TECNOLOGÍA QUÍMICA
UNIVERSIDAD DE ORIENTE
Vol.46 (2026)
ISSN: 2224-6185

Evaluación de riesgos en acabado textil mediante los métodos de William Fine y *COSHH Essentials*

Risk assessment in textile finishing using William Fine method and *COSHH Essentials*

Yisel Despaigne-Auty[1] https://orcid.org/0009-0001-0689-4813
María Antonia Fernández-Labrada[1*]https://orcid.org/0000-0002-5702-7541
Irosnaidis de la Caridad Melendez-Vargas[1]https://orcid.org/0009-0001-4702-6617
Rafael Neira-Portuondo[1] https://orcid.org/ 0009-0009-6723-4243
Telvia Arias-Lafargue[1] https://orcid.org/0000-0003-2610-1451
[1]Facultad de Ingeniería Química y Agronomía, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba
*Autor de correspondencia: mariafl@uo.edu.cu

RESUMEN

La industria textil concentra múltiples peligros ocupacionales derivados de sus procesos, sustancias químicas y condiciones de trabajo. En el presente trabajo se evaluaron los riesgos laborales mediante los métodos de William Fine y *COSHH Essentials* en el área de acabado de una planta productora de tejidos planos en Santiago de Cuba. Se realizó un estudio descriptivo transversal en las zonas de blanqueo y revisión del tejido, con una población de 38 trabajadores, de los cuales se entrevistó a 30 (78,9 %) mediante muestreo no probabilístico, intencional y estratificado por zona. Se identificaron 22 peligros agrupados en siete categorías: seguridad, tecnológica, mecánica, ergonómica, física, biológica y química. El riesgo de seguridad presentó el mayor grado de peligrosidad (GP = 1500, muy alto, prioridad urgente); los riesgos mecánico, ergonómico, tecnológico y químico se clasificaron como altos (GP entre 450 y 540); el biológico como grave (GP = 270) y el físico como moderado (GP = 180). La evaluación con *COSHH Essentials* mostró que el 80 % de los reactivos analizados (hidróxido de sodio, peróxido de hidrógeno, hipoclorito de sodio y colorantes) requería un enfoque de control de nivel 3 o superior, con una situación de control deficiente en todos los casos. La integración de ambos métodos permitió priorizar los peligros de seguridad y mecánicos, así como evidenciar la necesidad crítica de implementar controles de ingeniería para el

CC BY NC

riesgo químico, superando la dependencia exclusiva de los equipos de protección personal. Los resultados deben complementarse con mediciones ambientales y microbiológicas.

Palabras clave: riesgo laboral; industria textil; método William Fine; método *COSHH Essentials*; salud ocupacional.

ABSTRACT

The textile industry presents numerous occupational hazards stemming from its processes, chemical substances, and working conditions. This study assessed occupational risks using the William Fine and COSHH Essentials methods in the finishing area of a woven fabric manufacturing plant in Santiago de Cuba. A cross-sectional descriptive study was conducted in the bleaching and fabric inspection areas, with a population of 38 workers. Thirty (78.9%) were interviewed using non-probability, purposive, and stratified sampling by area. Twenty-two hazards were identified, grouped into seven categories: safety, technological, mechanical, ergonomic, physical, biological, and chemical. Safety risks presented the highest level of hazard (GP = 1500, very high, urgent priority); mechanical, ergonomic, technological, and chemical risks were classified as high (GP between 450 and 540); biological risks as serious (GP = 270); and physical risks as moderate (GP = 180). The COSHH Essentials assessment showed that 80% of the reagents analyzed (sodium hydroxide, hydrogen peroxide, sodium hypochlorite, and dyes) required a Level 3 or higher control approach, with poor control in all cases. Integrating both methods allowed for prioritizing safety and mechanical hazards, as well as highlighting the critical need to implement engineering controls for chemical risk, moving beyond sole reliance on personal protective equipment. These results should be supplemented with environmental and microbiological measurements.

Keywords: occupational risk; textile industry; William Fine method; COSHH Essentials method; occupational health.

Recibido: 16/04/2026

Aceptado: 21/07/2026

Introducción

La industria textil ocupa un lugar relevante en la economía de los países en desarrollo; sin embargo, es un sector donde convergen múltiples peligros para la salud laboral. Las características de cada proceso, materias primas, equipos, sustancias químicas y la organización del trabajo pueden generar riesgos de

seguridad, mecánicos, físicos, químicos, ergonómicos y biológicos en un mismo espacio productivo. Cuando estas condiciones no se gestionan adecuadamente, comprometen la seguridad y la salud de los trabajadores. [1]

En Cuba, la industria textil enfrenta desafíos particulares derivados de la obsolescencia tecnológica, la escasez de recursos y la insuficiencia de planes sistemáticos de prevención. En este contexto, la principal planta de tejidos planos de la región oriental no había sido objeto de una evaluación integral de riesgos laborales, a pesar de que en sus áreas de blanqueo y revisión se manipulan sustancias químicas agresivas y existen condiciones que pueden favorecer trastornos musculoesqueléticos y accidentes. Por ello, se requieren métodos prácticos que permitan identificar y priorizar peligros, estimar su importancia y establecer prioridades de intervención sin requerir mediciones costosas.

Las metodologías de evaluación de riesgos constituyen herramientas fundamentales para identificar, valorar y controlar los riesgos inherentes a las actividades industriales, con el propósito de reducir y evitar los peligros potenciales. Dichos procedimientos orientan la adopción de decisiones acertadas respecto a la implementación de medidas de prevención. [2,3] Entre las más utilizadas se encuentran el Análisis de Árbol de Fallas, [4] el Análisis de Causa-Raíz, [5] el Análisis de Modos y Efectos de Fallo [6] y el Análisis de Riesgo Operacional. [7] No obstante, estos métodos están orientados al análisis de fallos y a la fiabilidad de sistemas, pero no a valorar la exposición del trabajador ni a jerarquizar el riesgo desde la perspectiva de la seguridad y salud ocupacional.

Por su parte, el método de William Fine es un procedimiento semicuantitativo de amplia aplicación internacional que permite calcular el grado de peligrosidad ($GP = C \times E \times P$) y jerarquizar los riesgos según su criticidad. [8] Sin embargo, no caracteriza de forma específica la exposición a agentes químicos ni selecciona los controles técnicos adecuados para cada sustancia. Para cubrir esta limitación, el método *COSHH Essentials*, desarrollado por la *Health and Safety Executive* del Reino Unido, ofrece una herramienta simplificada y validada para evaluar el riesgo por exposición inhalatoria y cutánea a agentes químicos, asignando bandas de control proporcionadas al riesgo, incluso en entornos sin mediciones ambientales sistemáticas. [9]

La integración de ambos métodos permite una valoración complementaria: William Fine aporta la priorización global y la objetividad matemática para orientar las

intervenciones, mientras que *COSHH Essentials* aporta criterios específicos para el control de la exposición química. Aunque ambas herramientas son ampliamente descritas en la literatura, su aplicación conjunta en el sector textil es poco documentada, por lo que el análisis de un caso industrial cubano constituye el principal aporte metodológico de esta investigación. [8, 9] El objetivo del estudio fue evaluar los riesgos laborales mediante la aplicación de los métodos de William Fine y *COSHH Essentials* en el área de acabado textil de la planta productora de tejidos planos de Santiago de Cuba.

Materiales y métodos

Descripción del área de estudio

El estudio se realizó en la planta productora de tejidos planos de Santiago de Cuba. A solicitud de la entidad, y para proteger información operativa y de seguridad industrial, no se declara su denominación comercial; esta reserva no afecta la reproducibilidad metodológica, pues se describen las áreas, procesos, población, actividades, agentes químicos y procedimientos de evaluación.

El área evaluada comprendió las zonas de blanqueo y de revisión del tejido terminado. En la zona de blanqueo se realizaban la preparación, dosificación y manipulación de reactivos químicos, el lavado y tratamiento del tejido, y la limpieza de equipos y superficies. En la zona de revisión se llevaban a cabo la inspección visual de la calidad del tejido, la manipulación y traslado de rollos, la eliminación de defectos, la operación de equipos y el mantenimiento básico. Estas áreas se seleccionaron por la coexistencia de peligros químicos, físicos, biológicos, ergonómicos, mecánicos y de seguridad.

La población de estudio estuvo constituida por los 38 trabajadores vinculados al área de acabado durante el período de investigación. Se entrevistó a 30 de ellos, que representan el 78,9 % del total, mediante muestreo no probabilístico por participación voluntaria y disponibilidad durante el trabajo de campo. Se incluyó intencionalmente a trabajadores de las dos zonas operativas y de los puestos principales: 14 del área de blanqueo y 16 de la zona de revisión, distribuidos en los diferentes turnos, entre operarios, inspectores de revisión y personal de mantenimiento.

Método de William Fine

El método de William Fine es un procedimiento probabilístico que permite calcular el grado de peligrosidad de cada riesgo identificado, a través de una fórmula matemática que vincula la probabilidad de ocurrencia, las consecuencias que pueden originarse en caso de ocurrencia del evento y la exposición a dicho riesgo. (8)

El grado de peligrosidad fue calculado empleando la ecuación 1:

$$GP = C \times E \times P \qquad 1$$

donde:

C: consecuencias, normalmente esperadas en caso de producirse el accidente.

E: exposición al riesgo, tiempo que el personal se encuentra expuesto al riesgo de accidente.

P: probabilidad de que el accidente se produzca cuando se está expuesto al riesgo.

Las tablas 1, 2 y 3 muestran las magnitudes para cada parámetro.

Tabla 1 - Valores a las consecuencias presentadas (8)

Magnitud de las consecuencias		Valor
Catástrofe	Puede producir numerosas muertes	100
Desastre	Puede producir varias muertes	50
Muy serio	Puede producir una muerte	25
Serio	Lesiones graves (amputaciones, parálisis, etc.)	15
Importantes	Lesiones incapacitantes	5
Leves	Pequeñas heridas	1

Tabla 2 - Valores a la exposición presentada (8)

Frecuencia de exposición		Valor
Continua al día	Muchas veces	10
Frecuente	Una vez al día	6
Ocasionalmente	Semanalmente	3
Poco usual	Mensualmente	2
Rara	Pocas veces al año	1,0
Muy rara	Anualmente	0,5

Tabla 3 - Valores de probabilidad (8)

Escala de probabilidad		Valor
Casi segura	Resultado más posible	10
Muy posible	Casi posible, probabilidad del 50%	6
Posible	Una coincidencia rara pero posible	3
Poco posible	Una coincidencia muy rara, pero ya ha sucedido	1
Remota	Extremadamente rara pero posible	0,5
Casi imposible	Nunca ha sucedido en varios años de exposición	0,1

En la tabla 4 se hace una clasificación del riesgo y se enuncian diferentes medidas que deben llevarse a cabo en caso de la ocurrencia de un riesgo. (10)

Tabla 4 - Guía calificativa de clasificación del riesgo según el Método William Fine y propuestas de actuación

Clasificación del riesgo	Grado de peligrosidad	Código de colores	Actuación frente al riesgo
Riesgo muy alto (grave)	Mayor de 400		Detención inmediata de la actividad
Riesgo alto	Entre 200 y 400		Corrección inmediata
Riesgo notable	Entre 70 y 200		Corrección necesaria urgente
Riesgo moderado	Entre 20 y 70		No es emergencia, pero debe corregirse
Riesgo aceptable	Menor de 20		Puede emitirse la corrección

En concordancia con los valores tabulados anteriormente y con un análisis previo de los principales riesgos existentes en el área de acabado, se evaluó numéricamente de acuerdo con las variables determinadas para el cálculo del grado de peligrosidad.

Método *COSHH Essentials*

Para complementar la caracterización de los riesgos químicos se aplicó *COSHH Essentials*, que proporciona orientaciones prácticas para controlar la exposición a sustancias peligrosas, a partir de la peligrosidad intrínseca del agente y de las condiciones de uso que determinan el potencial de exposición. Este clasifica el enfoque de control requerido en cuatro niveles jerárquicos, determinados a partir del grupo de peligro de la sustancia, su volatilidad o pulverulencia y la banda de cantidad manipulada: nivel 1, ventilación general; nivel 2, control de ingeniería, habitualmente mediante ventilación localizada por extracción (LEV); nivel 3, contención; y nivel 4, control especial, que implica la intervención de un especialista en higiene ocupacional. (9)

La situación de control de cada agente se valoró mediante una escala de cumplimiento normativo definida a partir de los requisitos de la NC 18001:2005 de Cuba y de las especificaciones del *COSHH Essentials*, clasificándose mediante una escala cualitativa elaborada para el estudio:

Tabla 5 - Clasificación del nivel de control de exposición química (*COSHH Essentials*)

Categoría	Criterio de clasificación
Excelente	Cumplimiento de los controles técnicos, organizativos y de protección personal requeridos para el agente químico; disponibilidad de fichas de datos de seguridad actualizadas, señalización adecuada, procedimientos de trabajo, capacitación y medidas de emergencia.
Aceptable	Existencia de controles básicos que reducen la exposición, aunque se identifican insuficiencias parciales que deben corregirse mediante acciones de mejora.
Deficiente	Los controles esenciales no garantizan el cumplimiento de las medidas técnicas, organizativas y de protección requeridas por el enfoque de control asignado. Ausencia o insuficiencia de ventilación o contención, sistemas de dosificación no cerrados, señalización inadecuada, procedimientos desactualizados o no disponibles, uso no sistemático de EPP, falta de medios de contención de derrames o deficiencias en la preparación ante emergencias.

La clasificación se realizó a partir de la observación de las condiciones de trabajo (tabla 5), la revisión de documentos disponibles (fichas de datos de seguridad (SDS) y la información asociada al SGA/GHS) y la comparación entre los controles existentes y los orientados por *COSHH Essentials* en la que prioriza que el control se realice en la fuente mediante medidas como cerramiento, extracción localizada y control del proceso; los procedimientos, capacitación y EPP complementan esos controles, pero no deben ser la única barrera frente a sustancias peligrosas. Esta valoración tuvo carácter cualitativo y no sustituyó la medición de concentraciones ambientales.

Toma de datos y trabajo de campo

La investigación se desarrolló en cuatro etapas: revisión documental, identificación de peligros, evaluación de riesgos y formulación de medidas preventivas. Inicialmente, se revisó la documentación técnica y de seguridad de la entidad (procedimientos, registros de accidentes, fichas de datos de seguridad y registros de capacitación y Equipos de Protección Personal (EPP).

Posteriormente, se realizaron recorridos de observación directa en las zonas de blanqueo y revisión durante las jornadas de trabajo, abarcando las condiciones de los puestos, el uso de EPP, la señalización, el orden y las medidas de control existentes. Asimismo, se entrevistó de forma voluntaria a 30 trabajadores para evaluar su conocimiento sobre los riesgos y emergencias, y se aplicaron listas de chequeo para verificar el almacenamiento y manipulación de sustancias. Los

resultados se presentaron de forma agregada, garantizando el anonimato de los participantes y de la entidad.

Identificación y clasificación de peligros

Los peligros se identificaron mediante la triangulación de la revisión documental, la observación directa, las entrevistas y las listas de chequeo, y se agruparon en siete categorías: seguridad, tecnológica, mecánica, ergonómica, física, biológica y química.

El riesgo de seguridad abarcó las condiciones inseguras de las instalaciones y desviaciones organizativas. Los riesgos tecnológicos y mecánicos se vincularon con fallas de proceso, equipos y la interacción con partes móviles o puntos de atrapamiento. Los riesgos ergonómicos comprendieron posturas forzadas y manipulación de cargas; los físicos, la exposición a condiciones ambientales desfavorables; y los biológicos, la presencia de aguas estancadas. Finalmente, los riesgos químicos se asociaron con la manipulación de hidróxido de sodio, hipoclorito de sodio, peróxido de hidrógeno, ácido acético, colorantes y auxiliares del proceso. El proceso metodológico integral, desde la revisión documental hasta la formulación de las medidas preventivas, se resume gráficamente en la figura 1.

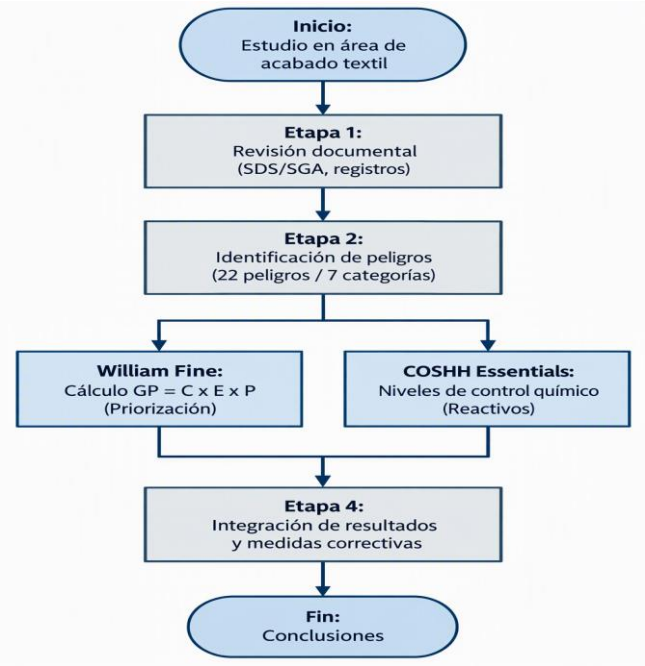


Fig. 1 - Síntesis metodológica de la evaluación de riesgos laborales en el área de acabado textil.

Resultados y discusión

Identificación de riesgos

Se identificaron 22 peligros en el área de acabado, agrupados en siete categorías de riesgo: seguridad, tecnológico, mecánico, ergonómico, físico, biológico y químico. La presencia simultánea de estos peligros confirma la complejidad de las operaciones de acabado textil, en las que pueden coexistir exposiciones a diferentes tipos de riesgos.

En el área de blanqueo predominaron los peligros asociados con la manipulación de sustancias químicas, altas temperaturas, ruido y aguas de proceso estancadas; mientras que, en el área de revisión, los peligros se centraron en la permanencia prolongada de pie, movimientos repetitivos y presencia de polvo de fibras textiles. Este hallazgo es consistente con lo señalado en la literatura, que indica que los trabajadores del sector textil pueden estar expuestos simultáneamente a peligros físicos, químicos y ergonómicos y la carga física asociada a las tareas de producción. [11]

Evaluación mediante el método de William Fine

La tabla 6 y la figura 2 muestran la jerarquización de los riesgos. El riesgo de seguridad alcanzó la clasificación de "muy alto" (GP = 1500), con prioridad urgente de intervención, asociado a deficiencias en la señalización, el orden, la limpieza, la preparación ante emergencias y el uso de equipos de protección personal.

Los riesgos mecánico (GP = 540) y ergonómico (GP = 500) se clasificaron como altos, debido a la interacción con partes móviles y a la manipulación manual de cargas, respectivamente. Los riesgos tecnológico y químico registraron un GP de 450, vinculados a fallas operativas y a la manipulación de reactivos corrosivos y oxidantes, salpicaduras, contacto dérmico y exposición a vapores o aerosoles.

El riesgo biológico obtuvo un GP de 270 (grave). Este valor se asoció principalmente con la presencia recurrente de aguas de proceso estancadas en el área de blanqueo. La consecuencia se estimó teniendo en cuenta la posibilidad de afecciones cutáneas, respiratorias o gastrointestinales vinculadas con la exposición a microorganismos; la exposición se consideró frecuente, aunque no continua durante toda la jornada, y la probabilidad se calificó como posible, al no haberse documentado enfermedades ocupacionales relacionadas durante el período de

estudio. Por ello, la interpretación de este riesgo debe complementarse en investigaciones posteriores con análisis microbiológicos.

El riesgo físico se clasificó como moderado (GP = 180), con prioridad planificada, vinculado con condiciones de ruido, temperatura, humedad e iluminación. Dado que la valoración se basó en la observación directa y no en mediciones instrumentales, este resultado debe considerarse como una priorización semicuantitativa.

Tabla 6 - Matriz de William Fine general del área de acabado de la textilera

No.	Tipo de riesgo	C	E	P	GP	Clasificación	Prioridad
1	Seguridad	25	10	6	**1500**	**Muy alto**	Urgente
2	Tecnológico	50	3	3	**450**	**Alto**	Inmediata
3	Mecánico	15	6	6	**540**	**Alto**	Inmediata
4	Ergonómico	5	10	10	**500**	Alto	Inmediata
5	Químico	50	3	3	**450**	**Alto**	Inmediata
6	Biológico	15	6	3	**270**	**Grave**	Necesaria
7	Físico	5	6	6	**180**	**Moderado**	Planificada

Nota: C = Consecuencia; E = Exposición; P = Probabilidad; GP = Grado de Peligrosidad = C × E × P.

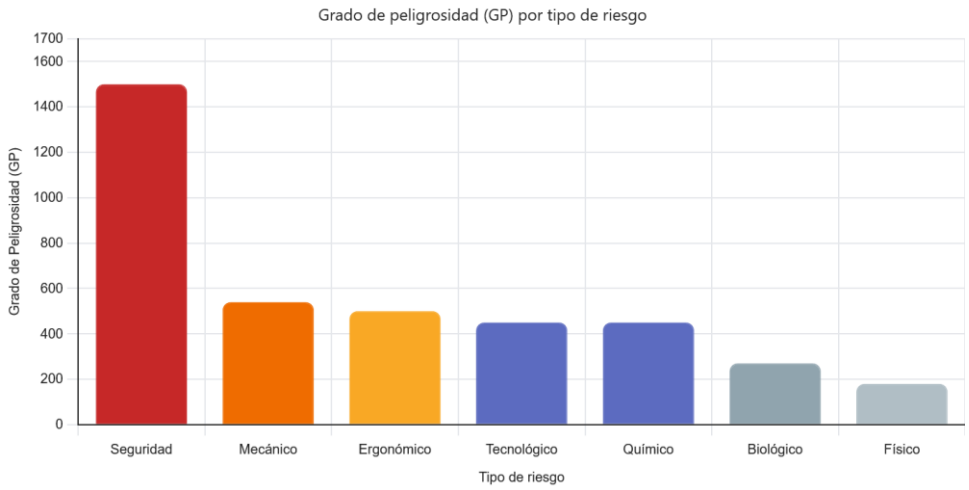


Fig. 2 - Grado de peligrosidad (GP) por tipo de riesgo en el área de acabado textil.

El análisis de los factores considerados en el método mostró la importancia del tiempo de exposición (E) en la valoración de los riesgos. En aquellos escenarios donde alcanzó su valor máximo (E = 10, exposición continua), la valoración se relacionó con la permanencia de los trabajadores en las zonas de riesgo durante la jornada laboral, concentrándose principalmente en los riesgos de seguridad y mecánico.

La tabla 7 muestra la jerarquización de los peligros identificados con un GP igual o superior a 400, los cuales constituyen las prioridades de intervención inmediata en el área de acabado**.**

Evaluación química mediante *COSHH Essentials*

La tabla 8 presenta los resultados de la aplicación del método *COSHH Essentials* a los cinco reactivos químicos principales del proceso de acabado. Según la evaluación realizada, el 80 % de los agentes evaluados (NaOH, H_2O_2, NaClO y colorantes) requirieron un enfoque de control de nivel 3 o superior. En particular, el H_2O_2, clasificado en el grupo de peligro D y con volatilidad elevada en las condiciones del proceso de blanqueo, requirió un enfoque de control de nivel 4 (control especial).

Tabla 7 - Priorización de los peligros con mayor grado de criticidad (GP ≥ 400)

No.	Peligro identificado	Área o actividad	Tipo	C	E	P	GP
1	Manipulación de reactivos corrosivos sin EPP	Blanqueo	Químico	25	10	10	**2500**
2	Dosificación y trasiego manual de reactivos sin sistema cerrado	Blanqueo	Químico	15	10	6	**900**
3	Salpicaduras durante la preparación de soluciones químicas	Blanqueo	Químico	15	10	6	**900**
4	Exposición a productos químicos durante limpieza de equipos	Blanqueo	Químico	15	10	3	**450**
5	Interacción con rodillos y partes móviles sin protección suficiente	Blanqueo y revisión	Mecánico	15	6	6	**540**
6	Manipulación manual de rollos y posturas forzadas	Revisión	Ergonómico	10	10	5	**500**
7	Movimientos repetitivos y permanencia prolongada de pie	Revisión	Ergonómico	10	10	5	**500**
8	Señalización insuficiente y deficiencias en procedimientos de seguridad	Blanqueo y revisión	Seguridad	25	10	6	**1500**
9	Deficiencias en el control de derrames y superficies húmedas	Blanqueo	Seguridad	15	10	3	**450**
10	| Posibles fallas de proceso, equipos o instalaciones	Blanqueo y revisión	Tecnológico	15	10	3	**450**

Nota: EPP = Equipos de Protección Personal.

Tabla 8 - Evaluación de reactivos químicos mediante el método *COSHH Essentials*

Reactivo químico	No. CAS	Banda de Cantidad	Volatilidad	Peligro predominante	Uso principal	Enfoque de control requerido
Hidróxido de sodio (NaOH)	1310-73-2	L (grande)	Media-Baja	C (Corrosivo) contacto dérmico y salpicaduras	Preparación y ajuste de baños	Nivel 3- Contención
Peróxido de hidrógeno (H_2O_2)	7722-84-1	L (grande)	Media-Baja	D (Tóxico/Oxidante) irritante o corrosivo según concentración	Blanqueo	Nivel 4- Control especial
Hipoclorito de sodio (NaClO)	7681-52-9	M-L (Med-Grande)	Alta	D (Tóxico/Corrosivo) posible liberación de gases peligrosos ante mezclas incompatibles	Blanqueo y desinfección	Nivel 3- Contención
Ácido acético (CH_3COOH)	64-19-7	S-M (peq-Med)	Media	C(corrosivo/Irritante) según concentración; vapores	Neutralización o ajuste de pH	Nivel 2-LEV
Colorantes (reactivos y directos)	Varios	M (Mediana)	Media	C(Sensibilizante) Contacto dérmico, aerosoles o partículas durante manipulación	Preparación de soluciones y acabado	Niveles 2-3 LEV/Contención

Nota: LEV = Local Exhaust Ventilation (ventilación local por extracción).
Grupos de peligro: C = corrosivo/nocivo moderado; D = tóxico/oxidante.
Bandas de cantidad: S = < 1 kg/turno; M = 1-10 kg/turno; L = > 10 kg/turno

La situación actual de control se clasificó como deficiente para todos los reactivos evaluados. Esta calificación respondió a insuficiencias en los controles existentes, entre ellas la ausencia o limitación de sistemas cerrados de dosificación, ventilación local por extracción (LEV), señalización específica, procedimientos actualizados, medios para la contención de derrames y EPP adecuados a la naturaleza de cada reactivo

Este hallazgo es sumamente crítico porque demuestra que, aunque el riesgo químico ocupó el quinto lugar en la jerarquización de William Fine (GP = 450), el método *COSHH Essentials* revela que las condiciones reales de manipulación no cuentan con las barreras de ingeniería necesarias. Es decir, William Fine evalúa la probabilidad de que ocurra un evento (que es baja porque no han ocurrido accidentes graves documentados), pero COSHH Essentials alerta de que, si ocurre, las consecuencias para la salud (dérmicas y respiratorias) serían graves debido a la falta de controles en la fuente.

Esto coincide con lo señalado por la Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo, [12] que advierte que en el sector textil la dependencia excesiva del uso de EPP es una práctica común pero ineficaz. La literatura es clara en que el EPP debe ser la última barrera; la jerarquía de control exige priorizar la eliminación o reducción del peligro en la fuente.

Para el área de blanqueo, esto implica la necesidad imperiosa de sustituir los sistemas de dosificación y trasiego manual por sistemas cerrados, así como la instalación o mejora de la ventilación local por extracción. El hecho de que el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) requiera un nivel 4 de control significa que su

manipulación en estas condiciones exige la intervención de un especialista en higiene ocupacional, ya que la exposición a sus vapores o aerosoles puede generar irritaciones respiratorias severas y daño ocular.

Finalmente, la integración metodológica resulta especialmente útil en instalaciones industriales donde no se dispone de mediciones ambientales sistemáticas, como ocurrió en el área evaluada. *COSHH Essentials* permite orientar las medidas de control necesarias sin necesidad de costosos monitoreos, aportando una guía práctica y proporcionada al riesgo real de cada sustancia.

Comparación con estudios similares

Los hallazgos de este estudio presentan similitudes y diferencias interesantes con los reportados en otras investigaciones de la industria textil. En el ámbito ergonómico, los resultados coinciden con lo reportado por Lema Córdova [13] en Ecuador, quien identificó que las posturas forzadas, el trabajo prolongado de pie y los movimientos repetitivos son los principales factores de riesgo para los tejedores. Nuestro estudio confirma esta tendencia en el área de revisión, donde el riesgo ergonómico alcanzó un GP de 500. Sin embargo, a diferencia de dicho estudio, donde los factores ergonómicos ocuparon un lugar preponderante, en nuestra investigación el riesgo de seguridad (GP = 1500) superó ampliamente a todos los demás. Esta diferencia puede atribuirse al contexto cubano, donde las condiciones estructurales de las instalaciones, la obsolescencia tecnológica y las deficiencias organizativas (como señalización y orden) actúan como multiplicadores del riesgo de accidentes.

En cuanto a la percepción y exposición química, Medeni *et al*. [14] en su estudio transversal con trabajadores textiles en Turquía, encontraron que la percepción del riesgo químico es baja entre los operarios, a pesar de estar expuestos a sustancias peligrosas. Esto se relaciona directamente con nuestros hallazgos en el área de blanqueo, donde la situación de control de *COSHH Essentials* fue deficiente para todos los reactivos. La falta de sistemas cerrados y de ventilación local, sumada a la dependencia del EPP, confirma que existe una brecha significativa entre el peligro intrínseco de las sustancias (como el H2O2 o el NaClO) y las medidas de control reales implementadas en la planta.

Por otro lado, la utilidad de *COSHH Essentials* en la evaluación de procesos químicos ha sido demostrada en otros contextos. Al respecto, la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo [12] y las fichas traducidas por el INSST

en España, recomiendan estrategias como la ventilación general o la extracción localizada según el nivel de riesgo obtenido, lo que se alinea con las medidas propuestas en esta investigación. No obstante, la mayoría de los estudios aplican estas metodologías de forma aislada.

En este sentido, la principal diferencia y aporte de nuestro trabajo radica en la aplicación integrada de *COSHH Essentials* con el método de William Fine en una instalación textil cubana. Mientras que William Fine permitió jerarquizar y priorizar las intervenciones globales (evidenciando el peso de los riesgos de seguridad y mecánicos), *COSHH Essentials* aportó el nivel de detalle necesario para abordar el riesgo químico, que de otra forma habría quedado subestimado. Este enfoque combinado constituye un antecedente metodológico de gran utilidad para otras empresas del sector que operen en condiciones similares de recursos limitados y ausencia de mediciones ambientales.

Interacción y efectos combinados de los factores de riesgo

Los peligros identificados no se presentan de manera aislada. En el área de blanqueo, la coexistencia de riesgos químicos y físicos (como la manipulación de NaOH, H_2O_2 y NaClO con las altas temperaturas generadas por las fugas de vapor) puede acelerar la volatilización de los reactivos. Esto incrementa la exposición real de los trabajadores y genera escenarios de mayor peligrosidad que los estimados cuando cada peligro se analiza de forma independiente.

De manera similar, en el área de revisión del tejido terminado concurren factores ergonómicos y mecánicos que se agravan cuando las condiciones de trabajo se mantienen durante períodos prolongados.

Dado que el método de William Fine valora cada peligro de forma individual y semicuantitativa, el grado de peligrosidad real del área de acabado podría ser superior al estimado en la matriz. Por ello, las medidas correctivas no deben priorizar únicamente los valores más elevados de GP, sino también aquellas situaciones donde concurren varios factores de riesgo. En el área de blanqueo resulta imperativo abordar de manera conjunta los riesgos químicos, térmicos y mecánicos; mientras que, en el área de revisión, deben considerarse simultáneamente los factores ergonómicos y las condiciones de las superficies de trabajo. Esta perspectiva permite una interpretación más integral de las condiciones de seguridad y salud.

Limitaciones del estudio

Los hallazgos de esta investigación deben interpretarse a la luz de las siguientes consideraciones. En primer lugar, el método de William Fine posee un componente subjetivo inherente en la asignación de los valores de consecuencia, exposición y probabilidad, el cual dependió del criterio del equipo evaluador y de la información aportada por los trabajadores. La ausencia de mediciones ambientales sistemáticas (ruido, temperatura, concentración de vapores) y de análisis microbiológicos limitó la contrastación cuantitativa de los niveles de exposición; por ende, los valores de GP obtenidos para los riesgos físicos y biológicos deben interpretarse como niveles de alerta temprana y no como magnitudes de exposición absolutas.

En segundo lugar, las entrevistas realizadas a 30 de los 38 trabajadores del área pueden estar sujetas a sesgos de deseabilidad social o de memoria, especialmente en las preguntas relacionadas con el conocimiento de riesgos y el uso de equipos de protección personal.

Futuras investigaciones deberían incorporar mediciones instrumentales de los principales agentes físicos y químicos, así como análisis microbiológicos, para validar y refinar los hallazgos del presente trabajo. Asimismo, se recomienda ampliar el estudio a otras áreas de la planta para obtener una visión integral de la gestión de riesgos en la industria textil cubana.

Medidas correctivas propuestas

Con base en los resultados de la evaluación integrada, se proponen 21 medidas correctivas organizadas según su nivel de prioridad y plazo de implementación:

1. Medidas urgentes (implementación en un plazo no mayor a 72 horas):

- Dotar obligatoriamente a todos los trabajadores del área de blanqueo de EPP específico por reactivo (guantes de nitrilo, gafas herméticas, delantal, mascarilla con filtro para vapores ácidos/alcalinos).
- Señalizar de forma inmediata todos los tanques con pictogramas GHS/SGA, frases H y P, y actualizar el inventario de sustancias peligrosas.
- Establecer procedimientos escritos de trabajo seguro para la manipulación de cada reactivo químico.
- Instalar guardas de protección fijas y móviles en todos los puntos de atrapamiento de las máquinas blanqueadoras y termofijadoras.

- Evaluar la integridad estructural del techo del área de blanqueo y restringir el acceso a las zonas críticas hasta su reparación.

2. Medidas a corto plazo (uno a tres meses):

- Instalar sistemas de ventilación local por extracción (LEV) en los puntos de dosificación de reactivos (prioritario para el manejo de H_2O_2 y NaClO).
- Reparar y nivelar el piso del área de blanqueo con pintura antideslizante.
- Implementar un programa de mantenimiento preventivo para equipos de carga y traspaletas.
- Adecuar ergonómicamente los puestos de revisión de tejido (mesas regulables en altura, tapetes antifatiga, pausas activas cada dos horas).
- Mejorar la iluminación de todas las zonas de trabajo con luminarias LED.
- Colocar señalización de vías de evacuación, zonas de peligro y medios contra incendios.

3. Medidas a mediano plazo (tres a seis meses):

- Implementar un programa anual de capacitación en seguridad e higiene del trabajo, con énfasis en el manejo seguro de sustancias químicas.
- Establecer un sistema de inspecciones mensuales con registro documentado de no conformidades.
- Instalar duchas y lavaojos de emergencia en las proximidades del área de blanqueo.
- Elaborar el plan de emergencia de la empresa con simulacros periódicos que incluyan escenarios de derrame químico, incendio y accidente laboral.

Conclusiones

1. La evaluación integral permitió identificar 22 peligros ocupacionales en el área de acabado textil, agrupados en siete categorías, lo que confirma la complejidad y coexistencia de riesgos en este tipo de proceso industrial.
2. El método de William Fine evidenció que el riesgo de seguridad constituye la prioridad urgente de intervención, seguido de los riesgos mecánicos, ergonómicos, tecnológicos y químicos, los cuales requieren acciones correctivas inmediatas.
3. La aplicación de *COSHH Essentials* reveló una situación de control deficiente para el 100 % de los reactivos evaluados, requiriendo en su mayoría controles

de nivel 3 y 4. Esto demuestra la necesidad de sustituir la dependencia del EPP por controles de ingeniería en la fuente (cerramiento y extracción localizada).

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración de la dirección y los trabajadores de la textilera por el apoyo prestado durante el trabajo de campo, así como a la especialista en seguridad y salud del trabajo de la empresa por su participación en el equipo de evaluación.

Referencias bibliográficas

1. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 45001: Occupational health and safety management systems—Requirements with guidance for use*. Ginebra: ISO, 2018.
2. ALTAMIRANO, P. Metodologías para la evaluación de riesgos en la industria. *Revista de Ingeniería Industrial*, 2022, **8**(1), pp. 12–28.
3. CALLE, J. Procedimientos para la reducción de peligros en entornos industriales. *Seguridad Industrial*, 2022, **11**(4), pp. 60–74.
4. MARTÍNEZ, F. Análisis de árbol de fallas (FTA): Fundamentos y aplicación en la industria. *Cuadernos Técnicos de Seguridad Industrial*, 2019, **5**(3), pp. 75–90.
5. BERNAL, C. y LONDOÑO, D. Análisis de causa raíz: Método estructurado para la resolución de problemas. *Revista de Ingeniería y Gestión*, 2018, **7**(2) pp. 55–70.
6. CAMPOS, R., DÍAZ, F. y MORALES, E. Análisis de modos y efectos de fallo (FMEA) en procesos industriales. *Revista Técnica Industrial*, 2023, **9** (3), pp. 88–101.
7. RODRÍGUEZ, C. y FERNÁNDEZ, M. Análisis de riesgo operacional en la industria: Metodología ORA. *Ingeniería y Competitividad*, 2021, **23** (2), pp. 1–14.
8. FINE, W. T. *Mathematical evaluations for controlling hazards*. White Oak (MD): Naval Ordnance Laboratory, 1971. Report No.: NOLTR 71-31.

9. HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE (HSE). *COSHH Essentials: Control of Substances Hazardous to Health*. Bootle: HSE, 2023. Disponible en: https://www.hse.gov.uk/coshh/essentials/index.htm
10. ARIAS LAFARGUE, T., GALÁN PAZ, J. F., RODRÍGUEZ HEREDIA, D. y BORY PREVEZ, H. Evaluación de riesgos en una Unidad Empresarial de Base mayorista de medicamentos empleando el método de William Fine. *Centro Azúcar*, 2025, **52**, e1119. Disponible en: http://centroazucar.uclv.edu.cu/index.php/centro_azucar/article/download/852/977/1135
11. SEIDU, R. K., KHARARI, C., KHARARI, J., *et al.* Revisión sistemática de los problemas de salud relacionados con el trabajo en trabajadores de fábricas de la industria textil y de la moda. *Journal of Occupational Health*, 2024, 66(1) DOI: 10.1093/joccuh/uiae007
12. AGENCIA EUROPEA PARA LA SEGURIDAD Y LA SALUD EN EL TRABAJO. *Seguridad y salud en el trabajo en el sector textil: E-facts*. 2022. Disponible en: https://osha.europa.eu/
13. LEMA CÓRDOVA, S. P. *Ergonomía detrás de los textiles: estudio de los factores de riesgo en tejedores*. Tesis de Ingeniería Industrial. Quito: Universidad San Francisco de Quito, 2016. Disponible en: https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/5409
14. MEDENI, Í., GÜLTEKIN KOÇ, E., MEDENI, V. y İLHAN, M. N. Percepción del riesgo ocupacional y factores asociados entre trabajadores textiles: estudio transversal en Türkiye. *Workplace Health & Safety*, 2025, **73** (9), pp. 466–476. DOI: 10.1177/21650799251322198.

Conflictos de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses relacionados con la investigación, autoría o publicación de este artículo.

Contribución de los autores

Yisel Despaigne Auty: trabajo de campo, recopilación y procesamiento de datos, redacción del manuscrito.

María Antonia Fernández Labrada: diseño metodológico, supervisión del análisis y revisión crítica del manuscrito.

Telvia Arias Lafargue: concepción del estudio, interpretación de resultados, revisión y aprobación de la versión final.

Irosnaidis de la Caridad Meléndez Vargas: trabajo de campo y recopilación de datos.

Rafael Neira Portuondo: trabajo de campo y recopilación de datos.

Todos los autores revisaron y aprobaron la versión final del manuscrito.