



# Plan Nacional MULTIMODAL 2024

**Comunidad Nacional de  
Conocimiento en:**

# ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

**El cuidado de sí  
suma a tu vida**



# SESIÓN 8: TECNOLOGÍA DE FILTRACIÓN PARA GASES Y VAPORES


## Experto Líder:

Julio Ricardo Patarroyo Montejo

## Perfil Profesional:

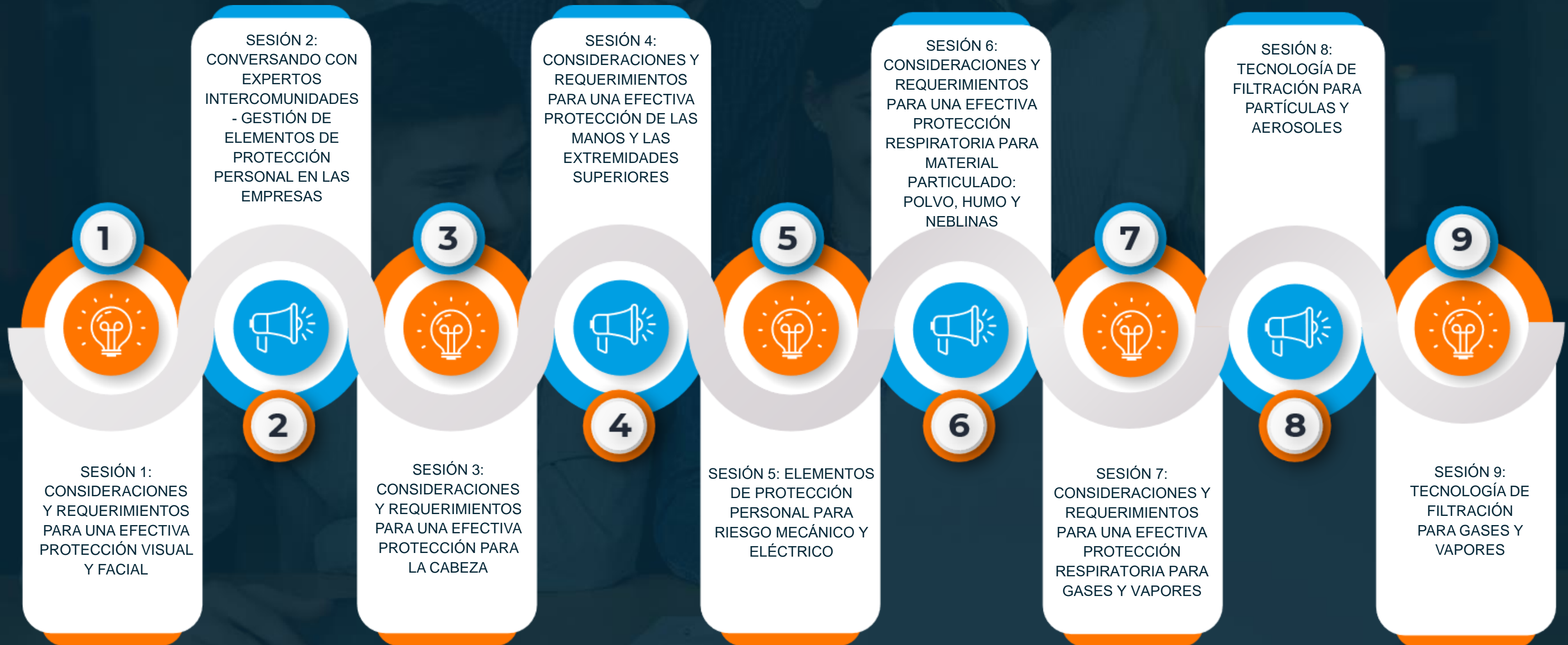
Ingeniero Industrial especializado en Gerencia de Mercados y en Gerencia de Salud Ocupacional, docente universitario en programas de posgrados de Seguridad y Salud en el Trabajo, Entrenador de entrenadores OSHA en estándares de seguridad y salud ocupacional y entrenador de entrenadores NIOSH en seguridad y salud en minas subterráneas de carbón

 [juliopatarroyo@gmail.com](mailto:juliopatarroyo@gmail.com)

 3123606907



# Ruta del conocimiento



# Evaluémonos



*“La educación es el arte de hacer visibles las cosas invisibles”*

Jean-François Lyotard



# Objetivo general

Comunicar a los participantes, las generalidades sobre la tecnología de filtración para gases y vapores en la protección respiratoria





# Objetivos específicos



Realizar un repaso sobre la protección respiratoria para gases y vapores



Repasar aspectos técnicos y legales de la protección respiratoria



Establecer las generalidades de la tecnología de filtración para gases y vapores



Evaluar en los participantes las generalidades de la tecnología de filtración para gases y vapores

# Normatividad Vigente

## DECRETO 1072/15

**Artículo 2.2.4.6.24 (5) Equipos y Elementos de Protección Personal y Colectivo.** Medidas basadas en el uso de dispositivos, accesorios y vestimentas por parte de los trabajadores, con el fin de protegerlos contra posibles daños a su salud o su integridad física derivados de la exposición a los peligros en el lugar de trabajo. El empleador deberá suministrar elementos y equipos de protección personal (EPP) que cumplan con las disposiciones legales vigentes. Los EPP **deben usarse de manera complementaria a las demás medidas de control** y nunca de manera aislada, y de acuerdo con la identificación de peligros y evaluación y valoración de los riesgos.

# Normatividad Vigente

## DECRETO 1072/15

- **Artículo 2.2.4.6.24 Parágrafo 1.** El empleador debe suministrar los equipos y elementos de protección personal (EPP) sin ningún costo para el trabajador e igualmente, debe desarrollar las acciones necesarias para que sean utilizados por los trabajadores, para que estos conozcan el deber y la forma correcta de utilizarlos y para que el mantenimiento o reemplazo de los mismos se haga de forma tal, que se asegure su buen funcionamiento y recambio según vida útil para la protección de los trabajadores.

# Normatividad Vigente

## DECRETO 1072/15

- Los elementos de protección personal tienen el propósito de reducir la exposición a los peligros existentes en el lugar de trabajo que tienen potencial de causar efectos negativos en las condiciones de seguridad de los trabajadores
- El EPP es considerado como el ultimo nivel de control a implementar en la jerarquía de control de riesgos laborales

# Normatividad Vigente

## Resolución 2400/79

TÍTULO IV  
DE LA ROPA DE  
TRABAJO EQUIPOS Y  
ELEMENTOS DE  
PROTECCIÓN

CAPÍTULO II  
DE LOS EQUIPOS Y  
ELEMENTOS DE  
PROTECCIÓN

ARTÍCULOS  
176 - 178

# Normatividad Vigente

## Resolución 2400/79

Artículo 177 (3). Para la protección del sistema respiratorio se deberá usar:

a) Máscaras respiratorias cuando por la naturaleza de la industria o trabajo no sea posible conseguir una eliminación satisfactoria de los gases, vapores u otras emanaciones nocivas para la salud.

b) Mascarillas respiratorias en comunicación con una fuente exterior de aire puro o con recipientes de oxígeno, en los trabajos que se realicen en atmósferas altamente peligrosas, alcantarillas, lugares confinados, etc.

c) Respiradores contra polvos que producen neumoconiosis, tales como la sílice libre, fibra de vidrio, arcilla, arenas, caolines, cemento, asbesto, carbón mineral, caliza, etc. y polvos molestos como el aluminio, la celulosa, harinas, vegetales, madera, plásticos, etc.

# Normatividad Vigente

## Resolución 2400/79

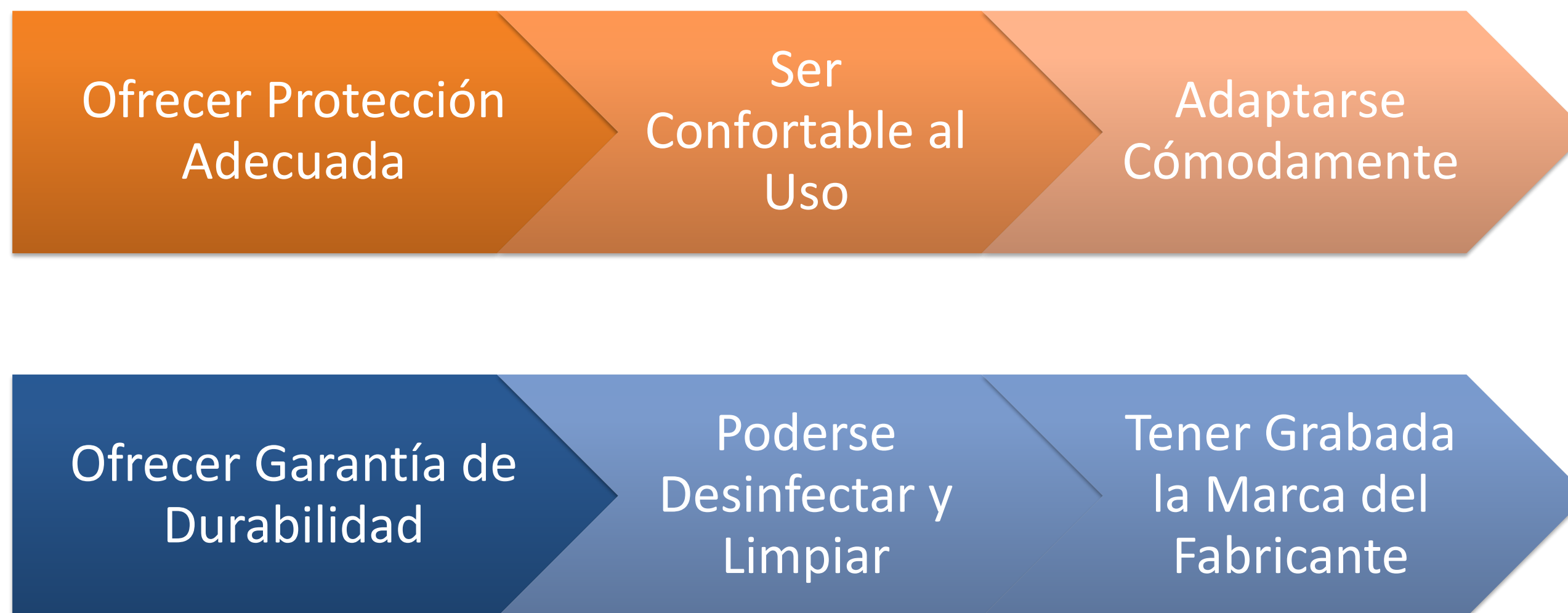
Artículo 177 (3). Para la protección del sistema respiratorio se deberá usar:

d) Respiradores para la protección contra la inhalación de polvos tóxicos que no sean mucho más tóxicos que el plomo, tales como el arsénico, cadmio, cromo, manganeso, selenio, vanadio y sus compuestos, etc.

e) Respiradores para la protección contra la inhalación de humos (dispersiones solidas o partículas de materias formadas por la condensación de vapores tales como los que se producen por el calentamiento de metales y otras sustancias.

f) Respiradores de filtro o cartucho químico para la protección contra la inhalación de neblinas, vapores inorgánicos y orgánicos, dispersiones, etc.

## Resolución 2400/79. Artículo 178





# Gases y Vapores



# ¿Que es el carbón activado?

- Un material absorbente
- Usado para purificación de gases y líquidos
- Red de microporos de tamaño molecular
- Alta superficie interna
  - ~1500m<sup>2</sup> /mg
- Disponible en polvo, grano, pellets o fibras



# ¿Que es el carbón activado?

- Origen mineral o vegetal
- Carbón vegetal es ideal por mayor capacidad de adsorción



## ¿ De donde proviene el carbón activado?

- El carbón activado de los cartuchos de protección respiratoria son hechos principalmente de cáscara de coco



# Capacidad del carbón activado

Un metro cúbico de carbón activado con 0,3 metros cúbicos de poros internos puede adsorber 3 metros cúbicos de gas o más.



## ¿De donde se obtiene el carbón activado?

De 20,000 cocos se obtiene una tonelada de material triturado, el cual una vez sometido a altas temperaturas de activación se obtiene 0.3 toneladas de carbón activado



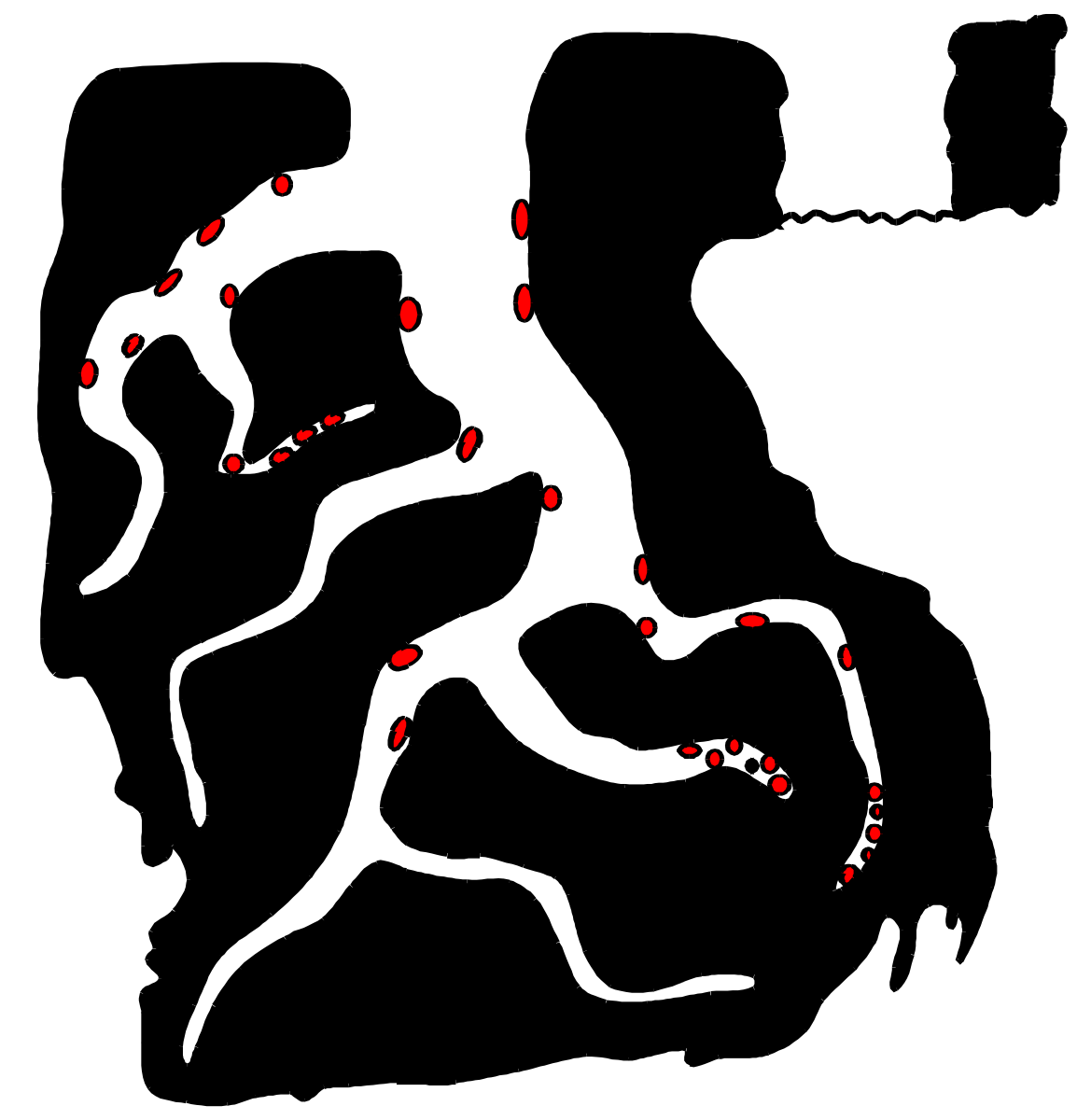
# ¿Cómo se obtiene el carbón activado?

- **Proceso:**
  - Graduación de cáscara de coco
  - Activación:
    - Alta temperatura
    - vapor
    - ausencia de oxígeno
    - liberación de CO al tiempo
  - Control de los microporos
  - Control de granulometría



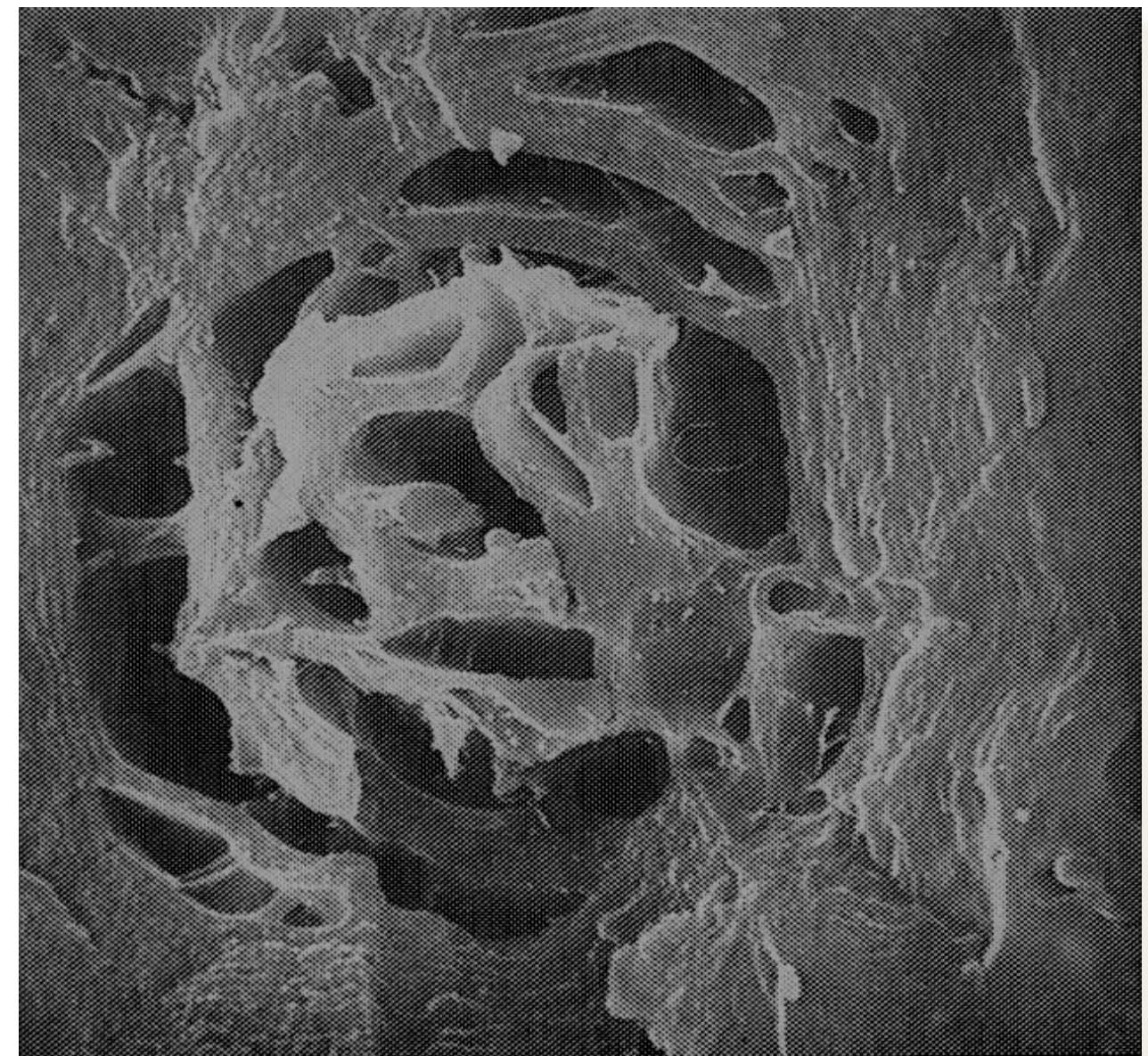
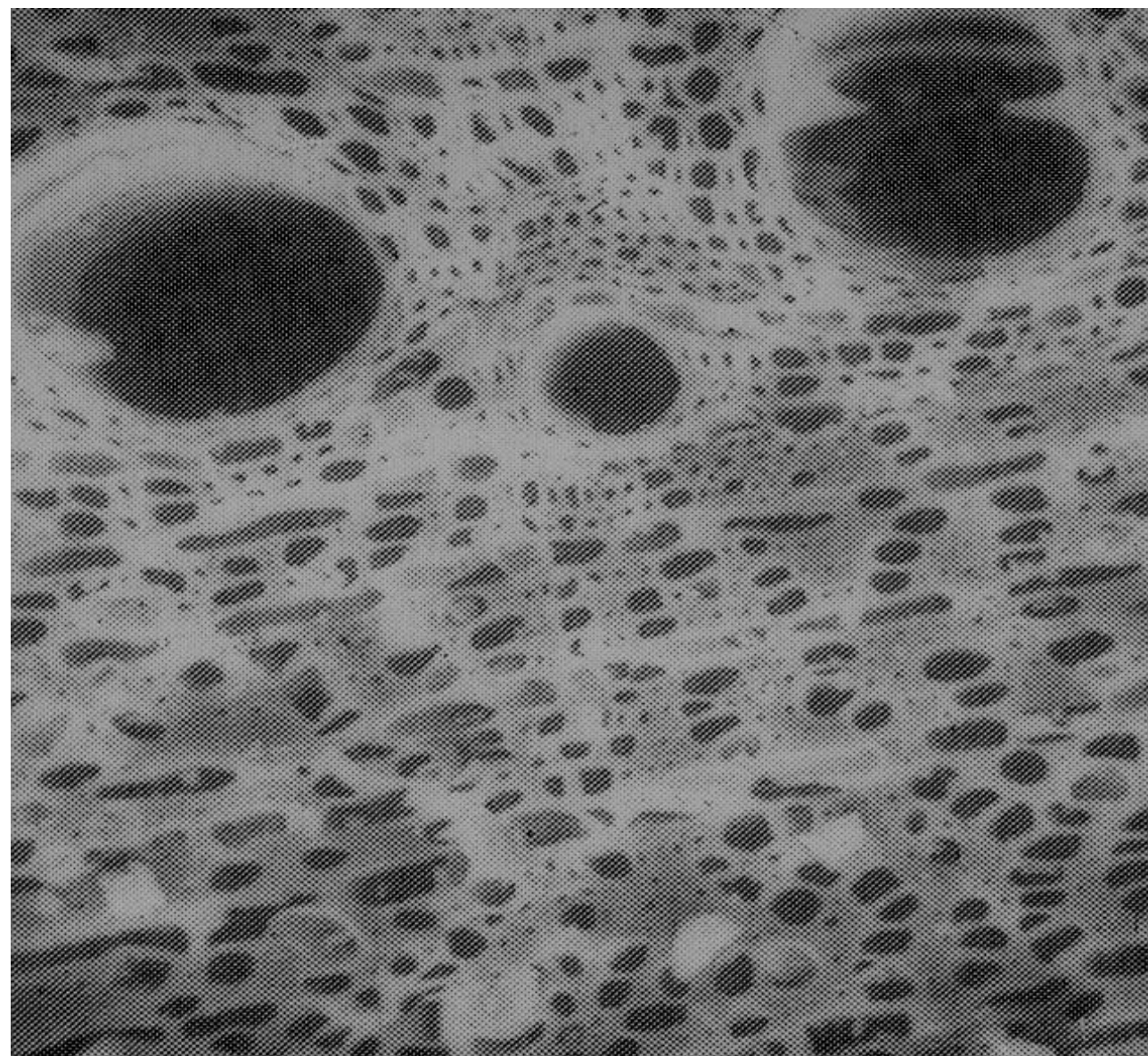
# ¿Cómo es un grano de carbón activado?

*Microporos*





# Estructura del carbón activado

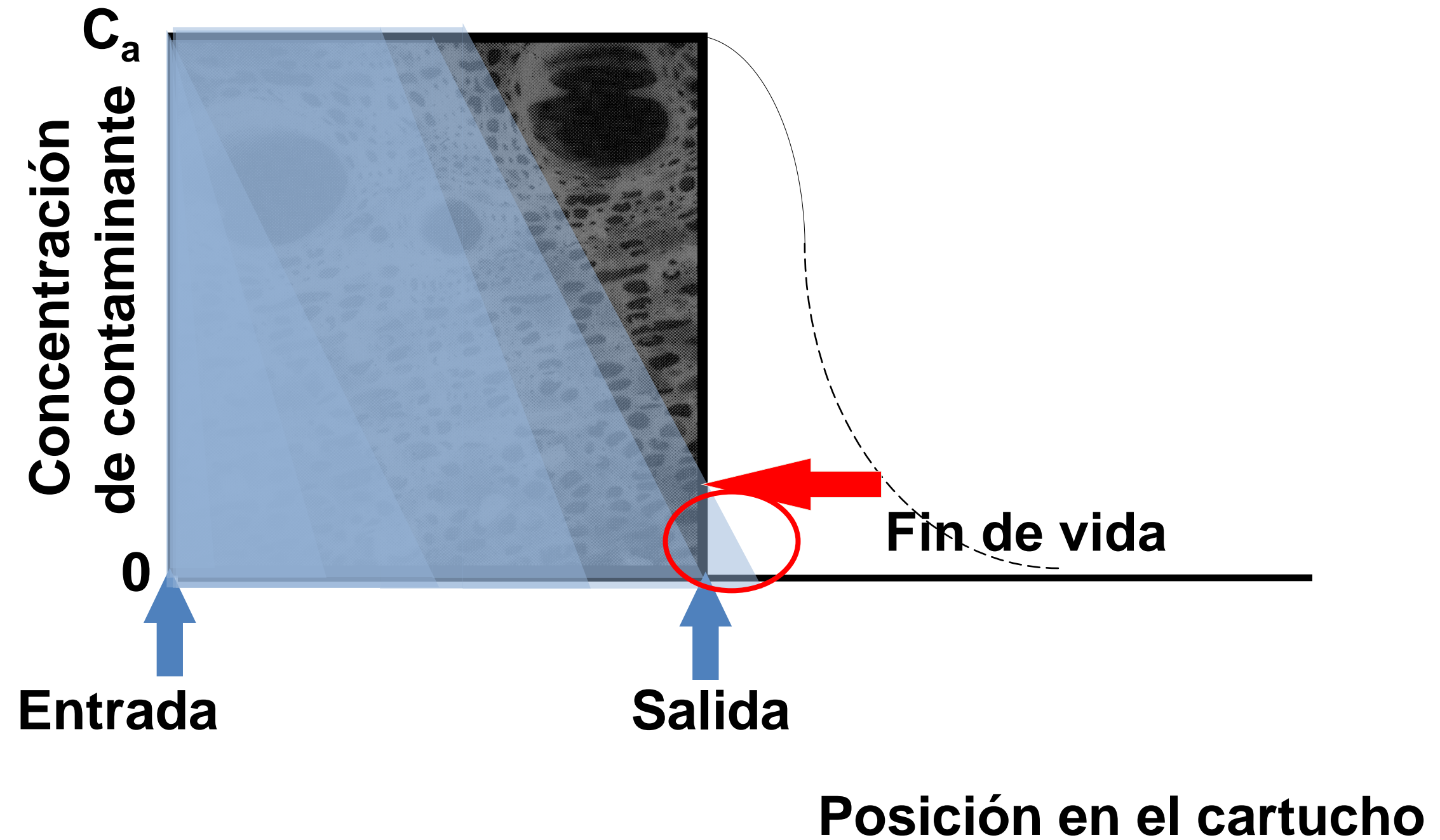


# Características del carbón activado

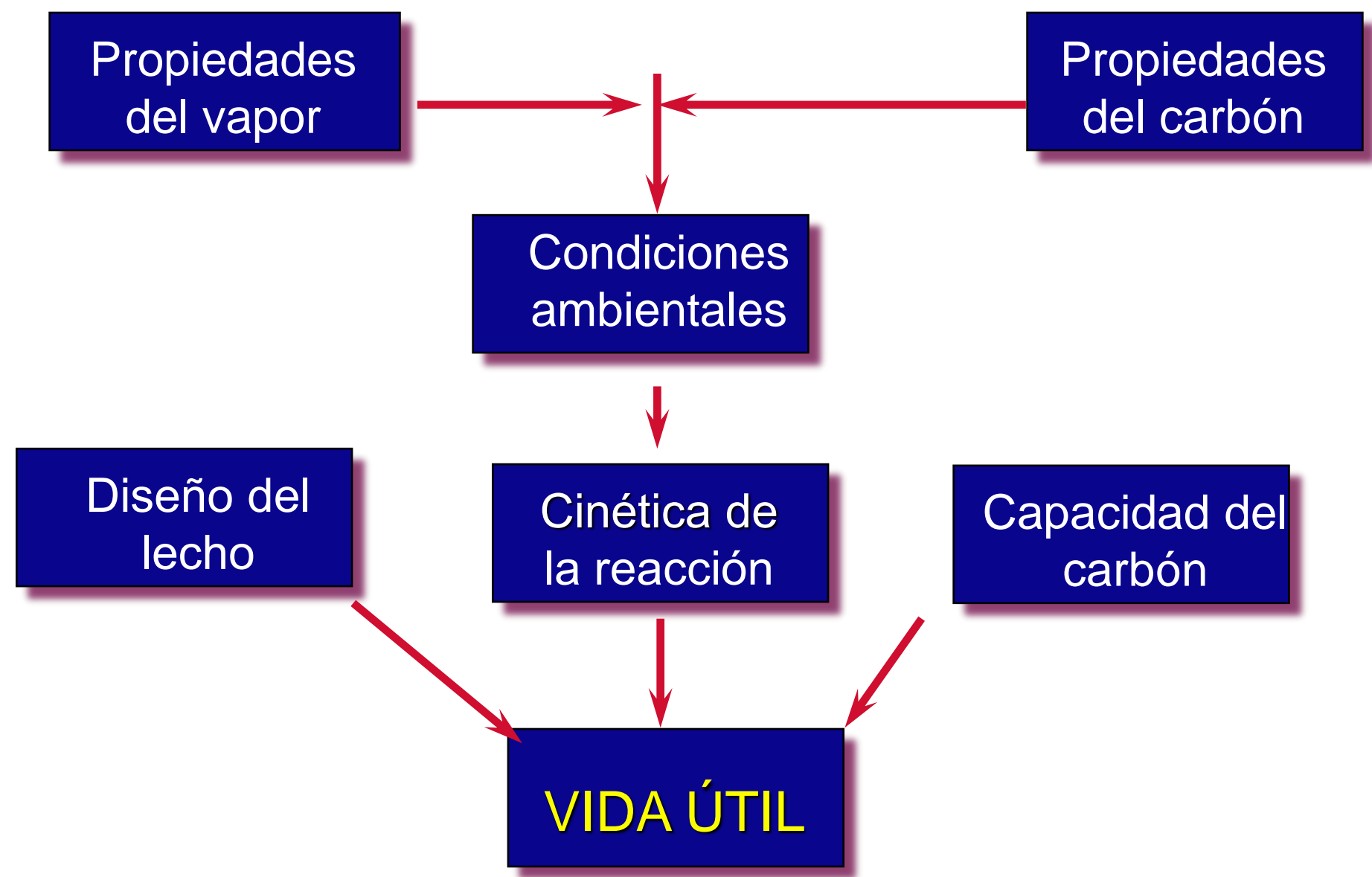
- Hidrófobo - pero adsorbe agua a alta humedad relativa (>85% HR)
- Adsorción con liberación de calor
  - fuerzas “van der waals”
  - Puentes de Hidrogeno
- Adsorción de moléculas de peso molecular > 50
- Pobre adsorción para sustancias volátiles (p.e. <65 C)



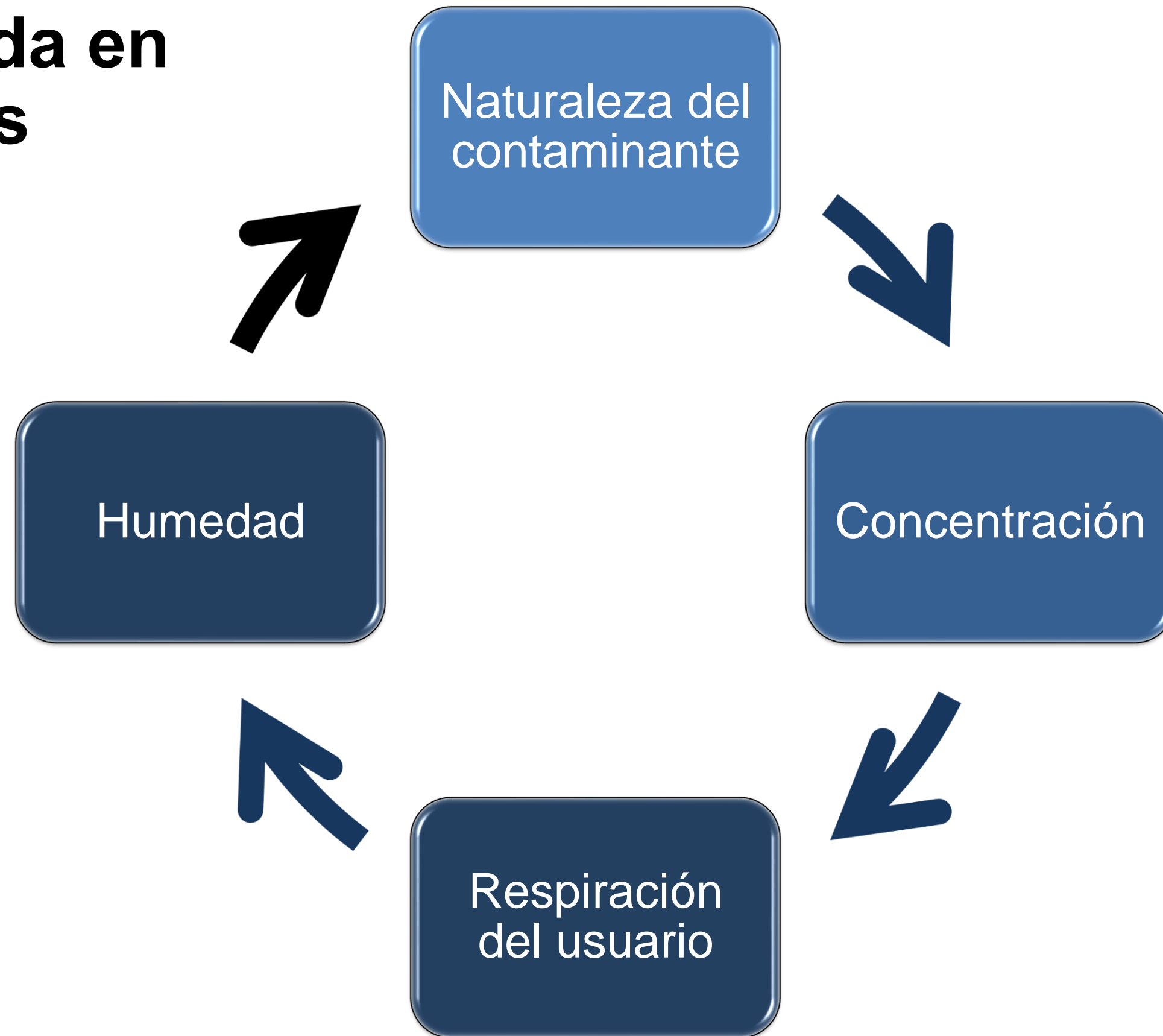
# Perfil de la saturación de cartucho



# ¿De que depende la vida útil del carbón activado de un cartucho?



# Tiempo de vida en cartuchos



# Fin de vida útil de un cartucho

- **En Laboratorio**
  - Fotometría IR, UV
  - Electroquímica
  - CG/EM
  - Sensores específicos
  - otros



# Fin de vida útil de un cartucho

- **En Campo**
  - Olor
  - Sabor
  - Irritación
  - Indicadores en los cartuchos (ESLI)



# Fin de vida útil de un cartucho

- **¿Que hacer cuando no hay propiedad de advertencia?**
  - Usar Respiradores de suministro de aire
  - Cambio de cartucho programado





# Fin de vida útil de un cartucho

- **Umbral de olor**
  - Muy variable entre personas
  - Muchas personas no logran detección hasta 4 X el Umbral promedio

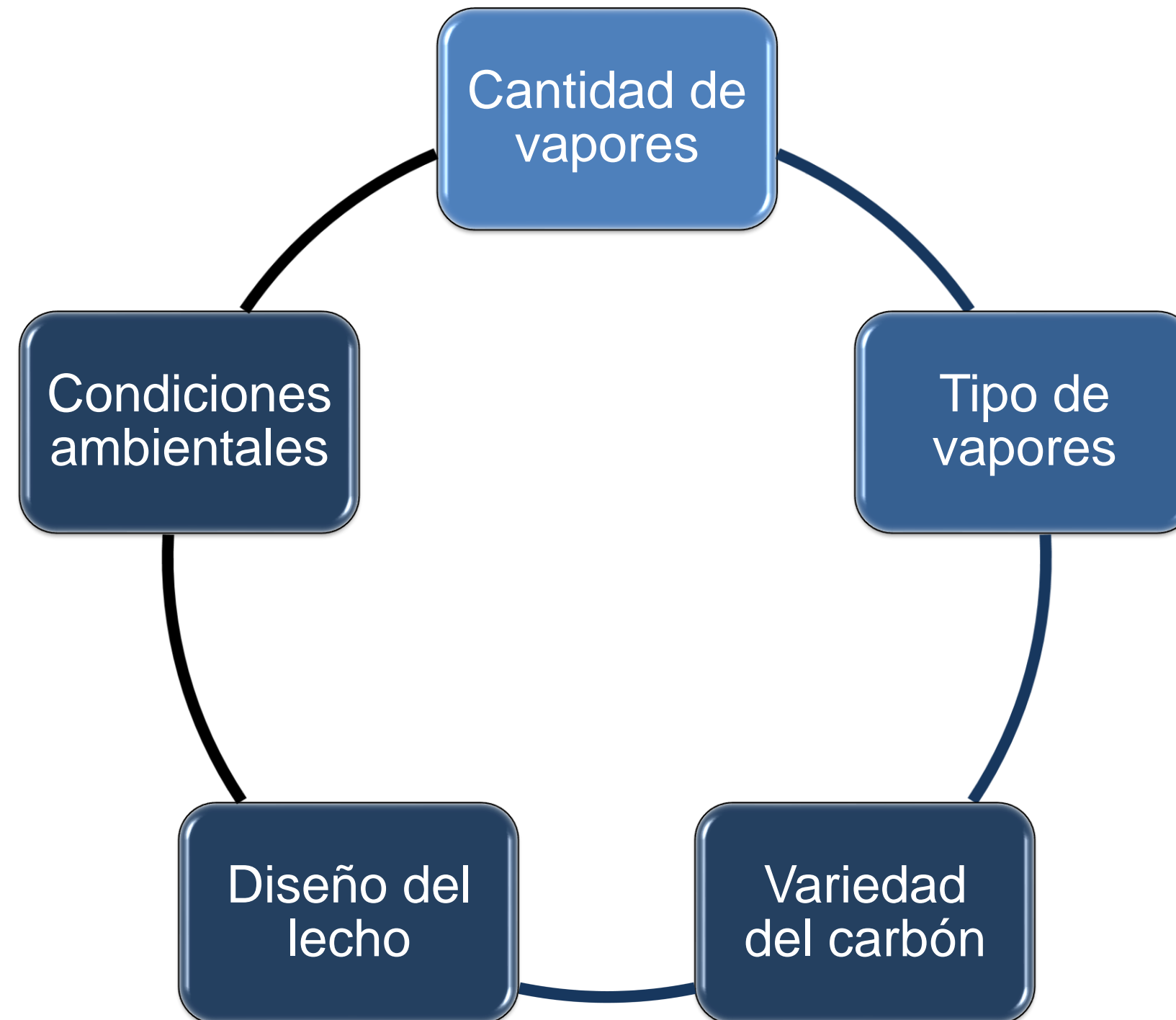


# Fin de vida útil de un cartucho

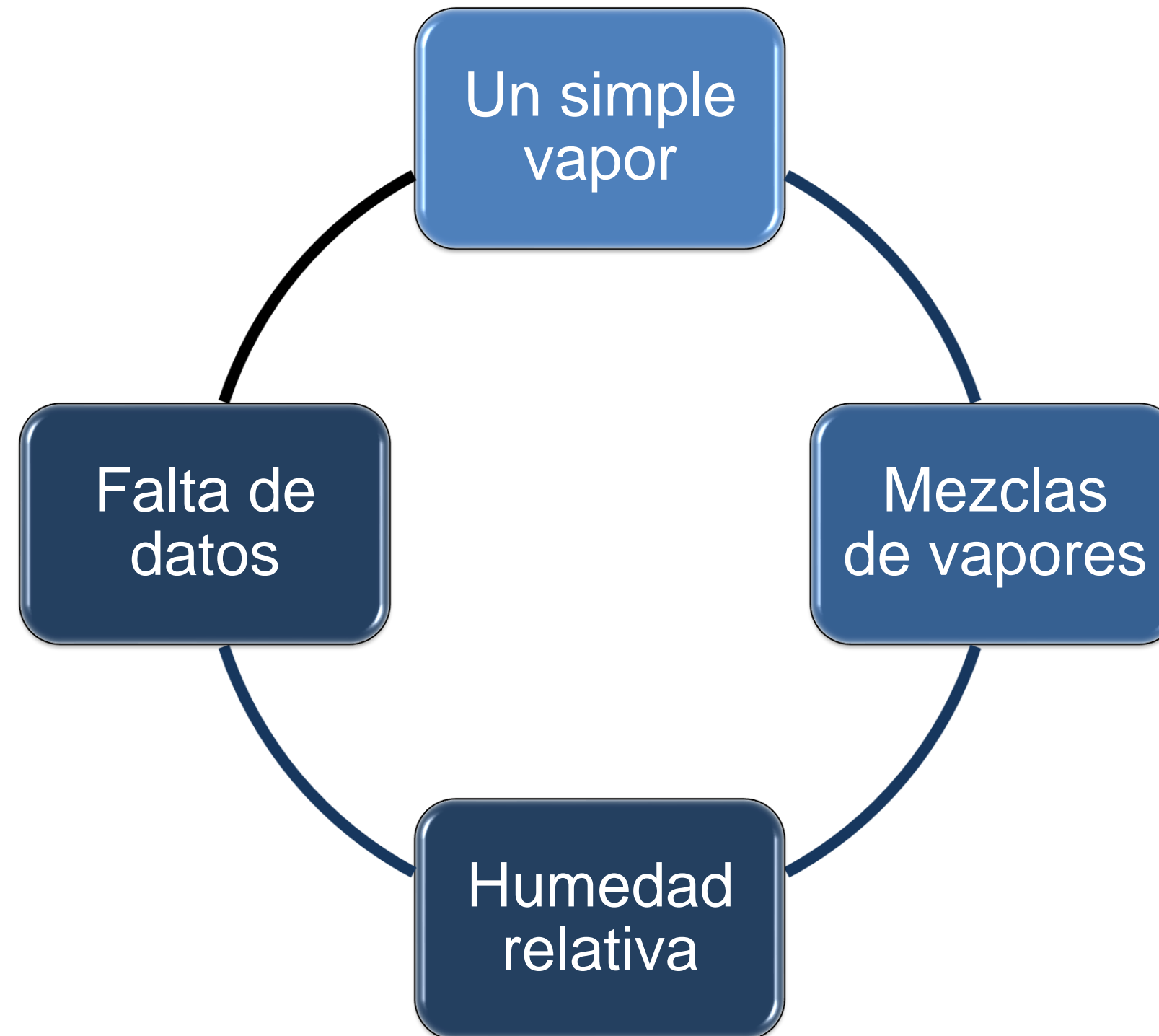
- **Indicadores de vida útil**
  - Determinación pasivo o activo
  - Pasivo requiere visibilidad clara
  - Efectividad y seguridad comprobada
  - No alterar la operación del respirador
  - Indicación antes de 90 % de saturación
  - No son muy comunes



## El cálculo depende de:



## Retos para el cálculo:



# Tiempo de vida en cartuchos

## • REGLAS EMPÍRICAS

- “A mayor volatilidad (presión de vapor) del contaminante, menor eficiencia de adsorción”
- “ A peso molecular mayor de 50 - mayor efectividad”
- Vapores Orgánicos con punto de ebullición  $<65^{\circ}\text{C}$  adsorbidos en carbón activado pueden migrar sin el de flujo de aire. El usuario lo puede detectar en el próximo uso.

# Tiempo de vida en cartuchos

## • REGLAS EMPÍRICAS

- **Efecto de la frecuencia respiratoria:** “Tiempo de vida inversamente proporcional a la frecuencia respiratoria”
- **Efecto del punto de ebullición:**  
“Los materiales con alto punto de ebullición se atrapan más fácilmente. Un cartucho durará 8 horas si el PE del vapor es mayor a 70°C y la concentración menor a 200 ppm”

# Tiempo de vida en cartuchos

## • REGLAS EMPÍRICAS

- **Efecto de la concentración:** “Reducir la concentración por un factor de 10, aumentará el tiempo de vida por un factor de 5”
- **Efecto de la humedad:**  
“Humedad relativa mayor o igual a 85% reduce el tiempo de vida a un 50%”

## Cálculo de vida útil

- $t_{10\%} = 2.4 * 10^6 * W_c * (a+bt) * C^{2/3} * M * Q$

- $t_{10\%}$  = 10% de penetración

- $W_c$  = masa de carbón

- $C$  = Concentración

- $M$  = Peso Molecular

- $Q$  = Tasa de respiración

- $a, b, t$  = valores de volatilidad

- para un tipo de absorbente

- no considera efecto de humedad relativa



# Bibliografía

 [www.posipedia.com.co](http://www.posipedia.com.co)

 [www.3m.com](http://www.3m.com)

 [www.cdc.gov/spanish/niosh/index.html](http://www.cdc.gov/spanish/niosh/index.html)



# Evaluémonos





# ¿Preguntas?



Recuerda que POSITIVA tiene para ti:

# Posipedia

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



Cursos virtuales



Artículos



Audios



Juegos digitales



OVAS



Guías



Mailings



Videos

# POR MUCHAS CONEXIONES MÁS

## Andrés

Despierta todos los días seguro y feliz, porque permanece informado de las noticias y actividades nuevas en SST con su comunidad educativa Positiva Educa en WhatsApp.



1

Escanea el Código QR con tu celular.



2

Síguenos y entérate de todas las actualizaciones de nuestro Plan Nacional de Educación.



3

## ¡Recuerda!

El canal lo encuentras en la pestaña de Novedades de tu Whatsapp



# *¡SIGUENOS EN NUESTRA COMUNIDAD EDUCATIVA!*



Escanea el código  
QR con tu celular