

Uso de los dendogramas en las evaluaciones de riesgos laborales como sistema para facilitar la colaboración de las personas trabajadoras

Use of dendograms in occupational risk assessments as a System for worker collaboration

Dr. Miguel Verdeguer Cuesta ¹

Resumen

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL), el Reglamento de los Servicios de Prevención, el anteproyecto de la reforma de la LPRL y la próxima actualización de la norma ISO 45001:2027 enfatizan la colaboración de las personas trabajadoras en todo el sistema preventivo en diversas etapas. Los dendogramas como representación gráfica de las opiniones del personal fabril facilitan la toma de decisiones al mostrar el nivel del riesgo percibido por cada persona y el grado de concordancia del grupo ante determinados riesgos en los puestos de trabajo, optimizando con ello la actividad preventiva en la empresa. Al mismo tiempo, los dendogramas pueden ser un modo de identificar a trabajadores que tengan una percepción errónea de los riesgos presentes en su entorno laboral.

Palabras clave

Prevención de riesgos laborales, colaboración de las personas trabajadoras, evaluación de riesgos, procedimientos gráficos, toma de decisiones y dendogramas.

Abstract

The Law on Occupational Risk Prevention (LPRL), the Regulation of Prevention Services, the draft reform of the LPRL, and the upcoming update of ISO 45001:2027 all emphasize the collaboration of workers throughout the entire prevention system at various stages. Dendograms, as a graphical representation of factory workers' opinions, support decision making by showing the level of risk perceived by each individual and the degree of agreement within the group regarding specific risks in the workplace. This optimizes preventive activity in the company and it can also serve as a way to identify workers who may have an incorrect perception of the risks present in their work environment.

Keywords

Occupational risk prevention, worker collaboration, risk assessment, graphical procedures, decision making, and dendograms.

Recibido/received: 15/05/2026

Aceptado/accepted: 15/06/2026

¹ Ingeniero técnico industrial (Universitat Politècnica de València, UPV), licenciado en Psicología del Trabajo y doctor por la Universidad de Valencia, Máster en PRL (Universitat Jaume I), miembro de la Comisión de Prevención de Riesgos Laborales de COGITI Valencia.

E-mail para correspondencia: migueles572015@gmail.com.



Foto: Shutterstock.

INTRODUCCIÓN

Los métodos y sistemas gráficos se han utilizado mucho para facilitar cálculos en diversas ramas de la ingeniería. Algunos ejemplos podrían ser los cálculos de pérdida de carga en conductos en instalaciones de aire acondicionado, los diagramas de cremona en estática para cálculo de cerchas y los nomogramas para estimar la humedad relativa en función de las temperaturas seca, húmeda y velocidad del aire, entre otros.

En esta publicación se expone el uso de los dendogramas, que son unas representaciones gráficas en forma de árbol que agrupan, en este caso, a personas trabajadoras (en adelante, sujetos) en función de su similitud o distancia euclídeana con referencia a una jerarquía, prioridad o puntuación, que en el caso tratado sería la importancia u orden ante una serie de riesgos que pudieran estar presentes en el puesto de trabajo.

Los riesgos serían identificados inicialmente por un técnico superior de prevención, y correspondería a los sujetos establecer un orden, escalamiento o prioridad, enumerando los riesgos

de mayor a menor gravedad teniendo en cuenta la gravedad de las lesiones ante la posibilidad de la ocurrencia de un accidente.

Observación: es muy frecuente confundir los términos peligro y riesgo, coloquialmente se usa uno u otro, el peligro es la fuente que puede causar el accidente y el riesgo la combinación entre la probabilidad de que ocurra el accidente y su gravedad. Se suele decir que los peligros se identifican y los riesgos se evalúan. En los ejemplos que se citan se engloban los diversos peligros en un aspecto más amplio reseñándolos como riesgos. Así, todos los peligros de tipo mecánico se definirán como riesgos mecánicos, cualquier defecto eléctrico se considerará riesgo eléctrico, etc. Sin embargo, en el ejemplo expuesto se considerarán cinco tipos de riesgo, sin definirlos concretamente, pues no es necesario.

El método propuesto sigue y observa las indicaciones contempladas en la LPRL en su artículo 18: Información, Consulta y Participación de los Trabajadores, en el que se indica que el empresario deberá consultar a los trabajadores y permitir su participa-

ción, algo similar lo encontramos en el artículo 33 de la misma ley, Consulta de los Trabajadores, en el que, además, se hace referencia a la consulta con una antelación a la adopción de las medidas preventivas que adoptar. También el artículo 34, Derechos de Participación y Representación, insiste en la misma línea con la participación de los trabajadores en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

Asimismo, se pueden encontrar referencias similares a la consulta de los trabajadores en normativas muy conocidas como en el Reglamento de los Servicios de Prevención RD 39/1997. En su capítulo II, sección Evaluación de riesgos, se incide en ello y referencias similares se pueden localizar en otras normativas muy conocidas como en el RD 1215/1997, Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la Utilización por los Trabajadores de los Equipos de Trabajo, en el cual en su artículo 6 se incluye la consulta y participación de las personas trabajadoras y, por último, en el anteproyecto de la reforma de la LPRL de 16/3/2026 en su artículo 33 se encuentra también la

referida consulta de los riesgos a las personas trabajadoras.

MÉTODO

La metodología a emplear consiste inicialmente en elaborar una lista con todos los puestos de trabajo existentes en la empresa que necesiten ser evaluados. El paso siguiente requiere disponer de la evaluación de riesgos, que puede ser la inicial, realizada por un técnico competente que, según el RD 39/1997 en función de sus características, puede ser llevada a cabo por un técnico de nivel intermedio o superior.

Si se da la situación de que la empresa disponga de más de un especialista en prevención, es conveniente que la evaluación esté avalada por ambos, ya que el contenido de esa evaluación se tomará como punto de partida y criterio para la aplicación del método propuesto (Fig. 1).

El siguiente paso consistirá en pasar una ficha con la descripción o enumeración de los riesgos a los que pueden estar expuestos los sujetos (personas trabajadoras), así que en la ficha aparecerán los riesgos de tipo mecánico, eléctrico, higiénico, térmico, ergonómico, etc. Puede ser conveniente aportar un dibujo o una fotografía del equipo de trabajo para facilitar la identificación de los riesgos (Fig. 2).

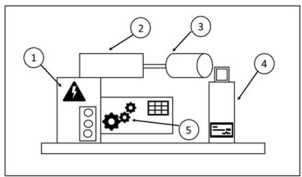
Una vez que se disponga de esas fichas en las que los sujetos habrán organizado jerárquicamente los riesgos indicados o identificados por el técnico de prevención o se hayan puntuado por nivel de riesgo, se correlacionará la clasificación u ordenamiento de cada sujeto con el escalado que haya realizado el técnico de prevención. El coeficiente de correlación que se empleará será el de Spearman (1863-1945), que permite valorar asociaciones entre rangos. Los valores pueden oscilar entre -1 y +1 (Tabla 1).

Se calculará la correlación entre todos los sujetos entre sí y con el técnico de prevención. Con ello se obtendrá una matriz de correlaciones, de tal forma que se debe suponer que los sujetos que más correlacionen de forma positiva con el técnico de prevención tienen un criterio similar y ello indicará que su percepción del riesgo y de los peligros es adecuada. Asimismo, si las correlaciones son negativas, indicará que los sujetos no perciben los riesgos de forma adecuada, con lo cual la

Empresa:
 Sección: Prevención de riesgos laborales

Ficha para valoración del Puesto de Trabajo

Nombre trabajador/a:
 Fecha:



Identificación del puesto de trabajo

Tipo de riesgo/peligro	Prioridad del riesgo
1 Riesgo eléctrico	
2 Riesgo térmico	
3 Riesgo de corte	
4 Riesgo Higiénico	
5 Riesgo mecánico	

Ordenamiento de riesgos/peligros
 1º : máximo riesgo
 5º : mínimo riesgo

Tipo de riesgo/peligro	Cuantificación del riesgo
1 Riesgo eléctrico	
2 Riesgo térmico	
3 Riesgo de corte	
4 Riesgo Higiénico	
5 Riesgo mecánico	

Cuantificación de riesgos/peligros
 10 : máximo riesgo
 1 : mínimo riesgo

Figura 1. Ficha para valorar/cuantificar los riesgos identificados.

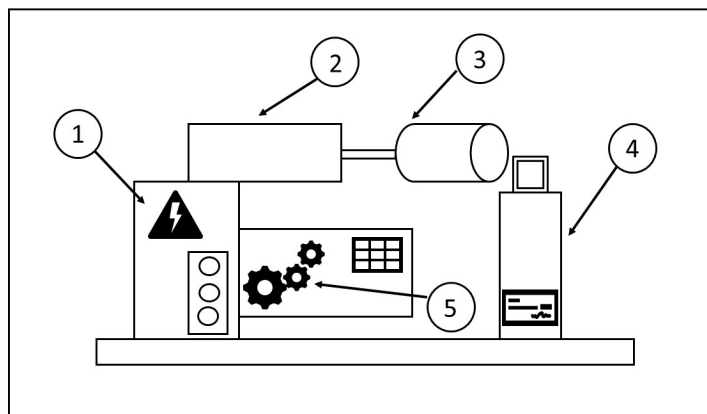


Figura 2. Equipo de trabajo con cinco riesgos identificados.

	Sujeto 1	Sujeto 2	Sujeto 3	Sujeto 4
Riesgo 1	1º	1º	2º	1º
Riesgo 2	3º	3º	1º	3º
Riesgo 3	2º	4º	3º	2º
Riesgo 4	4º	5º	4º	5º
Riesgo 5	5º	2º	5º	4º

1º: máximo riesgo 2º: riesgo alto 3º: riesgo medio 4º: riesgo bajo 5º: riesgo muy bajo

Tabla 1. Ordenación de los cinco riesgos del equipo por los cuatro sujetos

	Sujeto 1	Sujeto 2	dif (S1 – S2)	dif (S1 – S2) ²
Riesgo 1	1º	1º	0	
Riesgo 2	3º	3º	0	
Riesgo 3	2º	4º	2	4
Riesgo 4	4º	5º	1	1
Riesgo 5	5º	2º	3	9

$$R_{\text{spearman}} = 1 - \left(\frac{6 \times \text{Suma} (di)^2}{n^2 (n - 1)} \right) = 1 - \left(\frac{6 \times 14}{5(25 - 1)} \right) = 0,3$$

Tabla 2. Correlación de Spearman entre sujeto 1 y sujeto 2

	Sujeto 1	Sujeto 2	Sujeto 3	Sujeto 4
Sujeto 1	1	0,3	0,7	0,9
Sujeto 2	0,3	1	0,2	0,6
Sujeto 3	0,7	0,2	1	0,6
Sujeto 4	0,9	0,6	0,6	1

Tabla 3. Correlaciones de Spearman entre todos los sujetos por pares

probabilidad de que pueda ocurrir un accidente podría ser mayor (Tabla 2).

Trabajando con esa matriz de correlaciones se pueden observar las similitudes o asociaciones entre los sujetos. El que tenga correlaciones inferiores con sus compañeros diferirá del grupo; si correlaciona poco con el técnico de prevención, su percepción diferirá mucho con la percepción real de los riesgos (Tabla 3).

El procedimiento que hay que seguir para elaborar el dendograma será el siguiente: se dispondrá de una matriz en la que cada uno de los sujetos habrá puntuado u ordenado una serie

de riesgos en un puesto de trabajo, riesgos que el técnico de prevención de la empresa habrá identificado y escalado previamente.

Como seguramente todas las puntuaciones tendrán el mismo valor de escala, por ejemplo, de “0” a “10”, suponiendo que “10” es un riesgo muy elevado y “0” que no existe riesgo, se tendrá una tabla o matriz con las puntuaciones de los sujetos en los respectivos riesgos. Como se ha indicado, si todas las puntuaciones están en la misma escala, no hará falta tipificarlas. Ello se haría restando la puntuación de la media y dividiendo el resultado en-

tre la desviación típica, pero este paso en este caso no es necesario.

Si, en vez de puntuar los riesgos en una escala lineal y de forma cuantitativa, se refieren en un orden jerárquico de forma que se tenga, por ejemplo, cinco niveles de riesgo, se solicitaría a los sujetos que ordenaran los riesgos de mayor a menor y, posteriormente, se aplicaría el coeficiente de correlación de Spearman como anteriormente se ha indicado.

Volviendo a la matriz inicial de puntuaciones, se calcularían las distancias entre los sujetos aplicando una métrica de las varias que se utilizan y, a partir de estas medidas, se elaboraría el dendograma o gráfico que representaría el grado de similitud o distanciamiento entre los sujetos en función de la percepción de los riesgos que previamente han clasificado con sus puntuaciones.

Hay diversas métricas: la euclídeana, Manhattan, Minkowski, Jaccard, Mahalanobis, etc. En este caso, se opta por la más sencilla, la euclídiana y los clusters o grupos se unirán mediante el denominado enlace simple o single linkage. A continuación, mediante un ejemplo se verá la aplicación y la utilidad de la metodología descrita.

Evidentemente, la aplicación de este método requiere que los sujetos cuenten con un nivel de formación en prevención similar; no se puede comparar la opinión de un trabajador inexperto o con una nula formación en prevención con otro experto o que cuente con unos conocimientos previos en materia preventiva.

Por otra parte, hay que recordar que con carácter previo a la incorporación del sujeto a su puesto de trabajo, la normativa requiere que debe haber recibido la correspondiente información y formación en materia de seguridad, tanto teórica como práctica, según los artículos 18 y 19 de la LPRL. El anteproyecto de la reforma de la LPRL de 16/3/26 incide también en la importancia de esa formación teórica y práctica.

En algunas ocasiones y como complemento al coeficiente de correlación de Spearman, se puede emplear el de concordancia o de Kendall (1907-1983), que permite obtener la correlación entre todos los sujetos del grupo y, con ello, ofrecer una apreciación global del grado de similitud dentro del grupo de sujetos. Un coeficiente bajo debería

$$\text{Coeficiente W de concordancia} = 12 \times \frac{\sum (R_i - \bar{R})^2}{n (n^2 - 1)}$$

El coeficiente varía entre 0 y 1.

$$\bar{R} = (1 + 1 + 2 + \dots + 2 + 5 + 4) / 20 = 60 / 20 = 3$$

$$w = 12 \frac{(1,25 - 3)^2 + (2,5 - 3)^2 + (2,75 - 3)^2 + (4,5 - 3)^2 + (4 - 3)^2}{5(5^2 - 1)} = 0,65$$

Figura 3. Ejemplo de correlación grupal de w de Kendall.

	Sujeto 1	Sujeto 2	Sujeto 3	Sujeto 4
Riesgo 1	10	10	8	10
Riesgo 2	8	6	10	6
Riesgo 3	7	4	6	8
Riesgo 4	4	2	4	2
Riesgo 5	2	8	2	4

Tabla 4. Puntuaciones de sujetos a los riesgos (10 = riesgo máximo, 1= riesgo mínimo)

	Sujeto 1	Sujeto 2	Sujeto 3	Sujeto 4
Sujeto 1	0	7,2	3	3,6
Sujeto 2	7,2	0	8	5,6
Sujeto 3	3	8	0	5,6
Sujeto 4	3,6	5,6	5,6	0

$$\text{Distancia S1-S2} = \sqrt{(10-10)^2 + (8-6)^2 + (7-4)^2 + (4-2)^2 + (2-8)^2} = 7,2$$

Tabla 5. Distancia entre sujetos (se calcula la distancia S1-S2)

requerir una actuación por parte de la empresa (v. tabla 1 para el cálculo del coeficiente de concordancia) (Fig. 3).

EJEMPLO PARA ELABORACIÓN DEL DENDOGRAMA

Cuatro personas trabajadoras (sujetos) puntuaban cinco riesgos identificados por el técnico de prevención de la empresa. El nivel de riesgo más alto es de “10” y el riesgo mínimo se codifica con un “1”. Con las fichas cumplimentadas de cada sujeto se elabora la tabla siguiente (Tabla 4):

A continuación, y con una métrica euclídea, se estima la distancia entre todos los sujetos; las distancias se calculan entre un sujeto y otro con respecto a las puntuaciones en los riesgos (Tabla 5).

Con la matriz de distancias se obtiene el siguiente dendrograma, que es una representación gráfica de la distancia/similitud entre los sujetos (Fig. 4).

El dendograma indica que los sujetos S1 y S3 coinciden en cuanto a la puntuación de los riesgos. El siguiente sujeto es el S4, y el S2 es el que más difiere, es decir, su opinión sobre el nivel de los riesgos es distinto al de sus compañeros. Si el sujeto S1 fuera el técnico de prevención, se podría decir que el sujeto S3 tiene un criterio adecuado y correcto. Por el contrario, el sujeto S2 es el que más difiere; por ello, con esta persona se debería tener una atención especial y darle una información superior a la que tiene con objeto de que su apreciación del riesgo sea más adecuada a la realidad.

La elaboración del dendograma a partir de cuatro sujetos es laboriosa y complicada. Por ello, se recomienda utilizar algún programa estadístico o bien suministrar a ChatGPT, Gemini, Copilot u otra inteligencia artificial (IA) la tabla de distancias, bien en formato pdf, xls de Excel o bien adjuntar la tabla en formato de imagen jpg. Cualquiera de estos formatos la IA puede dibujar el dendograma con el cual se podrá identificar enseguida si algún sujeto o grupo-cluster de sujetos difiere del criterio del técnico de prevención y obrar en consecuencia.

CONCLUSIONES

Como conclusión se podría indicar que los dendogramas constituyen una buena herramienta para obtener

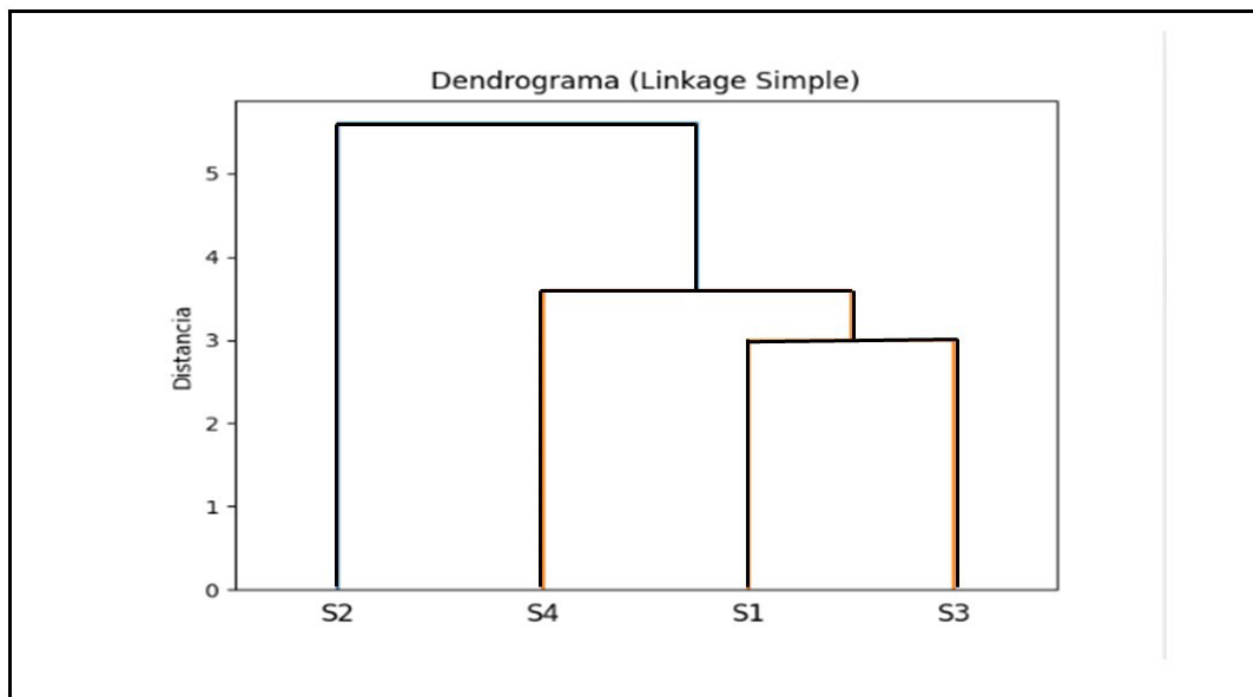


Figura 4. Dendrograma de distancias entre los sujetos.

información de la percepción de los riesgos-peligros en los puestos de trabajo, pues facilitan la colaboración de las personas trabajadoras en el sistema preventivo de la empresa. Estos procedimientos estaban reservados a disponer de paquetes estadísticos, pero actualmente las aplicaciones de la IA han puesto al alcance de cualquier persona la posibilidad de aplicar esta metodología, con lo que contribuyen de forma notable a la mejora de la gestión de la prevención en la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

Anteproyecto para la reforma de la LPRL (16/3/2025), Ministerio de Trabajo y Economía Social.
 ISO 45001: 2018:2027. Sistemas de administración/gestión en seguridad y salud ocupacional, requerimientos con guías para su uso. ISO Organización Internacional de Organización.
 Ley 31/1995. Ley de Prevención de Riesgos Laborales. BOE 10/11/1995.
 RD 39/1997. Reglamento de los

Servicios de Prevención. BOE 31/1/1997.
 Sierra Bravo, R (1997). Técnicas de investigación social. Editorial Paraninfo.
 Verdeguer Cuesta, Miguel (2025), Estadística e investigación social para técnicos de prevención. Autoedición.
 Verdeguer Cuesta, Miguel (1997). Métodos estadísticos aplicados a la prevención de los riesgos laborales. Revista Técnica Industrial, nº 225.