

# Plan Nacional de Educación Multimodal en SST 2026

Talentos que **hacen país**

# Comunidad Nacional de Conocimiento en Prevención de Peligros en el Sector Salud

Talentos que **hacen país**



**SESIÓN 3:**  
**AEROSOLES INVISIBLES - LOS RIESGOS OCULTOS EN  
PROCEDIMIENTOS MÉDICOS**



## Cristian Alonso R. experto

COMUNIDAD NACIONAL DE CONOCIMIENTO EN PREVENCIÓN DE PELIGROS EN EL SECTOR SALUD



cristianalonso\_r@hotmail.com



3165292972

### Perfil profesional:

MÉDICO UNIVERSIDAD NACIONAL POSTGRADO SALUD OCUPACIONAL UJTL. MAESTRÍA DE EDUCACIÓN CON ÉNFASIS EN INVESTIGACIÓN CUALITATIVA U DE LA SABANA. DIPLOMADO PROMOCIÓN DE LA SALUD CIP-SALUD, U. DE ANTIOQUIA, EVES - ESPAÑA ASESOR INTERNACIONAL DE CALIFICACIÓN DE INVALIDEZ Y ORIGEN, CERTIFICADOR DE DISCAPACIDAD, PROFESOR DE POSTGRADO Y MAESTRÍA U EXTERNADO DE COLOMBIA, U NACIONAL UDES, UJTL, U DE CUENCA ECUADOR



## Ruta del conocimiento

01

SESIÓN 1:  
RUIDO HOSPITALARIO -  
¿CÓMO LAS ALARMAS  
MÉDICAS ESTÁN  
AFECTANDO TU  
AUDICIÓN?

02

SESIÓN 2:  
ALERGIA AL LÁTEX - EL  
ENEMIGO SILENCIOSO DEL  
PERSONAL DE SALUD

03

SESIÓN 3:  
AEROSOLES INVISIBLES -  
LOS RIESGOS OCULTOS EN  
PROCEDIMIENTOS  
MÉDICOS

04

SESIÓN 4:  
RIÑONES BAJO PRESIÓN - EL  
IMPACTO CLÍNICO DE LAS  
LARGAS JORNADAS DE PIE

05

SESIÓN 5:  
PIEL EN ALERTA - DERMATITIS  
OCUPACIONAL POR  
DESINFECTANTES  
HOSPITALARIOS

## Ruta del conocimiento



06

SESIÓN 6:  
CALOR EN LA CENTRAL DE  
ESTERILIZACIÓN - ¿CÓMO  
PREVENIR EL ESTRÉS  
TÉRMICO OCUPACIONAL?



07

SESIÓN 7:  
RIESGO BIOLÓGICO  
AVANZADO - LOS PELIGROS  
QUE NO VES EN  
LABORATORIOS Y BANCOS  
DE SANGRE



08

SESIÓN 8:  
CIRUGÍA 4.0 - NUEVOS  
RIESGOS MÉDICOS EN LA  
ERA DE LOS ROBOTS  
QUIRÚRGICOS



09

SESIÓN 9:  
TU COLUMNA NO MIENTE -  
PREVENCIÓN DE LESIONES  
EN EL DESPLAZAMIENTO DE  
PACIENTES



10

SESIÓN 10:  
GASES ANESTÉSICOS  
RESIDUALES - EL RIESGO  
OCULTO EN EL QUIRÓFANO

# Evaluémonos



"Cualquier procedimiento puede generar un aerosol,  
cualquier aerosol puede contagiar"

Anónimo

# Contenido

- 01. Qué es un aerosol y tipos de aerosoles
- 02. Tipos de aerosols en el sector salud, procedimientos y tareas en los que se generan.
- 03. Sustancias químicas aerosolizadas.
- 04. TLV y BEI ACGIH de dichas sustancias..

- 05. Métodos de medición
- 06. Fisiopatología y patologías que se producen
- 07. Diagnóstico
- 08. Metodos de control



**01.**

Entender que son y como se producen los aerosols en el ambito de las instituciones de la salud.

**02.**

Entender como y que enfermedades se producen y como se diagnóstican

**03.**

Entender como se realizan los controles de estos Riesgos en las instituciones de Salud.

**Objetivo**



## 1. DEFINICIÓN DE AEROSOL

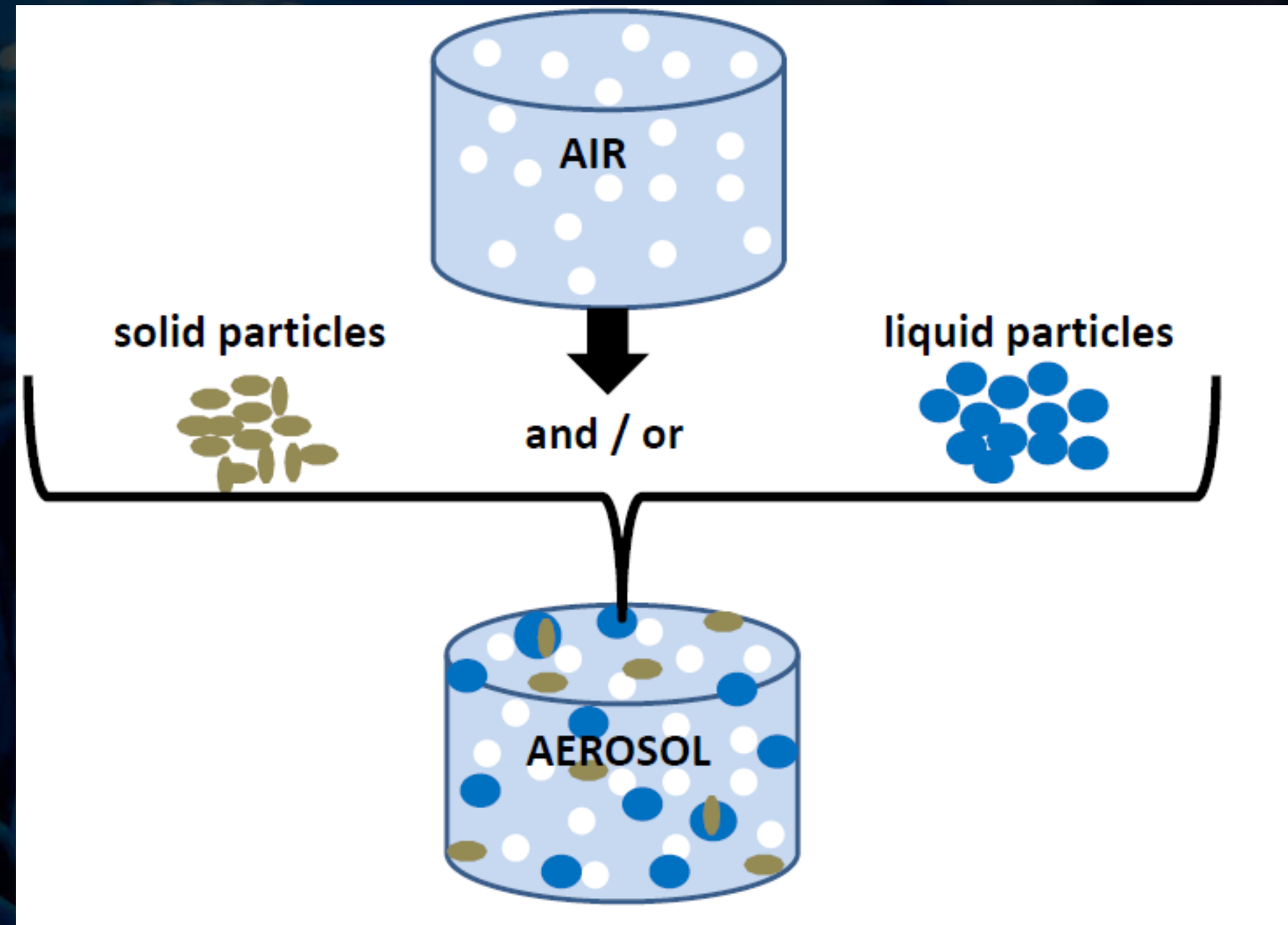
- Un **aerosol** es un sistema de **partículas sólidas o líquidas suspendidas en un medio gaseoso (aire)**, con tamaño variable y capacidad de ser inhaladas.

### Características clave:

- Tamaño microscópico → pueden ser **invisibles**
- Permanencia en el aire (segundos a horas)
- Capacidad de penetrar hasta el **alvéolo pulmonar** según su tamaño

### En salud ocupacional:

- Se consideran **contaminantes químicos o biológicos inhalables**
- Representan uno de los riesgos más relevantes en el sector salud



## 2. TIPOS DE AEROSOLES EN EL SECTOR SALUD

### ◆ Según su naturaleza

2.1 Aerosoles biológicos

2.2 Aerosoles químicos

2.3 Aerosoles particulados

📌 Clasificación técnica:

- Polvos, humos, nieblas y fibras



## 2. TIPOS DE AEROSOLES EN EL SECTOR SALUD

### 2.1 Aerosoles biológicos

Virus (SARS-CoV-2, influenza)

Bacterias (tuberculosis)

Hongos (aspergillus)

### 2.2 Aerosoles químicos

Medicamentos nebulizados (ej. broncodilatadores)

Desinfectantes (amonio cuaternario, cloro)

Gases anestésicos (óxido nitroso, halogenados)

### 2.3 Aerosoles particulados

Polvos de medicamentos

Humos quirúrgicos (electrocauterio)

Láser quirúrgico



### 3. PROCEDIMIENTOS GENERADORES DE AEROSOLES (PGA)



● Altamente relevantes en hospitales:

- Intubación / extubación
- Ventilación mecánica
- Aspiración de secreciones
- Nebulización
- Broncoscopia
- Cirugía con electrocauterio
- Odontología (turbinas)
- Autopsias

📌 Los aerosoles pueden concentrarse cerca de la fuente y dispersarse rápidamente

# 4. ÁREAS DE TRABAJO DE MAYOR RIESGO



UCI



Urgencias



Quirófanos



Salas de  
aislamiento  
respiratorio



# 4. ÁREAS DE TRABAJO DE MAYOR RIESGO



Laboratorios  
clínicos y de  
microbiología



Odontolo  
gía



Esterilizac  
ión



Servicios de  
limpieza  
hospitalaria



## 5. SUSTANCIAS QUÍMICAS QUE SE AEROSOLIZAN



### Desinfectantes:

- Hipoclorito de sodio: desinfectante de alto nivel más utilizado en hospitales para superficies, equipos y áreas críticas
- Glutaraldehído desinfección por inmersión de instrumental delicado:
  - **Endoscopios y broncoscopios:** Equipos termosensibles que requieren limpieza profunda entre pacientes.
  - **Instrumental quirúrgico y odontológico:** Herramientas de acero inoxidable o materiales plásticos.
  - **Equipos de terapia respiratoria:** Mascarillas y tubos de succión.
- Peróxido de hidrógeno

## 5. SUSTANCIAS QUÍMICAS QUE SE AEROSOLIZAN

### Gases anestésicos:

- Óxido nitroso
- Isoflurano, sevoflurano



## 5. SUSTANCIAS QUÍMICAS QUE SE AEROSOLIZAN



### Medicamentos:

- Salbutamol
- Antibióticos nebulizados: tobramicina, colistina, aztreonam y levofloxacino

## 5. SUSTANCIAS QUÍMICAS QUE SE AEROSOLIZAN



**Muestras de Tejidos**

### Otros:

- Formaldehído (Se utiliza en hospitales para la conservación de muestras histológicas en laboratorios de Anatomía Patológica)
- Amoníaco (limpieza y desinfección de superficies)
- Compuestos orgánicos volátiles (COV)

## 6. TLV Y BEI (ACGIH) – EJEMPLOS RELEVANTES

 (Valores de referencia ocupacional)




 Los TLV son **límites de exposición permisibles** para jornada laboral

Sustancia	TLV-TWA
Óxido nitroso	50 ppm
Formaldehído	0.1 ppm
Glutaraldehído	0.05 ppm
Peróxido de hidrógeno	1 ppm
Amoníaco	25 ppm







# MÉTODOS DE MEDICIÓN – AEROSOLES/AGENTES QUÍMICOS EN SALUD

## 1. Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O)

- **Uso:** anestesia (quirófanos)
-  **Método recomendado:**
- **NIOSH 6600**
  - Técnica: **cromatografía de gases (GC)**
  - Muestreo: aire en bolsa o tubo adsorbente
- Alternativo:
  - Monitores directos infrarrojos (IR)
-  **Tipo de muestreo:**
- Personal (zona de respiración)
- Ambiental en quirófano
-  **Observaciones:**
- Evaluar fugas en sistemas anestésicos, Monitoreo continuo recomendable

## 2. Formaldehído




- **Uso:** patología, laboratorios, conservación de tejidos
-  **Métodos:**
- **NIOSH 2016**
- **OSHA 52**
-  **Técnica:**
- Muestreo activo en cartucho impregnado con **DNPH**
- Análisis por **HPLC (cromatografía líquida)**
-  **Tipo:**
- Personal y ambiental
-  **Clave:**
- Sustancia cancerígena → requiere alta precisión








# MÉTODOS DE MEDICIÓN – AEROSOLES/AGENTES QUÍMICOS EN SALUD

## 3. Glutaraldehído

- **Uso:** desinfección de alto nivel (endoscopia)
-  **Métodos:**
- **NIOSH 2532**
- OSHA método 64 (alternativo)
-  **Técnica:**
- Tubos adsorbentes tratados
- Análisis por **HPLC o espectrofotometría**
-  **Consideraciones:**
- Alta irritabilidad respiratoria
- Medición en salas de reprocesamiento

## 4. Peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)

- **Uso:** esterilización, desinfección
-  **Métodos:**
- **NIOSH 1019**
-  **Técnica:**
- Muestreo en filtro tratado
- Análisis por **espectrofotometría UV/visible**
-  **Alternativos:**
- Sensores electroquímicos directos






# MÉTODOS DE MEDICIÓN – AEROSOLES/AGENTES

## QUÍMICOS EN SALUD


### 5. Amoníaco (NH<sub>3</sub>)

- **Uso:** limpieza, desinfección
-  **Métodos:**

### NIOSH 6015

-  **Técnica:**
- Tubos adsorbentes (ácido sulfúrico)

### Análisis por:

- Electrodo selectivo
- Espectrofotometría
-  **Alternativos:**
- Detectores colorimétricos (Dräger)





# MÉTODOS DE MEDICIÓN – AEROSOLES/AGENTES QUÍMICOS EN SALUD

Sustancia	Método NIOSH	Técnica analítica	Tipo de muestreo
Óxido nitroso	6600	GC	Aire/bolsa
Formaldehído	2016	HPLC (DNPH)	Activo
Glutaraldehído	2532	HPLC	Activo
Peróxido hidrógeno	1019	Espectrofotometría	Filtro
Amoníaco	6015	Electrodo / espectro	Tubo

•National Institute for Occupational Safety and Health. (2019). *NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM)*.

<https://www.cdc.gov/niosh/nmam>

•Occupational Safety and Health Administration. (2021). *Sampling and Analytical Methods*.

<https://www.osha.gov/chemicaldata>

•American Conference of Governmental Industrial Hygienists. (2023). *TLVs and BEIs*.

<https://www.acgih.org>

•World Health Organization. (2020). *Safe management of wastes from health-care activities*.

<https://www.who.int/publications>





# BEI – ACGIH PARA AGENTES QUÍMICOS EN SALUD

Sustancia	BEI ACGIH	Biomarcador	Comentario técnico
Óxido nitroso	✗ NO	—	No hay biomarcador confiable
Formaldehído	✗ NO	—	Alta reactividad local, no sistémico
Glutaraldehído	✗ NO	—	Irritante local, sin BEI
Peróxido de hidrógeno	✗ NO	—	Acción local, no acumulativo
Amoníaco	✗ NO	—	Metabolismo fisiológico, no específico

## ¿Por qué NO tienen BEI?

### ✓ Razones principales:

📌 **1. Acción local (no sistémica):** Formaldehído, Glutaraldehído, Peróxido de hidrógeno, Amoníaco

👉 Actúan en: Vías respiratorias, Ojos y Piel

NO generan biomarcadores útiles en sangre u orina.



# 7. FISIOPATOLOGÍA DE LA EXPOSICIÓN A AEROSOLES

MECANISMO DE DAÑO



# FISIOPATOLOGÍA DE LA EXPOSICIÓN A AEROSOLES

MECANISMO DE DAÑO

Interacción  
biológica:

Inflamación

Estrés oxidativo

Toxicidad celular

Infección (si es  
biológico)



# FISIOPATOLOGÍA DE LA EXPOSICIÓN A AEROSOLES

MECANISMO DE DAÑO

## Interacción biológica:

- Toxicidad celular **1. Toxicidad Celular (El Punto de Partida)**

Es el daño directo a la integridad de las células del tracto respiratorio.

- **En el hospital:** Los aerosoles pueden contener agentes biológicos (virus, bacterias) o químicos (desinfectantes, gases anestésicos).
- **Interacción:** El agente extraño daña la membrana celular o los orgánulos (como la mitocondria), alterando su funcionamiento normal.



# FISIOPATOLOGÍA DE LA EXPOSICIÓN A AEROSOLES

MECANISMO DE DAÑO

## Interacción biológica:

- Estrés oxidativo: **Estrés Oxidativo (El Desequilibrio)**  
Ocurre cuando hay un exceso de **especies reactivas de oxígeno (EROs)** y la célula no tiene suficientes antioxidantes para neutralizarlas.
- **Interacción:** La toxicidad celular daña la mitocondria, lo que provoca que esta "fuge" electrones y genere radicales libres. Este estrés daña el ADN y las proteínas celulares, agravando la toxicidad.



# FISIOPATOLOGÍA DE LA EXPOSICIÓN A AEROSOLES

MECANISMO DE DAÑO

## Interacción biológica:

- **3. Inflamación (La Respuesta Sistémica)**

Es la respuesta biológica del tejido ante el daño y los agentes extraños.

- **Interacción:** El estrés oxidativo activa factores de transcripción (como el NF- $\kappa$ B) que ordenan a la célula liberar **citoquinas proinflamatorias**. Esto atrae células inmunes al área, lo que causa hinchazón, producción de moco y, a largo plazo, fibrosis o daño crónico.



# PATOLOGÍAS LABORALES ASOCIADAS

## Infecciosas

- Tuberculosis ocupacional
- COVID-19
- Influenza
- Aspergilosis

## Respiratorias

- Asma ocupacional
- Bronquitis crónica
- Neumonitis por hipersensibilidad
- Neumoconiosis

## Tóxicas

- Irritación respiratoria
- Daño pulmonar químico
- Cáncer pulmonar

# DIAGNÓSTICO Y SEGUIMIENTO

## Síntomas:

Tos

Disnea

Sibilancias

Irritación  
ocular/nasal

Fiebre  
(infeccioso)

## Signos:

Estertores

Hipoxemia

Broncoespasmo



Evaluación clínica



# Laboratorios y estudios, según etiología:



## Infecciosos:

- PCR (COVID, TB)
- Cultivos
- Serologías

## Función pulmonar:

- Espirometría
- DLCO

## Imagen:

- Rx tórax
- TAC alta resolución

## Biomarcadores:

- IgE (hipersensibilidad)
- Eosinofilia

# Laboratorios y estudios

## Seguimiento ocupacional

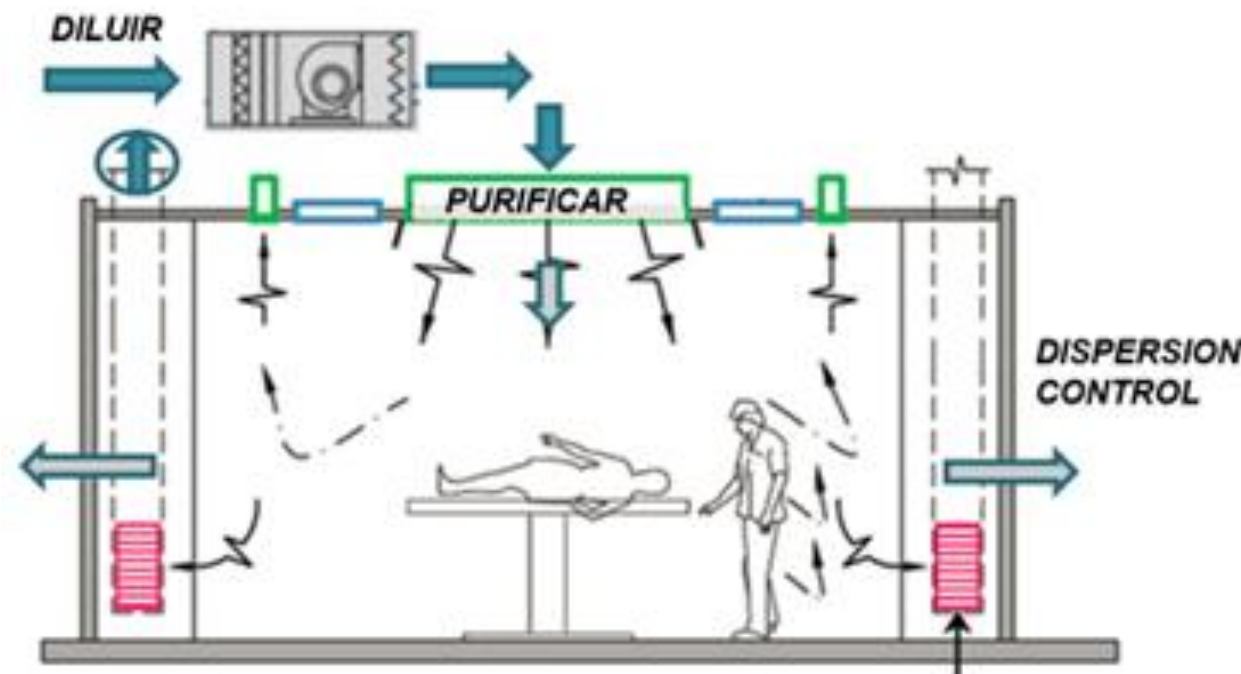
- Vigilancia periódica respiratoria
- Monitoreo ambiental
- Historia ocupacional detallada



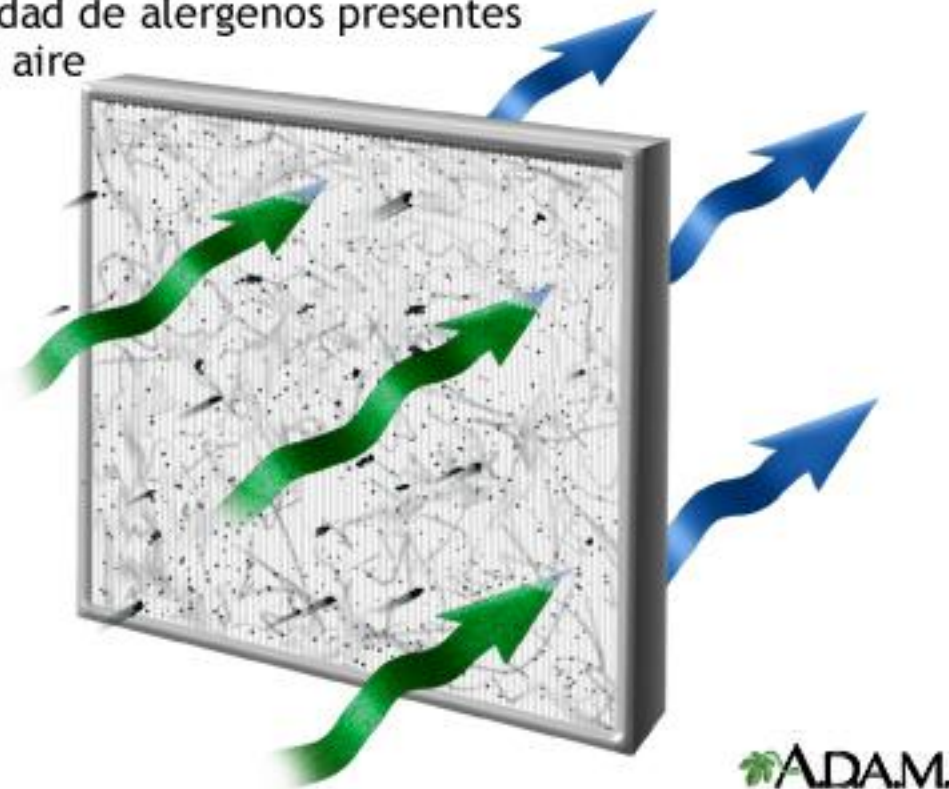
# MÉTODOS DE CONTROL (JERARQUÍA)

## Ingeniería

- Ventilación (presión negativa)
- Cabinas de bioseguridad
- Sistemas de extracción localizada
- Filtración HEPA
- 📌 El control debe iniciarse en la fuente



Los filtros HEPA pueden reducir la cantidad de alérgenos presentes en el aire



ADAM.



# MÉTODOS DE CONTROL (JERARQUÍA)

## Administrativos

- Protocolos de aislamiento
- Reducción de exposición
- Capacitación
- Rotación de personal



# MÉTODOS DE CONTROL

## EPP

- Respiradores N95/FFP2
- Protección ocular
- Batas impermeables
- 📌 El control debe iniciarse en la fuente



# MÉTODOS DE CONTROL

## 👤 1. Protección respiratoria (CRÍTICO)

- ✓ **Uso obligatorio en exposición a aerosoles:**
- **Respiradores N95, FFP2 o superiores (FFP3 / N99)**
- Deben cumplir:
  - Ajuste hermético (fit test)
  - Certificación (NIOSH, EN 149)

## 👁️ 2. Protección ocular y facial

- **Gafas de seguridad selladas**
- **Careta facial (face shield)**
- 🙌 Protegen mucosas contra:
  - Microgotas
  - Salpicaduras contaminadas

## 🧤 3. Protección de manos

- **Guantes desechables (nitrilo o látex)**
- 🙌 En procedimientos de alto riesgo:
- **Doble guante (opcional)**

## 👕 4. Protección corporal

- **Bata antifluído o impermeable**
- Preferible:
  - Manga larga
  - Puños ajustados
- 🙌 En alto riesgo:
- **Batas desechables tipo quirúrgico o aislamiento**

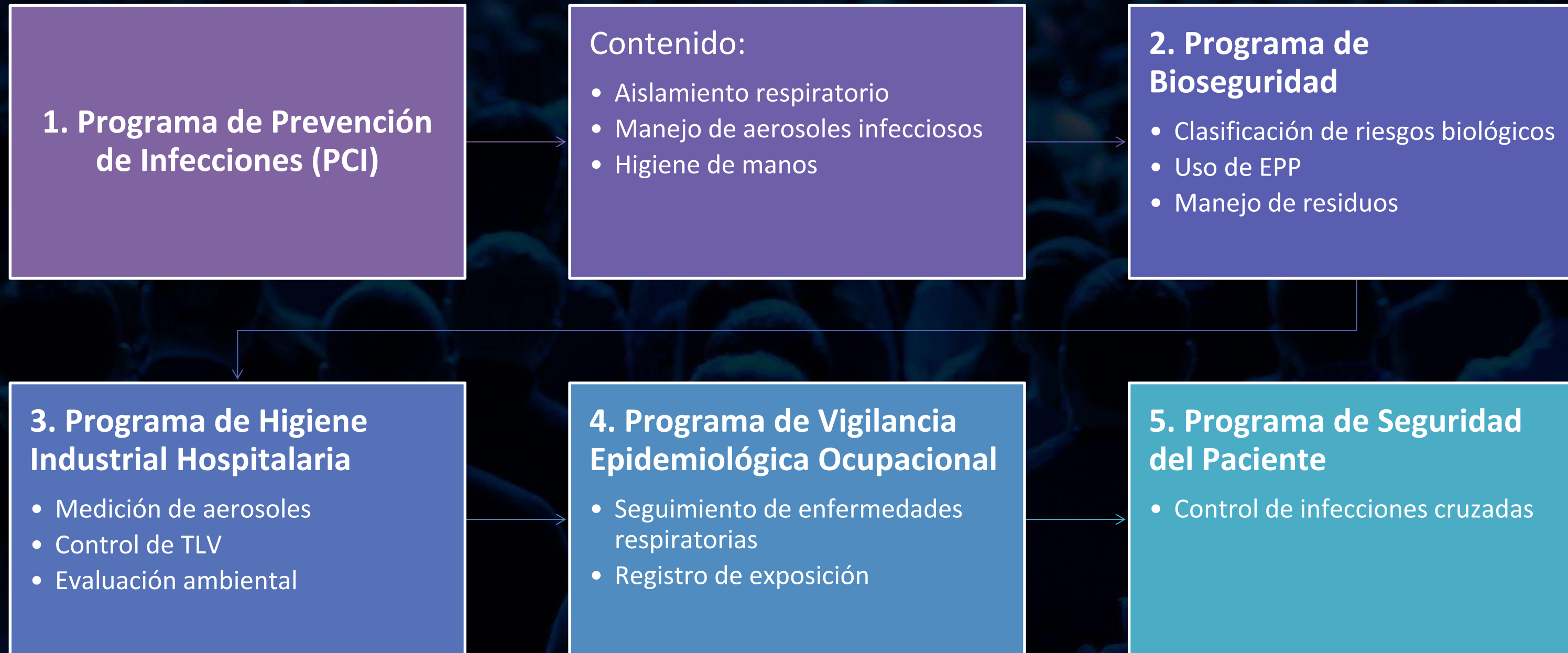
## 🙌 Indicación:

- Intubación
- Aspiración de secreciones
- Bronoscopias
- Atención de pacientes con infecciones respiratorias



# PROGRAMAS ESPECÍFICOS EN HOSPITALES

## Principales programas



## 12. MENSAJES CLAVE

- ✓ Los aerosoles son **invisibles pero altamente peligrosos**
- ✓ El riesgo depende del **tamaño, concentración y tiempo de exposición**
- ✓ Los procedimientos médicos generan aerosoles de alto riesgo
- ✓ La prevención requiere **ingeniería + administración + EPP**
- ✓ La vigilancia ocupacional es clave para detectar daño temprano



# Bibliografías

**Occupational Safety and Health Administration (OSHA).**

Occupational Safety and Health Administration. (2023). *Hospital respiratory protection programs toolkit*.  
<https://www.osha.gov/respiratory-protection/hospitals>

**National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH).**

National Institute for Occupational Safety and Health. (2022). *Hierarchy of controls*.  
<https://www.cdc.gov/niosh/topics/hierarchy/default.html>

**World Health Organization (WHO).**

World Health Organization. (2020). *Infection prevention and control during health care when coronavirus disease (COVID-19) is suspected or confirmed*.  
<https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-IPC-2020.4>

**European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC).**

European Centre for Disease Prevention and Control. (2021). *Infection prevention and control and preparedness for COVID-19 in healthcare settings*.  
<https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/infection-prevention-and-control-healthcare-settings>

**Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR).**

Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica. (2020). *Procedimientos generadores de aerosoles y riesgo de transmisión*.  
<https://www.separ.es/node/1780>

**International Labour Organization (ILO).**

International Labour Organization. (2022). *Safety and health in health services*.  
[https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/areasofwork/hazardous-work/WCMS\\_377716/lang--en/index.htm](https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/areasofwork/hazardous-work/WCMS_377716/lang--en/index.htm)

**American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH).**

American Conference of Governmental Industrial Hygienists. (2023). *TLVs and BEIs: Based on the documentation of the threshold limit values for chemical substances and physical agents & biological exposure indices*.  
<https://www.acgih.org/science/tlv-bei-guidelines/>

**Ministerio de Salud y Protección Social – Colombia.**

Ministerio de Salud y Protección Social. (2014). *Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Enfermedades Laborales (GATISO)*.  
<https://www.minsalud.gov.co/Documentos%20y%20Publicaciones/GATISO%20-%20BTXEB.pdf>

**Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST – España).**

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2022). *Agentes químicos: evaluación de la exposición por inhalación*.  
<https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-quimicos>

**Centers for Disease Control and Prevention (CDC).**

Centers for Disease Control and Prevention. (2023). *Guidelines for environmental infection control in health-care facilities*.  
<https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/environmental/index.html>

**Organización Mundial de la Salud (OMS).**

Organización Mundial de la Salud. (2021). *Transmission of SARS-CoV-2: implications for infection prevention precautions*.  
<https://www.who.int/publications/i/item/modes-of-transmission-of-virus-causing-covid-19>

**Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR).**

Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (2021). *Toxicological profile for formaldehyde*.  
<https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp111.pdf>

# Evaluémonos



# Preguntas



Recuerda que Positiva tiene para ti:



# posipedia

<https://www.posipedia.com.co/>



Cursos virtuales



Artículos



Audios



Juegos digitales



OVAs



Guías



Mailings



Videos



¿Quieres profundizar tus conocimientos y potenciar tus competencias en SST?

¡Capacítate y fortalece la seguridad de tu empresa!

**CURSOS**

**VIRTUALES SG-SST  
DE 50 Y 20 HORAS**

Escanea e insíbete



Para trabajadores de todas las empresas, áreas y sectores.

**¡TE ESPERAMOS!**





**¡CONÉCTATE  
A NUESTRO CANAL  
de WhatsApp!**

**POSITIVA PREVENCIÓN**



Descubre campañas, novedades y tips en Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) que te ayudarán a fortalecer tu bienestar y la cultura de prevención laboral.

**¡Únete y sé parte de la  
comunidad de Positiva!**

# ¡Síguenos en nuestra COMUNIDAD EDUCATIVA!



Escanea el código QR para entrar  
a nuestro Canal de Whatsapp