

# EVALUACIÓN DE RIESGOS Y ANÁLISIS DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS EN LOS LABORATORIOS DOCENTES DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS

J. Cruz, F. Díaz, A. Pulido, G. Hernández, C. Quintana, J. Romero

Dpto. de Ingeniería Eléctrica.  
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria  
Campus Universitario de Tafira. 35017 Las Palmas de Gran Canaria (Islas Canarias)  
Tel.:+34 928 451967, e-mail: jcnorro@die.ulpgc.es

## Resumen

Nuestro razonamiento preventivo parte de una concepción activa, con el que nos anticipamos al daño, esto es, a un posible accidente. En base a esta filosofía, nuestro estudio parte de una investigación de los principales riesgos a los que se exponen los usuarios de los laboratorios de máquinas eléctricas.

Una vez identificados los riesgos procedemos a su evaluación, utilizando para ello, las técnicas comunes a las que incorporamos el hecho ya comentado, de la singularidad naturaleza de los usuarios de los equipos.

El siguiente paso, sin duda el más relevante es la adopción de las medidas preventivas necesarias para, si es posible, eliminar los riesgos identificados. Esta eliminación se logrará gracias a diferentes técnicas, entre las que citamos las medidas organizativas y las medidas tecnológicas. En el artículo se describen ejemplos de cada posibilidad.

Para aquellos riesgos que no puedan ser eliminados, se establecen los medios de protección, tanto colectivos como individuales, para reducir el riesgo, o la probabilidad de accidente, a un mínimo asumible. El conjunto de medidas adoptadas configurarán un catálogo de posible aplicación a situaciones similares.

## Palabras llave:

Evaluación de riesgos, prevención, seguridad laboratorios, máquinas eléctricas, seguridad alumnado.

## 1. Consideraciones generales

La naturaleza y la actividad desarrollada en los laboratorios docentes de máquinas eléctricas, coincide, en muchos casos con la práctica habitual de muchos trabajadores en sus empresas habituales, en donde se utilizan máquinas y equipos de trabajo de características similares. En consecuencia, los alumnos están expuestos a un nivel de riesgo similar a los correspondientes a los trabajadores de las empresas.

Lo anterior tendría que suponer que los alumnos de prácticas también deberían contar con el mismo nivel de protección, o aún mayor si cabe, sobre los riesgos no evitados y que, por tanto, se han debido evaluar.

Esta similitud real nos permite hacer un ejercicio teórico de analogía legal, de tal manera que a los alumnos usuarios de los laboratorios docentes de máquinas eléctricas se les aplicase la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y su desarrollo Reglamentario.

### A. Adaptación de los principios de acción preventiva

En el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales se enumeran los principios de la acción preventiva, elementos básicos que definen, de una manera clara, la filosofía a seguir a la hora de definir las políticas preventivas de las organizaciones.

Aunque estos principios están orientados al empresario, pueden ser extrapolados al ámbito que nos ocupa, esto es, a los responsables de los laboratorios docentes de máquinas eléctricas. En consecuencia, el deber general de dichos responsables, podemos enumerarlos en los siguientes principios, adaptación de los recogidos en la LPRL:

- a) Evitar los riesgos.
- b) Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
- c) Combatir los riesgos en su origen.
- d) Adaptar los trabajos prácticos a las características de los alumnos, así como los equipos y los métodos para reducir los riesgos para la salud.
- e) Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- f) Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
- g) Planificar la prevención, integrando coherentemente el método de enseñanza-aprendizaje, la organización de las prácticas, las condiciones de las tareas y la influencia de los factores ambientales en las clases.
- h) Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- i) Formación e información a los alumnos.

## 2. Factores que intervienen en los accidentes

Según datos estadísticos se observa que el 75% de los accidentes laborales tienen como causa inmediata la realización de acciones peligrosas por parte del parte del propio accidentado y un 25% tiene en su origen, la existencia de condiciones peligrosas.

En base a la analogía ya comentada, los accidentes en los laboratorios pueden ser debidos a:

- Las acciones peligrosas de los propios alumnos, que tienen como factores básicos en su origen, la falta de formación e información, de atención y de motivación; la falta de habilidades debida a su inexperiencia y escaso entrenamiento; el incumplimiento de normas de trabajo establecidas, etc.
- Las condiciones peligrosas propias de las prácticas realizadas en los laboratorios. Éstas hay que atajarlas desde otra línea de actuación, que recoja los criterios de diseño, los criterios de inspecciones, verificaciones y compra de equipos y de dotación de adecuados recursos humanos.

## 3. Evaluación de riesgos

### A. Criterios de reducción de riesgos

Para abordar el problema de las condiciones de las tareas desde el punto de vista de que éstas determinan la seguridad del alumno en las prácticas de laboratorio, se hace necesario analizar cada uno de los factores o variables que intervienen, pero teniendo en cuenta en todo momento como elemento principal al individuo en situación de trabajo. Esto significa que no es posible analizar separadamente a las personas y a las tareas, analizaremos por tanto el sistema hombre-máquina.

### B. Identificación de los riesgos presentes en los laboratorios.

Los riesgos existentes los podemos agrupar en cinco bloques:

- **Bloque I. Riesgos de seguridad:** Se analizan los riesgos derivados de máquinas, herramientas, espacios de trabajo, manipulación y transporte, electricidad, incendios, etc.
- **Bloque II. Riesgos físicos:** Hacen referencia al medio donde se realizan las tareas, a las energías que, procedentes del medio, inciden sobre el alumno (ruidos, vibraciones, iluminación, temperatura, radiaciones, etc.)
- **Bloque III. Contaminantes químicos y biológicos:** Son aquellas sustancias que tienen a corto o largo plazo un efecto nocivo debido a su exposición, así como microorganismos causantes enfermedades humanas.

- **Bloque IV. Carga de trabajo:** Hacen referencia tanto al esfuerzo físico (posturas, movimientos, etc.) como mental.
- **Bloque V. Organización del trabajo:** Se consideran aquellos factores relacionados con la tarea, el horario, el ritmo de trabajo, las relaciones humanas, etc.

De manera general y como hipótesis de trabajo, consideramos que durante las clases prácticas en los laboratorios de máquinas eléctricas se caracterizan por: (1) La duración de las clases no suele exceder de dos horas continuadas, una vez por semana. (2) Las prácticas son realizadas por grupos de trabajo, formados por alumnos y alumnas de características intelectuales y antropométricas genéricas. (3) El nivel de formación teórico y de habilidad práctica de los alumnos es en general bajo.

En función de estas características, el grado de importancia de cada uno de los bloques de riesgo queda reflejado en la Tabla I.

Tabla I. Grado de riesgo

Bloque I	Muy significativo
Bloque II	Poco significativo
Bloque III	Nada significativo
Bloque IV	Poco significativo
Bloque V	Significativo

Descartaremos del análisis de riesgos, aquellos englobados en los bloques II, III y IV por su escasa relevancia, debido, fundamentalmente, al poco tiempo de exposición que tienen los alumnos a los factores de riesgo y a la ausencia de productos químicos y biológicos.

### C. Evaluación de riesgos

#### 1) Descripción de las tareas

Fundamentalmente, las tareas que desarrollan los alumnos en las prácticas de laboratorio se centran en el uso de la máquina eléctrica, tanto estática como rotativa. Durante su desarrollo realizan con ellas distintos tipos de operaciones como ensayos característicos, maniobras de arranque, conexión de dispositivos auxiliares, etc., en las que realizan conexiones eléctricas, tanto de alimentación a la red, como a dispositivos de medida (tensión, intensidad, frecuencia, velocidad, etc.) y mecánicas (acoplamientos, medida de par, etc.)

#### 2) Riesgos de seguridad

Estos tipos de riesgos son los típicos del uso de máquinas:

- Cortes: debido a la existencia de aristas cortantes y filos en las carcasas, y también al manejo de herramientas y útiles de conexión.
- Quemaduras, debido por contacto con elementos calientes de las máquinas.

- Atrapamiento y amputaciones, debido a la presencia de elementos móviles de las máquinas.
- Electrocución, tanto por contacto directo como indirecto
- Caídas al mismo nivel, por falta de orden en el laboratorio o en la realización de la propia práctica.

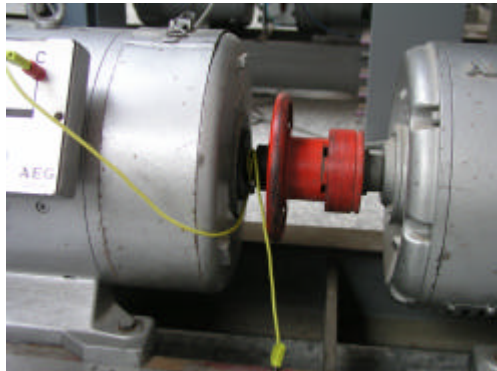


Figura 1. Máquinas eléctricas

Las medidas preventivas para cada uno de los riesgos detectados:

Medida organizativa 1: Gestión de los equipos existentes (compra, uso y mantenimiento)

Todos somos conscientes de que los equipos que encontramos en los laboratorios docentes de máquinas eléctricas pueden ser fuente de accidentes graves (electrocuciones, quemaduras, amputaciones, etc.) Es por esto que la reglamentación aplicable a las actividades profesionales, especialmente las relacionadas con las de prevención de riesgos laborales, establece una serie de obligaciones a los agentes implicados en la fabricación, comercialización y uso de estos equipos.

Lamentablemente, en la mayoría de las instalaciones que nos ocupa, nos encontramos con situaciones no deseadas como equipos sin marcado CE, debido a su antigüedad, o con marcado CE pero deficientes o nulas medidas de seguridad.

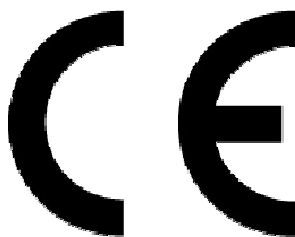


Figura 2. Marcado CE

Resulta conveniente aplicar, en nuestro ámbito, el RD 1215/97 sobre equipos de trabajo, que detalla las obligaciones de los diversos agentes intervinientes, que garanticen que las máquinas estén en adecuadas condiciones de seguridad.

En líneas generales, los requisitos que podrían aplicarse a las máquinas de los laboratorios docentes podrían ser:

- a) Las máquinas deberán contar con Marcado CE y Declaración CE de conformidad, de acuerdo

con el RD 1435/92. Este requisito es obligatorio para la venta y distribución de máquinas nuevas.

- b) Deberá existir un manual de instrucciones en castellano (o alguna de las lenguas oficiales), en el que se relacionen las medidas de protección con las que cuenta desde origen, el mantenimiento necesario, los modos de uso prohibidos, etc.
- c) En caso de tratarse de una máquina antigua, certificado de adecuación de la máquina al RD 1215/97.

Independientemente del cumplimiento de lo establecido anteriormente, es necesaria una vigilancia de las garantías de seguridad mediante adecuadas revisiones, que de manera general, se realizarán tras su instalación, periódicamente, en función de los usos y bajo la recomendación del fabricante, tras una parada prolongada y después de una transformación, accidente o cualquier otra situación que así lo aconseje.

Con el cumplimiento de lo anterior garantizamos la eliminación de la mayoría de los riesgos detectados que son imputables a la propia máquina.

Medida organizativa 2: Diseño de los laboratorios

El diseño del laboratorio, la ubicación y elección de los equipos, debe permitir la realización segura de las tareas a los alumnos.

Este diseño no sólo debe facilitar la realización segura de las prácticas (por ejemplo con el uso de equipos especialmente adaptados a las tareas de enseñanza-aprendizaje, la reducción de la distancia entre las conexiones, etc.), sino que debe permitir la permanencia y el tránsito de los individuos entre los grupos, evitando la invasión de estos lugares de paso con herramientas, equipos, cables, etc.



Figura 3. Diseño de Laboratorios

Resulta conveniente, asimismo, aunque se trate de aspectos relacionado con factores físicos, incidir en el diseño de la iluminación, que en algunos casos debe ser de tipo localizada, evitando fatigas visuales y deslumbramientos; la ventilación de los locales, que garantice la calidad del aire interior, en condiciones de temperatura y humedad adecuadas; el ruido, que afecta de forma diferente a cada individuo, puede generar molestias por lo que se debe suministrar, a quien lo necesite, protectores auditivos adecuados; y como

factores ergonómicos, el diseño de los pupitres de trabajo, que, para mejor adaptación a las características antropométricas de los alumnos, deben ser regulables en altura.

Medida tecnológica 1: Medidas de protección eléctrica

Los laboratorios deberán contar con los correspondientes elementos de protección contra contactos directos e indirectos, así como dispositivos de protección contra sobretensiones, sobrecargas y cortocircuitos. Asimismo se debe garantizar una adecuada y efectiva instalación de tierra.

Se recomienda utilizar aquellas medidas que permita la reglamentación vigente, especialmente la relacionada con la separación galvánica y el uso de sistemas de distribución con neutro aislado.

3) *Riesgos debidos a la organización de las tareas*

Debidos a factores de tipo organizativo encontramos los siguientes

- Falta de formación, debido a las características singulares de los individuos que utilizan los equipos, caracterizados por su falta de entrenamiento y su desconocimiento de muchas de las características de los equipos de trabajo
- Falta de información, debido al desconocimiento de los riesgos que entrañan los equipos y de las medidas preventivas que se deben adoptar.
- Inadecuados recursos materiales y humanos, que permitan la realización eficiente de los trabajos prácticos
- Agrupamientos deficientes, que implican los grupos de prácticas con elevado número de alumnos, con niveles de conocimientos y destrezas diferentes.

Las medidas preventivas para cada uno de los riesgos detectados:

Medida organizativa 1: Formación e información al alumnado.

Tal y como se ha comentado con anterioridad, los riesgos con los que se enfrenta el alumnado son análogos a los presentes en cualquier industria o taller con equipos de trabajo y condiciones de seguridad similares. La principal diferencia, que resulta trascendental, es que los usuarios de estos equipos van a ser individuos que presentan dos características fundamentales: falta de formación y falta de entrenamiento.

Ante la falta de información, los alumnos deben conocer, antes de comenzar las actividades prácticas, los riesgos existentes en el laboratorio. La propuesta que se recomienda es la realización de una práctica inicial, de duración conveniente, donde se describan los riesgos identificados y las medidas de protección propuestas.

Ante la falta de formación, esto es, el desconocimiento de los usos seguros de los equipos de trabajo, las medidas son:

- Que los alumnos conozcan el funcionamiento de los equipos. La documentación facilitada por el fabricante en forma de catálogo puede ser suficiente para este aspecto.
- La existencia de un reglamento interno del laboratorio del que se desprendan las conductas seguras a seguir, haciendo constar, específicamente, los procedimientos para realizar trabajos en máquinas especialmente peligrosas y las autorizaciones necesarias para estos casos.
- Realizar paneles en forma de viñetas informativas de tipo bien y mal, relacionadas con las tareas que se desarrollan en el laboratorio, en las que se puedan identificar acciones adecuadas y no adecuadas.
- Recibir una formación específica de prevención de riesgo eléctrico, incidiendo específicamente en las cinco reglas de oro.

Medida organizativa 2: Medios técnicos y humanos

Resulta imprescindible que exista una dotación adecuada de medios técnicos y humanos, especialmente estos últimos. Las prácticas de laboratorio deben estar acompañada del apropiado personal docente y de servicio, de tal manera que siempre exista al menos una persona responsable cuando se realicen tareas prácticas en el laboratorio. Al mismo tiempo, el número de alumnos en cada grupo de prácticas no debe ser excesivo, ya que podría disminuir la eficacia de las medidas preventivas adoptadas.

**4. Conclusión**

A modo de resumen, se recogen en la siguiente tabla el conjunto de medidas adoptadas para cada uno de los riesgos analizados en el presente artículo:

Tabla I. Medidas preventivas adoptadas

Riesgos de seguridad	Gestión de equipos
	Diseño de los laboratorios
	Medidas de protección eléctrica
Riesgos físicos	Diseño de la iluminación
	Diseño de instalaciones (ventilación, temperatura y humedad)
	Ruido (suministro de protección auditiva)
Riesgos debido a la carga del trabajo	Diseño ergonómico de pupitres
Riesgos debidos a la organización del trabajo	Información al alumnado (práctica cero)
	Formación al alumnado
	Reglamento del laboratorio
	Paneles informativos
	Formación riesgo eléctrico
	Medios técnicos y humanos

## Referencias

- [1] Lloyd B. Gordon, "*Electrical hazards in the high energy laboratory*". IEEE Transactions on Education, vol. 34, no. 3, agosto 1.991.
- [2] Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- [3] Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- [4] Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- [4] Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo
- [5] Arriaga A., Enrique, "*Planteamientos prácticos sobre seguridad en máquinas*". Gestión práctica de Riesgos Laborales, no. 10, noviembre 2.004.