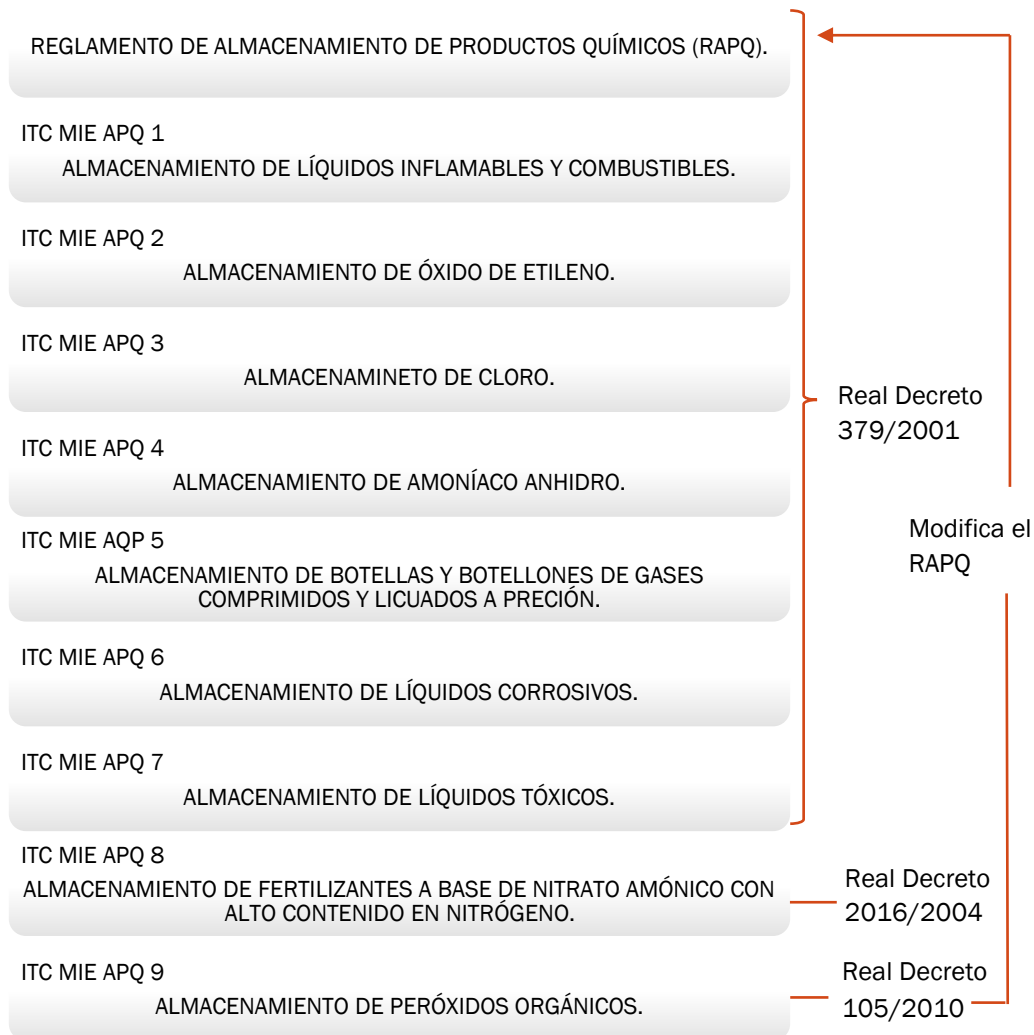


Figura 3.3. Marco normativo referente al almacenamiento de productos químicos peligrosos¹⁹.

Las condiciones de seguridad de las instalaciones de almacenamientos de productos químicos, dependerán del tipo de producto que contengan, siendo un factor clave la cantidad y clase de producto almacenada. Otro factor importante será la distancia de seguridad marcada, el sistema contra incendios y el resto de medidas preventivas que marquen las FDS de los productos.



3.1.3- Tipos de almacenes de productos químicos.

Las salas de almacenamiento pueden encontrarse dentro o fuera del laboratorio. Dependiendo de su ubicación puede haber los siguientes tipos de salas de almacenamiento de productos químicos (Figuras 3.4 y 3.5):

1. *Sala de interior.* Sala ubicada en un edificio, sin paredes al exterior. Deber tener cierta resistencia al fuego, una densidad máxima de ocupación y el volumen máximo permitido por la legislación.
2. *Sala aneja.* Sala situada en el interior de un edificio que tiene una o más paredes exteriores. Desde alguna de ellas deberá haber un acceso fácil para los medios de extinción, por medio de ventanas, aberturas o paredes ligeras no combustibles.
3. *Sala separada.* Aquella que no tiene paredes comunes a ningún otro edificio.

Las salas de almacenamiento interior son las que más protección frente al fuego deben presentar.

Los armarios protegidos son, principalmente, para los productos inflamables y combustibles, deben tener una resistencia al fuego RF-15 y una capacidad máxima de 500 litros.

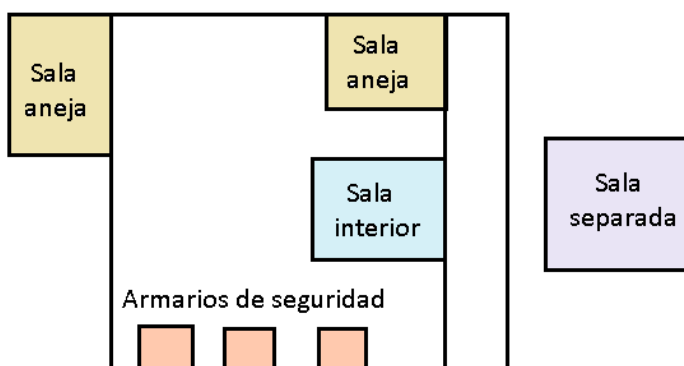


Figura 3.4. Tipos de salas de almacenamiento.

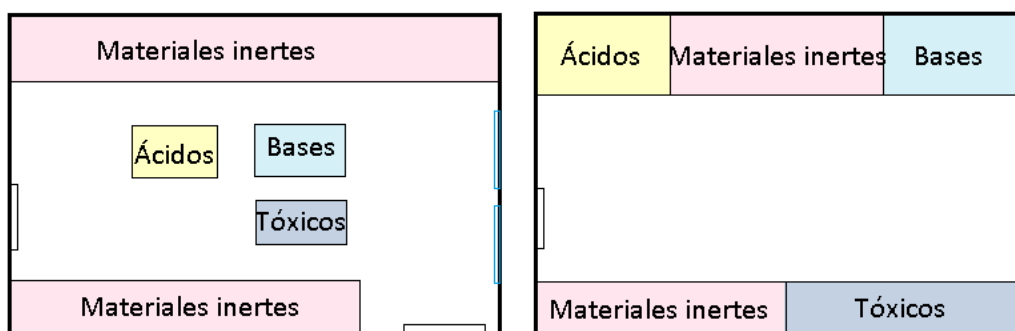


Figura 3.5- Posibles distribuciones del laboratorio.



3.1.4- Tipo de instalaciones de almacenamiento.

Hay ciertas medidas de prevención y seguridad a tener en cuenta en los laboratorios.

- Se debe restringir el acceso al personal autorizado. Éste deberá estar informado sobre los productos que hay, la peligrosidad asociada que tienen y como están almacenados, así como los EPI's que deberá utilizar y los planes de emergencia.
- Las salas de almacenamiento deben tener una estructura, techos y paredes con una resistencia mínima al fuego de RF-120. Las puertas que estén a una distancia menor a 15 metros del exterior o del edificio podrán tener una resistencia mínima al fuego de RF-60 y cierre automático.
- Dispondrá de un sistema de ventilación natural o forzada, teniendo en cuenta los vapores que se pudieran general, las operaciones que se podría realizar en dicho laboratorio, etc.
- Deberá estar señalizado con los pictogramas de peligro y otras disposiciones que aclaren su almacenamiento.
- La iluminación deberá ser la suficiente y adecuada para el correcto manejo y manipulación de los productos químicos.
- Es recomendable que contenga duchas, lavajos, equipos de protección individual, entre otros, y comprobar periódicamente su estado.

3.2- INCOMPATIBILIDADES DE ALMACENAMIENTO DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS.

Para poder realizar un almacenamiento conjunto de productos químicos, se deben adoptar una serie de medidas de seguridad. Estas medidas están enfocadas principalmente a evitar la reacción de los productos químicos, puesto que eso puede producir incendios, explosiones, emisión de gases tóxicos, etc. Además, se deben tener en cuenta las incompatibilidades existentes entre los productos ya que pueden agravar las consecuencias en caso de accidente (Figura 3.6).

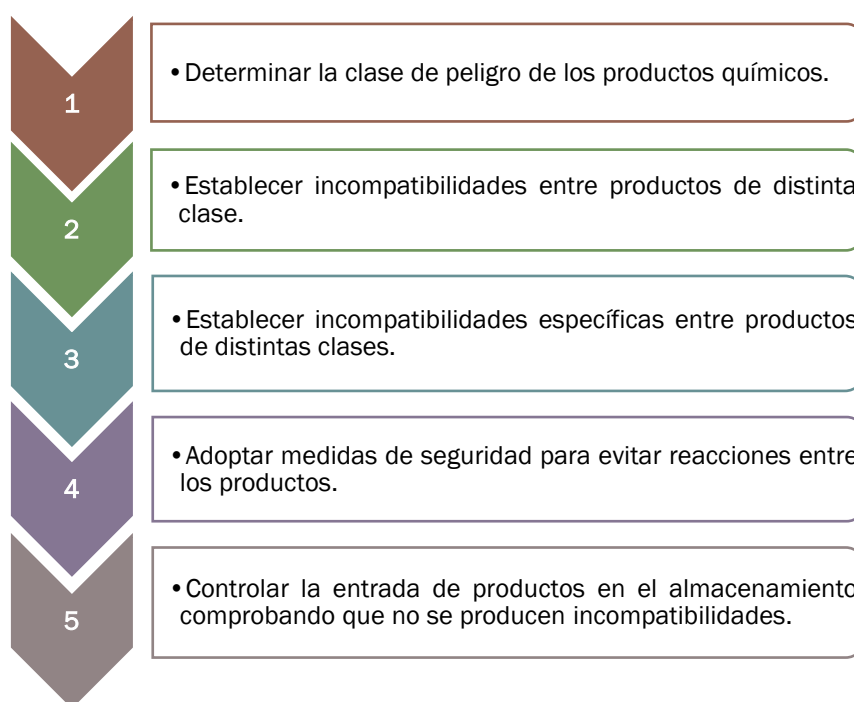


Figura 3.6. Procedimiento para evitar incompatibilidades en el almacenamiento de productos químicos¹⁹.

Los productos químicos se clasificarán en función de su peligrosidad, siempre y cuando, no exista una incompatibilidad específica entre productos indicada en las FDS. Algunos tipos de peligro permiten el almacenamiento conjunto con otros grupos, siempre y cuando, se respeten las restricciones indicadas y se adopten las precauciones oportunas.

En la Tabla 3.2 se muestra gráficamente las incompatibilidades de los productos químicos y los posibles almacenamientos conjuntos que pueden darse. Los diferentes tipos de peligros se representan según los pictogramas del reglamento CLP anteriormente definidos.



INCOMPATIBILIDADES											
Explosivos		1									
Gases inflamables											
Gases a presión											
Líquidos y sólidos inflamables											
Sustancias comburentes											
Sustancias perjudiciales para la salud											
Sustancias corrosivas											
Sustancias nocivas											
Sustancias tóxicas											
Sustancias peligrosas para el medio ambiente											
<p>1. El almacenamiento mixto de explosivos depende de incompatibilidades específicas. 2. Líquidos corrosivos en envases quebradizos no deben almacenarse junto con los líquidos inflamables, excepto que se encuentren separados por gabinetes de seguridad o cualquier medio efectivo para evitar el contacto en caso de incidente.</p>											
	Pueden almacenarse juntos, verificar la reactividad individual con la FDS.										
	Precaución, posibles restricciones. Revisar incompatibilidades individuales utilizando la FDS, pueden ser incompatibles y pueden requerirse condiciones específicas.										
	Se requiere almacenar por separado, son incompatibles.										

Tabla 3.2. Matriz de almacenamiento de productos químicos mixtos.

3.2.1- Almacenamiento conjuntos.

Cuando los productos químicos se almacenan en un laboratorio deben tenerse en cuenta una serie de precauciones.

- Debe reducirse al mínimo el stock, dejando solo lo mínimo para el trabajo diario.
- No se almacenarán productos en pasillos, en lugares de paso, en huecos de escaleras, en las salas de reuniones, etc.
- No se deben colocar recipientes de grandes dimensiones en estantes elevados, si no, en los estantes inferiores.



- Los productos inflamables, cancerígenos, mutágenos y/o tóxicos para la reproducción deberán almacenarse de forma aislada.
- Se podrán usar los productos inertes como elementos de separación entre otros productos.
- Se pueden almacenar inflamables líquidos en el laboratorio siempre que se cumpla con los requisitos legales vigentes. En caso contrario deberán ponerse en un armario de seguridad los usados habitualmente.
- Cuando se almacenen líquidos de diferentes grupos de peligrosidad en un mismo armario, se considerará todo el conjunto líquido de la clase más restrictiva.
- Se pueden utilizar productos no inflamables para separar diferentes pilas de productos, siempre y cuando, no sean incompatibles entre sí.
- Los líquidos inflamables no se almacenarán conjuntamente en la misma zona con sustancias comburentes, ni con sustancias tóxicas a no ser que estén almacenadas en armarios de seguridad.
- Los líquidos inflamables y las preparaciones acuosas de sustancias inflamables tóxicas podrán estar almacenados conjuntamente en la misma zona.
- Los líquidos inflamables tóxicos podrán almacenarse conjuntamente cuando ambos puedan apagarse con el mismo agente extintor.
- Los peróxidos orgánicos, los corrosivos contenidos en recipientes frágiles y los bifenilos policlorados, no se almacenarán en la misma zona que los líquidos inflamables que no tengan estas propiedades, a no ser que se adopten las medidas necesarias para que, en caso de accidente, no se produzcan reacciones peligrosas entre sí.

3.2.2- Incompatibilidades de los productos químicos.

Algunos productos químicos pueden producir reacciones químicas peligrosas con otros productos. Esto, ha de tenerse en cuenta a la hora de su almacenamiento, puesto que, no pueden estar próximos.

Para conocer más consultar el ANEXO II: *“Incompatibilidades de productos químicos”*.

3.3- TIPOS DE ARMARIOS DE SEGURIDAD.

Hay varios tipos de armarios de seguridad²⁰ en función de la clase de producto que almacenen.

3.3.1- Armarios para productos inflamables.

La resistencia mínima al fuego, RF, expresa en minutos la resistencia de los materiales frente al fuego sin que hayan perdido sus propiedades. De esta manera, existen para 15, 30, 60, 90, 120, 180 y 240 minutos.

Los armarios para productos inflamables líquidos, deberán tener como mínimo una RF-15, conforme con la UNE-EN 1634-1. Deberán llevar una identificación clara y visible de Inflamables. No deben coexistir más de 3 armarios en la misma estancia a no ser que disten de 30 metros entre sí.

Si se almacenaran productos inflamables de la clase A, deberá existir ventilación. Además, la cantidad máxima que puede llegar a almacenarse en un armario protegido es de 500 litros. Siendo las siguientes cantidades máximas por cada tipo de clase:

- Productos de Clase A: 0,1m³ (100 litros)
- Productos de Clase B: 0,25m³ (250 litros)
- Productos de Clase C: 0,5m³ (500 litros)
- O la suma de A, B y C sin sobrepasar ni la cantidad máxima permitida de un armario protegido, ni la de A y B antes mencionadas.

En la Figura 3.7, se muestra un ejemplo de la marca comercial Epifuego.



Figura 3.7- Armario de productos inflamables.

²⁰ García Rosell, M. Seguridad en el laboratorio: almacenamiento de productos químicos.
Nota técnica de prevención 725. INSHT.



3.3.2- Armarios para productos corrosivos.

Los armarios para productos corrosivos deberán tener una serie de características:

- Juntas de estanqueidad para evitar las salidas de vapores peligrosos.
- Compartimentos interiores libres de metales.
- Cajones estancos y fabricados en plástico.

Un ejemplo sería el armario de la Figura 3.8 de la marca comercial Denios.



Figura 3.8- Armario para productos corrosivos.

3.3.3- Armarios de seguridad bajos o cajones.

Sirven para almacenar pequeñas cantidades de productos químicos. Se pueden colocar debajo de mesas, de campanas extractoras, rincones, etc. Suelen ser armarios para ácidos y bases.

En la Figura 3.9 se muestra un ejemplo de este tipo de armarios, de la marca de Mecalux logismarket.



Figura 3.9- Armario de seguridad de tamaño pequeño.



3.3.4- Frigoríficos.

En los laboratorios, los frigoríficos son puntos conflictivos puesto que tienen riesgo de incendio y de explosión o deflagración. Aquí se ubican aquellos productos que deben estar a una temperatura inferior a la ambiente, por lo tanto, necesitan una temperatura estable. También en este apartado se recogen los congeladores que pueden llegar a estar hasta -80°C . Para este tipo de armarios existen unas recomendaciones de almacenamiento:

- No se pueden almacenar productos químicos inflamables en armarios domésticos.
- En caso de almacenar productos inflamables debe aumentarse la seguridad del frigorífico, no teniendo instalación eléctrica en su interior.
- Debe controlarse la temperatura máxima y mínima del frigorífico, por si se produce un recalentamiento de los productos químicos por fallos en la corriente eléctrica.
- Los envases deben encontrarse bien cerrados, en caso de no poder ser, deberá de contar con ventilación forzada.
- No se almacenarán comida, bebida o muestras con agentes biológicos en frigoríficos destinados al almacenamiento de productos químicos.

En la Figura 3.10 puede observarse un ejemplo de frigorífico de laboratorio. Este en concreto es de la marca Hera Scientific Life Science.



Figura 3.10- Frigorífico apto para el almacenamiento de productos químicos.

CAPÍTULO 4:

ORGANIZACIÓN E INSTALACIONES DEL LABORATORIO OBJETO DE ESTUDIO.

En este capítulo se analiza cómo estaba organizado y distribuido el laboratorio objeto de estudio en el comienzo, así como el lugar donde está ubicado.



CAPÍTULO 4. ORGANIZACIÓN E INSTALACIONES DEL LABORATORIO OBJETO DE ESTUDIO.

4.1- EMPLAZAMIENTO DEL LABORATORIO.

El objeto de estudio se trata del Laboratorio de Química Orgánica de la Escuela de Ingenieros Industriales (EII), Sede Paseo del Cauce de la Universidad de Valladolid. Localizado en el Paseo del Cauce, 59, 47011 Valladolid, España. En las Figuras 4.1 a 4.3 se muestra el emplazamiento con respecto al territorio nacional, con respecto a la ciudad de Valladolid y respecto a la zona de ubicación.



Figura 4.1- Emplazamiento con respecto al territorio nacional.



CAPÍTULO 4

Organización e instalaciones del laboratorio objeto de estudio

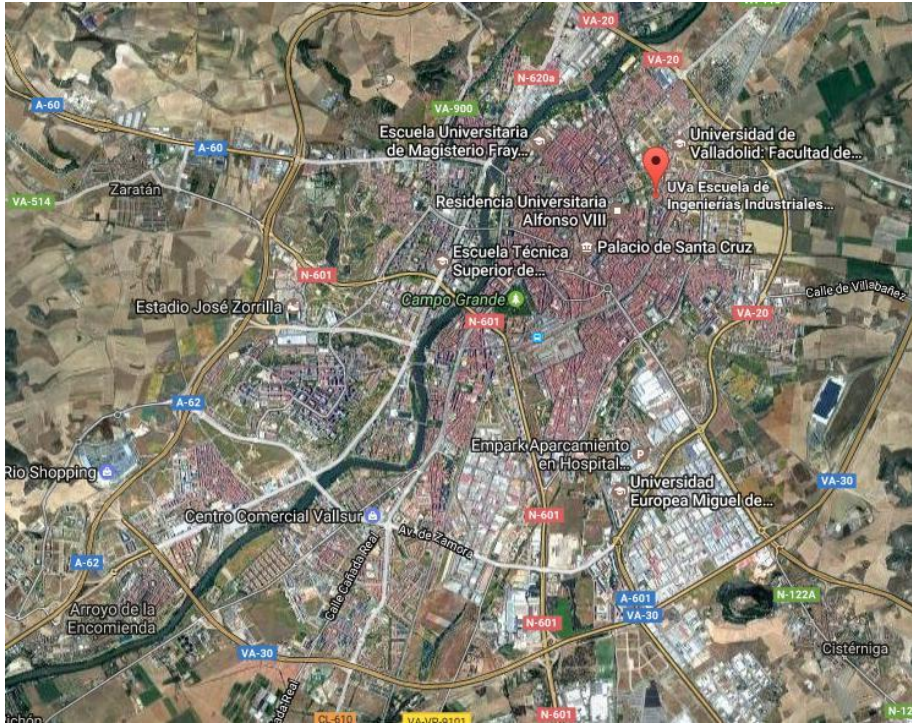


Figura 4.2- Emplazamiento con respecto a la ciudad de Valladolid.

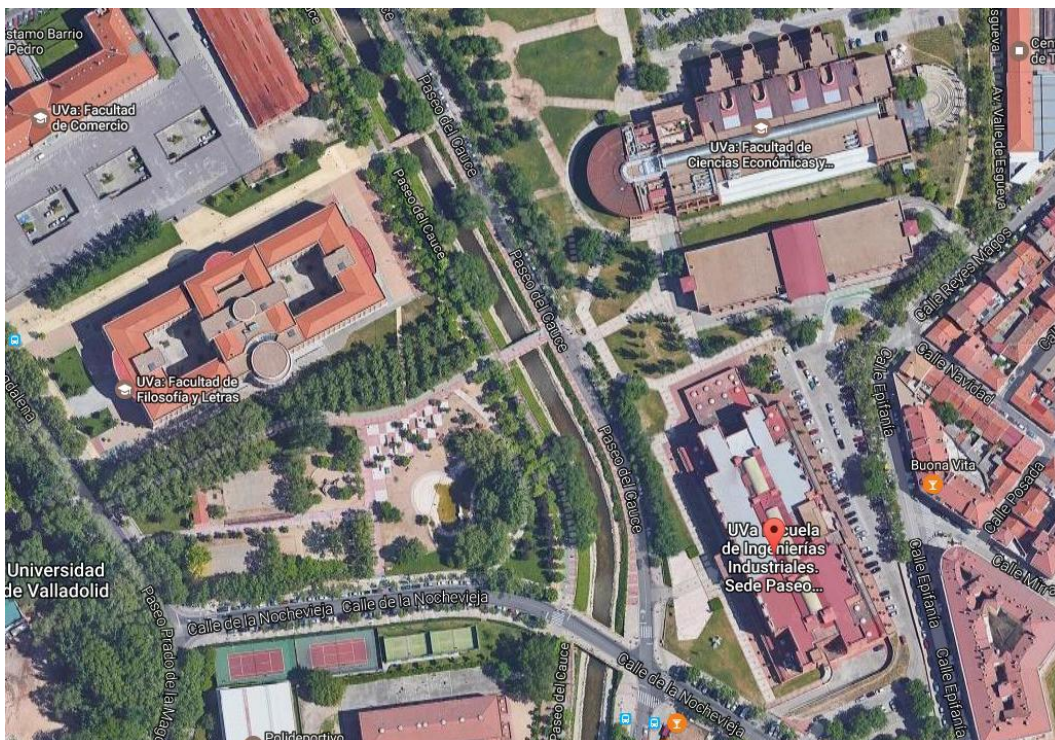


Figura 4.3- Emplazamiento de la Sede del Paseo del Cauce de la EII.



CAPÍTULO 4

Organización e instalaciones del laboratorio objeto de estudio



Con respecto a la Sede del Paseo de Cauce de la EII, se sitúa en la segunda planta (Figura 4.4).

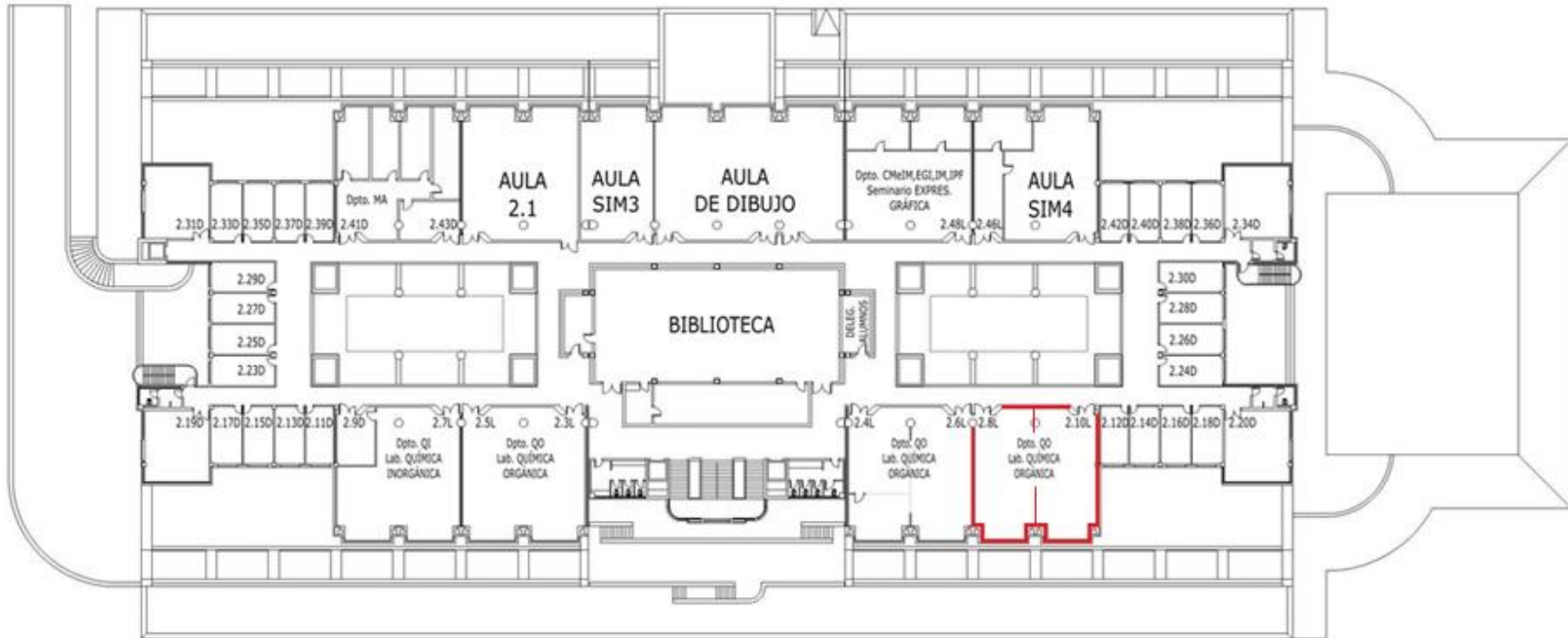


Figura 4.4- Plano de la segunda planta de la Sede Paseo del Cauce donde se ubica el objeto de estudio.



4.2- DESCRIPCIÓN DE LOS LABORATORIOS.

Los laboratorios de investigación, objeto de estudio, están obsoletos, ya que no cuentan con las medidas de seguridad apropiadas y carecen de un sistema de extracción eficaz. Los laboratorios se construyeron a la vez que el edificio, hace unos 30 años y no se han remodelado en este tiempo. Al no disponer de un lugar propio para el almacenamiento de productos químicos, estos se encuentran acumulados en el mismo laboratorio. Por ello, es fundamental hacer una clasificación de productos químicos en función de sus incompatibilidades y según sus características físico-químicas.

4.2.1- Dimensiones de los laboratorios 2.10L y 2.28L.

Los laboratorios presentan forma rectangular y están separados por un muro de media altura, por cuyo interior se encuentran los desagües y, que permite la comunicación entre ambos en uno de sus extremos. Cada uno de ellos tiene una puerta de acceso desde el pasillo del edificio, tal y como se muestra en la Figura 4.4 y, están conectados directamente a un laboratorio contiguo (2.26L) que contiene diferentes aparatos de análisis. La pared que comunica al exterior, tiene dos ventanas grandes que proporcionan luz natural a ambos laboratorios.

Ambos laboratorios tienen la misma forma rectangular, de modo que la suma de ambos casi forma un cuadrado con las siguientes dimensiones 13,5 metros de largo por 12,5 metros de ancho.

El plano detallado del laboratorio se encuentra en el Anexo III: *“Plano de los laboratorios objeto de estudio.”*



4.3- DISEÑO DE LOS LABORATORIOS.

Ambos laboratorios se utilizan, principalmente, para tareas de investigación del profesorado. Por ello, cuentan con un gran número de equipos y de productos químicos.

4.3.1- Descripción del mobiliario.

En cada laboratorio hay tres mesas de trabajo, cada una de las cuales tiene ubicado un lavabo con una pileta en uno de sus extremos. Las mesas contienen cajones y taquillas para almacenar otros utensilios útiles tales como guantes, tijeras, cintas adhesivas, jeringas, agujas, bolsas, etc.

El laboratorio 2.10L dispone de un armario para almacenar material de vidrio (matraces de fondo redondo, columnas para cromatografía en columna, erlenmeyers, pipetas, vasos de precipitado, embudos büchner, kitsatos y probetas entre otros), tres armarios para productos químicos, dos de ellos de seguridad y un frigorífico. Además, cuenta con una mesa de trabajo y un ordenador para realizar consultas. En el 2.28L hay dos armarios para material de vidrio, dos armarios resistentes al fuego para productos químicos inflamables y un armario para ácidos y bases. En esta parte se ubican la mayoría de los equipos existentes en el laboratorio, así como una mesa de hormigón con una balanza de precisión y dos líneas para alto vacío con sus bombas correspondientes y los bidones de disolventes orgánicos de uso diario.

4.3.2- Ventilación de los laboratorios.

Uno de los aspectos de seguridad más importantes en un laboratorio químico orgánico es la ventilación. Los laboratorios deberían disponer de un sistema de ventilación independiente y exclusivo del laboratorio para evitar la propagación de un incendio y la dispersión de los contaminantes a otras dependencias. El sistema de ventilación actual extrae aproximadamente unos 370 m³/hora, valor muy alejado de los 1300 m³/hora que se requieren, como mínimo, para trabajar con sustancias altamente contaminantes. O lo que es lo mismo, sólo dispone de un 28,5% de la ventilación que debería tener. Como consecuencia, los contaminantes almacenados se distribuyen de forma homogénea por los laboratorios y, este hecho, afecta a las vías respiratorias del personal que trabaja allí.



En lo que se refiere a campanas extractoras, el laboratorio 2.10L dispone de una campana y en el 2.28L hay dos campanas extractoras. Es importante resaltar, que las tres campanas extractoras están completamente obsoletas, carecen de filtros y son completamente ineficaces para trabajar con productos orgánicos.

CAPÍTULO 5:

REGISTRO Y CLASIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS ALMACENADOS EN EL LABORATORIO OBJETO DE ESTUDIO.

En este capítulo se analiza cómo se ha llevado a cabo el registro de los productos almacenados, los criterios de clasificación elegidos para su almacenamiento seguro, su ubicación en el laboratorio, la normativa que hay acerca de ellos y, lo más importante, cómo podemos distinguirlos a través de su etiquetado.



CAPÍTULO 5. REGISTRO Y CLASIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS ALMACENADOS EN LOS LABORATORIOS OBJETO DE ESTUDIO.

5.1- REGISTRO DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS.

En los laboratorios existía un registro inicial, realizado entre los años 1985-1990, escrito a mano en tarjetas individuales. Posteriormente, a partir del año 2002 se creó un Excel con los productos que fueron adquiridos a partir de esa fecha. Este último registro se recoge en el Anexo IV: “Registro anterior al objeto de estudio”. Por lo tanto, la primera medida llevada a cabo fue la creación de un registro total de los productos químicos existentes en el laboratorio en formato Excel.

En el nuevo registro de productos químicos se han anotado todos los datos facilitados en la etiqueta por el fabricante, así como su ubicación y la cantidad respecto al total existente en ese momento. Además, se ha asociado una numeración automática a cada producto químico desde el 1 hasta el 813 según se fueron registrando. Los datos que se han registrado para cada sustancia se muestran en la Tabla 5.1.

Ubicación actual	Nº
Lugar de almacenamiento	Nº FDS
Nombre en inglés	Nombre en español
Abreviatura	Características de peligrosidad
Nº CAS	Nº CE
Tipo de envase	Estado físico
Cantidad total	Cantidad aproximada actual
Fabricante	Fecha de expiración
Observaciones	Frase R
Frase S	Frase H
Frase P	Información Suplementaria EU

Tabla 5.1- Datos recogidos en el Inventario del Excel.

La ubicación actual y el número correspondiente a la Ficha de Datos de Seguridad (FDS) no fueron rellenados en esta ocasión. Esta información se realizó posteriormente.



Los productos químicos se encontraban almacenados en diferentes armarios y ubicaciones tales como en las mesas de trabajo, en estanterías, taquillas inferiores de las mesas de laboratorio, en las campanas extractoras y en desecadores. Por ello, el registro se realizó de forma organizada, empezando y acabando una localización antes de comenzar con la siguiente. En el caso de los armarios, el orden elegido fue empezar siempre por la balda superior hacia la inferior, de derecha a izquierda manteniendo las columnas, cajas o agrupaciones existentes y del exterior hacia el interior del armario.

Las abreviaturas que se han usado con respecto a la localización en el laboratorio, las características de peligrosidad de los productos químicos, su estado físico y el tipo de envase se muestran en la Tablas 5.2 a 5.5.

Ubicación	Asignación
Armario de madera	1
Armario de seguridad 1	2
Armario de seguridad 2	3
Frigorífico 1	F1
Frigorífico 2	F2
Armario de Inflamables 1	4
Armario de Inflamables 2	5
Armario de Ácidos/Bases	6
Campana extractora	C.E.
Cajones	CAJÓN
Mesas	M

Tabla 5.2- Abreviaturas utilizadas con respecto al lugar de almacenamiento en el laboratorio.

Características de peligrosidad		
Tipo	Abreviatura	Referencia de pictograma
Explosivo	E	GHS01
Comburente	O	GHS03
Inflamable	F	GHS02
Altamente inflamable	F+	GHS02
Tóxico	T	GHS06
Altamente tóxico	T+	GHS06
Corrosivo	C	GHS05
Irritante o nocivo	X	GHS07
Peligroso para la salud	X*	GHS08
Peligroso para el medio ambiente	N	GHS09

Tabla 5.3- Abreviaturas utilizadas con respecto a las características de peligrosidad de los productos químicos.



Estado físico	
Sólido	S
Líquido	L
Gas	G

Tabla 5.4- Abreviaturas utilizadas con respecto al estado físico.

Tipo de envase	
Plástico	P
Cristal	C
Envase de seguridad	S

Tabla 5.5- Abreviaturas utilizadas con respecto al tipo de envase.

Los productos almacenados en los armarios estaban organizados y clasificados, en su mayoría, según fueran sales inorgánicas o productos orgánicos. Estos últimos, se encontraban agrupados por grupos funcionales (familia de compuestos) y por número de carbonos. Esta clasificación era claramente ventajosa desde el punto de investigación, puesto que da un acceso rápido a los productos que tienen reactividad similar. También facilita la búsqueda de los productos conociendo su fórmula molecular. Sin embargo, no tiene en cuenta la peligrosidad de cada uno de los productos químicos en particular, ni tampoco de manera global, al encontrarse almacenado con otros productos que pueden originar incompatibilidades. La organización inicial de los productos se resume la tabla 5.6.

Tipo de armario	Tipo de productos químicos y ordenación
Armario de madera	Sustancias inorgánicas, azúcares y algunas sales orgánicas.
Armarios de seguridad 1 y 2	Compuestos orgánicos clasificados por grupos funcionales y por número de carbonos.
Armario de productos inflamables 1	Exclusivamente productos orgánicos inflamables en estado líquido.
Armario de productos inflamables 2	Sin usar, desmontado y vacío
Armario de ácidos y bases	Ácidos y bases, claramente separados.
Frigorífico 1	Productos orgánicos comerciales clasificados por número de carbonos y familias de compuestos.
Frigorífico 2	Compuestos orgánicos comerciales y de síntesis ordenados por afinidad química.
Otras ubicaciones	Disolventes de uso diario en las mesas de trabajo y en las taquillas. Hay, además, dos desecadores con productos que deben permanecer en ausencia de humedad.

Tabla 5.6- Tipos de productos químicos almacenados en los armarios.



5.2- OBTENCIÓN DE FICHAS DE DATOS DE SEGURIDAD (FDS).

Las Fichas de Datos de Seguridad estaban localizadas en varias carpetas en el laboratorio, pero no estaban actualizadas. Por este motivo, se optó por buscar las FDS de todos los productos químicos existentes en el laboratorio.

La actualización se llevó a cabo una vez acabado el inventario de productos químicos. A partir de ella, se obtuvieron todos los parámetros complementarios del Excel, comentados en el apartado anterior en la Tabla 5.1.

Aunque hay muchas bases de datos posibles para consultar y descargar las FDS, decidimos seleccionar las proporcionadas por la base de datos de la casa comercial Sigma-Aldrich. Esta decisión está justificada por ser una de las marcas comerciales más grandes del mundo, con 100.000 productos químicos diferentes y el 43% de las ventas en Europa.

Una vez descargadas todas las FDS de los productos químicos del laboratorio, se completó la base de datos de los productos químicos.

Debido al elevado número de sustancias químicas almacenadas en el laboratorio, unos 813 productos diferentes y, a que cada uno de ellos, tiene su FDS particular se decidió no dejarlas impresas en el laboratorio, sino, crear un archivo en el ordenador del laboratorio para que así estén a disposición de todo el personal autorizado. Para ello, se ordenaron por carpetas según el armario y con la ayuda del número de FDS se encuentran con rapidez.



5.3- REPOSICIÓN DE ETIQUETAS ILEGIBLES O DESACTUALIZADAS.

En muchos de los productos almacenados en el laboratorio, debido a su antigüedad, sólo constaba el nombre del producto químico y la marca comercial a la que pertenecía y, en otros los pictogramas de seguridad correspondían a la normativa antigua. Por ello, se estableció una reposición de etiquetas en los productos no actualizados y en aquellos que eran ilegibles. Para llevarlo a cabo, se procedió a la impresión en formato pegatina de todos los pictogramas de seguridad actualizados y se colocaron en los productos correspondientes. Se han utilizado dos tamaños, en 15x15 mm y en 20x20 mm, en función del tamaño del envase. El resultado, puede observarse en la siguiente Figura 5.1.

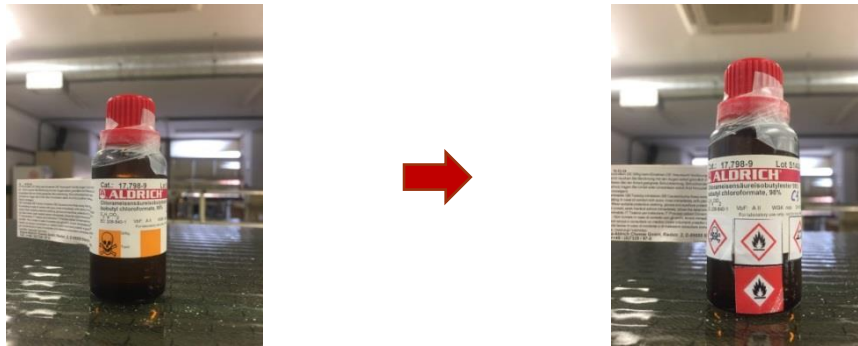


Figura5. 1- Actualización del etiquetado en los productos químicos.



5.4- REGISTRO COMPLETO DEL LABORATORIO.

Una vez descrito como se ha realizado el inventario de los productos químicos del laboratorio, paso a indicar que productos fueron encontrados en cada localización.

5.4.1- Registro del armario 1.

Este armario es de madera y carece de ventilación. En él había almacenados un total de 149 productos, fundamentalmente sustancias inorgánicas, azúcares y algunas sales orgánicas. En la Figura 5.2 se observa como estaban organizados los productos químicos en el armario 1.



Figura 5.2- Armario 1, parte superior acristalada y taquilla inferior en el momento del registro.

En la organización inicial no se había considerado la diferente peligrosidad de los compuestos químicos y, como consecuencia, se habían almacenado conjuntamente productos incompatibles, tal y como se muestra en el Figura 5.3.



Figura 5.3- Peligrosidad de los compuestos almacenados en el armario 1 en tanto por ciento.

El registro completo de los productos ubicados en este armario, queda reflejado en el Anexo V, apartado "1.- Registro del armario 1".

5.4.2- Registro de los armarios 2 y 3.

Los armarios 2 y 3 son de seguridad y disponen de cerradura. Ambos disponen de ventilación y son aptos para almacenar productos inflamables, tóxicos y/o corrosivos. Los armarios son de la marca comercial de Trionyx. En total se encontraron 360 compuestos orgánicos, clasificados por grupos funcionales y por número de carbonos, 146 en el armario 2 y 214 en el armario 3 (Figura 5.4).



Armario 2



Armario 3

Figura 5.4- Armarios 2 y 3 en el momento del registro.



Teniendo en cuenta el tipo de peligrosidad de los compuestos encontrados, se observó que en la organización inicial se habían almacenado compuestos claramente incompatibles, tal y como se refleja en las Figura 5.5 y 5.6.



Figura 5.5- Peligrosidad de los compuestos almacenados en el armario 2 en tanto por ciento.



Figura 5.6- Peligrosidad de los compuestos almacenados en el armario 3 en tanto por ciento.

El registro completo de los productos ubicados en estos armarios queda reflejado en el Anexo V, en el apartado “2.- Registro del armario 2” y “3.- Registro del armario 3”.

5.4.3- Registro del armario de productos inflamables 1.

El armario de productos inflamables es un RF90, resistente al fuego, de la marca comercial Trionyx y dispone de cerradura. En él se encontraron un total de 31 productos químicos, en su mayoría disolventes orgánicos inflamables almacenados en botellas de cristal o envases de plástico, tal y como se muestra en la Figura 5.7.



Figura 5.7- Armario de productos inflamables vista exterior e interior.

En la Figura 5.8 puede observarse como en este armario estaban colocados prácticamente todos los compuestos correspondientes al mismo tipo de peligrosidad.



Figura 5.8- Peligrosidad de los compuestos almacenados en el armario 4 en tanto por ciento.

El registro completo de los productos ubicados en este armario, queda reflejado en el Anexo V, en el apartado “4.- Registro del armario 4”.

5.4.4- Registro del armario de ácidos y bases.

El armario de ácidos y bases es de madera y dispone de cerradura. En su interior tiene unas bandejas de plástico para recoger posibles derrames y dispone de una zona para ácidos y otra para bases, como puede observarse en la Figura 5.9.



Figura 5.9- Armario de productos de ácidos y bases.



En la Figura 5.10 puede observarse la peligrosidad dominante de los productos almacenados dentro de él, en total se encontraban 10 productos.

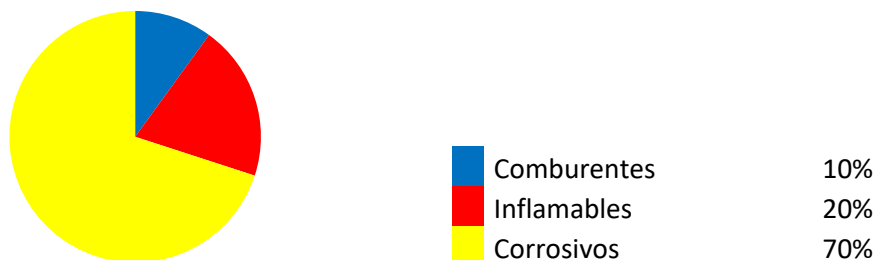


Figura 5.10- Peligrosidad de los compuestos almacenados en el armario 6 en tanto por ciento.

El registro completo de los productos ubicados en este armario, queda reflejado en el Anexo V, en el apartado “5.- Registro del armario 6”.

5.4.5- Registro de los frigoríficos 1 y 2.

Ambos frigoríficos son de uso doméstico, así que la primera medida que se llevó a cabo fue quitar la bombilla del interior. El frigorífico 1 es de la marca comercial LG y contenía 165 productos químicos comerciales y de síntesis. Por lo que, la segunda medida tomada, fue la separación de los productos sintéticos de los productos comerciales, puesto que se desconocía la reactividad de los primeros. El frigorífico 2, de la marca comercial Liebherr, tenía sólo 19 compuestos. En la Figura 5.11 puede verse la organización inicial de ambos frigoríficos.



Figura 5.11- Frigoríficos 1 y 2 con la parte superior abierta.



En las Figuras 5.12 y 5.13 se representa el porcentaje de productos almacenados, en ambos frigoríficos, según su peligrosidad, lo que muestra que en la organización inicial no se habían considerado las incompatibilidades entre productos químicos.



Figura 5.12- Peligrosidad de los compuestos almacenados en el frigorífico 1 en tanto por ciento.

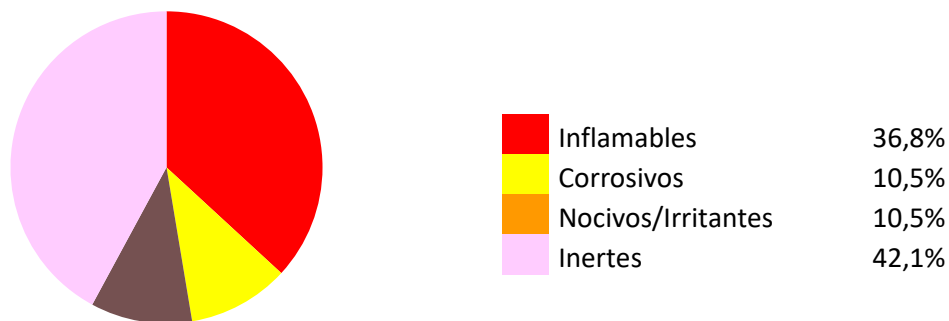


Figura 5.13- - Peligrosidad de los compuestos almacenados en el frigorífico 2 en tanto por ciento.

El registro completo de estos productos queda reflejado en el Anexo V, en los apartados “6.- Registro del frigorífico 1” y “7.- Registro del frigorífico 2”.

5.4.6- Registro de productos químicos en otras ubicaciones.

Al no disponer de almacén propio, los disolventes de uso diario, envasados en botellas de vidrio de 1L, se encontraban en los estantes superiores de las mesas de trabajo. Lo mismo ocurre con los bidones metálicos de disolventes de 25 L, suministrados por el fabricante, que estaban ubicados en los huecos existentes en la parte inferior de las mesas (Figura 5.14).



CAPÍTULO 5

Registro y clasificación de los productos químicos almacenados en el laboratorio objeto de estudio



Figura 5.14- Productos registrados en varias mesas y debajo de ellas.

En la Figura 5.15 puede observarse de forma simplificada la peligrosidad dominante de estos productos.

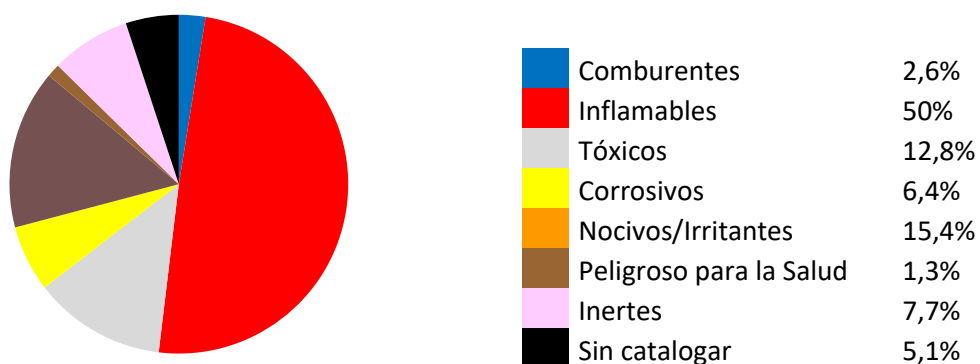


Figura 5.15- Peligrosidad de los compuestos almacenados en estanterías superiores y en la parte inferior de las mesas de trabajo.

El registro completo de estos productos se encuentra en el Anexo V, en el apartado "8.- Registro de otras ubicaciones".



5.5- REGISTRO DE PRODUCTOS CADUCADOS O EN MAL ESTADO.

Tras el registro, se detectaron 66 productos caducados. A continuación, se informó al responsable del laboratorio y se decidió que productos debían retirarse y cuales podían conservarse. En total se retiraron 9 productos químicos caducados y 54 productos en mal estado. Para realizar esta selección se hizo un reconocimiento visual de todos los productos y se tuvieron en cuenta las indicaciones de las FDS de cada producto químico.

El registro de los productos retirados puede observarse en el Anexo V, en el apartado “9.- Registro de productos químicos retirados”.



5.6- CLASIFICACIÓN Y AGRUPACIÓN DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS EN EL LABORATORIO.

Una vez realizado el registro y completado el Excel, se inició la clasificación de todos ellos. La clasificación elegida fue en función de los grupos de peligrosidad, teniendo en cuenta sus incompatibilidades en cuanto a dichos grupos y en función de cada producto químico en particular.

Para ello se eligió el criterio de severidad indicado en el “NTP 725: Seguridad en el laboratorio: almacenamiento de productos químicos” del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Para que dicho criterio fuera visual, se decidió indicarlo con una pegatina de color de 15x15 mm. Por lo tanto, a cada producto químico se le asignó la pegatina del color correspondiente a la mayor severidad que tenga. Los colores asignados se mostrados en la Tabla 5.7. En el caso de los productos inertes, no se puso ninguna pegatina.


Característica de peligrosidad		
Severidad	Tipo	Referencia de pictograma
1°	Explosivo	GHS01 
2°	Comburente	GHS03 
3°	Inflamable	GHS02 
4°	Tóxico	GHS06 
5°	Corrosivo	GHS05 
6°	Irritante o nocivo	GHS07 
7°	Peligroso para la salud	GHS08 
8°	Peligroso para el medio ambiente	GHS09 
9°	Inertes	

Tabla 5.7- Criterios para establecer la severidad en caso de accidente.

CAPÍTULO 6:

ALMACENAMIENTO DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS REGISTRADOS.

En este capítulo se describen los criterios seleccionados para el almacenamiento seguro de los productos químicos existentes en los laboratorios de Departamento de Química Orgánica. También se aporta la base de datos para la consulta de dichos productos y se comenta donde están ubicados cada uno de ellos.



CAPÍTULO 6. ALMACENAMIENTO DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS REGISTRADOS.

6.1- ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS EN EL LABORATORIO.

Una vez realizado el registro de todos los productos químico y su clasificación, con la asignación de colores, en función de su peligrosidad, se comenzó con el almacenamiento seguro de los mismos.

En la base de datos, se ha incluido el lugar de almacenamiento de cada producto químico. Con objeto de facilitar su localización se han seguido los siguientes criterios:

- Se ha asociado un número a cada armario y a cada frigorífico y se han colocado las correspondientes etiquetas identificativas en cada uno de ellos.
- Las baldas de armarios y frigoríficos se han etiquetado como “A, B, C, D y E” comenzando por la balda superior.
- Cada balda se ha dividido en columnas, a cada una de las cuales se le ha asignado un número (1, 2, 3, 4 y así sucesivamente) comenzando de izquierda a derecha.
- A cada etiqueta identificativa de balda y columna se le ha asignado un color. Este color está asociado al grupo de peligrosidad mayor de los compuestos colocados. De esta manera, se visualiza rápidamente la peligrosidad de los productos almacenados en cada estante. Cuando se almacenen varias peligrosidades juntas, se pondrá de color blanco.

Así, si en la base de datos buscamos, por ejemplo, el ácido *trans*-cinámico, encontraríamos que está ubicado en 2-D4, lo que significa que está en el armario 2, en la balda D y, dentro de esta balda, en la columna 4.

Teniendo en cuenta estos criterios, la distribución de los productos químicos en los armarios fue la siguiente:

6.1.1- Armario 1.

En el armario 1, como es de madera contrachapada, sólo se pueden almacenar productos inertes puesto que no cumple con las medidas de seguridad exigidas para el resto de peligrosidades.

La distribución realizada se muestra en la Figura 6.1.



Figura 6.1- Distribución del armario 1.

Para ver con mayor detalle los productos almacenados en este armario, consultar Anexo VI, el apartado “1.- Armario 1”.

6.1.2- Armarios 2 y 3.

En estos armarios de seguridad se decidió almacenar los siguientes grupos de peligrosidades:

- *Armario 2*: Compuestos tóxicos en las baldas A y B. Compuestos irritantes y nocivos en las baldas C, D y E, también en la E, se almacenaron peligrosos para el medio ambiente y peligrosos para la salud humana. Estas peligrosidades pueden almacenarse conjuntamente siempre que no se diga lo contrario en las FDS. Además, se colocaron separados en baldas diferentes.
- *Armario 3*: Compuestos corrosivos, irritantes, nocivos y comburentes. Estos productos pueden almacenarse conjuntamente siempre y cuando queden separados los productos corrosivos (baldas A y B) de los comburentes (balda D). Para ello se colocaron los compuestos irritantes y nocivos entre ambos (balda C).

La distribución de ambos armarios queda reflejada en la Figura 6.2.



Armario 2

Armario 3

Figura 6.2- Distribución de los armarios 2 y 3 respectivamente.

Para ver con mayor detalle los productos almacenados en estos armarios, consultar Anexo VI, los apartados “2.- Armario 2” y “3.- Armario 3”.

6.1.3- Armarios 4 y 5.

En estos armarios, ambos resistentes al fuego, se almacenaron todos los productos inflamables, tanto disolventes orgánicos como reactivos químicos (Figura 6.3).

En el *Armario 4* se colocaron los disolventes orgánicos contenidos en recipientes grandes, mayoritariamente botellas de cristal de 1 L y bidones de plástico de 5 L.

En el *Armario 5*, debido a su poca altura, se colocaron los recipientes pequeños, por lo general inferiores a 0,5 L.

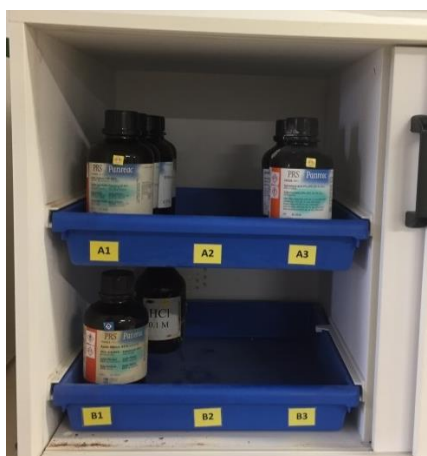
Para ver con mayor detalle los productos almacenados en estos armarios, consultar Anexo VI, los apartados “4.- Armario 4” y “5.- Armario 5”.



Figura 6.3. Distribución de los armarios 4 y 5.

6.1.4- Armario 6.

El armario de ácido y bases, armario 6, se destinó para tal fin, almacenando dichos productos de manera separada, tal y como puede comprobarse en la Figura 6.4.



Ácidos



Bases

Figura 6.4- Distribución del armario 6.

Para ver con mayor detalle los productos almacenados en este armario, consultar Anexo VI, el apartado “6.- Armario 6”.

6.1.5- Armarios frigoríficos 1 y 2.

En cuanto a los productos químicos que necesitan refrigeración, se almacenaron los productos inflamables separados de aquellos que no lo son.



Así, en el *Frigorífico 1* se han colocado todos los productos inflamables que necesitan refrigeración. En el congelador se han ubicado aquellos productos que se descomponen por encima de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. (Figura 6.5).



Cuerpo central

Puerta

Congelador

Figura 6.5. Distribución del frigorífico 1

Por otra parte, los productos inertes, irritantes, nocivos, corrosivos y tóxicos se almacenaron en el *Frigorífico 2*. En este último, los productos se separaron por incompatibilidades, estando cada tipo en una balda diferente. Los corrosivos se ubicaron en la balda A, los inertes en la balda B, los irritantes y nocivos en la balda C, los tóxicos en la balda D y los dos productos comburentes fueron ubicados en la puerta, tal y como se muestra en la Figura 6.6.

Para ver con mayor detalle los productos almacenados en estos armarios, consultar Anexo VI, los apartados “7.- *Frigorífico 1*” y “8.- *Frigorífico 2*”.

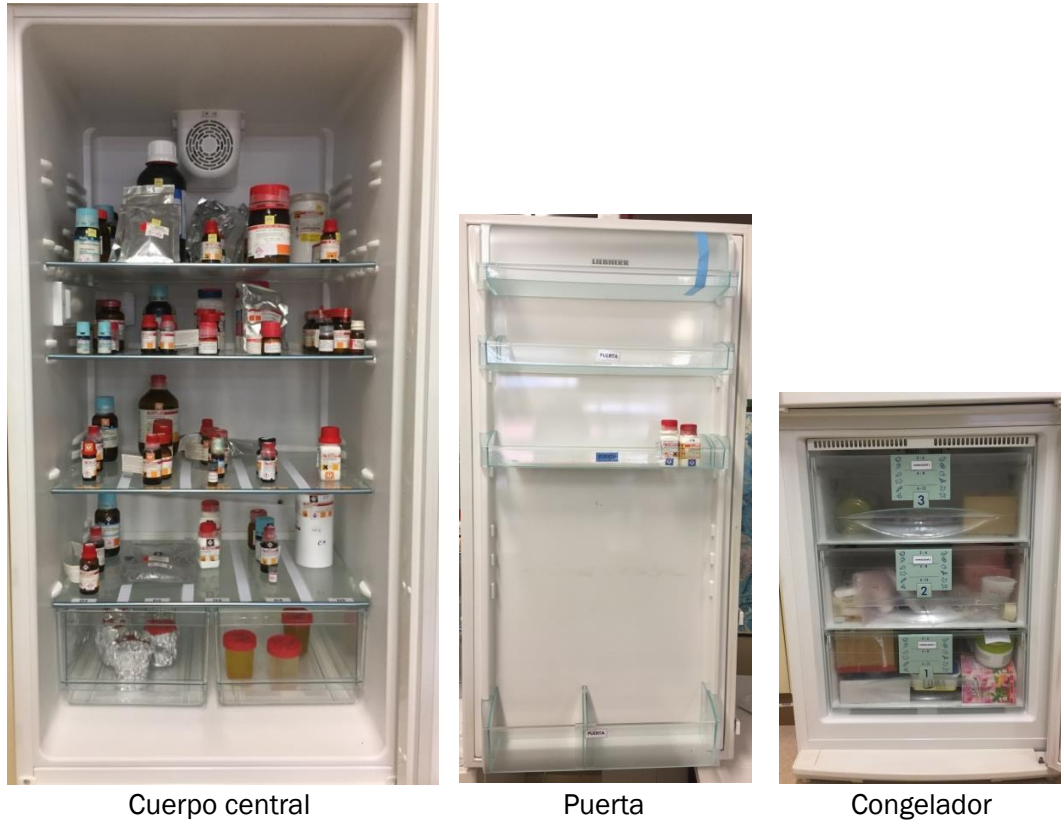


Figura 6.6- Distribución del frigorífico 2.

6.1.6- Otras ubicaciones.

En cuanto a los disolventes orgánicos ubicados en los cajones inferiores de las mesas de laboratorio, al ser botellas de 2,5 litros no se disponía de hueco suficiente en ningún armario de seguridad para inflamables para ubicarlos, por lo que se decidió mantenerlos en su sitio, como puede verse en la Figura 6.7.



Figura 6.7- Distribución de los productos químicos en otras ubicaciones.

Para ver con mayor detalle los productos almacenados en este armario, consultar Anexo VI, el apartado “9.- Otras ubicaciones”.



6.2- ELIMINACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS CADUCADOS O EN MALESTADO.

La retirada de aquellos productos que estaban caducados o en mal estado se gestionó a través de la Oficina de Calidad Ambiental y Sostenibilidad de la Universidad de Valladolid. Para que este servicio proceda a la recogida, es preceptivo rellenar una ficha por producto, en la que se indica el nombre del residuo, tipo de envase, cantidad aproximada, así como el nombre y dirección del responsable del laboratorio (Figura 6.8).

 Universidad de Valladolid		FICHA DE REGISTRO DE RESIDUOS PELIGROSOS	
Tipo de Residuo: benzaldehído			
Codificación (R.D. 833/1988):		L.E.R.: 070799	
Centro: ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES SEDE PASEO DEL CAUCE			
Departamento, Laboratorio: Química Orgánica			
Área: QUÍMICA ORGÁNICA			
Responsable: M ^a Ascensión Sanz Tejedor		Dirección: Paseo del Cauce nº 59	
Teléfono: 983184418		Correo electrónico: atejedor@eii.uva.es	
Forma de envasado: botella de vidrio de 100 ml			
Cantidad (nº de envases y su capacidad): 1 envases de 150 ml		Fecha de llenado de envases: Junio 2017	

Figura 6.8- Ficha de registro de residuos peligrosos.

Los productos se almacenaron en contenedores diferentes, teniendo en cuenta su peligrosidad, y se adjuntaron las correspondientes FDS para que los encargados de la retirada y eliminación conocieran la peligrosidad asociada a cada uno de ellos.



6.3- PELIGROSIDAD DE LOS PRODUCTOS ALMACENADOS EN LOS LABORATORIOS.

Tal y como se ha ido detallando en los apartados anteriores, hay una gran cantidad de productos químicos, de todos los grupos de peligrosidad, almacenados en los laboratorios del departamento de Química Orgánica. Tanto, que los hay de todos los grupos de peligrosidades, a excepción de explosivos. En la Figura 6.9, se muestra un gráfico comparativo teniendo en cuenta el número de productos de cada peligrosidad. En él se observa que los compuestos más abundantes son los irritantes y nocivos, seguido de los inflamables y de los corrosivos.

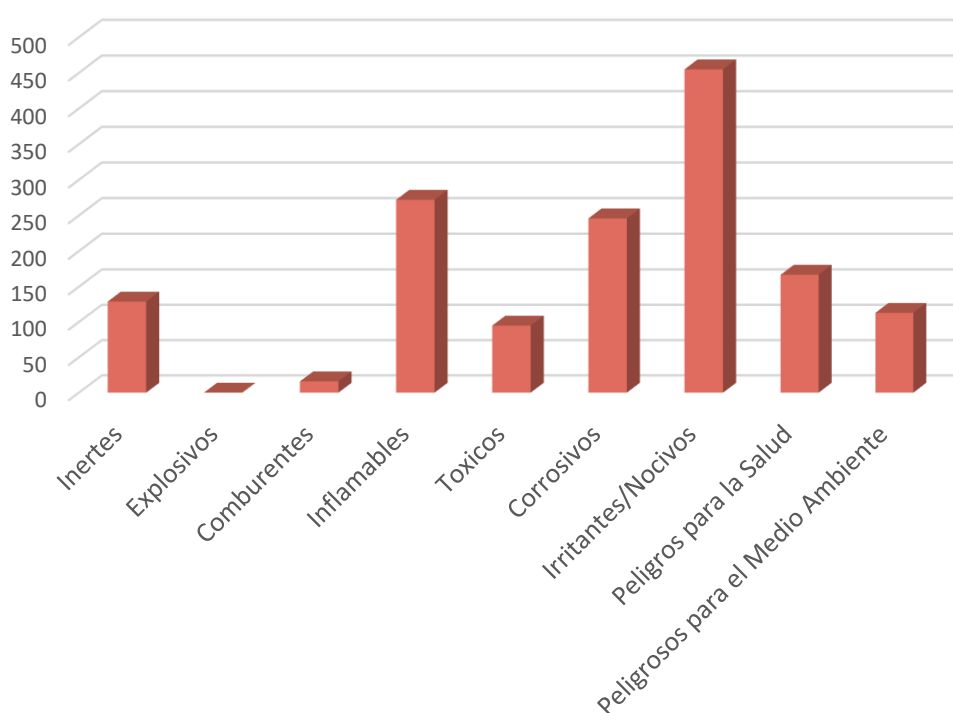


Figura 6.9- Número de productos que tienen cada tipo de peligrosidad.

Teniendo en cuenta que cada uno de los tres tipos de peligrosidad asociada a los productos químicos se subdivide, a su vez, en diferentes clases y categorías según la gravedad asociada a los mismos (clasificación de la SGA; capítulo 2) se ha llevado a cabo la correspondiente clasificación de los compuestos almacenados en el laboratorio.

En cuanto a los compuestos peligrosos por sus propiedades fisicoquímicas hay compuestos pertenecientes a 8 clases y 26 categorías tal y como se resume en la Tabla 6.1.



PELIGROS FÍSICOS			
Clases		Categorías	Cantidad de PQ
Inflamables	Líquidos	1	9
		2	142
		3	77
	Sólidos	1 y 2	20
Comburentes	Líquidos	2 y 3	3
	Sólidos	1	2
		2 y 3	10
Sustancias autorreactivas		Tipo: C, D, E, F y G	6
Sustancias pirofóricas	Líquidos y sólidos	1	12
Sustancias que experimentan calentamiento espontáneo	Sólidos	1	1
Con agua desprenden gases inflamables		1 y 2	14
		3	7
Peróxidos orgánicos		Tipo: C, D, E, F y G	3
Corrosivos para metales		1	23

Tabla 6.1- Clases y categorías asociadas a los productos químicos en función de los peligros físicos.

En función de los peligros que puedan ocasionar a la salud humana se han encontrado 9 clases y 37 categorías que quedan resumidas en la Tabla 6.2.

PELIGROSOS PARA LA SALUD HUMANA			
Clases		Categorías	Cantidad de PQ
Toxicidad aguda	Vía oral	1, 2	19
		3	84
		4	212
	Vía cutánea	1, 2	19
		3	57
		4	46
	Vía inhalación	1, 2	35
		3	77
		4	47



PELIGROSOS PARA LA SALUD HUMANA			
Clases		Categorías	Cantidad de PQ
Corrosión / Irritación en la piel		1A, 1B y 1C	178
		2	241
Lesiones oculares graves / Irritación ocular		1	63
		2	262
Sensibilizante	Respiratorio	1	7
	Cutáneo	1	57
Mutagénico		1A y 1B	5
		2	18
Carcinógeno		1A, 1B	29
		2	59
Tóxico	Para la reproducción	1A, 1B	7
		2	36
Toxicidad sistemática para el órgano diana	Exposición simple	1	16
		2	1
		3	227
	Exposición múltiple	1	25
2		53	
Por aspiración		1	28

Tabla 6.2- Cantidad de productos químicos en función de los peligros para la salud humana.

En función de los peligros que puedan ocasionar para el medio ambiente se han encontrado 1 clases y 5 categorías que quedan resumidas en la Tabla 6.1, no habiéndose encontrado ninguna sustancia peligrosa para la capa de ozono.

PELIGROSOS PARA EL MEDIO AMBIENTE			
Clases		Categorías	Cantidad de PQ
Toxicidad para el medio ambiente acuático	Aguda	1	24
		1	49
	Crónica	2	31
		3	31
		4	1

Tabla 6.3- Clases y categorías asociadas a los productos químicos en función de los peligros para el medio ambiente.

Los datos recogidos en las Tablas ponen de manifiesto que hay productos de una gran variedad de peligros físicos y medio ambientales, pero destacan



Almacenamiento de los productos químicos registrados

principalmente aquellos que afectan a la salud humana, dado que los hay de todos los tipos y categorías. Por lo tanto, en los laboratorios se están almacenando productos altamente peligrosos para la salud de las personas que trabajan habitualmente en ese ambiente.

Adicionalmente, es importante señalar que la presencia de grandes cantidades de disolventes inflamables almacenadas en estos laboratorios supone un riesgo para todo el personal de la Escuela por el peligro de incendio.

CAPÍTULO 7:

CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS.

En este capítulo se exponen las conclusiones, atendiendo a los objetivos marcados al inicio del mismo. Por último, de forma general, se exponen las líneas futuras a realizar en ambos laboratorios para mejorar sus instalaciones y reducir los posibles riesgos futuros.



CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS.

7.1- CONCLUSIONES.

Las conclusiones del presente Proyecto Fin de Grado son las siguientes:

- 1- Se ha realizado un registro de todos los productos químicos almacenados en los laboratorios estudiados.
- 2- Se han recopilado las Fichas de Datos de Seguridad de todos y cada uno de ellos.
- 3- Se ha realizado una base de datos en Excel incluyendo, nombre del producto, fórmula molecular, estado físico, número de CAS y de CE, cantidad y tipo de envase, peligros físico-químicos, para la salud humana y para el medio ambiente, indicaciones de peligro, prudencia e indicaciones suplementarias de la Unión Europea así como su ubicación actual en el laboratorio.
- 4- Se han colocado etiquetas, según los pictogramas actuales, en todos los recipientes que las tenían obsoletas o ilegibles, así como, una etiqueta de color indicando la mayor peligrosidad según un código de colores.
- 5- Se han clasificado y agrupado los productos químicos, atendiendo a su tipo de peligrosidad y respetando el orden de severidad previamente establecido. Sobre todo, se ha hecho hincapié en separar los productos inflamables de los que no lo son.
- 6- Se han almacenado los productos en los armarios de seguridad correspondientes teniendo en cuenta las restricciones de almacenamiento conjunto de los productos incompatibles.
- 7- Se han estandarizado los diferentes armarios identificando el nombre del armario, las baldas y las columnas de cada uno de ellos mediante etiquetas de color numeradas.
- 8- Se han retirado tanto los productos caducados como aquellos que estaban en mal estado.
- 9- Se han catalogado todas las posibles peligrosidades físicas, para la salud humana y para el medio ambiente de todos los productos químicos almacenados en los laboratorios.



7.2- LÍNEAS FUTURAS.

Entre las tareas que podrían realizarse para continuar con el trabajo desarrollado en este proyecto podríamos enumerar las siguientes:

- Registrar, en la base de datos, los nuevos productos que se vayan adquiriendo, almacenarlos donde corresponda según su grupo de peligrosidad y retirar los que van caducando. De esta forma, en un futuro se dispondría de un stock mínimo de ellos.
- Poner la base de datos realizada a disposición, no sólo, del personal que trabaja en estos laboratorios, sino también de otros grupos de investigación de la Universidad de Valladolid para optimizar recursos.

Teniendo en cuenta las deficiencias observadas, se recomendaría:

- Colocar una instalación de ventilación forzada que cumpliera con los mínimos exigidos por la ley, con un flujo de renovación de aire superior a 1300 m³/hora.
- La compra de, al menos, otro armario de productos inflamables, para así poder separarlos en función de su estado físico y categoría y poder cumplir la normativa de manera rigurosa.
- La retirada de los frigoríficos convencionales y la compra de dos frigoríficos aptos para el almacenamiento de productos químicos, siendo uno de ellos apto para productos químicos inflamables.

CAPÍTULO 8:

BIBLIOGRAFÍA.



CAPÍTULO 8. BIBLIOGRAFÍA.

Referencias:

- Arquer Pulgar et al (2005). Riesgo químico. Madrid: Ministerio de trabajo y asuntos sociales. Páginas de 11-42.
- Farrés i Molinero, V. (2006). Riesgos químicos y biológicos ambientales. Barcelona: Ceac.
- González y Detrell (2011). Riesgo químico. Guía básica de información y sensibilización. La Coruña: Confederación Intersindical Gallega. Páginas de 17-90 y 137-181.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2014). Almacenamiento de productos químicos. Orientaciones para la identificación de los requisitos de seguridad en el almacenamiento de productos químicos peligrosos. Madrid.
- Kogevinas, M. (2006). Cáncer Laboral en España. Exposiciones a agentes cancerígenos en el trabajo: número de cánceres y muertes por cáncer de origen laboral. Instituto de investigación de Barcelona.
- Planas et al (2014). Historical evolution of process safety and major-accident hazards prevention in Spain. Contribution of the pioneer Joaquim Casal. Journal of Loss Prevention in the Process Industries 28. Páginas 109-117.
- Rodríguez, Ravelo, Palazón y Palenzuela (2005). Técnicas de organización y seguridad en el laboratorio. Madrid: Síntesis. Páginas de 44-134.
- Universitat de les Illes Balears (2003). “Unidad 2 Contaminantes Químicos”. Prevención de Riesgos Laborales. Pág 1-6.
- Zachary Bertolaccini, E. (2014). Manual de seguridad en el almacenamiento y manipulación de productos químicos. Trabajo Fin de Mater. Universidad de Valladolid.

Notas técnicas y hojas de prevención:

- Gadea, Guardino y Rosell. Prevención del riesgo en el laboratorio. Utilización de equipos de protección individual (I): aspectos generales. Nota técnica de prevención 517. INSHT.
- Gadea, Guardino y Rosell. Prevención del riesgo en el laboratorio. Utilización de equipos de protección individual (II): gestión. Nota técnica de prevención 518. INSHT.
- García Rosell, M. Seguridad en el laboratorio: almacenamiento de productos químicos. Nota técnica de prevención 725. INSHT.
- Guardino Solá, X. (2010). Regulación UE sobre productos químicos (I). Reglamento REACH. Nota técnica de prevención 871. INSHT.



- Guardino Solá, X. (2010). Regulación UE sobre productos químicos (II). Reglamento CLP: aspectos básicos. Nota técnica de prevención 878. INSHT.
- Guardino Solá, X. (2010). Regulación UE sobre productos químicos (III). Reglamento CLP: peligros físicos. Nota técnica de prevención 880. INSHT.
- Guardino Solá, X. (2010). Regulación UE sobre productos químicos (IV). Reglamento CLP: peligros para la salud y para el medio ambiente. Nota técnica de prevención 881. INSHT.
- Guardino, Rosell, Gadea. Prevención del riesgo en el laboratorio. Organización y recomendaciones generales. Nota técnica de prevención 432. INSHT.
- Guardino, Rosell, Gadea. Prevención del riesgo en el laboratorio. Instalaciones, material de laboratorio y equipos. Nota técnica de prevención 433. INSHT.
- Novau Sisquella, J. M. Identificación de productos químicos por etiqueta. Nota técnica de prevención 5. INSHT.
- Tarín, Huici y Guardino. Clasificación y etiquetado de productos químicos: sistema mundialmente armonizado (GHS). Nota técnica de prevención 726. INSHT.

Legislación:

- Ley 8/2010, de 31 de Marzo, por la que se establece el régimen sancionador previsto en los Reglamentos (CE) relativos al registro, a la evaluación, a la autorización y a la restricción de las sustancias y mezclas químicas (REACH) y sobre su clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas (CLP) que lo modifica. BOE nº 79 01-04-2010.
- Reglamento (CE) nº1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo (REACH). Reglamento europeo relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y las mezclas químicas.
- Reglamento (CE) nº1272/2008 del parlamento Europeo y del Consejo (CLP). Reglamento europeo sobre la clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas.

Páginas web:

- Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas:
www.echa.europa.es
- IngenieríaQuímica.org (2006). Recuperado el 25 de junio de 2017, de:
<http://www.ingenieriaquimica.org/articulos/peores-desastres-industria-quimica>



Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo:
www.inhst.es

Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud, ISTAS (1996).
Recuperado el 26 de junio de 2017, de:
<http://www.istas.net/web/index.asp?idpagina=3461>

Portal Global de Información de Sustancias Químicas:
www.echemportal.org

Sigma-Aldrich:
www.sigmaaldrich.com

UNED. "Anexo II. Tabla de incompatibilidades químicas". Riesgo químico en laboratorios. Recuperado el 30 de junio de 2017, de:
http://portal.uned.es/pls/portal/docs/PAGE/UNED_MAIN/LAUNIVERSIDAD/VICERRECTORADOS/GERENCIA/RECURSOS%20HUMANOS/SALUD-LABORAL/RIESGO%20QUIMICO%20EN%20LABORATORIOS/GUIA%20TECNICA%20RIESGO%20QUIMICO/ANEXO%202.PDF

