Sociedad Colombiana
de Medicina del Trabajo

¡JUNTOS CONSTRUYENDO EL MUNDO
DEL TRABAJO QUE SOÑAMOS



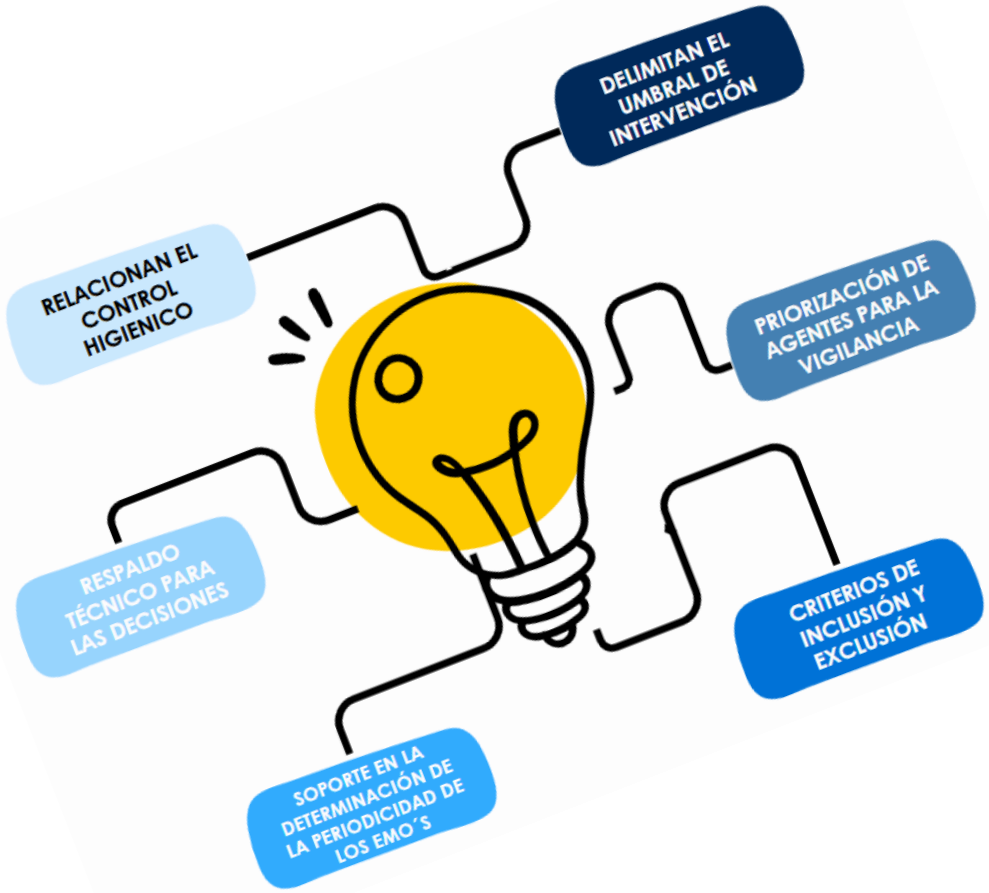
45 CONGRESO COLOMBIANO
DE MEDICINA DEL TRABAJO Y SALUD OCUPACIONAL

Los valores limites permisibles en la vigilancia medica

Melissa González Caballero

Médico especialista en seguridad y salud en el trabajo
Mst. of science in environmental toxicology, risk assessment and environmental restoration
Toxicología física, química y biológica
Miembro de la SCMT Antioquia – ACHO Antioquia – RePHO
Miembro de junta de la JIHO – IOHA comité académico
ICOH Secretaria del comité de higiene Industrial y miembro del comité de radiaciones y trabajo.

Los valores limites permisibles en la vigilancia medica



Los límites de exposición ocupacional (OELs) **son referencias clave** en higiene industrial. Indican concentraciones seguras de agentes físicos, químicos o biológicos en el lugar de trabajo, por debajo de las cuales la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos sin afectar su salud. Estos valores han evolucionado por más de un siglo, incorporando avances en toxicología, epidemiología, evaluación de riesgos y normativas laborales.

CONTEXTO DE LOS LÍMITES PERMISIBLES

Los límites permisibles tienen un papel estratégico en la reducción de las enfermedades laborales.
Estudios internacionales indican siempre y cuando se genere una adecuada gestión del riesgo y el uso de OELs como criterio técnico.

Además, su implementación favorece:

- El fortalecimiento de una cultura preventiva basada en evidencia.
- La anticipación de riesgos en procesos nuevos o emergentes.
- La toma de decisiones objetivas y reproducibles en ambientes laborales complejos.
- La armonización internacional de criterios técnicos en entornos globalizados

CONTEXTO DE LOS LÍMITES PERMISIBLES

Un poquito de historia

Comienza en el siglo XX con los primeros intentos de medir la exposición a riesgos laborales. Alice Hamilton documentó condiciones peligrosas en fábricas de EE.UU. desde 1900, mientras que Alemania establecía límites para polvos y gases industriales.

En 1946, la ACGIH publicó la primera lista de **Threshold Limit Values (TLVs)**, actualizada anualmente y usada mundialmente. En 1970, con la creación de la OSHA, estos valores se incorporaron a la regulación en EE.UU., aunque muchos han sido reemplazados por límites más estrictos de otras entidades como NIOSH, AIHA, DFG, VLA y SCOEL.

Décadas de 1950–1970: consolidación de límites ocupacionales en minería, manufactura y química
Décadas de 1980–1990: incorporación de nuevos enfoques epidemiológicos.
Desde 2000: surgimiento de métodos alternativos como el "Occupational Exposure Banding" y los modelos de control cualitativo



🧠 Finalidad de los OEL´s

Permiten establecer umbrales que **delimitan el riesgo aceptable** en condiciones normales de exposición ocupacional. Su objetivo principal es prevenir enfermedades laborales agudas y crónicas.

Bases científicas para la determinación 👩‍🔬👩‍🔬

El proceso para definir un OEL requiere la integración de información procedente de:

- Estudios toxicológicos (in vitro, animales de laboratorio)
- Estudios epidemiológicos en humanos
- Evaluaciones de dosis-respuesta
- Determinación de NOAEL (No Observed Adverse Effect Level) y LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level)
- Consideraciones sobre metabolismo, mecanismos de toxicidad, genotoxicidad, y potencial de sensibilización o carcinogenicidad.

Se aplican factores de incertidumbre o seguridad para extrapolar datos de animales a humanos, o de poblaciones sanas a grupos susceptibles.

❗ ***Importante basado en 2025 TLV and BEI Book* de ACGIH:** 📘 Se recomienda al profesional consultar los apéndices junto al valor numérico, ya que contienen **los fundamentos científicos del valor, justificaciones toxicológicas y condiciones de uso**.

CONTEXTO DE LOS LÍMITES PERMISIBLES

Los OELs ayudan a **identificar y priorizar los agentes químicos, físicos o biológicos más relevantes** para seguimiento médico.



🎯 ¿Qué representan los TLVs y los BEIs?

Existen distintos tipos de OELs, como:

- **TWA** (Time-Weighted Average): valor promedio ponderado en el tiempo, usualmente para una jornada de 8 horas.
- **STEL** (Short-Term Exposure Limit): límite para exposiciones breves (15 minutos).
- **Ceiling** (C): concentración que no debe excederse en ningún momento.

Estos límites se establecen considerando diversos factores: efectos tóxicos conocidos, rutas de exposición, tipo de población trabajadora, margen de seguridad, viabilidad técnica y factibilidad de control.

Abreviaciones comunes en la columna "TLV Basis":

- **card**: se refiere a efectos **cardíacos**.
- **CNS**: hace referencia al **sistema nervioso central**.
- **COHb-emia**: indica la presencia de **carboxihemoglobina en sangre**, lo cual compromete la oxigenación.
- **convul**: significa **convulsiones**.
- **dam**: denota **daño** a un órgano o sistema.
- **eff**: corresponde a **efectos** generales.
- **form**: hace alusión a la **formación** de una condición o lesión.
- **func**: se refiere a la **función** de un órgano.
- **GI**: indica efectos a nivel **gastrointestinal**.
- **Hb**: implica alteraciones en la **hemoglobina**.
- **impair**: habla de **deterioro** funcional o estructural.
- **inhib**: se refiere a la **inhibición** de procesos fisiológicos o enzimáticos.
- **irr**: señala **irritación** de tejidos.
- **LRT**: indica impacto en el **tracto respiratorio inferior**.
- **MeHb-emia**: se refiere a **metahemoglobinemia**, una forma alterada de hemoglobina.
- **PNS**: implica efectos en el **sistema nervioso periférico**.
- **pulm**: señala compromiso **pulmonar**.
- **repro**: implica efectos **reproductivos**.
- **resp**: involucra el sistema **respiratorio**.
- **sens**: alude a **sensibilización**, ya sea dérmica o respiratoria.
- **URT**: afecta el **tracto respiratorio superior**.

❗ ***Importante basado en 2025 TLV and BEI Book* de ACGIH:** 📘 Se recomienda al profesional consultar los apéndices junto al valor numérico, ya que contienen **los fundamentos científicos del valor, justificaciones toxicológicas y condiciones de uso**.

Los valores limites permisibles en la vigilancia medica

¿Qué instituciones tienen OEL´s?

- **ACGIH** (American Conference of Governmental Industrial Hygienists): Publica los TLVs® (Threshold Limit Values), ampliamente utilizados a nivel global.
- **AIHA** (American Industrial Hygiene Association): Desarrolla guías metodológicas para evaluación y gestión de exposiciones.
- **DFG** (Deutsche Forschungsgemeinschaft): Emite los MAK en Alemania.
- **INSST** (España): Publica los VLA (Valores Límite Ambientales).
- **NIOSH** (National Institute for Occupational Safety and Health): Propone los RELs (Recommended Exposure Limits).
- **OSHA** (Occupational Safety and Health Administration): Define los PELs (Permissible Exposure Limits) con carácter legal en Estados Unidos.
- **SCOEL** (Scientific Committee on Occupational Exposure Limits): Desarrolla los IOELs de la Unión Europea.

Fundamento de los OEL´s

- **Principio del umbral biológico:** Según este principio, para la mayoría de los efectos tóxicos no cancerígenos existe un nivel de exposición por debajo del cual no se espera que ocurran efectos adversos medibles en la salud (NOAEL).
- **Factor de incertidumbre:** Dado que los datos disponibles raramente cubren todos los escenarios reales de exposición, se aplican factores de ajuste para compensar posibles deficiencias.
- **Selección del efecto crítico:** definido como el primer efecto adverso detectable y relevante desde el punto de vista toxicológico que ocurre con el aumento de la dosis. Este efecto actúa como referente primario para la protección de la salud.
    - *La selección del efecto crítico debe considerar la reversibilidad, la gravedad, la frecuencia y la plausibilidad biológica.*

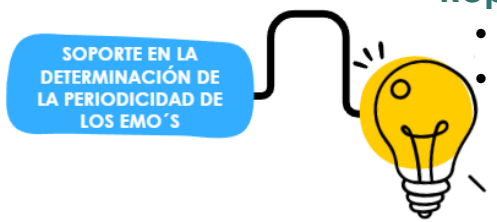
Sirven como base para **definir los umbrales acción** en programas médicos.



- **Menor del 25% del TLV-TWA:** No suele requerir exámenes periódicos, solo preempleo y retiro.
- **Entre el 25–50% del TLV-TWA:** Se puede requerir examen anual o bianual si hay vulnerabilidades.
- **Mayor o igual a 50% del TLV-TWA o STEL/CEIL superado ocasionalmente:** Requiere vigilancia médica periódica (anual o semestral según el agente y duración de la exposición).
- **Mayor del TLV-STEL o presencia de agentes con TLV "Skin" o "Sens":** Requiere seguimiento más riguroso y monitoreo biológico si aplica.

CONSIDERACIONES ESPECÍFICAS

- **Sustancias irritantes**
  - Se consideran los efectos sobre piel, ojos o vías respiratorias.
  - Suelen tener límites tipo Ceiling (C) o STEL.
- **Agentes sensibilizantes**
  - No siempre hay umbral seguro.
  - Se recomienda la aplicación del principio precautorio.
  - Pueden tener anotaciones como "SEN" o "DSEN" o "RSEN"
- **Carcinógenos**
  - Se evalúa si existe genotoxicidad directa.
  - En ausencia de umbral, se busca minimizar la exposición tanto como sea técnicamente posible (ALARA/ALARP).
  - La ACGIH los clasifica en categorías A1 (carcinógeno humano confirmado) a A5 (no sospechoso).
- **Reproductivos y neurotóxicos**
  - Se consideran efectos en fertilidad, embriotoxicidad o desarrollo neurológico.
  - Pueden requerir monitoreo biológico o medidas preventivas adicionales.



💉 **¿Por qué es esto posible?**
Porque los límites permisibles están **basados en evidencia científica** sobre:
•La **toxicocinética** del agente (absorción, distribución, metabolismo, eliminación).
•El **tipo de daño** que puede causar (agudo, crónico, acumulativo, irreversible).
•El **órgano diana** (pulmón, hígado, riñón, sistema nervioso, etc.).
•El **tiempo de latencia clínica** (es decir, cuánto se demora en manifestarse el daño).

Los valores limites permisibles en la vigilancia medica

CONSIDERACIONES ESPECÍFICAS

Notaciones (Endnotes) en la columna "Notaciones":

- **A1–A5**: Clasificaciones de carcinogenicidad (ver Apéndice A)
- **BEI**: Existe un índice de exposición biológica
  - **BEIC**: Pesticidas inhibidores de colinesterasa
  - **BEIM**: Inductores de metahemoglobina
  - **BEIP**: Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs)
- **C**: Límite de techo (Ceiling limit)
- **D**: Asfixiante simple
- **E**: Material particulado sin asbesto y <1% sílice cristalina
- **EX**: Peligro de explosión
- **F**: Fibras respirables
- **G**: Medido por el elutriador vertical (algodón)
- **H**: Solo aerosol
- **I**: Material particulado inhalable
- **IFV**: Fracción inhalable y vapor
- **J**: No incluye estearatos de metales tóxicos
- **L**: Exposición por todas las vías debe ser mínima
- **M**: Ácido sulfúrico en nieblas de ácidos inorgánicos
- **O**: Método de muestreo no captura vapor
- **P**: Aplicación con exposición aerosol despreciable
- **R**: Material particulado respirable
- **T**: Material particulado torácico
- **V**: Fracción de vapor

- **DSEN**: Sensibilización dérmica
- **RSEN**: Sensibilización respiratoria
- **OTO**: Ototóxico
- **SEN**: Sensibilización
- **Skin**: Riesgo por absorción cutánea
- **SL**: Límite superficial
- **TWA**: Promedio ponderado en el tiempo (8 h)
- **STEL**: Límite de exposición a corto plazo (15 min)
- **ppm**: Partes por millón
- **mg/m³**: Miligramos por metro cúbico de aire
- **µm**: Micrómetros
- **MW**: Peso molecular
- **NOS**: No especificado de otro modo
- **Nq**: No cuantitativo
- **Ns**: No específico
- **Pop**: Basado en población
- **Sq**: Semi-cuantitativo

Los TLVs, al basarse en evidencia toxicológica, clínica y epidemiológica, le dan al médico una base científica para:

- Justificar **reubicaciones temporales o definitivas**.
- Determinar **apto/no apto con restricciones**.
- Argumentar **probabilidad de nexo causal** entre exposición y enfermedad.



Buenas prácticas para el uso responsable de TLVs

- Siempre utiliza **la versión más actualizada del ACGIH**.
- Capacita al equipo en **interpretación de límites y simbología**.
- Complementa los TLVs con otras herramientas: **límites legales, estudios toxicológicos, indicadores biológicos**.
- Registra y documenta resultados de muestreo y vigilancia clínica.
- Ante dudas o valores ausentes: consulta con toxicólogos ocupacionales, higienistas certificados o equipos interdisciplinarios.

CONSIDERACIONES ESPECÍFICAS

Si los niveles ambientales están por debajo del TLV: Se considera que **no hay necesidad sistemática** de vigilancia médica (excepto si hay susceptibilidades individuales).



Si están cerca o por encima del TLV:

- Se refuerzan medidas de control.
- Se activa o intensifica vigilancia médica.
- Se evalúa eficacia de EPP y controles administrativos.

Limitaciones de los TLVs: lo que debes tener presente

- No sustituyen una evaluación integral de riesgo.
- No están diseñados para proteger al 100% de los trabajadores.
- No contemplan exposiciones por rutas no inhalatorias si no se indica (salvo Skin).
- Requieren contextualización: mezcla de agentes, condiciones térmicas, esfuerzo físico, entre otros.

Retos de los OEL´s

Los desafíos importantes en la práctica y uso de los OEL´s

- Muchos compuestos nuevos o complejos carecen de datos toxicológicos suficientes.
- Los valores son determinados bajo exposiciones individuales.
- Las mezclas, formulaciones o subproductos muchas veces no han sido evaluados.
- Existen discrepancias entre los límites establecidos por diferentes organismos.

Interpretación: Su verdadero impacto se concreta en la aplicación práctica y la capacidad técnica para utilizarlo adecuadamente en escenarios reales. La interpretación de un OEL requiere no solo comprender su valor numérico, sino también el contexto toxicológico, metodológico y operativo en el que fue desarrollado, así como las limitaciones inherentes a su uso.

GRACIAS



Melissa González Caballero
Directora de Innovación y desarrollo en CONHINTEC SAS
mgonzalez@conhintec.com
www.conhintec.com
Redes: @conhintecsas
+573153695562
Medellín – Colombia

Sociedad Colombiana
de Medicina del Trabajo



45° CONGRESO COLOMBIANO

DE MEDICINA DEL TRABAJO Y SALUD OCUPACIONAL

¡JUNTOS CONSTRUYENDO EL MUNDO DEL TRABAJO QUE SOÑAMOS!