

SALUD



FÍSICO

MENTAL

SOCIAL

VIDA:
AUTÓNOMA
GOZOSA
SOLIDARIA

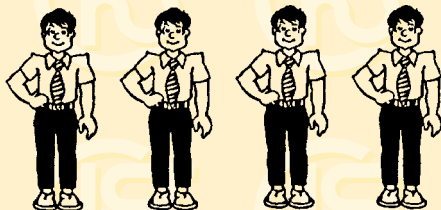


BIENESTAR
MÁXIMO

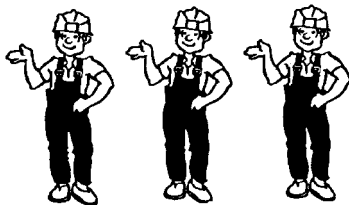
PREVENCIÓN

PROMOCIÓN

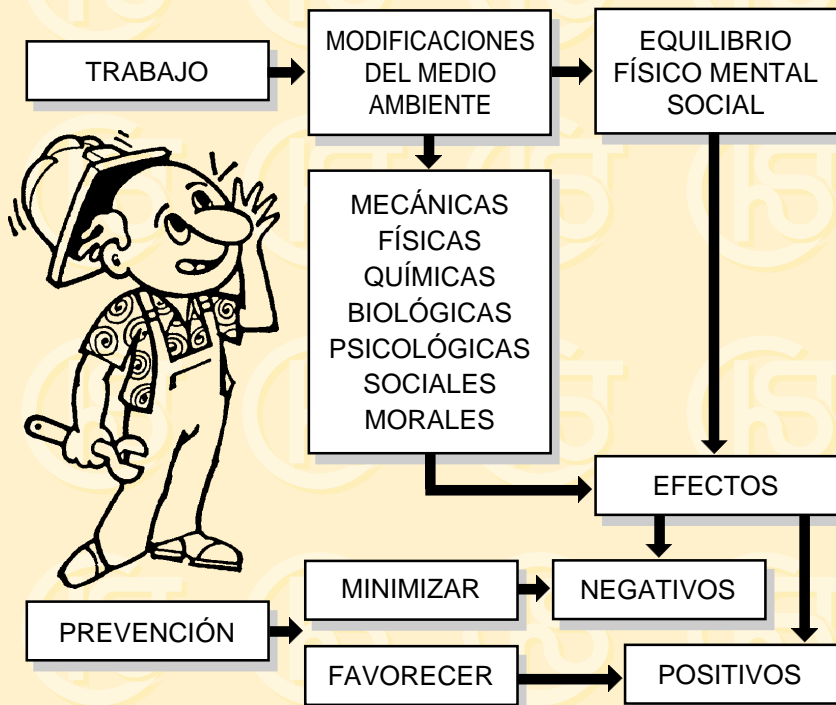
MEDIO AMBIENTE



MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO



RIESGOS PROFESIONALES



EFFECTOS NEGATIVOS DE LAS MODIFICACIONES AMBIENTALES

MECÁNICAS

ACCIDENTES DE TRABAJO

**HIGIENE
INDUSTRIAL**

FÍSICAS

**ENFERMEDADES
POR AGENTES FÍSICOS**

QUÍMICAS

**ENFERMEDADES
POR AGENTES QUÍMICOS**

BIOLÓGICAS

**ENFERMEDADES
POR AGENTES VIVOS**

**PSICOLÓGICAS
SOCIALES
MORALES**

**FATIGA, ESTRÉS, INSATISFACCIÓN
INCIDENCIA SOBRE
OTRAS ENFERMEDADES
PSICOLÓGICAS**

DEFINICIÓN DE HIGIENE INDUSTRIAL

LA HIGIENE INDUSTRIAL
ES UNA TÉCNICA NO MÉDICA
DE PREVENCIÓN
DE ENFERMEDADES
PROFESIONALES

ENFERMEDAD PROFESIONAL

LA CONTRAÍDA A CONSECUENCIA DEL TRABAJO
EJECUTADO POR CUENTA AJENA,
EN LAS ACTIVIDADES QUE SE ESPECIFIQUEN
EN EL CUADRO QUE SE APRUEBA POR
LAS DISPOSICIONES DE APLICACIÓN
Y DESARROLLO DE ESTA LEY, Y QUE ESTÉ
PROVOCADA POR LA ACCIÓN DE LOS ELEMENTOS
O SUSTANCIAS QUE EN DICHO CUADRO
SE INDIQUE PARA TODA ENFERMEDAD
PROFESIONAL

R.D.L. 1/94 DE 26.6.94
TEXTO REFUNDIDO DE LA LEY GENERAL
DE LA SEGURIDAD SOCIAL

DEFINICIÓN TÉCNICA DE ENFERMEDAD PROFESIONAL

ES AQUEL DETERIORO LENTO Y PAULATINO
DE LA SALUD DEL TRABAJADOR,
PRODUCIDO POR UNA EXPOSICIÓN
CRÓNICA A SITUACIONES ADVERSAS,
SEAN ÉSTAS PRODUCIDAS POR
EL AMBIENTE EN QUE SE DESARROLLA
EL TRABAJO O POR LA FORMA
EN QUE ÉSTE ESTÁ ORGANIZADO

FACTORES QUE DETERMINAN UNA ENFERMEDAD PROFESIONAL

**LA CONCENTRACIÓN
DEL AGENTE CONTAMINANTE
EN EL AMBIENTE DE TRABAJO**

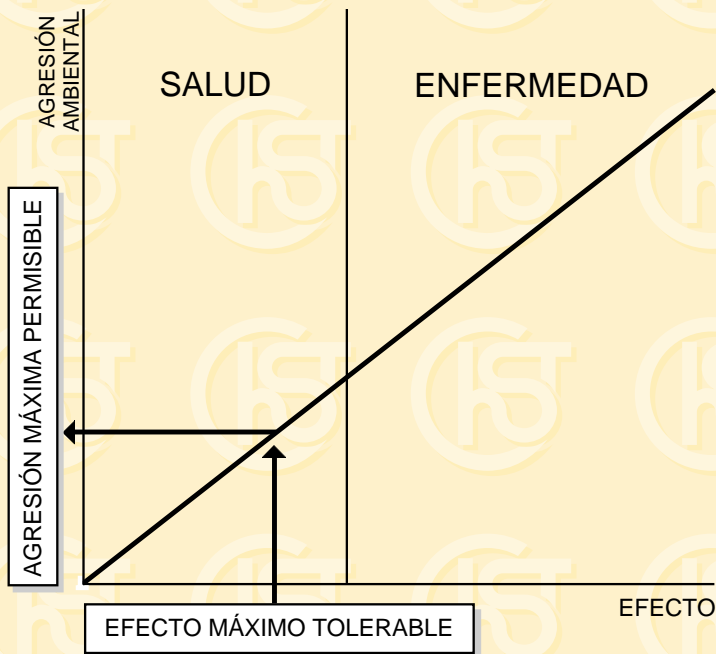
EL TIEMPO DE EXPOSICIÓN

**LAS CARACTERÍSTICAS PERSONALES
DE CADA INDIVIDUO**

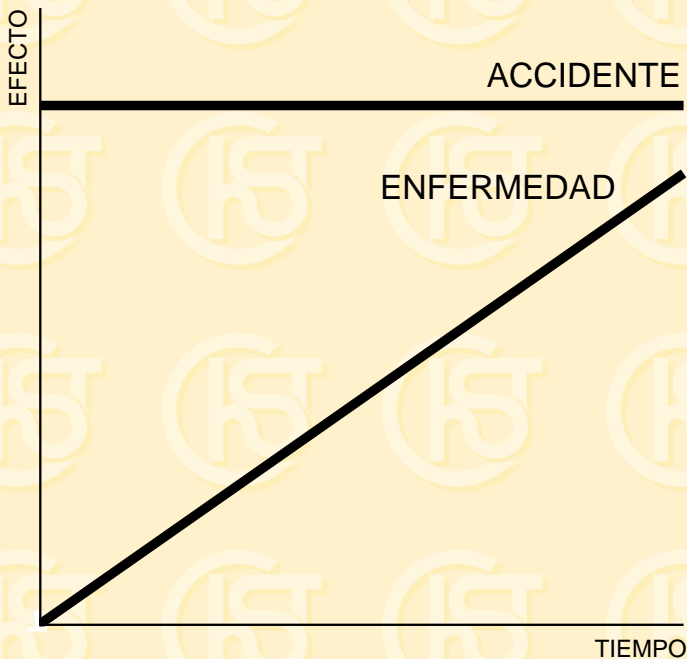
LA RELATIVIDAD DE LA SALUD

**LA PRESENCIA DE VARIOS AGENTES
CONTAMINANTES AL MISMO TIEMPO**

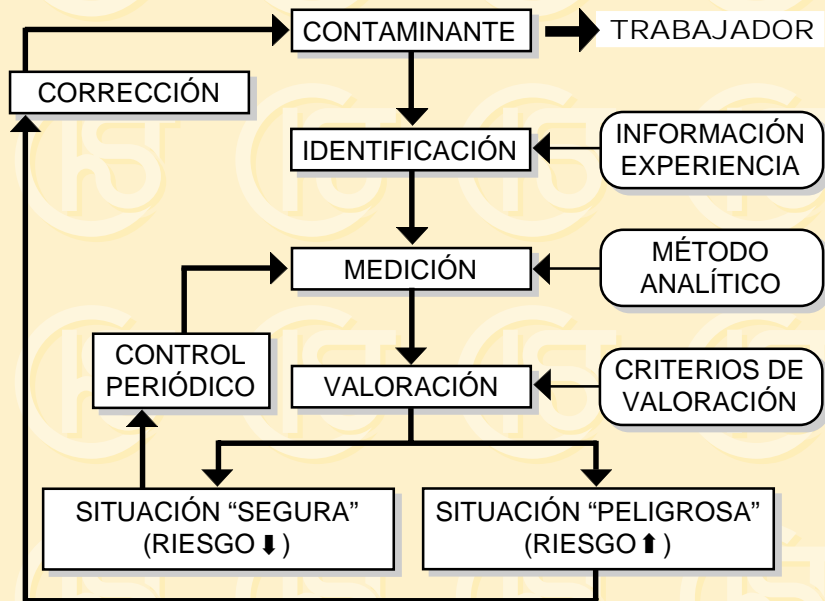
RELACIÓN AGRESIÓN-ENFERMEDAD



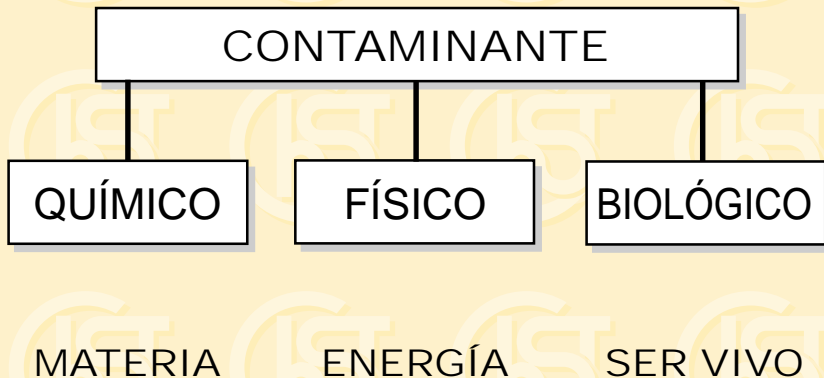
DIFERENCIA ACCIDENTE-ENFERMEDAD



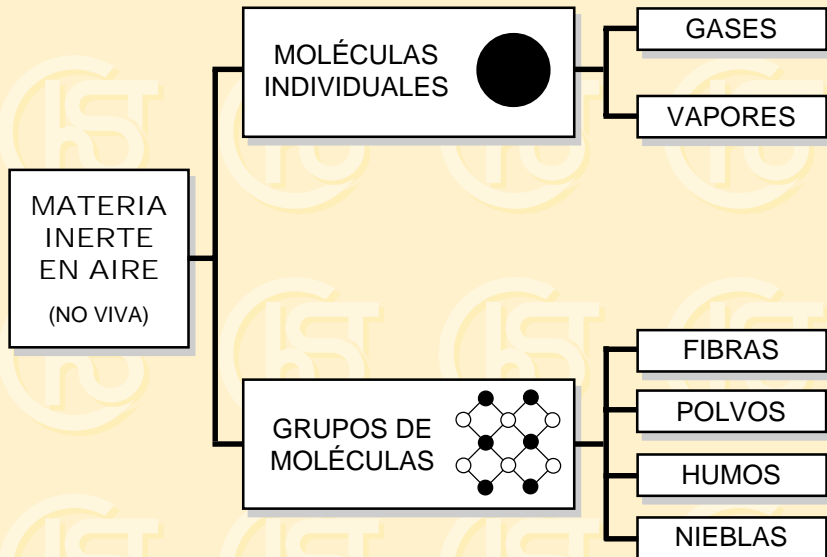
ACTUACIÓN EN HIGIENE INDUSTRIAL



TIPOS DE CONTAMINANTES

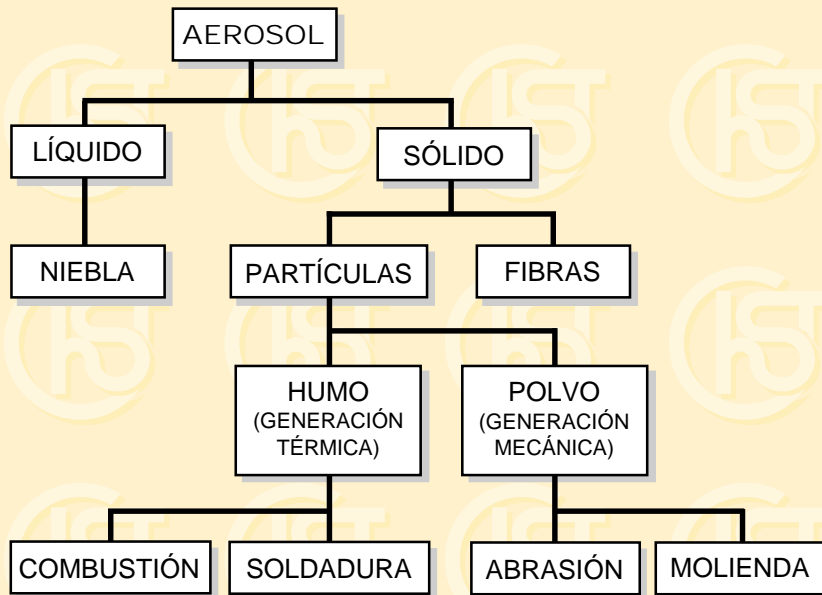


CONTAMINANTES QUÍMICOS



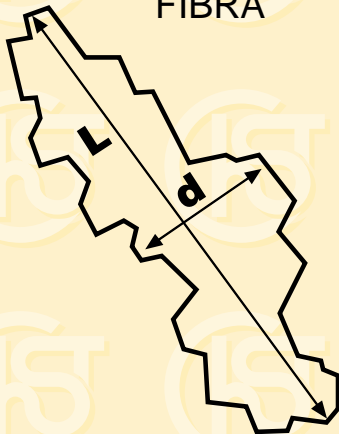
CONTAMINANTES QUÍMICOS

GRUPOS DE MOLÉCULAS

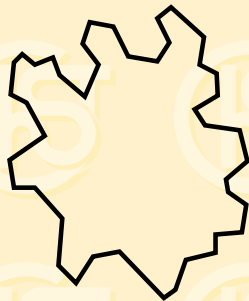


DEFINICIÓN DE FIBRA

FIBRA



PARTÍCULA



$$d < \frac{1}{3} L$$

CONTAMINANTES FÍSICOS

ENERGÍA MECÁNICA

RUIDO

VIBRACIONES

VARIACIONES
DE PRESIÓN

ENERGÍA TÉRMICA

CALOR

FRÍO

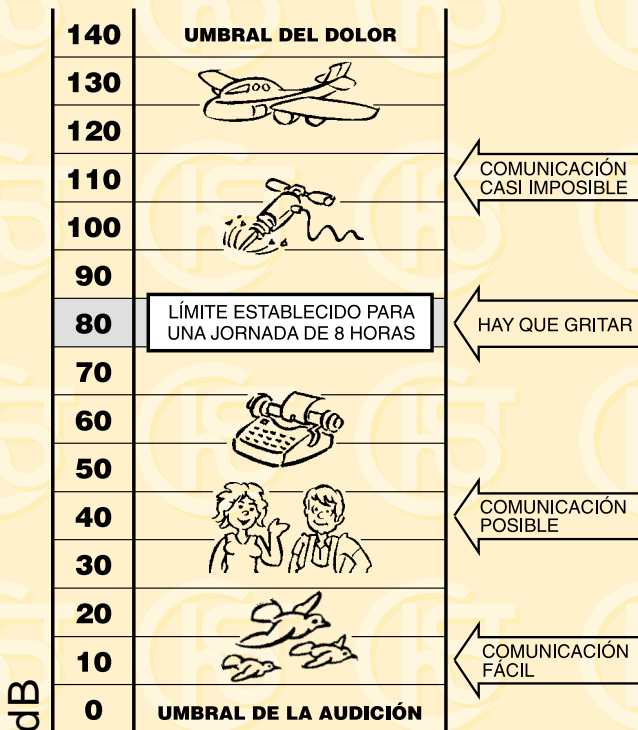
CALOR/FRÍO

ENERGÍA ELECTROMAGNÉTICA

IONIZANTE

NO IONIZANTE

NIVELES SONOROS



EFFECTOS DEL RUIDO SOBRE LA SALUD

FATIGA AUDITIVA

AUMENTO TRANSITORIO
DEL UMBRAL DE AUDICIÓN
Y RECUPERACIÓN DESPUÉS
DE UN PERIODO DE NO EXPOSICIÓN

ENMASCARAMIENTO

TRANSMISIÓN ORAL DIFICULTADA
POR NIVEL SONORO DE FONDO
AUMENTO DE LA CARGA
DE TRABAJO

HIPOACUSIA

EXPOSICIÓN REPETIDA
A ELEVADOS NIVELES SONOROS
LESIONAN EL ÓRGANO DE CORTI
(4000 - 6000 HZ)

**SORDERA
PROFESIONAL**

CUANDO LA HIPOACUSIA ALCANZA
LAS FRECUENCIAS DE CONVERSACIÓN

EFFECTOS DE LAS VIBRACIONES

Bajas
frecuencias



EFFECTO EN OÍDO
INTERNO

RETARDO EN TIEMPOS
DE REACCIÓN

Altas
frecuencias

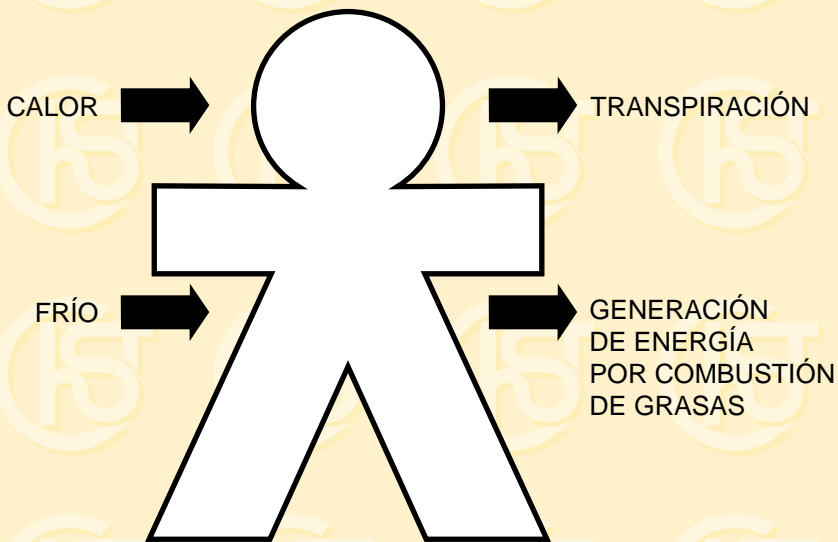


PROBLEMAS
EN LAS
ARTICULACIONES

PROBLEMAS
VASOMOTORES

PROBLEMAS EN MANOS,
BRAZOS Y PIERNAS

AUTORREGULACIÓN



TEMPERATURA INTERNA = 37°

CONDICIONES TÉRMICAS EXTREMAS

EXCESO DE FRÍO

NECESIDAD DE
ACTIVIDAD MUSCULAR

CONGELACIÓN

EXCESO DE CALOR

ACCIDENTES

GOLPE DE CALOR
HIPERPIREXIA

PRINCIPALES

AMBIENTE TÉRMICO
+
CARGA ELEVADA
DE TRABAJO

CAUSAS

ADICIONALES

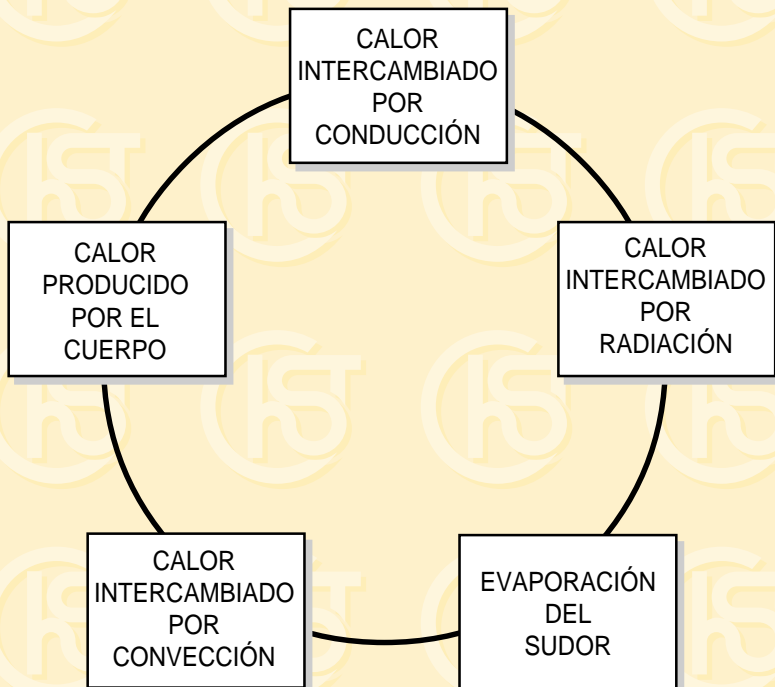
FALTA DE ACLIMATACIÓN
OBESIDAD
INSUFICIENCIA DE AGUA
CONSUMO DE ALCOHOL
VESTIDO INADECUADO
ENFERMEDAD
CARDIOVASCULAR

ELEVACIÓN TEMPERATURA CORPORAL

DELIRIO, VÉRTIGO, CONVULSIONES, CESE SUDORIZACIÓN

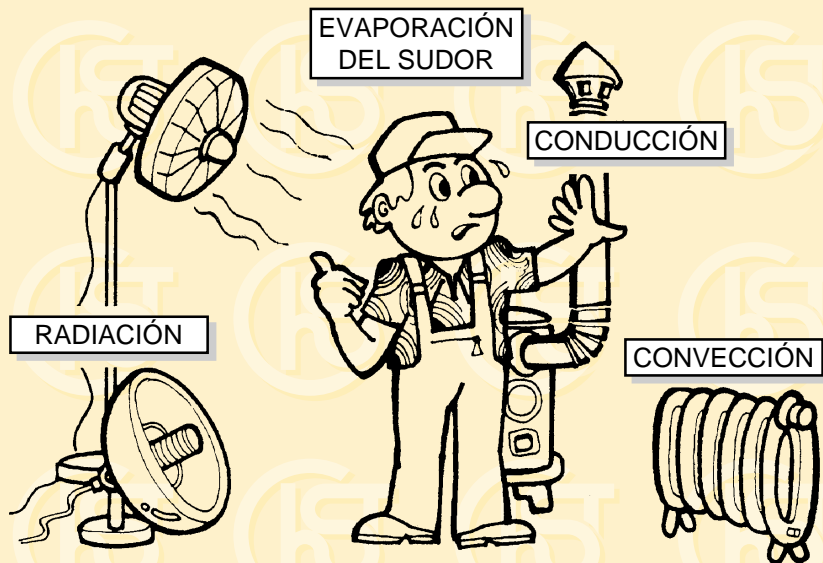
SHOCK, MUERTE EN 24 HORAS

BALANCE TÉRMICO



CONFORT TÉRMICO

FORMAS DE INTERCAMBIO DE CALOR



ESTRÉS TÉRMICO

PÉRDIDA ENERGÍA
CALÓRICA
POR INTERCAMBIO
CON EL MEDIO



=

ENERGÍA CALÓRICA
PRODUCIDA
POR EL
ORGANISMO



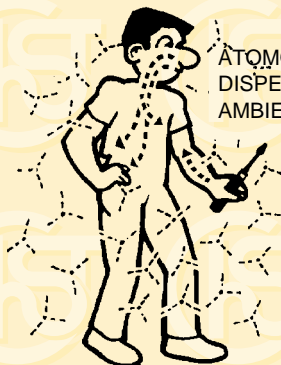
BALANCE TÉRMICO= 0

CLASIFICACIÓN DE LAS RADIACIONES

 FRECUENCIA 	RAYOS CÓSMICOS	IONIZANTES
	RAYOS GAMMA	
	RAYOS X	
	ULTRAVIOLETA	NO IONIZANTES
	VISIBLE	
	INFRARROJO	
	MICROONDAS RADAR F.M. T.V.	
	ONDAS DE RADIO	
	CAMPOS ELÉCTRICOS (ALTA TENSIÓN)	

TIPOS DE EXPOSICIÓN DE LAS RADIACIONES

IRRADIACIÓN EXTERNA
NO HAY CONTACTO CON
LA FUENTE



ÁTOMOS RADIATIVOS
DISPERSOS EN EL
AMBIENTE RESPIRABLE

CONTAMINACIÓN RADIATIVA
PUEDE HABER CONTACTO CON
LA FUENTE (INHALACIÓN,
INGESTIÓN O PIEL)

EFFECTOS DE LAS RADIACIONES IONIZANTES

CORTO PLAZO

**DESTRUCCIÓN
CELULAR
QUEMADURAS**

LARGO PLAZO

CÁNCER

EFFECTOS DE LAS RADIACIONES NO IONIZANTES

UV VISIBLE

DAÑO EN PIEL Y OJOS

INFRARROJOS

DAÑO EN PIEL Y EN EL
CONJUNTO DEL ORGANISMO

MICROONDAS,
RADIOFRECUENCIAS
Y RADIACIONES
DE FRECUENCIA
EXTREMADAMENTE
BAJA

AUMENTO TEMPERATURA
CORPORAL
DAÑOS EN DIFERENTES
PARTES DEL ORGANISMO

CONTAMINANTES BIOLÓGICOS



VIRUS



BACTERIAS



PROTOZOOS

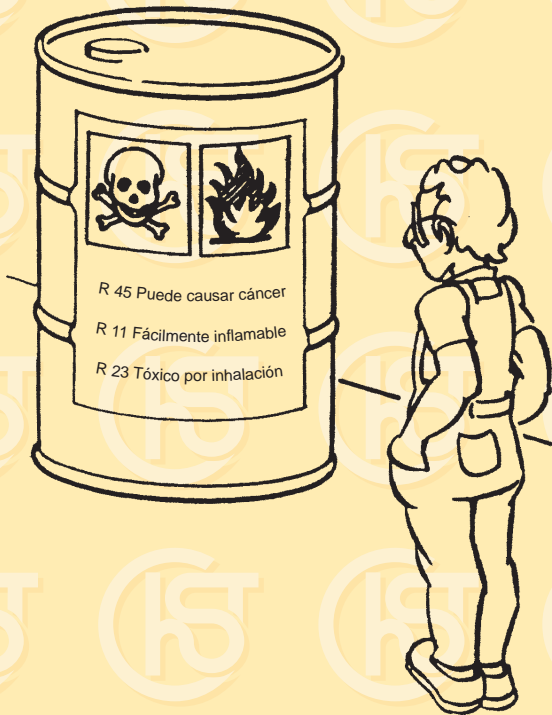


HONGOS



GUSANOS

IDENTIFICACIÓN DE CONTAMINANTES

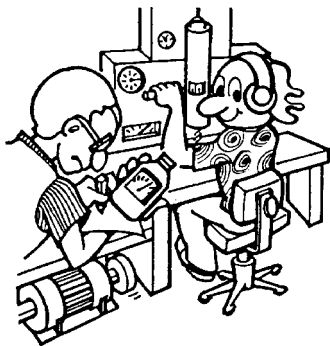


MEDICIÓN

TIPOS DE MEDICIÓN

DIRECTA

EN EL PROPIO PUESTO



INDIRECTA

TOMA DE MUESTRA PARA
ANALIZAR EN LABORATORIO



EVALUACIÓN

TENER EN CUENTA:

TIPO DE CONTAMINANTES Y EFECTOS
INDIVIDUALES Y COMBINADOS

CAUSAS DE LA CONTAMINACIÓN

VÍAS DE ENTRADA

TIEMPO REAL DE EXPOSICIÓN

TIPO DE PROTECCIÓN UTILIZADA Y SU EFICACIA

VÍAS DE ELIMINACIÓN

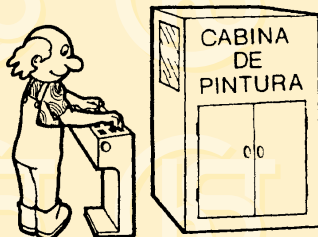
MEJORAS TÉCNICAS QUE SE PUEDEN ADOPTAR

TIPO DE ACTIVIDAD

MEDIDAS CORRECTORAS

1º

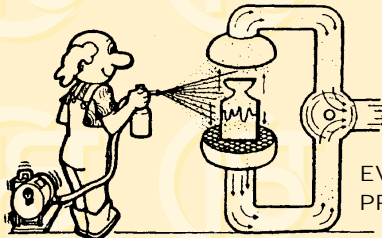
ACTUACIÓN SOBRE
EL FOCO
CONTAMINANTE



IMPEDIR
LA EMISIÓN

2º

ACTUACIÓN SOBRE
EL MEDIO DE
DIFUSIÓN



EVITAR LA
PROPAGACIÓN

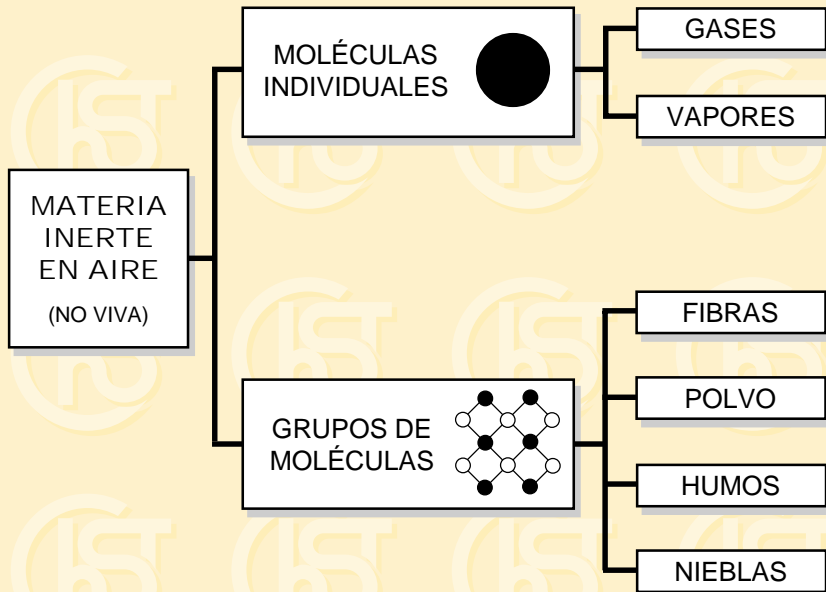
3º

ACTUACIÓN SOBRE
EL INDIVIDUO



PROTEGER
AL TRABAJADOR

CONTAMINANTES QUÍMICOS



TIPOS DE INTOXICACIONES

AGUDAS

GRAN CANTIDAD
DE CONTAMINANTE
EN POCO TIEMPO

CRÓNICAS

PEQUEÑAS CANTIDADES
DE CONTAMINANTE
DÍA TRAS DÍA DURANTE
UN PERIODO DE TIEMPO
PROLONGADO

VÍAS DE ENTRADA

VIA RESPIRATORIA



A través de la nariz
y la boca, los
pulmones, etc.

VIA DERMICA



A través de la piel.

VIA DIGESTIVA



A través de la boca,
estómago, intestinos,
etc.

VIA PARENTERAL



A través de heridas,
llagas, etc.

VÍA RESPIRATORIA

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ABSORCIÓN DEL CONTAMINANTE



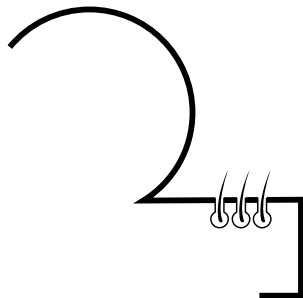
TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS

FACILIDAD DE PASAR
A LA SANGRE EN LOS
ALVÉOLOS PULMONARES

CAPACIDAD DEL CONTAMINANTE
DE QUEDAR RETENIDO EN EL
SISTEMA RESPIRATORIO

VÍA DÉRMICA

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ABSORCIÓN DEL CONTAMINANTE



FACILIDAD DEL CONTAMINANTE
PARA DISOLVERSE
EN AGUA Y GRASAS

ESTADO DE LA PIEL

CIRCULACIÓN PERIFÉRICA
DE LA SANGRE

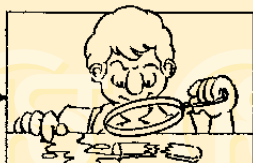
EFFECTOS DE LOS CONTAMINANTES

TIPO DE EFECTO	EJEMPLOS DE CONTAMINANTES
NEUMOCONIÓTICOS	SÍLICE, AMIANTO
IRRITANTES	ÁCIDO CLORHÍDRICO, FORMALDEHÍDO, OZONO, FOSGENO
ASFIXIANTE SIMPLE	DIÓXIDO DE CARBONO, NITRÓGENO
ASFIXIANTE QUÍMICO	MONÓXIDO DE CARBONO, ÁCIDO CIANHÍDRICO
ANESTÉSICOS	TOLUENO, ACETONA, ÉTER
SENSIBILIZANTES	ISOCIANATOS, FIBRAS VEGETALES, FORMALDEHÍDO
CANCERÍGENOS	BENCENO, CLORURO DE VINILO, AMIANTO
TÓXICOS SISTÉMICOS	MERCURIO, CADMIO, CLOROFORMO
CORROSIVOS	ACIDOS, ÁLCALIS

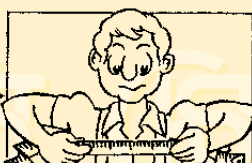
METODOLOGÍA DE ACTUACIÓN



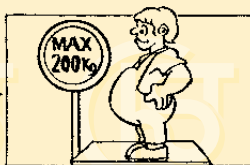
IDENTIFICACIÓN
DE SUSTANCIAS



INVESTIGACIÓN
DE CAUSAS



MEDICIONES



COMPARACIÓN CON
VALORES LÍMITE



CORRECCIÓN

IDENTIFICACIÓN DE LOS CONTAMINANTES

EN UN PUESTO DE TRABAJO
PUEDEN EXISTIR EN EL AIRE
GASES, VAPORES O AEROSOL
CONSTITUIDOS POR LAS SUSTANCIAS
QUE FORMAN PARTE DE:

MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS
EN EL PROCESO

PRODUCTOS INTERMEDIOS
DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

PRODUCTOS FINALES FABRICADOS

SUSTANCIAS QUE PUEDEN
FORMARSE EN EL PROCESO

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RIESGO

**TOXICIDAD DE LAS SUSTANCIAS
CONTAMINANTES**

**CONCENTRACIÓN DE ESTAS SUSTANCIAS
EN EL AIRE**

TIEMPO DE EXPOSICIÓN

VALORACIÓN DEL RIESGO

$$\% \text{ EMP} = \frac{\text{Conc. media}}{\text{Valor límite}} \times \frac{\text{T. exposición}}{8} \times 100$$

VALORES LÍMITE

FACTORES QUE SE TIENEN
EN CUENTA PARA ESTABLECER
UN VALOR LÍMITE

TOXICIDAD DE LA SUSTANCIA

FACILIDAD DE ABSORCIÓN
POR LA VÍA RESPIRATORIA

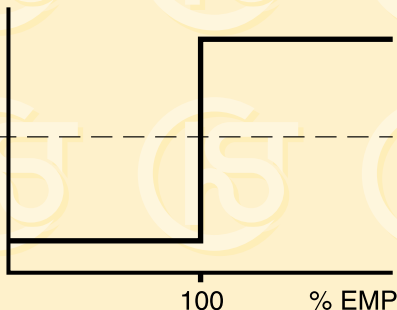
CAPACIDAD DE ACUMULARSE
EN EL ORGANISMO

INTERPRETACIÓN DEL % EMP

LEGAL:

NO CUMPLE

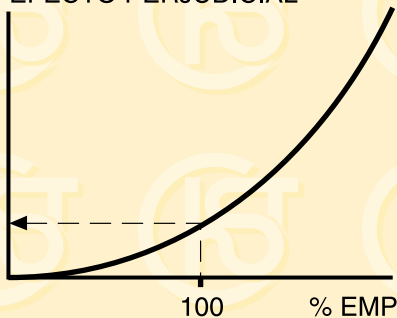
CUMPLE



TÉCNICO

EFFECTO PERJUDICIAL

PEOR EFECTO
TOLERABLE



IDENTIFICACIÓN DE CONTAMINANTES QUÍMICOS EN UN PROCESO DE FABRICACIÓN

OBJETIVO

Con la realización de este ejercicio se pretende que el alumno practique el análisis de los puestos de trabajo con la finalidad de identificar los contaminantes que pueden encontrarse teniendo en cuenta los materiales utilizados y el proceso de fabricación.

MATERIAL

Enunciado del ejercicio con la descripción de los trabajos desarrollados en un taller de fabricación de muebles metálicos, incluyendo la tabla "IDENTIFICACIÓN DE CONTAMINANTES" en blanco.

DESARROLLO (Tiempo estimado 1 hora)

Se dividirá a los alumnos en grupos reducidos (6 personas máximo) y se pedirá a cada grupo que elabore una lista de contaminantes que pueden estar presentes en los puestos de trabajo de cada fase del proceso completando la hoja de IDENTIFICACIÓN DE CONTAMINANTES. Después se reunirán de nuevo y se realizará la puesta en común. Un portavoz de cada grupo justificará la lista de contaminantes que han elaborado (1/2 hora para la realización de la lista, 1/2 hora para la puesta en común).

Al crear los grupos hay que procurar que en cada uno de ellos haya un alumno que conozca la tecnología de fabricación de elementos metálicos (soldadura, desengrase, pintura) para que pueda hacer de monitor del resto respecto a los aspectos tecnológicos.

En grupos en los que el conocimiento tecnológico sea limitado se puede optar por desarrollar otro ejercicio basado en un proceso que sea conocido por una mayoría de asistentes, o bien por desarrollar el ejercicio en clase. En este último caso se sugiere que el monitor del curso vaya exponiendo el proceso productivo con detalle, y a medida que se desarrolla la explicación ir pidiendo a los alumnos que digan los contaminantes que pueden encontrarse. Las respuestas se irán anotando en la pizarra.

Al finalizar la explicación hacer ver a los alumnos como la lista de posibles contaminantes es más amplia que la lista de materias primas o de productos acabados.

IDENTIFICACIÓN DE CONTAMINANTES QUÍMICOS EN UN PROCESO DE FABRICACIÓN

En un taller de fabricación de muebles metálicos el proceso de producción comprende las fases siguientes:

ESTAMPACIÓN DE CHAPA

Se parte de bobinas de chapa de acero que se conforman en prensas. Las chapas están impregnadas de aceite para protegerlas contra la corrosión.

FABRICACIÓN

Las piezas de chapa se unen entre sí con soldadura eléctrica al arco. La soldadura se realiza con máquinas de electrodo continuo con aporte de un gas de protección (CO_2). El electrodo contiene cobre.

La unión de bisagras a las puertas se realiza mediante soldadura con soplete oxiacetilénico y un material de aporte (varilla de aleación Plata/Cadmio)

PREPARACIÓN PARA PINTURA

Los muebles se desengrasan por inmersión en una cuba de tricloroetileno. El local de desengrase es independiente y está separado de los locales de fabricación y pintura.

PINTADO

Los muebles se pintan en una instalación ubicada en un local separado. El sistema de pintado es con pistola aerográfica.

IDENTIFICACIÓN DE CONTAMINANTES

PROCESO / TAREA	CONTAMINANTE	ORIGEN

IDENTIFICACIÓN DE CONTAMINANTES QUÍMICOS EN UN PROCESO DE FABRICACIÓN

IDENTIFICACIÓN DE CONTAMINANTES

PROCESO / TAREA	CONTAMINANTE	ORIGEN
Estampación	Aceite.	Manipulación de chapas engrasadas.
Fabricación	Humos de soldadura.	Metales constituyentes de la chapa (hierro, manganeso). Metales del electrodo (cobre, plata, cadmio). Productos de combustión del aceite. Gases de protección de la soldadura (CO ₂). Gases formados por la radiación y calor de la soldadura (ozono, óxidos de nitrógeno).
Desengrase	Vapores de tricloroetileno.	Evaporación del tricloroetileno contenido en la cuba. Extracción de las piezas de la cuba impregnadas con líquido (*).
Pintura	Vapores de los disolventes de la pintura. Partículas de pintura.	Una composición típica de los disolventes es: Tolueno, Xileno, Acetato de butilo, Acetona Las partículas de pintura pueden contener: Plomo, Cromo, Cinc En un caso real lo mejor es consultar al fabricante para saber que sustancias químicas forman parte de la formulación de las pinturas.

(*) Si las piezas desengrasadas y todavía húmedas retornan al taller de soldadura, los vapores de tricloroetileno, por la acción del calor de las soldaduras pueden formar fosgeno, que sería otro contaminante a añadir a la lista.

RESULTADOS DE UN PROCEDIMIENTO DE MEDIDA

CONCENTRACIÓN MEDIA
DE CONTAMINANTE EN EL AIRE

TIEMPO DE EXPOSICIÓN

FACTORES A CONSIDERAR EN UNA MEDICIÓN

**TIPO DE CONTAMINANTE
(GAS, VAPOR, POLVO, ETC.)**

DURACIÓN DE LA MEDICIÓN

LOCALIZACIÓN DE LA MEDICIÓN

CLASIFICACIÓN DE LAS MEDICIONES SEGÚN DURACIÓN

PUNTUALES

MEDICIÓN DE CORTA DURACIÓN, MENOS DE 15 MINUTOS

PROMEDIADAS

MEDICIÓN DE LARGA DURACIÓN, DESDE 30 MINUTOS
HASTA VARIAS HORAS

EL RESULTADO ES EL VALOR MEDIO DURANTE
EL TIEMPO DE MUESTREO

CLASIFICACIÓN DE LAS MEDICIONES SEGÚN LOCALIZACIÓN

AMBIENTALES

MEDIDA EN UN PUNTO FIJO

PERSONALES

EL TRABAJADOR LLEVA SOBRE ÉL
EL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

TIPOS DE MEDICIÓN

MEDIDA DIRECTA

(NORMALMENTE PARA LAS MEDICIONES
ESTÁTICAS Y PUNTUALES)

TOMA DE MUESTRA Y ANÁLISIS

(PARA MUESTRAS PROMEDIADAS
TANTO ESTÁTICAS COMO PERSONALES)

SISTEMAS DE MEDIDA DIRECTA PARA GASES Y VAPORES

INSTRUMENTOS COLORIMÉTRICOS

PAPELES

LÍQUIDOS

SÓLIDOS

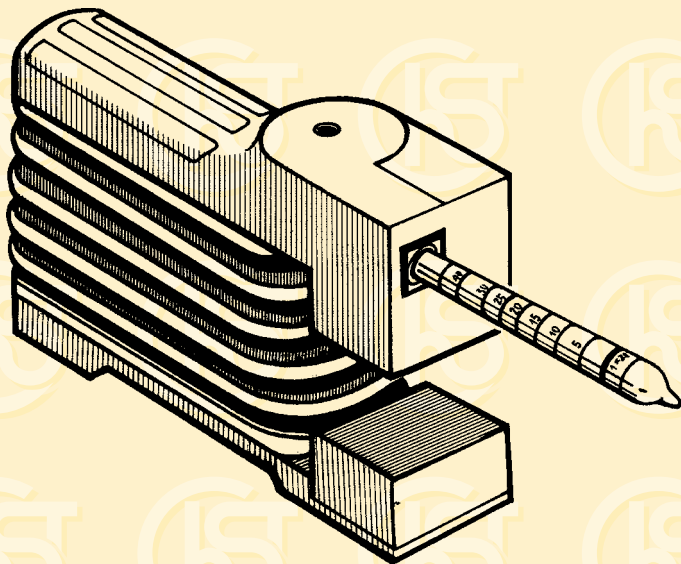
(LOS MÁS USADOS)

SE PRODUCE UN CAMBIO DE COLOR SEGÚN
LA CONCENTRACIÓN DEL CONTAMINANTE

MONITORES

INSTRUMENTOS CON UNA ESCALA GRADUADA EN LA QUE
SE LEE LA CONCENTRACIÓN DEL CONTAMINANTE

TUBO COLORIMÉTRICO Y BOMBA DE ASPIRACIÓN MANUAL



APLICACIÓN DE LOS EQUIPOS COLORIMÉTRICOS

**COMPROBACIÓN DE AMBIENTES CERRADOS
ANTES DE ENTRAR**

**DETECCIÓN DE FUGAS
Y FOCOS DE CONTAMINACIÓN**

MEDIDAS PRELIMINARES

DETECCIÓN DE POSIBLES CONTAMINANTES

**MEDIDA DE LA CONCENTRACIÓN
DE EMISIONES ESPORÁDICAS
DE CORTA DURACIÓN**

MEDIDA DE CONCENTRACIONES MÁXIMAS

EJEMPLOS DE CONTAMINANTES PARA LOS QUE EXISTEN MONITORES

- AMONIACO
 - ARSENAMINA
 - CLORO
 - MERCURIO
 - HIDRAZINA
 - ÁCIDO CIANHÍDRICO
 - SULFURO DE HIDRÓGENO
- ÓXIDOS DE NITRÓGENO
 - OZONO
 - FOSGENO
 - DIÓXIDO DE AZUFRE
 - DIISOCIANATOS
 - MONÓXIDO DE CARBONO
 - HIDROCARBUROS

TUBOS COLORIMÉTRICOS

VENTAJAS

CÓMODOS Y FÁCILES DE USAR

RESULTADO INMEDIATO

BARATOS

INCONVENIENTES

SÓLO MUESTRAS PUNTUALES

POCO ESPECÍFICOS

POCO PRECISOS

SISTEMAS DE TOMA DE MUESTRAS

ACTIVOS:

BOMBA DE ASPIRACIÓN +

FILTRO DE MEMBRANA

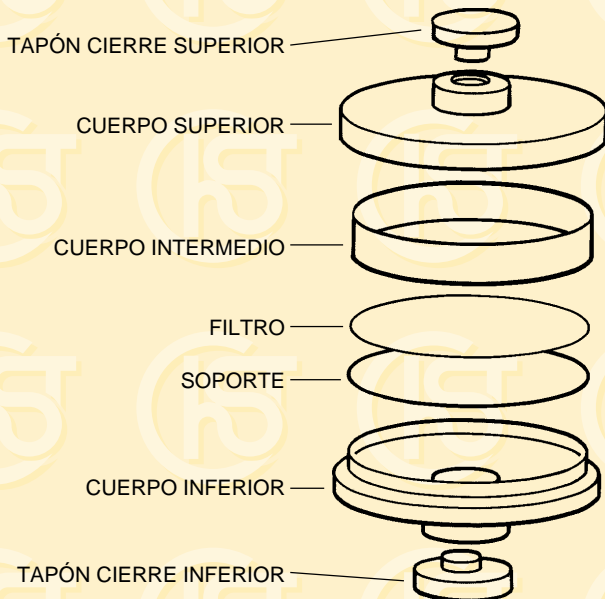
SOLUCIÓN ABSORBENTE

TUBO RELLENO DE ADSORBENTE

PASIVOS:

SIN BOMBA DE ASPIRACIÓN

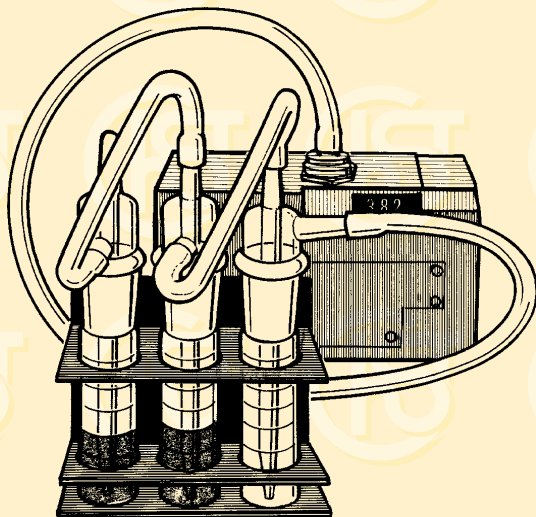
PARTES DE UN FILTRO



UTILIDAD:

CAPTACIÓN DE PARTÍCULAS (POLVO, HUMO, NIEBLAS)

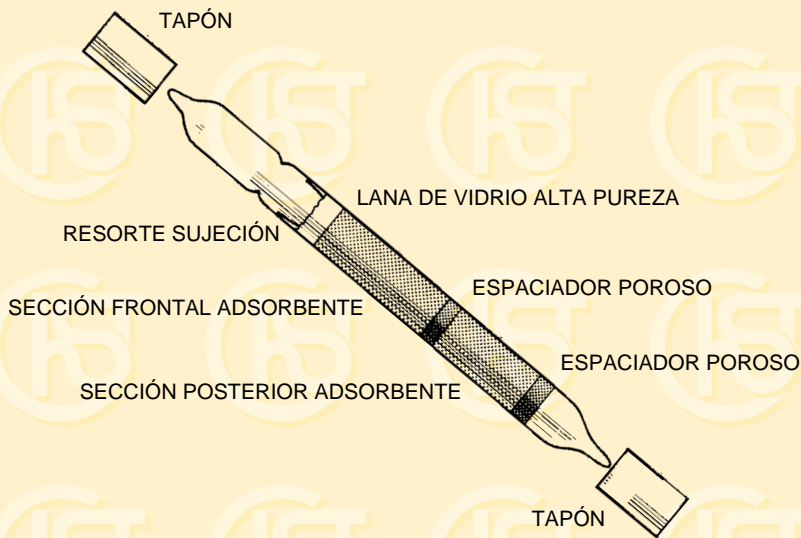
TREN DE BORBOTEADORES Y BOMBA DE MUESTREO



UTILIDAD:

CAPTACIÓN DE GASES Y PARTÍCULAS. POCO USADO POR LOS PROBLEMAS DE TENER QUE MANIPULAR LÍQUIDOS EN LA TOMA DE MUESTRAS Y TRANSPORTE

TUBO ADSORBENTE DE CARBÓN ACTIVO



UTILIDAD:
CAPTACIÓN DE GASES Y VAPORES

BOLSA PARA CAPTACIÓN DE MUESTRAS DE AIRE



UTILIDAD:

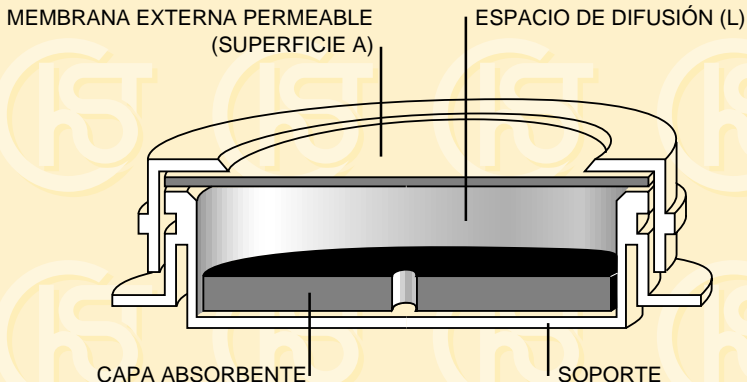
MUESTREO DE AIRE. POCO USADO PARA MUESTRAS PERSONALES

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN EN MUESTREOS ACTIVOS

$$C = \frac{\text{MASA CONTAMINANTE CAPTADO (mg)}}{\text{VOLUMEN DE AIRE MUESTREADO (m}^3\text{)}}$$

EL VALOR DE C ES LA CONCENTRACIÓN
MEDIA DURANTE EL TIEMPO DE MUESTREO

ESQUEMA DE UN MUESTREADOR PASIVO



VENTAJAS
CÓMODO, SENCILLO,
NO PRECISA BOMBA

INCONVENIENTES
SÓLO PARA GASES
Y VAPORES

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN EN MUESTREOS PASIVOS

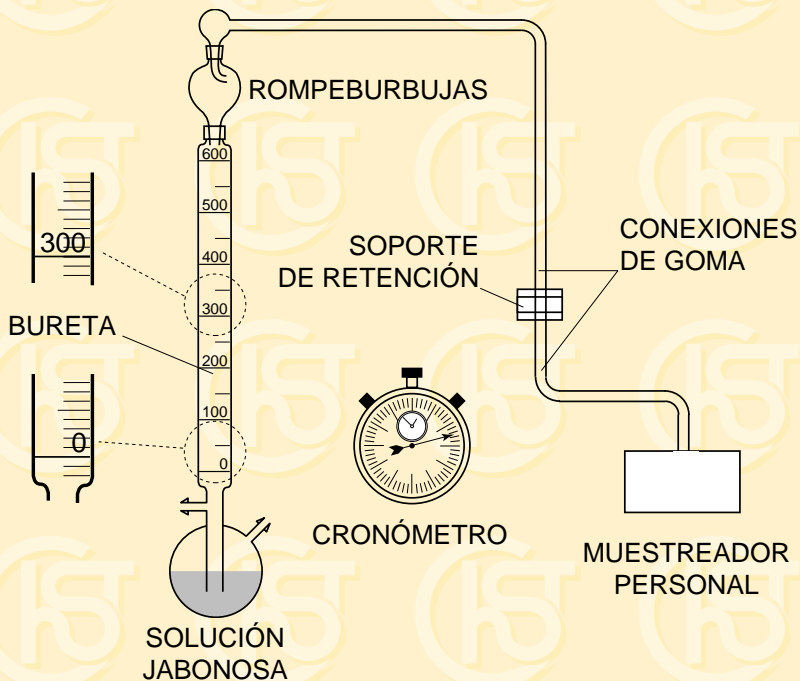
$$C = \frac{\text{MASA CONTAMINANTE CAPTADO (mg)}}{Q \times \text{TIEMPO DE MUESTREO (min)}}$$

EL VALOR DE C ES LA CONCENTRACIÓN MEDIA DURANTE EL TIEMPO DE MUESTREO

Q ES UN VALOR CARACTERÍSTICO DE CADA MUESTREADOR PARA CADA CONTAMINANTE.

DEBE SER SUMINISTRADO POR EL FABRICANTE DEL MUESTREADOR

CALIBRACIÓN MEDIANTE BURETA



CONTROL DE CALIDAD DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN

SIRVE PARA GARANTIZAR
QUE EL RESULTADO DE UNA MEDICIÓN
SE CORRESPONDE CON LA REALIDAD
CONSISTE EN NORMAS DE:

MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA
DE LOS EQUIPOS DE LECTURA DIRECTA

MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA
DE LAS BOMBAS DE MUESTREO Y SUS BATERÍAS

PREPARACIÓN DE LOS SOPORTES DE RETENCIÓN

TRANSPORTE
Y CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS

NORMAS PARA EL TRANSPORTE Y CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS

PRECINTAR LAS MUESTRAS INMEDIATAMENTE
DESPUÉS DE SU CAPTACIÓN

EMPAQUETAR LAS MUESTRAS EN CONTENEDORES
ADECUADOS PARA SU TRANSPORTE

INCLUIR EN CADA LOTE DE MUESTRAS
UNA MUESTRA EN BLANCO

(MUESTRA POR LA QUE NO SE HA HECHO PASAR AIRE)

NO COLOCAR EN EL MISMO CONTENEDOR
MUESTRAS AMBIENTALES

Y MUESTRAS DE MATERIAS PRIMAS O PRODUCTOS

NO ALMACENAR LAS MUESTRAS,
ENVIARLAS INMEDIATAMENTE AL LABORATORIO
POR EL PROCEDIMIENTO MÁS RÁPIDO POSIBLE

UNA VEZ EN EL LABORATORIO CONSERVARLAS EN NEVERA
HASTA EL MOMENTO DE SU ANÁLISIS

NO ABRIR UNA MUESTRA HASTA EL MOMENTO
EN QUE VAYA A SER ANALIZADA

CARACTERÍSTICAS DE LOS MÉTODOS ANALÍTICOS DE HIGIENE INDUSTRIAL

ESPECIFICIDAD

INTERFERENCIAS

LÍMITE DE DETECCIÓN

MARGEN DE TRABAJO

PRECISIÓN Y EXACTITUD

TÉCNICA ANALÍTICA

TÉCNICAS ANALÍTICAS MÁS COMUNES EN HIGIENE INDUSTRIAL

CROMATOGRAFÍA
ANÁLISIS DE DISOLVENTES
Y COMPUESTOS IÓNICOS

ESPECTROFOTOMETRÍA
ANÁLISIS DE METALES, GASES,
PESTICIDAS Y ACEITES

RAYOS X
ANÁLISIS DE SUSTANCIAS CRISTALINAS

MICROSCOPIA
FIBRAS DE AMIANTO

TÉCNICAS ELECTROQUÍMICAS
ANIONES Y METALES

TÉCNICAS GRAVIMÉTRICAS
POLVO Y HUMOS

REPRESENTATIVIDAD DE LAS MEDICIONES

EL PROCEDIMIENTO DE MEDIDA DEBE DAR UN RESULTADO QUE COINCIDA CON LA EXPOSICIÓN DE LOS TRABAJADORES

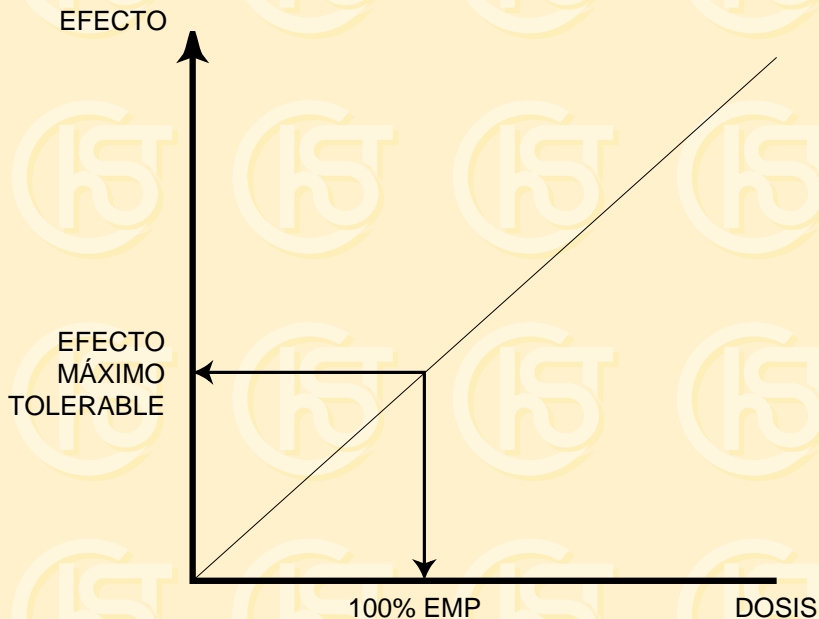
SE PREFERIRÁN SIEMPRE LAS MUESTRAS PERSONALES CAPTADAS DURANTE LA EJECUCIÓN DEL TRABAJO NORMAL

SI VARIOS TRABAJADORES REALIZAN TAREAS SIMILARES PUEDE SUPONERSE QUE LA EXPOSICIÓN DE CUALQUIERA DE ELLOS REPRESENTA A LA DE CUALQUIER TRABAJADOR DEL GRUPO

EN CASO DE DUDAS SE CONSIDERARÁ EL PUNTO DE MAYOR EXPOSICIÓN COMO PUNTO DE MEDIDA

SE UTILIZARÁ UN PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRA/ANÁLISIS NORMALIZADO

RELACIÓN DOSIS - EFECTO



DOSIS

CONCENTRACIÓN
MEDIA EN EL AIRE
INSPIRADO

X

TIEMPO
DE
EXPOSICIÓN

FUNDAMENTOS DE LOS CRITERIOS DE VALORACIÓN

ESTUDIOS EPIDEMIOLÓGICOS

ESTUDIOS TOXICOLÓGICOS

RELACIONES

ESTRUCTURA QUÍMICA–ACTIVIDAD BIOLÓGICA

ENSAYOS CON VOLUNTARIOS

TIPOS DE VALOR LÍMITE

VALOR TECHO:

VALOR DE CONCENTRACIÓN QUE NO DEBE SOBREPASARSE EN NINGÚN MOMENTO

VALOR PROMEDIO:

VALOR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE UN CONTAMINANTE EN AIRE DURANTE UN PERIODO DE TIEMPO DEFINIDO

VALORES LÍMITE PARA CANCERÍGENOS

DIFICULTADES PARA ESTABLECERLOS

**LOS MECANISMOS BIOLÓGICOS DEL CÁNCER
NO SON BIEN CONOCIDOS**

**LA RELACIÓN ENTRE EL EFECTO
(CONTRAER UN CÁNCER)**

**Y LA CAUSA
(EXPOSICIÓN A UN CANCERÍGENO)**

NO ES PROPORCIONAL, SINO PROBABILÍSTICA

**LA GRAVEDAD DEL EFECTO OBLIGA A APLICAR
MEDIDAS DE SEGURIDAD EXTREMAS**

CONTROL BIOLÓGICO

FLUIDOS Y TEJIDOS HUMANOS EN LOS QUE SE PUEDE
PRACTICAR UN CONTROL BIOLÓGICO

SANGRE

ORINA

SALIVA

PELO

AIRE ESPIRADO

VALORES BEI Y BAT

SON VALORES DE CONCENTRACIÓN
DE SUSTANCIAS QUÍMICAS
O SUS METABOLITOS
QUE ES PROBABLE OBTENER
EN TRABAJADORES SANOS EXPUESTOS
A CONCENTRACIONES AMBIENTALES
IGUALES AL VALOR LÍMITE AMBIENTAL

VENTAJAS DEL CONTROL BIOLÓGICO

EL RESULTADO INTEGRA LA EXPOSICIÓN
TOTAL DEL INDIVIDUO POR TODAS LAS VÍAS
DE EXPOSICIÓN Y NO SÓLO
LA VÍA RESPIRATORIA

REFLEJA LA INFLUENCIA DE LOS HÁBITOS
HIGIÉNICOS PERSONALES

ES INDIVIDUALIZADO,
MIDE LA RESPUESTA DE CADA TRABAJADOR
A UNA EXPOSICIÓN AL CONTAMINANTE

PERMITE EVIDENCIAR LA EXISTENCIA
DE EXPOSICIONES DISTINTAS A LA LABORAL
QUE ACRECIANTAN
EL RIESGO EN ALGUNOS INDIVIDUOS

EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A CONTAMINANTES QUÍMICOS

OBJETIVO

Este ejercicio consiste en la evaluación higiénica de la exposición a vapores de disolventes para los que se ha determinado la concentración ambiental en el ejercicio EjHI3.

Si se ha optado por un ejercicio distinto al propuesto como nº 2 se deberá cambiar el enunciado de este para mantener la coherencia. Los datos adicionales que hay que suministrar para este ejercicio son la lista de valores límites ambientales de los contaminantes considerados, y el tiempo diario de exposición.

MATERIAL

Enunciado del ejercicio.

Si se dispone de un ejemplar de los Valores Límite para Exposición Profesional, se puede poner a disposición de los alumnos para que busquen los valores de los criterios de valoración. Este ejercicio de búsqueda de valores requiere que los alumnos tengan familiaridad con la nomenclatura química, en caso contrario habrá que explicar con precisión las peculiaridades de esta nomenclatura (aspectos tales como la precisión de los nombres, equivalencias entre nombres comunes y nombres normalizados, evitar la confusión con nombres comerciales, etc.)

DESARROLLO (Tiempo estimado 20 minutos para la resolución, 20 minutos para la discusión)

Se pedirá a los alumnos que calculen el %EMP individual para cada uno de los contaminantes. Este trabajo se puede realizar de forma individual o por grupos reducidos.

Después de la resolución, en la fase de puesta en común, hay que explicar a los alumnos el proceso de suma de los %EMP individuales para tener en cuenta la aditividad de los efectos de varios contaminantes sobre el organismo. Asimismo es importante comentar el procedimiento de decisión que sigue a la evaluación numérica.

EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A CONTAMINANTES QUÍMICOS

La jornada en el puesto de trabajo en el que se ha obtenido la muestra del ejercicio 2 es de 8 horas y 20 minutos diarios con unas pausas totales de 40 minutos al día.

Los valores VLA-ED para los contaminantes detectados son:

Xileno 441 mg/m³
Acetato de butilo 724 mg/m³
Acetona 1205 mg/m³

Realizar la valoración higiénica completando el cuadro siguiente:

Contaminante	Conc. (mg/m ³)	TLV (mg/m ³)	T. exposición (h/día)	% EMP

Sugiera acciones preventivas para este puesto de trabajo.

EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A CONTAMINANTES QUÍMICOS

Contaminante	Conc. (mg/m ³)	VLA-ED (mg/m ³)	T. exposición (h/día)(*)	% EMP
Xileno	292	441	7.66	63
Acetato de Butilo	111	724	7.66	15
Acetona	83	1205	7.66	7
				TOTAL = 85% (**)

(*) El tiempo de exposición diario es de 7h 40 min., esto es 7.66 h/día

(**) En este caso, y por tratarse de compuestos químicamente similares (los tres son disolventes), es aconsejable considerar como %EMP para el puesto de trabajo la suma de los %EMP de cada contaminante esto es:

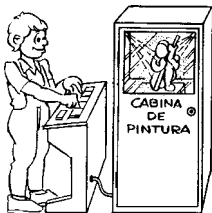
$$63 + 15 + 7 = 85\%$$

Puesto que no se supera el 100% la conclusión será que el riesgo es tolerable, es decir que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos sin que aparezcan daños en su salud. No obstante el valor es elevado, y para garantizar la seguridad de todos los trabajadores, sería recomendable la introducción de medidas de prevención tales como:

- Mejorar si es posible las condiciones en que se aplica la pintura (p. ejem. sustituir el procedimiento aerográfico por electrostático o cambiar el tipo de pintura o de disolvente)
- Mejorar la ventilación de la cabina de pintado
- Implantar un control biológico de los trabajadores expuestos
- Repetir la medición ambiental periódicamente (cada seis meses o cada año).

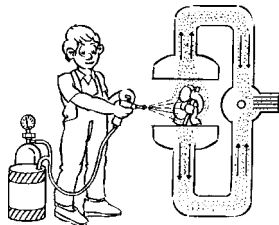
CONTROL DE LAS EXPOSICIONES

ACTUACIÓN
SOBRE EL FOCO CONTAMINANTE



IMPEDIR LA EMISIÓN

ACTUACIÓN
SOBRE EL MEDIO DE DIFUSIÓN



EVITAR LA PROPAGACIÓN

ACTUACIÓN
SOBRE EL INDIVIDUO



PROTEGER AL TRABAJADOR

ACCIONES SOBRE EL ORIGEN

MODIFICAR EL PROCESO

AISLAMIENTO DEL FOCO DE GENERACIÓN

USO DE MÉTODOS HÚMEDOS

MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS
E INSTALACIONES

ACCIONES EN EL MEDIO

VENTILACIÓN GENERAL

EXTRACCIÓN LOCALIZADA

LIMPIEZA DE LOCALES E INSTALACIONES

VENTILACIÓN GENERAL

CONDICIONES DE INSTALACIÓN

SÓLO APLICABLE EN CASO DE CONTAMINANTES
DE BAJA TOXICIDAD

PREVER ENTRADAS DE AIRE
(PUERTAS O VENTANAS) SUFICIENTES

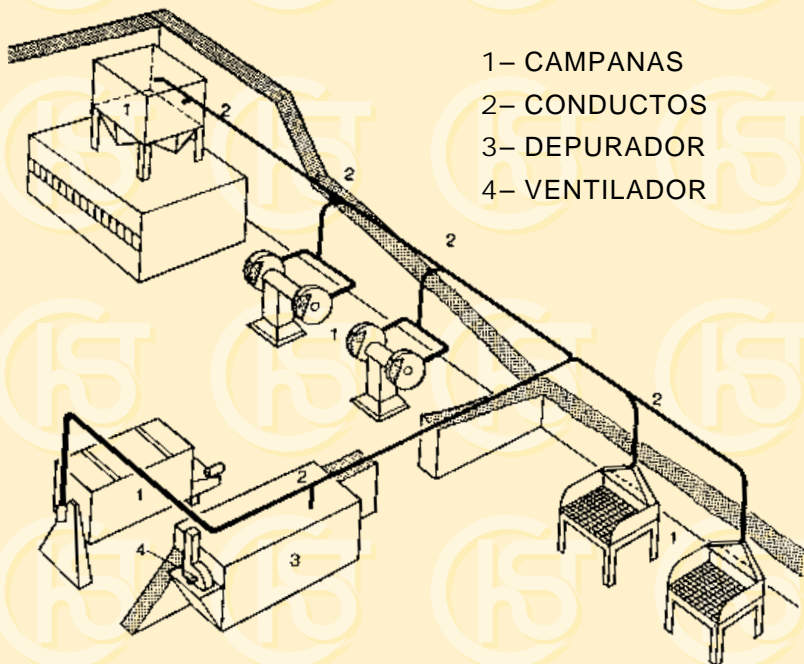
DISTRIBUIR LOS EXTRACTORES
Y LAS ENTRADAS DE AIRE EN TODO EL LOCAL

DETERMINAR EL CAUDAL EN FUNCIÓN
DE LA CANTIDAD DE CONTAMINANTE GENERADO,
NO DEL VOLUMEN DEL LOCAL

LAS SALIDAS DE AIRE DEBEN ESTAR ALEJADAS
DE LAS ENTRADAS PARA EVITAR LA REINTRODUCCIÓN
DEL CONTAMINANTE EN EL LOCAL

CUIDAR QUE LA CIRCULACIÓN DEL AIRE
TIENDA A ALEJAR LA CONTAMINACIÓN DEL TRABAJADOR

SISTEMA DE EXTRACCIÓN LOCALIZADA



EXTRACCIÓN LOCALIZADA

CONDICIONES DE INSTALACIÓN

DISEÑO DEL SISTEMA POR UN TÉCNICO COMPETENTE

EL ELEMENTO MÁS IMPORTANTE ES LA CAMPANA DE EXTRACCIÓN.
CUIDAR MUCHO EL DISEÑO DE LAS CAMPANAS

ESPECIFICAR LA EFICACIA DEL SISTEMA EN TÉRMINOS
DE LA CONCENTRACIÓN MÁXIMA TOLERABLE EN LOS PUESTOS
DE TRABAJO

EN EL TRAZADO DE CONDUCTOS EVITAR LOS CODOS
Y UNIONES BRUSCAS

SELECCIONAR EL VENTILADOR TENIENDO EN CUENTA
EL CAUDAL NECESARIO Y LA RESISTENCIA DEL CIRCUITO

REVISAR PERIÓDICAMENTE LA INSTALACIÓN.
LOS TUBOS DE HUMO SON MUY ÚTILES PARA ESTA FUNCIÓN

REALIZAR UN MANTENIMIENTO PREVENTIVO
DE TODOS LOS ELEMENTOS

NO REALIZAR AMPLIACIONES SIN UN ESTUDIO DETALLADO
DE SUS CONSECUENCIAS, NORMALMENTE CUANDO A UN SISTEMA
DE EXTRACCIÓN LOCALIZADA SE LE AÑADEN NUEVAS CAMPANAS,
TODO EL SISTEMA DEJA DE FUNCIONAR

ACCIONES SOBRE EL INDIVIDUO

INFORMACIÓN SOBRE LOS RIESGOS

**FORMACIÓN ADECUADA
EN LOS PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO
Y USO DE LOS SISTEMAS DE PREVENCIÓN
PREVISTOS EN SU PUESTO DE TRABAJO**

ROTACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO

CABINAS DE CONTROL

PROTECCIÓN PERSONAL

CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN MEDIANTE VENTILACIÓN GENERAL



OBJETIVO

Este ejercicio es una aplicación numérica de cálculo de la ventilación general necesaria en un local de trabajo. Su objetivo es mostrar que para obtener buenos resultados es necesario emplear unos caudales de ventilación extraordinariamente altos, que no son prácticos, y que en consecuencia la ventilación general es una técnica poco recomendable para evitar riesgos higiénicos.

MATERIAL

Enunciado del ejercicio

DESARROLLO (Tiempo estimado 30 minutos)

Se pedirá a los alumnos que calculen la ventilación necesaria en el local utilizando la ecuación de la página 74 del texto, y se comentarán las implicaciones del resultado.

CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN MEDIANTE VENTILACIÓN GENERAL

En la instalación de desengrase del ejercicio 1 se consumen, por término medio, 15 kg de tricloroetileno por día de trabajo (la instalación de desengrase está en funcionamiento 10 horas diarias). Suponiendo que este consumo de tricloroetileno sea debido a la evaporación, calcular el caudal de ventilación necesario en el local. de desengrase.

VLA-ED del Tricloroetileno: 273 mg/m³

SOLUCIÓN AL EJERCICIO

CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN MEDIANTE VENTILACIÓN GENERAL

La suposición de que todo el consumo de tricloroetileno es por evaporación es correcta. En efecto en el proceso de desengrase no hay transformación química del disolvente, por lo que la única justificación para la pérdida de producto es la evaporación del mismo.

- Generación de contaminante: 15 kg/10 h = 1,5 kg/h = 1500 g/h
- Concentración deseada: 273 mg/m³
- Factor de seguridad: 5 (valor intermedio entre 1 y 10) aunque en cada caso particular este valor puede variar según sean las condiciones de trabajo, el tamaño del local, etc.

Con estos valores obtenemos:

$$Q = 5 \cdot 1500 \cdot 1000 / 273 = 27472 \text{ m}^3/\text{h} \text{ o sea } 28000 \text{ m}^3/\text{h}$$

para conseguir este caudal de ventilación habrá que disponer de un ventilador de pared de unos 900 mm de diámetro, que es un ventilador muy grande y ruidoso, y dejar una puerta o ventana para la entrada de aire fresco de 7 m² (3,5 x 2 m.), con los problemas de calefacción consiguientes, y todo ello por un consumo de producto no demasiado elevado (menos de medio bidón de 50 l.).

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)

RD 773/97

**CUALQUIER EQUIPO DESTINADO
A SER LLEVADO O SUJETADO
POR EL TRABAJADOR PARA QUE
LE PROTEJA DE UNO O VARIOS RIESGOS,
QUE PUEDAN AMENAZAR SU SEGURIDAD
O SU SALUD EN EL TRABAJO, ASÍ COMO
CUALQUIER COMPLEMENTO O ACCESORIO
DESTINADO A TAL FIN**

CRITERIO DE USO DE LOS EPI

RD 773/97

LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL
DEBERÁN UTILIZARSE
CUANDO LOS RIESGOS NO SE PUEDAN
EVITAR O LIMITARSE SUFICIENTEMENTE
A TRAVÉS DE OTRAS MEDIDAS
PREVENTIVAS

CLASIFICACIÓN DE LOS EPI

TIPO DE EPI	EJEMPLO
PROTECTORES DEL OÍDO	TAPONES, CASCOS (RUIDO)
PROTECTORES DE LOS OJOS Y LA CARA	GAFAS (RADIACIONES)
PROTECTORES DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS	MÁSCARAS
PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS	GUANTES
PROTECTORES DE LA PIEL	CREMAS DE PROTECCIÓN
PROTECTORES DE TRONCO Y ABDOMEN	MANDILES
PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS	ZAPATOS, BOTAS
PROTECTORES DE LA TOTALIDAD DEL CUERPO	ROPAS ESPECIALES (CALOR Y FRÍO)

EQUIPOS DE PROTECCIÓN DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS

DEPENDIENTES DEL MEDIO AMBIENTE

RETENCIÓN MECÁNICA
RETENCIÓN FÍSICO QUÍMICA
RETENCIÓN MIXTA

INDEPENDIENTES DEL MEDIO AMBIENTE

SEMIAUTÓNOMOS AIRE COMPRIMIDO
 AIRE FRESCO

AUTÓNOMOS SALIDA LIBRE
 OXÍGENO REGENERADO

EPI VÍAS RESPIRATORIAS

$$\text{EPI} = \left[\begin{array}{l} \text{ADAPTADOR} \\ \text{FACIAL} \\ + \\ \text{FILTRO} \end{array} \right]$$

ADAPTADORES FACIALES



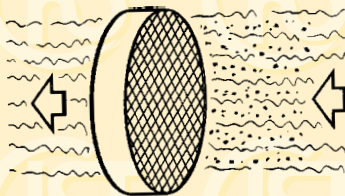
MÁSCARA

BOQUILLA

MASCARILLA

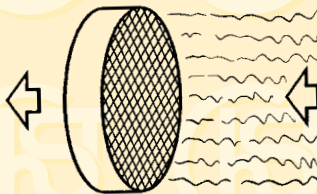
TIPOS DE FILTROS

SÓLO
RETIENE
PARTÍCULAS



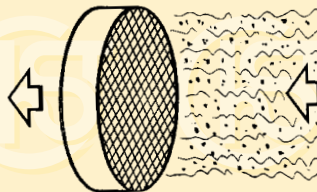
FILTRO
MECÁNICO

RETIENE
VAPORES
Y GASES



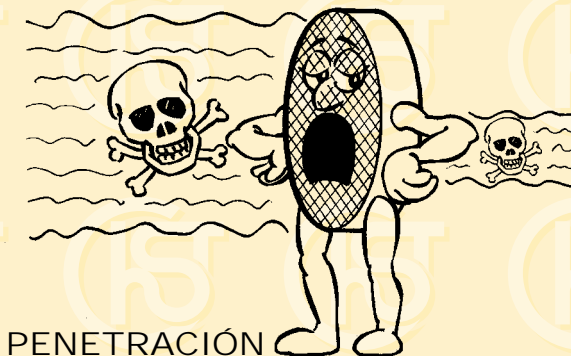
FILTRO
QUÍMICO

COMBINACIÓN
DE
AMBOS

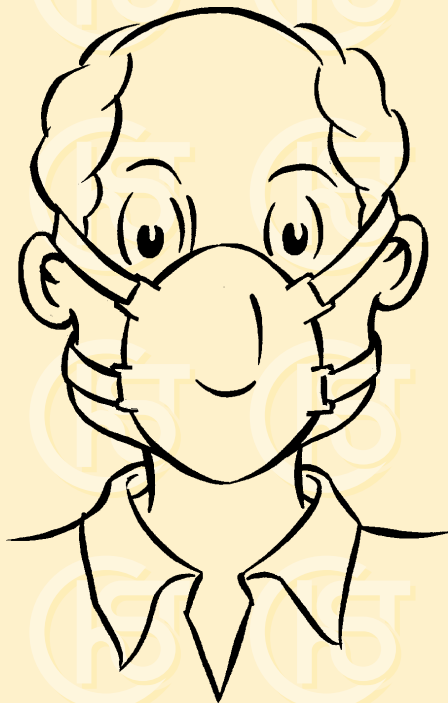


FILTRO
MIXTO

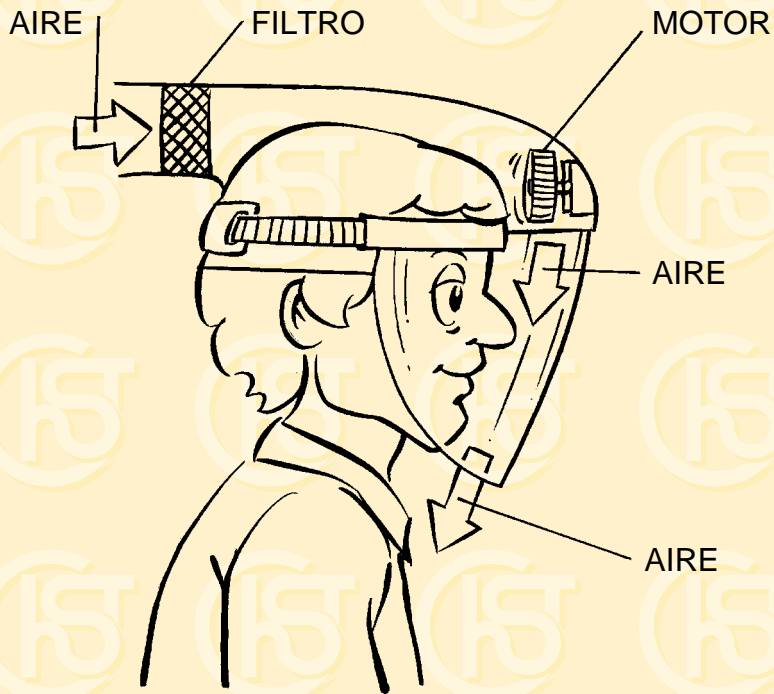
CARACTERÍSTICAS DE LOS FILTROS



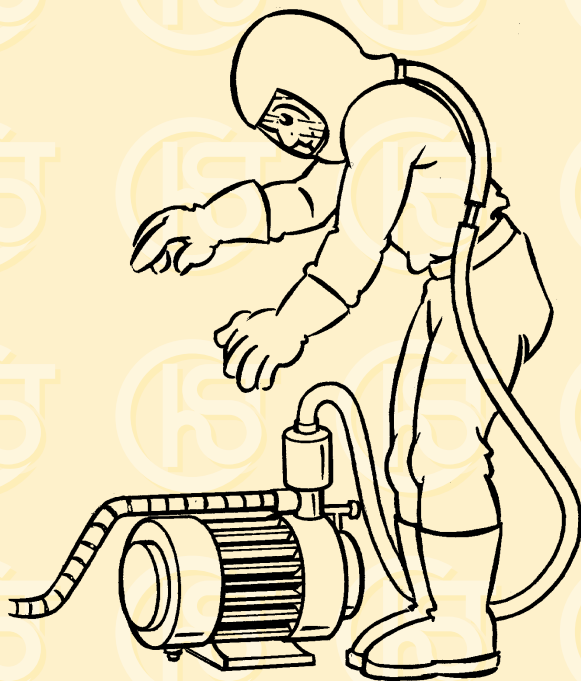
MASCARILLA AUTOFILTRANTE



CASCO CON APOORTE DE AIRE



EQUIPO SEMIAUTÓNOMO



EQUIPO AUTÓNOMO



EPI VÍAS RESPIRATORIAS

EL USO DE EPI DE VÍAS RESPIRATORIAS ESTÁ LIMITADO EN ESPAÑA A 4H/DÍA

(REGLAMENTO PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS
Y PROTECCIÓN DE LA SALUD POR LA PRESENCIA
DE CLORURO DE VINILO.

REGLAMENTO SOBRE EL TRABAJO CON RIESGO
DE AMIANTO)

CARACTERÍSTICAS DE LOS GUANTES



IMPERMEABILIDAD

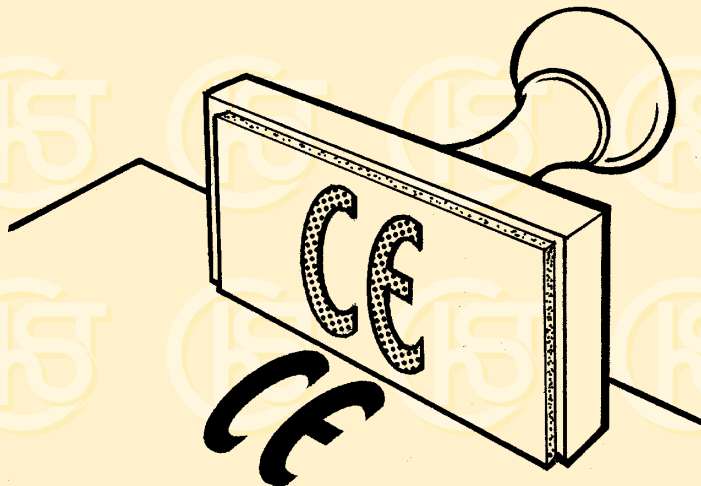


RESISTENCIA
A LA PERFORACIÓN



RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

MARCA DE CONFORMIDAD “CE”



CERTIFICACIÓN

NORMAS DE USO DE LOS EPI

- 1 QUE SEA ADECUADO PARA RETENER EL CONTAMINANTE A QUE ESTAMOS EXPUESTOS



- 2 QUE PROTEJA TODAS LAS VÍAS DE ENTRADA (OJOS, NARIZ, BOCA)



- 3 QUE SEA LO MÁS CONFORTABLE POSIBLE



- 4 QUE SE UTILICE ADECUADAMENTE



NORMAS DE USO DE LOS EPI

5

QUE SE MANTENGHA LIMPIO Y EN
CONDICIONES DE USO



NO



SI

6

QUE ESTÉ **CERTIFICADO**
FRENTE AL RIESGO
QUE PRETENDEMOS PROTEGER



NO



SI

CE

7

QUE NO HAYA PERDIDO NINGUNA
DE SUS CARACTERÍSTICAS
ESENCIALES DE PROTECCIÓN



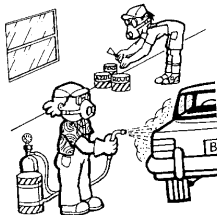
NO



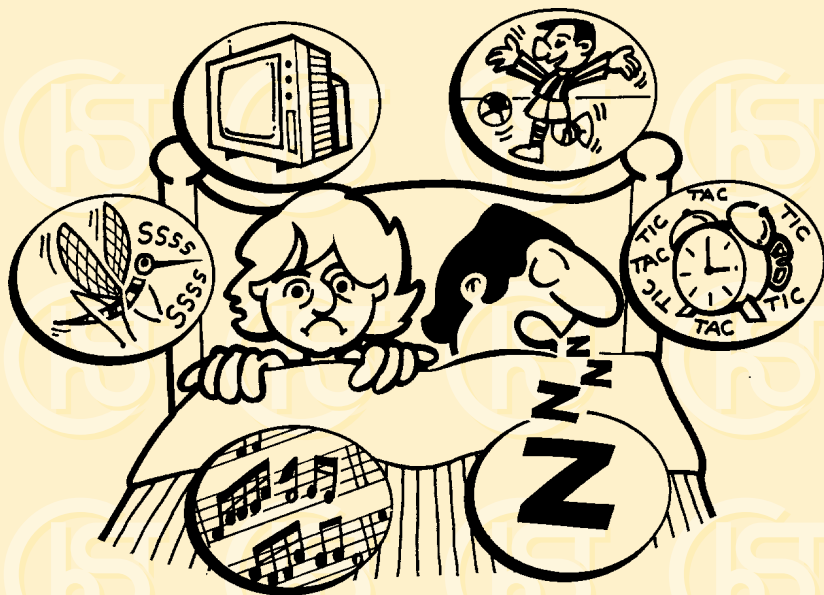
SI

8

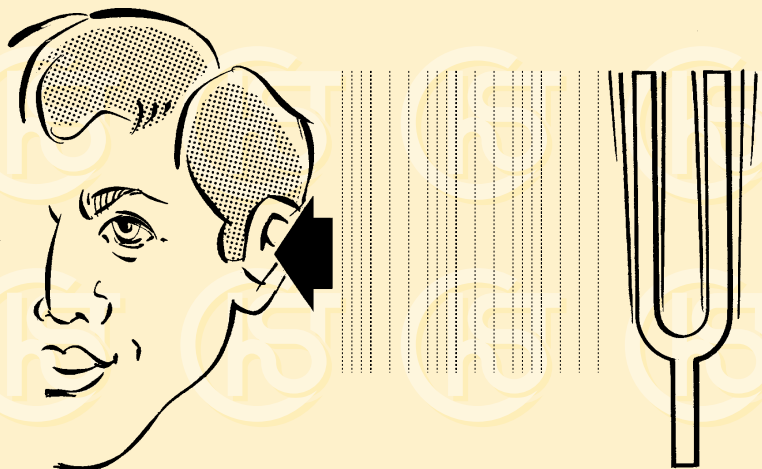
QUE SEA UNO PARA CADA
PERSONA



SUBJETIVIDAD SONIDO / RUIDO

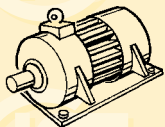


NATURALEZA DEL SONIDO

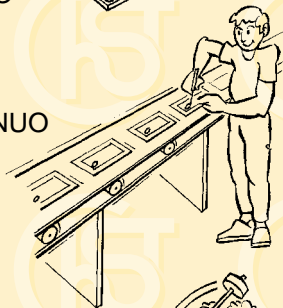


TIPOS DE RUIDO

ESTACIONARIO O CONTINUO



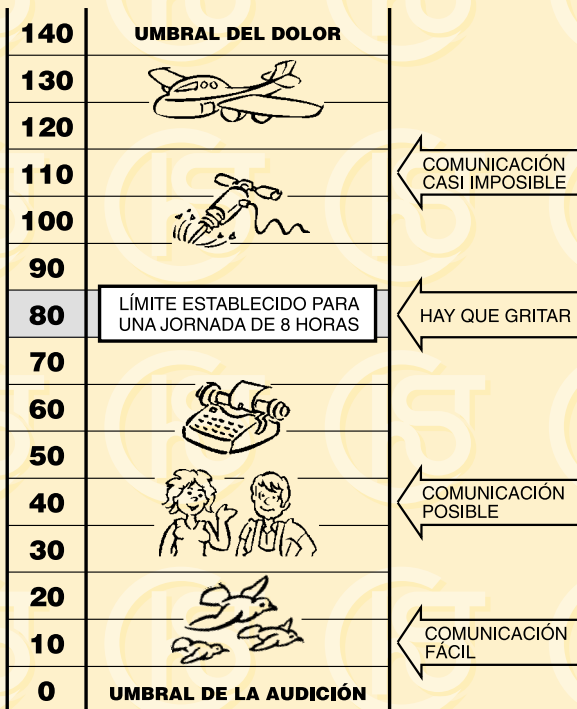
NO ESTACIONARIO O DISCONTINUO



IMPULSO O IMPACTO



NIVELES DE PRESIÓN SONORA



NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA

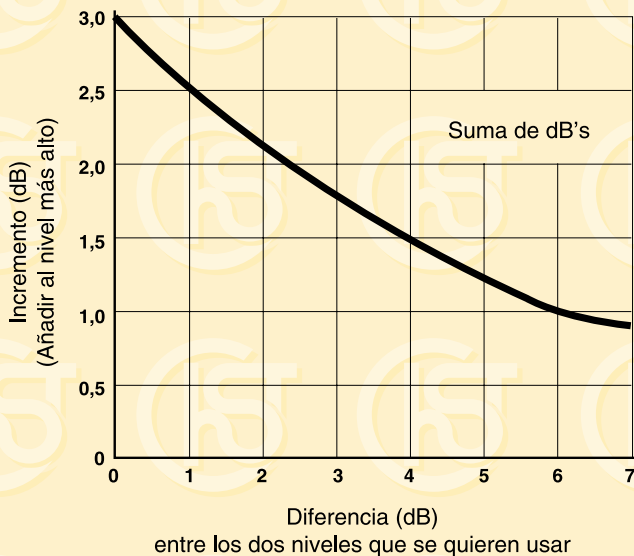
$$\text{NPA} = 20 \log \frac{P_{\text{ef}}}{P_o}$$

RUIDO MUY INTENSO NPA = 95



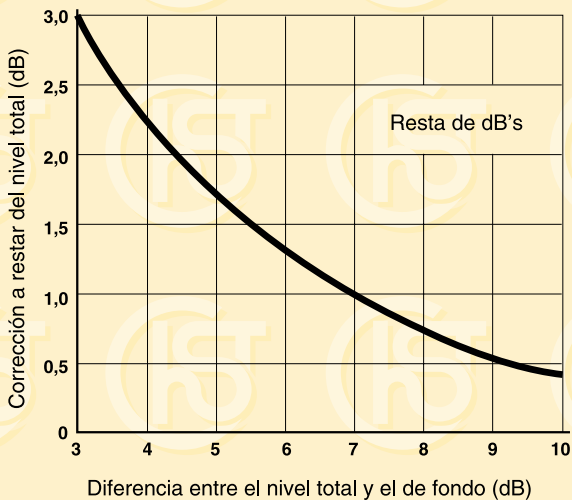
RUIDO POCO INTENSO NPA = 50

ADICIÓN DE NPA



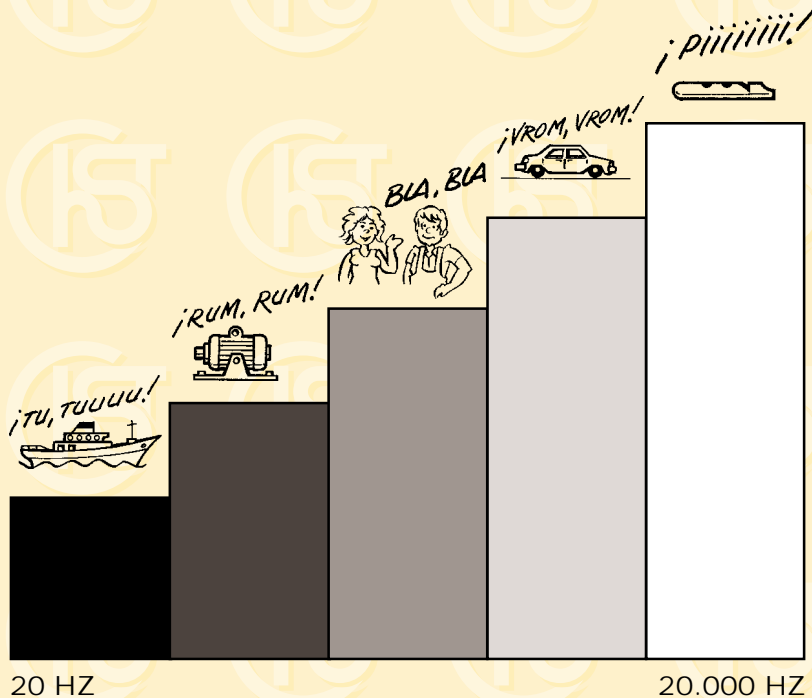
$$\text{NPA (Suma)} = 10 \log \sum 10^{\text{NPA}_i/10}$$

SUSTRACCIÓN DE NPA

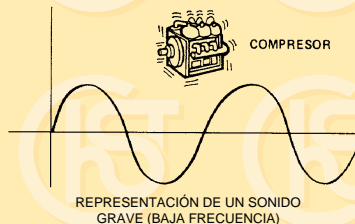
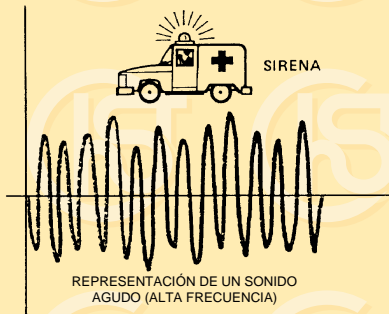
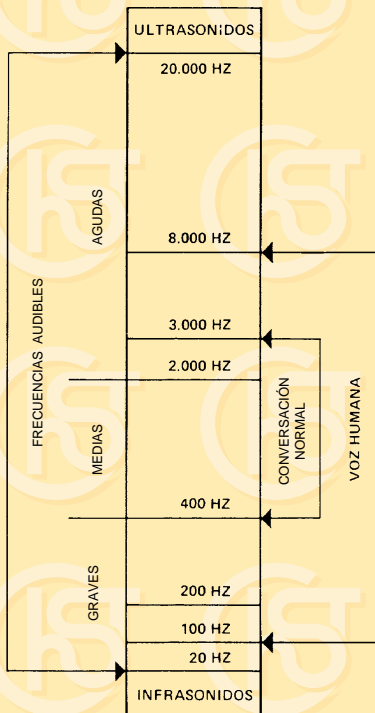


$$\text{NPA (Resta)} = 10 \log \left[10^{\frac{\text{NPA TOTAL}/10}{10}} - 10^{\frac{\text{NPA FONDO}/10}{10}} \right]$$

FRECUENCIA

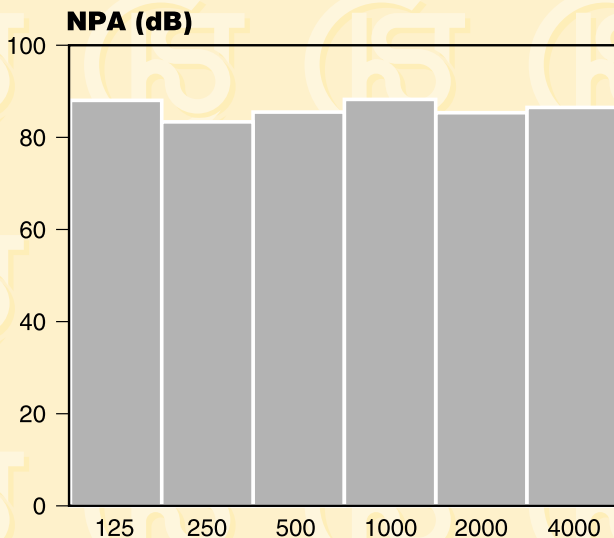


AUDICIÓN Y FRECUENCIA



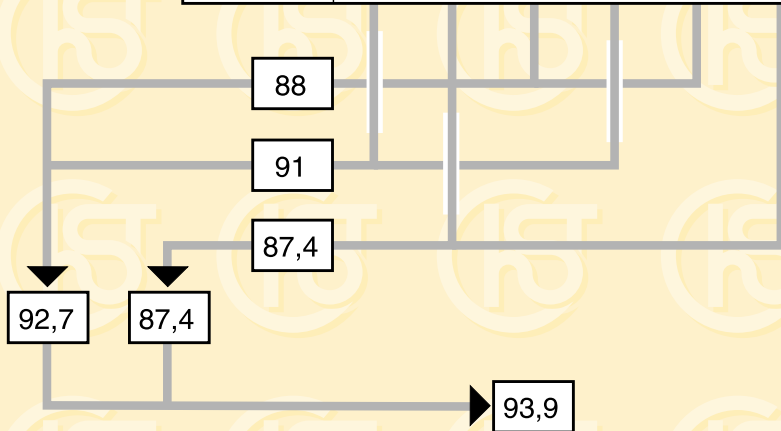
ESPECTRO DE FRECUENCIAS DE UN RUIDO

Frec. (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
NPA (dB)	88	82	85	88	85	86

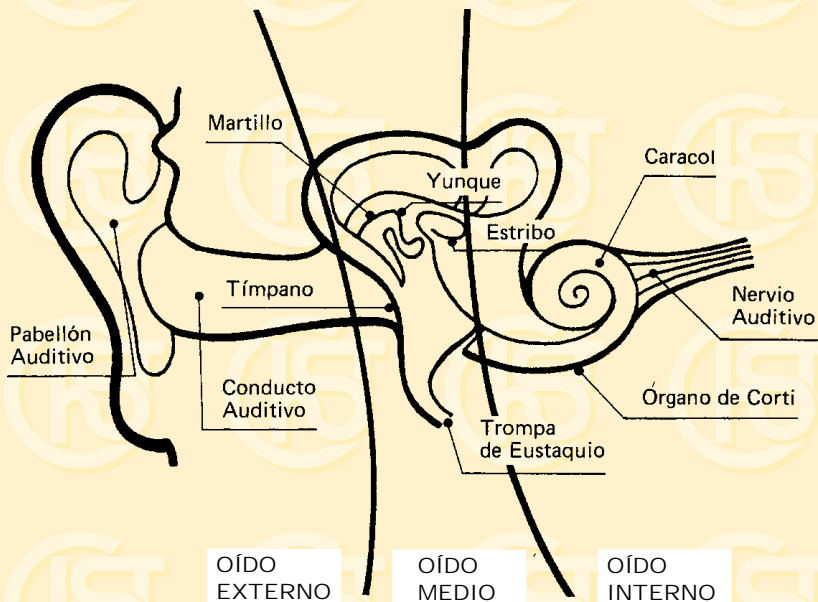


ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE RUIDO GLOBAL

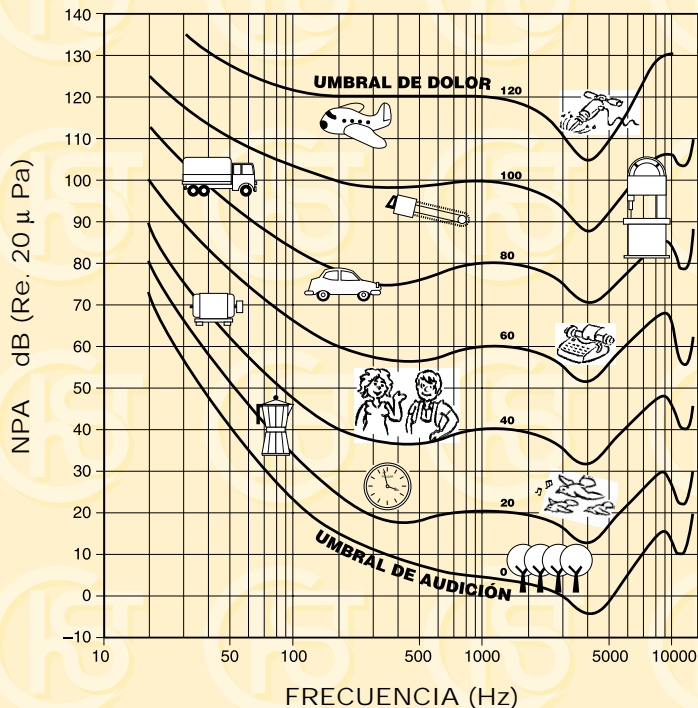
Frec. (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
NPA (dB)	88	82	85	88	85	86



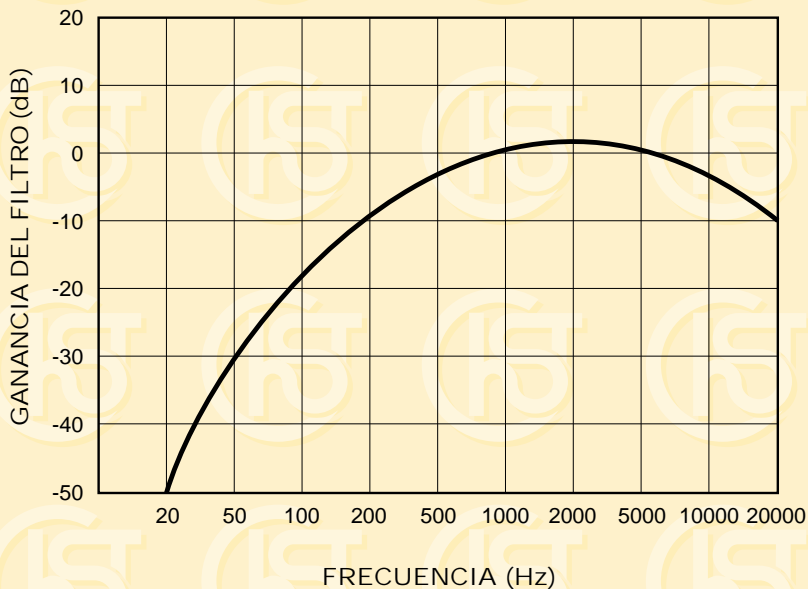
EL OÍDO HUMANO



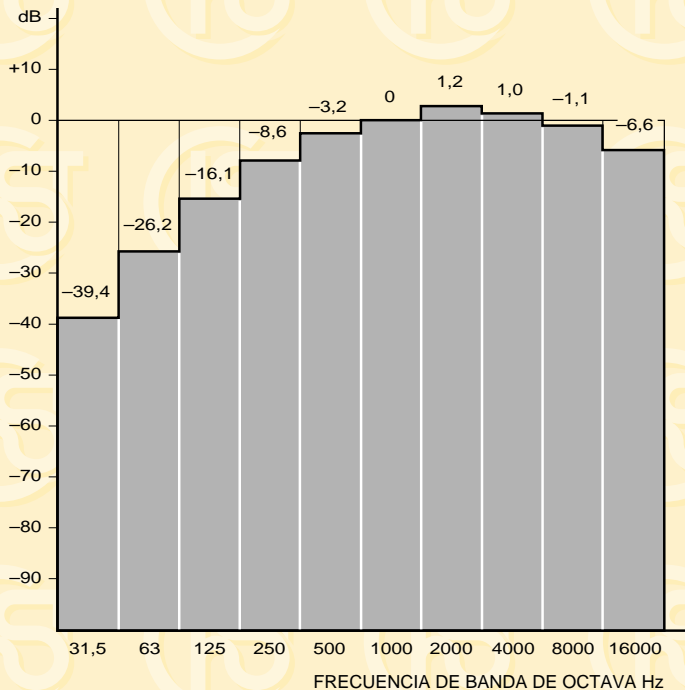
SENSIBILIDAD DEL OÍDO



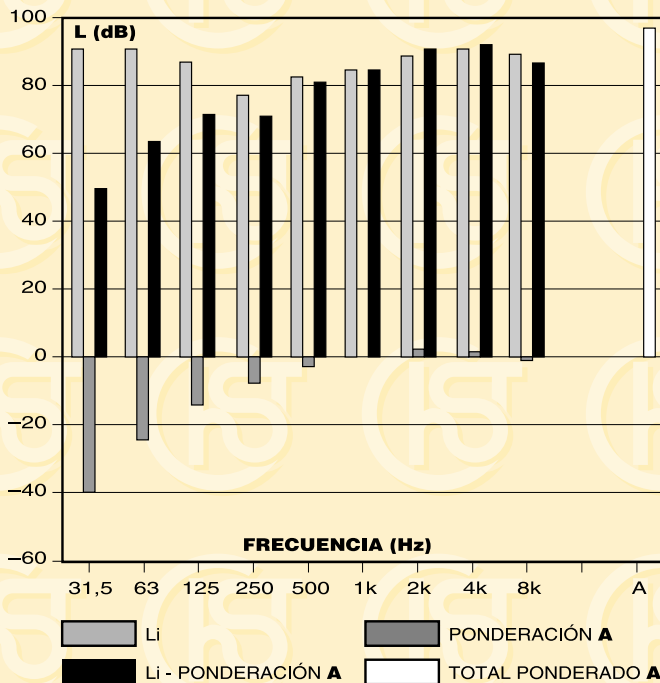
FILTRO DE PONDERACIÓN “A”



FILTRO DE PONDERACIÓN “A”

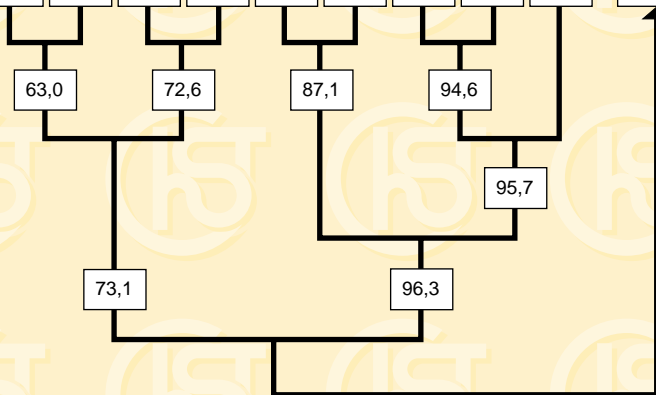


ESPECTRO CON PONDERACIÓN "A"

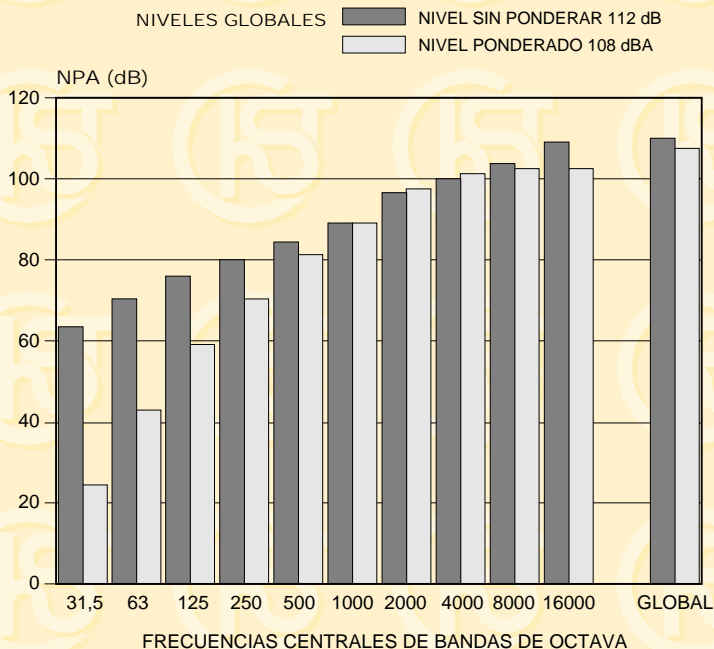


CÁLCULO DEL NPA EN dBA

f (Hz)	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	GLOBAL
L_i (dB)	89	89	86	78	84	86	90	91	90	97,8
'A'	-39,4	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1	
L_{Ai} (dB)	49,6	62,8	69,9	69,4	80,8	86	91,2	92	88,9	96,3



EFFECTO DE LA PONDERACIÓN “A” EN UN RUIDO AGUDO

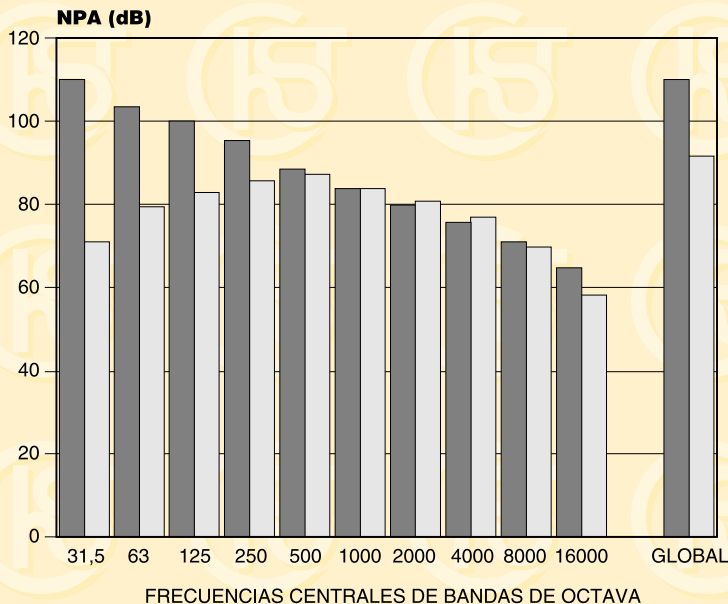


EFFECTO DE LA PONDERACIÓN “A” EN UN RUIDO GRAVE

NIVELES GLOBALES

■ NIVEL SIN PONDERAR 112 dB

□ NIVEL PONDERADO 93 dBA



EFFECTOS DEL RUIDO SOBRE LA AUDICIÓN

FATIGA

AUMENTO TRANSITORIO Y RECUPERABLE DEL UMBRAL DE AUDICIÓN

ESTUDIOS AUDIOMÉTRICOS DESPUÉS PERIODO NO EXPOSICIÓN

ENMASCARAMIENTO

TRANSMISIÓN ORAL DIFICULTADA POR NIVEL SONORO DE FONDO
AUMENTO DE LA CARGA DE TRABAJO

HIPOACUSIA

EXPOSICIÓN REPETIDA A ELEVADOS NIVELES SONOROS LESIONAN EL ÓRGANO DE CORTI (4000-6000 HZ)

SORDERA PROFESIONAL

CUANDO LA HIPOACUSIA ALCANZA LAS FRECUENCIAS CONVERSACIÓN

OTROS EFECTOS DEL RUIDO

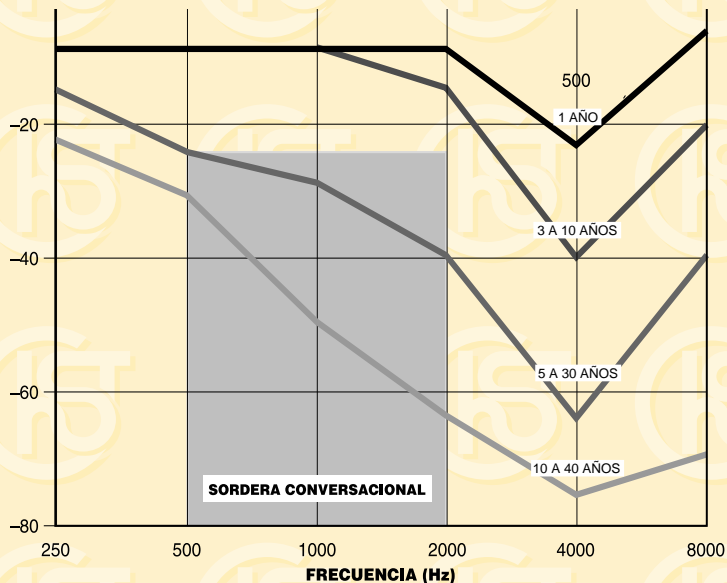


DISFUNCIONES CARDIO-RESPIRATORIAS

VARIACIONES SISTEMA ENDOCRINO

EFFECTOS SISTEMA NERVIOSO

AUDIOMETRÍAS SUCESIVAS

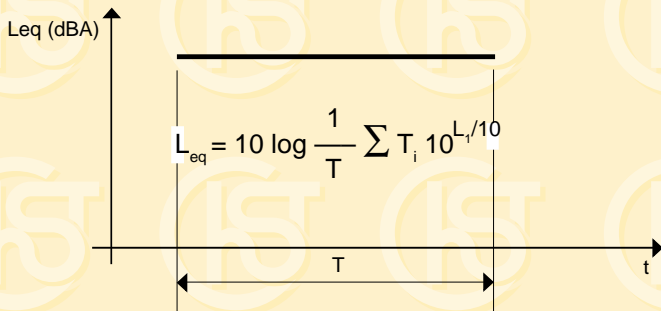
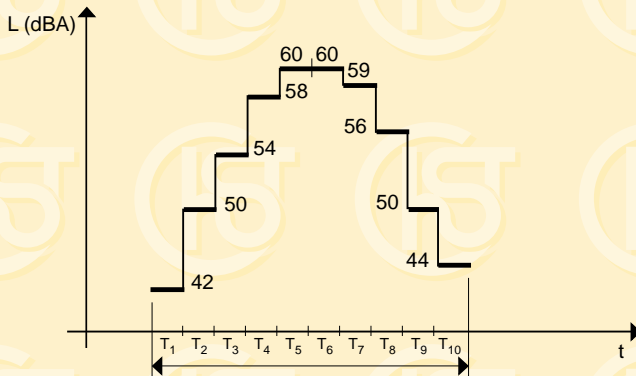


EL TIEMPO REAL DE APARICIÓN DE CADA FASE DEPENDE DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO
Y DE LA SUSCEPTIBILIDAD INDIVIDUAL

SONÓMETRO



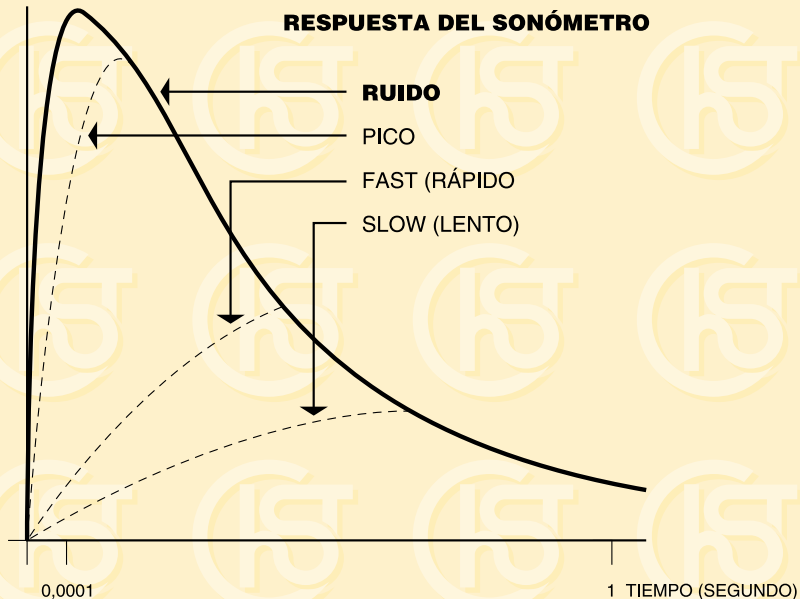
NIVEL EQUIVALENTE



TIEMPO DE RESPUESTA DE SONÓMETROS

NPA

RESPUESTA DEL SONÓMETRO



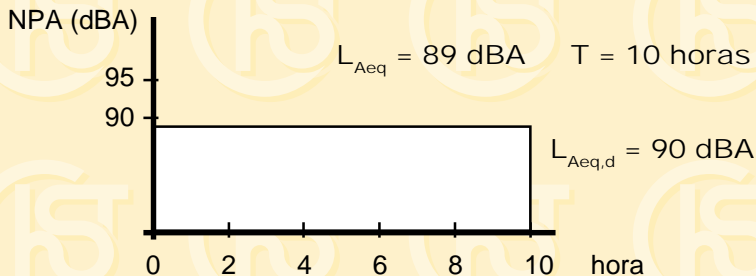
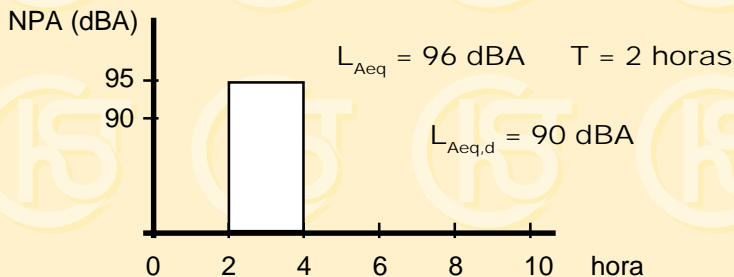
DEFINICIÓN DE NIVEL DE RUIDO DIARIO EQUIVALENTE (RD 1316/89)

$$L_{Aeq,d} = 10 \log \frac{1}{8} \sum T_i 10^{L_{Aeq,i}/10}$$

SI SE CONOCE EL NIVEL EQUIVALENTE
DURANTE TODA LA JORNADA L_{AeqJ}

$$L_{Aeq,d} = L_{AeqJ} + 10 \log \frac{\text{DUR. JORNADA}}{8}$$

RELACIÓN L_{Aeq} y $L_{Aeq,d}$



GESTIÓN DEL RIESGO DE TRAUMA SONORO

ACCIÓN	NRDE > 80DBA	NRDE > 85 DBA	NRDE > 90DBA O NIVEL PICO > 140 dB
CONTROL AMBIENTAL	CADA 3 AÑOS	CADA AÑO	
CONTROL AUDIOMÉTRICO	A todos los trabajadores al ingreso en el puesto de trabajo		
	CADA 5 AÑOS	CADA 3 AÑOS	CADA AÑO
PROTECCIÓN INDIVIDUAL	SUMINISTRAR A DEMANDA DEL TRABAJADOR	SUMINISTRAR Y RECOMENDAR USO	USO OBLIGATORIO
PROGRAMA DE REDUCCIÓN DE LA EXPOSICIÓN	RECOMENDADO	RECOMENDADO	OBLIGATORIO
SEÑALIZACIÓN DE ZONAS Y RESTRICCIÓN DE ACCESO			OBLIGATORIO

INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES

**CADA TRABAJADOR DEBE RECIBIR
INFORMACIÓN SOBRE:**

**RESULTADO DE LA EVALUACIÓN Y RIESGO
QUE COMPORTA**

MEDIDAS PREVENTIVAS ADOPTADAS

USO DE LOS PROTECTORES PERSONALES

**RESULTADOS DE LOS CONTROLES
AUDIOMÉTRICOS**

DERECHOS DE LOS EMPLEADOS

ESTAR PRESENTES EN LAS EVALUACIONES

**RECIBIR INFORMACIÓN DE
LOS RESULTADOS DE LOS CONTROLES**

**RECIBIR INFORMACIÓN SOBRE
LAS MEDIDAS PREVENTIVAS**

**ACCEDER A LOS ARCHIVOS HISTÓRICOS
DE LOS CONTROLES**

(SE EXCEPTÚAN LOS DATOS INDIVIDUALES DE TIPO MÉDICO)

REGISTRO Y ARCHIVO DE RESULTADOS

LOS RESULTADOS DE LOS CONTROLES SE
DEBEN CONSERVAR DURANTE TREINTA
AÑOS. TIENEN ACCESO
A ESTOS REGISTROS:

LOS TRABAJADORES AFECTADOS

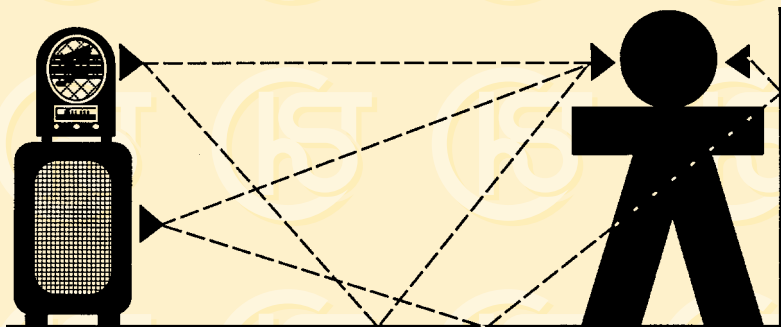
LA INSPECCIÓN DE TRABAJO

LOS ÓRGANOS INTERNOS DE SEGURIDAD
E HIGIENE

LOS REPRESENTANTES
DE LOS TRABAJADORES

EL INSHT

PROCEDIMIENTO DE CONTROL



FUENTE

MODIFICACIÓN
REDISEÑO
NUEVA
LOCALIZACIÓN

MEDIO

ENCAPSULAMIENTO
ABSORCIÓN
BARRERA

RECEPTOR

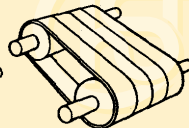
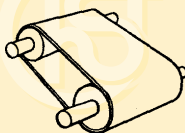
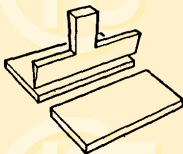
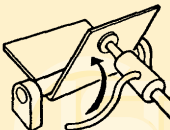
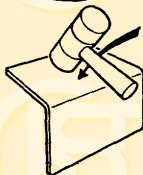
AISLAMIENTO
ABSORCIÓN
NUEVA
LOCALIZACIÓN

EXPOSICIONES DIARIAS EQUIVALENTES

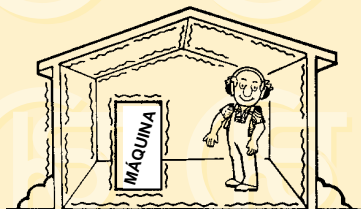
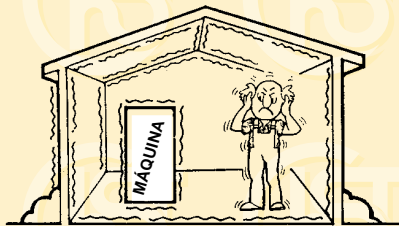
$$L_{Aeq,d} = 90 \text{ dBA}$$

NPA	EXPOSICIÓN
99	1h/día
96	2h/día
93	4h/día
90	8h/día
89	12h/día

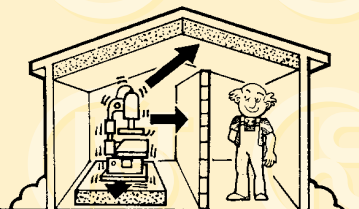
CONTROL DEL RUIDO



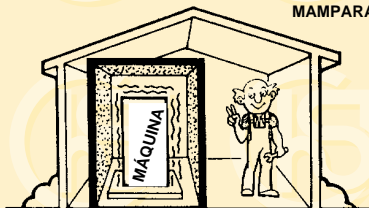
CONTROL DEL RUIDO



PROTECCIÓN PERSONAL

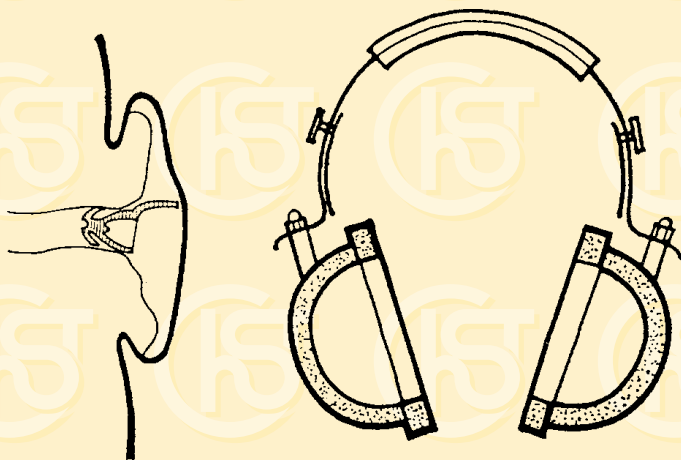


INSONORIZAR TECHOS E INSTALAR
MAMPARAS AISLANTES



AISLAR LA FUENTE DE RUIDO

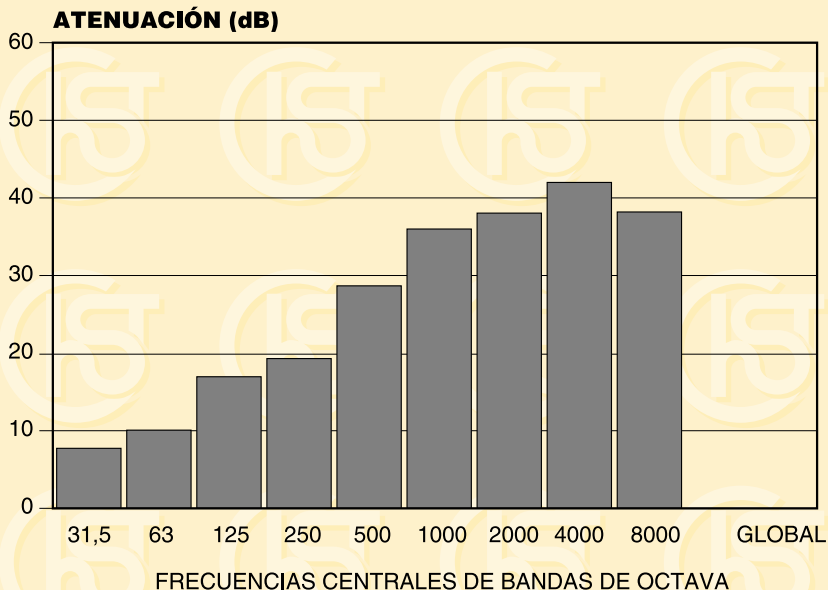
PROTECCIÓN INDIVIDUAL



PROTECTOR
INSERTO

OREJERAS

ATENUACIÓN DE UN PROTECTOR AUDITIVO



ATENUACIÓN DE UN PROTECTOR AUDITIVO

NIVELES GLOBALES



NPA 120 dB

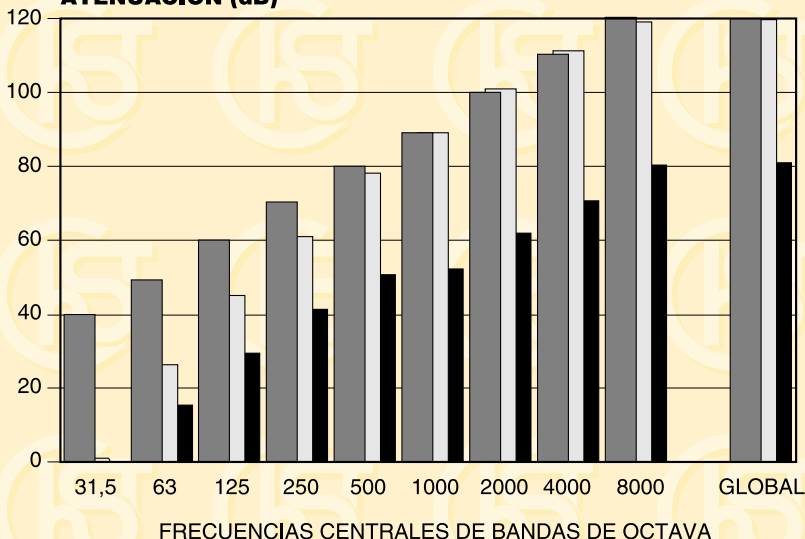


NIVEL PONDERADO 119 dBA



NPA ATENUADO 81 dBA

ATENUACIÓN (dB)



EL NIVEL ATENUADO SE CALCULA RESTANDO, EN CADA BANDA, LA ATENUACIÓN AL NIVEL PONDERADO

EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A RUIDO

OBJETIVO

El objetivo de este ejercicio es que el alumno aprenda a interpretar los conceptos de evaluación de la exposición a ruido contenidos en el RD 1316/89.

MATERIAL

Copia de la transparencia HI.VII.28

Enunciado del ejercicio. El ejercicio se ha dividido en cuatro apartados, los tres primeros dedicados cada uno a un concepto de evaluación (ruido de nivel estable, ruido de nivel variable, evaluación de grupos), y el cuarto a cuestiones adicionales (incremento del nivel sonoro al introducir una nueva máquina y cálculo de la atenuación de las protecciones personales). Este último apartado supone que se han explicado a los alumnos los conceptos relativos a análisis espectral.

DESARROLLO (Tiempo estimado para la totalidad del ejercicio 3 horas)

Se recomienda que la resolución del ejercicio se haga en grupos reducidos con una puesta en común posterior que se aprovechará para exponer, además de la solución numérica del ejercicio, las acciones preventivas a aplicar según sea el resultado.

Se puede optar indistintamente por resolver todo el ejercicio de una vez, o por partes, a medida que vaya avanzando la explicación de los conceptos teóricos implicados en cada parte del ejercicio. En cualquier caso el desarrollo consistirá en entregar el enunciado del ejercicio (total o parcial) a los alumnos y pedirles que evalúen la exposición a ruido y que hagan una lista de las acciones preventivas a adoptar basándose en el contenido de la transparencia HI.VII.28.

EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A RUIDO

En una empresa dedicada a la fabricación de componentes para automóviles (radiadores, bombas de agua, climatizadores, etc.) se debe realizar la evaluación de la exposición a ruido en los puestos de trabajo. La fabricación se divide en tres secciones separadas, taller de prensas, línea de montaje y taller de mantenimiento.

1. DATOS PARA LA EVALUACIÓN DEL RUIDO EN LA LÍNEA DE MONTAJE

Para la evaluación de la exposición a ruido en un puesto de trabajo de la cadena de montaje de radiadores se utiliza un sonómetro de tipo 2 (CEI 651).

El resultado de la medición es:

- El nivel sonoro es poco variable a lo largo de toda la jornada de trabajo
- Nivel mínimo medido: 84 dBA
- Nivel máximo medido: 88 dBA.
- No se aprecian ruidos de impacto
- Duración de la jornada (excluidos descansos): 7 h. 45 min. (7,75 horas), de lunes a viernes.

En otro puesto de trabajo de las líneas de montaje un trabajador ocupa su jornada en varias actividades en lugares con diferente nivel sonoro:

- Movimentación de materiales entre las líneas 5 h/día. Nivel sonoro 84 dBA
- Rondas de revisión de los compresores 1 h/día. Nivel sonoro 98 dBA
- Rondas por la sala de calderas 1 h/día. Nivel sonoro 92 dBA
- Trabajos varios en el almacén 1 h/día. Nivel sonoro 78 dBA
- Periodos de descanso 20 min./día. Nivel sonoro 75 dBA

2. DATOS PARA LA EVALUACIÓN DEL RUIDO EN EL TALLER DE PRENSAS

La observación de los puestos de trabajo del taller de prensas ha mostrado los siguientes hechos:

- a) El nivel sonoro es muy variable dentro de una jornada de trabajo, pero no hay diferencias entre jornadas
- b) Existen ruidos de impacto (golpes de las prensas)
- c) La jornada es de 8 h 10 min., pero existen pausas (una de 20 min. y dos de 10 min.) en que cesa toda actividad en el taller y el nivel sonoro es inferior a 80 dBA

En una de las prensas de estampación con alimentación manual se han medido los siguientes valores:

- Frecuencia de impactos: 5 golpes/minuto
- Nivel de pico de los impactos: 128 dB
- Numero de impactos diarios: 2000 impactos/día
- Nivel sonoro entre impactos: 88 dBA.
- Duración total de la jornada: 7,5 horas

Para la medida de la exposición a ruido en el taller de prensas se ha optado por medir el nivel equivalente durante 3 horas, sin incluir ninguna pausa en el periodo de medición, con un dosímetro que además tiene detector de picos. El resultado es:

- Nivel equivalente 93 dBA.
- Nivel de pico máximo detectado 135 dB.

3. DATOS PARA LA EVALUACIÓN DEL RUIDO EN EL TALLER DE MANTENIMIENTO

En el taller de mantenimiento trabajan 10 personas, la observación de las tareas realizadas en el taller ha mostrado los siguientes hechos:

- a) El nivel sonoro en el taller es muy variable dentro de una jornada de trabajo, pero no hay diferencias entre jornadas.
- b) Existen ruidos de impacto (golpes de martillo).
- c) Todos los operarios realizan, un día por otro, tareas similares, de forma que los 10 puestos de trabajo del taller se pueden considerar como equivalentes en lo que respecta a exposición a ruido.
- d) La exposición de cada trabajador puede ser diferente de un día a otro.
- e) La jornada es de 8 h 10 min., pero existen pausas (una de 20 min. y dos de 10 min.) en que cesa toda actividad en el taller y el nivel sonoro es inferior a 80 dBA.
- f) Además los trabajadores de mantenimiento realizan salidas tanto al taller de montaje como al de prensas de duración variable (aunque siempre breves) para realizar pequeñas reparaciones o controlar alguna máquina.

Para realizar la evaluación de estos trabajadores se ha procedido a la medición del nivel equivalente durante toda la jornada, y del nivel de pico máximo, mediante el uso de dosímetros portados por los 10 trabajadores. Los resultados han sido:

Trabajador	Lq (dBA)	Nivel de pico (dB)
1	92	135
2	89	136
3	94	130
4	96	137
5	88	129
6	87	125
7	89	132
8	93	131
9	93	142
10	88	125

4. EJERCICIOS ADICIONALES

4.1. Instalación de nueva maquinaria

En el taller de montaje se piensa instalar una nueva máquina. El fabricante de la misma informa que el nivel del ruido, medido en el puesto del operador tiene los valores siguientes (niveles en bandas de octava).

frec. (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
NPA (dB)	84	81	73	79	81	80	79	72

Se piensa colocar esta máquina en un punto de la cadena de montaje en el que actualmente existe un NPA de 87 dBA.

Estimar cual será el nivel sonoro en el puesto del operador una vez instalada.

En previsión de que el nivel sonoro resulte excesivo se decide buscar otra máquina menos ruidosa. ¿Cuál debe ser el nivel sonoro en el puesto del operador que se solicite a la máquina para que al instalarla en un lugar en el que ya hay un nivel sonoro de 87 dBA, el nivel global no sobrepase 88 dBA?

4.2. Atenuación de un protector individual

Mientras se permanezca en la sala de compresores (98 dBA) se utilizarán protectores personales. Para calcular el nivel sonoro percibido por un trabajador que utiliza un protector es necesario conocer la atenuación del protector en cada banda de frecuencia (dato que debe proporcionar el fabricante del protector) y el espectro del ruido. Ambos datos se dan en la tabla siguiente. Calcular a partir de ellos el nivel sonoro percibido.

frec. (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
NPA (dB)	98	101	101	95	93	91	79	75
Atenuación del protector	2.0	2.4	8.5	13.6	20.6	26.2	30.6	25.4

EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A RUIDO

1. LÍNEA DE MONTAJE

En el puesto de trabajo fijo en la cadena de montaje es admisible utilizar como dato para calcular el NRDE el valor del nivel sonoro medido con un sonómetro ya que es constante a lo largo de toda la jornada y la diferencia entre los valores máximo y mínimo es menor de 5 dBA.

Tomaremos como nivel sonoro la media de los valores máximo y mínimo, esto es:

$$NPA = 86 \text{ dBA.}$$

Puesto que la exposición no es de 8 horas diarias, para el cálculo del NRDE aplicaremos la relación:

$$NRDE = NPA + 10 \log (T_{exp}/8) = 86 + 10 \log (7,75/8) = 86 - 0,1 = 85,9 \text{ dBA}$$

Puesto que el NRDE supera 85 dBA sin llegar a 90 dBA el plan de medidas debe incluir, por lo menos:

- En la medida de lo posible, reducir el nivel sonoro, o el tiempo de exposición.
- Examen audiométrico de los trabajadores al ingreso en el puesto de trabajo, dos meses después del ingreso y periódicamente cada tres años. Archivo de resultados durante 30 años.
- Repetir la evaluación ambiental anualmente. Archivo de resultados durante 30 años.
- Informar a los trabajadores de la exposición y del riesgo.
- Informar a los trabajadores de los resultados de los controles audiométricos.
- Suministrar protectores personales a los trabajadores expuestos.

En el puesto de trabajo no fijo de la línea de montaje, también es admisible calcular el NRDE a partir de valores de Nivel sonoro obtenidos con un sonómetro ya que la exposición diaria puede dividirse en periodos de duración conocida, en cada uno de los cuales el nivel sonoro es constante.

El cálculo puede hacerse por dos métodos:

a) Cálculo directo

$$NRDE = 10 \log 1/8 \{ \sum T_i \cdot 10^{(NPA/10)} \} = 10 \log 1/8 \{ 5 \cdot 10^{(84/10)} + 1 \cdot 10^{(98/10)} + 1 \cdot 10^{(92/10)} + 1 \cdot 10^{(78/10)} + 0,3 \cdot 10^{(75/10)} \} = 10 \log 1/8 (9,21 \cdot 10^9) = 90,6 \text{ dBA}$$

b) Cálculo a través de las dosis de ruido

El 0/1 EMP para cada periodo de exposición se calcula dividiendo el tiempo de exposición por el tiempo máximo permitido dado por:

$$T_{Max} = 8 \cdot 10^{(90-NPA/10)}$$

Con esta ecuación se construye la tabla de la página siguiente.

Periodo	NPA	TMax	T exposición	Dosis
1	84	32	5	0.16
2	98	1.27	1	0.79
3	92	5.1	1	0.20
4	78	todo	1	No signif.
5	75	todo	0,3	No signif.

$$0/1EMP = 0.16+0.79+0.20 = 1.15$$

$$NRDE = 90 + 10 \log (0/1 EMP) = 90 + 10 \log 1.15 = 90 + 0.6 = 90.6 \text{ dBA}$$

Si en vez de medir los niveles sonoros y tiempos de exposición separadamente hubiéramos utilizado un dosímetro de ruido durante toda la jornada el resultado de la lectura habría sido 115% de dosis o 90.6 dBA según el tipo de dosímetro utilizado.

Puesto que el NRDE supera 90 dBA, el programa de prevención en este puesto de trabajo deberá incluir por lo menos:

- Un programa de medidas técnicas de reducción del ruido. Por ejemplo incluir en los planes de inversiones la sustitución de los compresores por otros menos ruidosos, o prever la instalación de cabinas insonorizadas, o acondicionar el local de compresores para que sea menos ruidoso.
- Señalización del puesto de trabajo con indicación de la obligatoriedad del uso de protecciones personales, que en este caso afectaría a la sala de compresores y a la de calderas puesto que son los lugares en los que hay un nivel sonoro más elevado
- Restricción de acceso a estos lugares al personal mínimo necesario.
- Examen audiométrico de los trabajadores al ingreso, dos meses después del ingreso y periódicamente cada año. Archivo de resultados durante 30 años.
- Repetir la evaluación ambiental anualmente. Archivo de resultados durante 30 años.
- Informar a los trabajadores de la exposición y del riesgo.
- Informar a los trabajadores de los resultados de los controles audiométricos.

2. TALLER DE PRENSAS

La medición realizada durante un periodo representativo (en nuestro caso tres horas) con un dosímetro que además registra el nivel máximo de pico es el procedimiento reglamentario.

Puesto que en el periodo de medida se han excluido las pausas es necesario considerar el tiempo diario real de exposición a ruido para determinar el NRDE

$$NRDE = \text{Nivel Equiv.} + 10 \log (T_{exp}/8) = 93 + 10 \log (7,5/8) = 93-0.1 = 92.9 \text{ dBA}$$

Puesto que el NRDE supera 90 dBA, el programa de prevención en el taller de prensas deberá incluir por lo menos:

- Un programa de medidas técnicas de reducción del ruido.
- Señalización del puesto de trabajo con indicación de la obligatoriedad del uso de protecciones personales.

- Restricción de acceso al taller al personal mínimo necesario.
- Examen audiométrico de los trabajadores al ingreso en el puesto de trabajo, dos meses después del ingreso y periódicamente cada año. Archivo de resultados durante 30 años.
- Repetir la evaluación ambiental anualmente. Archivo de resultados durante 30 años.
- Informar a los trabajadores de la exposición y del riesgo.
- Informar a los trabajadores de los resultados de los controles audiométricos.

Hay que resaltar que el programa preventivo sería el mismo si el nivel de pico superase 140 dB, aunque el NRDE fuese inferior a 90 dBA

3. TALLER DE MANTENIMIENTO

Por tratarse de niveles sonoros variables el único procedimiento admitido por el RD 1316/89 es la medida del nivel equivalente con un sonómetro integrador (o un dosímetro) de tipo 2 o 1 según norma CEI 804, eligiendo un tiempo de medida que sea representativo. En situaciones en que el nivel sonoro es muy variable este periodo debe abarcar toda la jornada tal como ocurre en este caso. Además como el periodo de medición incluye toda la jornada, la lectura del sonómetro integrador o del dosímetro es el valor del NRDE sin que sea necesario realizar ningún cálculo adicional.

La medición debe ser en todos los puestos de trabajo (10 personas), no obstante, si todos ellos son equivalentes, es admisible realizar la medición en un número menor de trabajadores (elegidos al azar) y aplicar técnicas estadísticas para determinar la exposición.

Al existir ruidos de impacto es necesario medir también el nivel de pico de los impactos para comprobar que no se supera el límite de 140 dB de pico.

Por tratarse de trabajos equivalentes una estimación del NRDE de todos los trabajadores es la media de los NRDE obtenidos, esto es NRDE medio: 90,9 dBA.

Hay que resaltar que la validez de esta conclusión se basa en que los trabajos desarrollados por todos los trabajadores son equivalentes, es decir que la diferencia entre el trabajador nº4 (Máximo NRDE) y el nº 6 (Mínimo NRDE) en el día en que se realizó la medición es debida al azar y es perfectamente posible encontrar en otro día resultados individuales distintos, aunque manteniéndose el mismo valor medio.

Si el análisis de las tareas realizadas por cada trabajador muestra que son diferentes, no es correcto tomar la media como indicador de la exposición del conjunto, sino que se deben considerar como puestos de trabajo distintos y evaluarlos separadamente.

4. PROBLEMAS ADICIONALES (Deben omitirse si en la explicación se omite lo relativo a análisis de frecuencias)

4.1. Introducción de una nueva máquina

El primer paso consiste en estimar el nivel sonoro en dBA en el puesto de trabajo del operador a partir del espectro suministrado por el fabricante. La manera más fácil de operar es construir la tabla siguiente:

frec. (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
NPA (dB)	84.0	81.0	73.0	79.0	81.0	80.0	79.0	72.0
Corrección. A	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	+1.2	+1	-1.1
NPA correg	57.8	64.9	64.4	75.8	81.0	81.2	80.0	70.9

La suma logarítmica de la última fila será el NPA en dBA. $NPA = 10 \log [\sum 10^{(Li/10)}] = 86.0 \text{ dBA}$

Una vez conocido el NPA debido a la máquina, al emplazar la máquina en el taller el nivel sonoro será la suma del ruido producido por la máquina más el nivel sonoro ya existente en ese punto. Lógicamente la suma debe hacerse por el procedimiento habitual de sumar niveles sonoros, esto es:

$$\text{NPA Total} = 10 \cdot \log [10^{(86/10)} + 10^{(87/10)}] = 89.5 \text{ dBA}$$

Conclusión: Aunque la máquina en sí misma no es muy ruidosa, es previsible que al instalarla en el punto elegido del taller el nivel sonoro sea muy próximo, o sobrepase, los 90 dBA y en consecuencia se deba implantar un programa de prevención importante. Es aconsejable buscar otra máquina menos ruidosa, (o disminuir el ruido existente en el taller), para ello busquemos una máquina cuyo nivel sonoro añadido a los 87 dBA ya existentes no sobrepase el valor total de 88 dBA (así tendremos 2 dBA de margen). Esto significa que el Ruido generado por la máquina sola debe ser inferior a la diferencia de 88 y 87 dBA

Aplicando la ecuación de la resta de dB:

$$\text{Nivel máquina} < 10 \log [10^{(88/10)} - 10^{(87/10)}] = 10 \log (1.3 \cdot 10^8) = 81 \text{ dBA}$$

Conclusión: Es necesario que la máquina genere en el puesto del operador un nivel inferior a 81 dBA para que al instalarla en el taller no se supere el nivel de 88 dBA.

4.2. ATENUACIÓN DE UN PROTECTOR AUDITIVO

Para el cálculo del nivel sonoro percibido cuando se utilizan protectores personales es conveniente construir una tabla de cálculo como la siguiente:

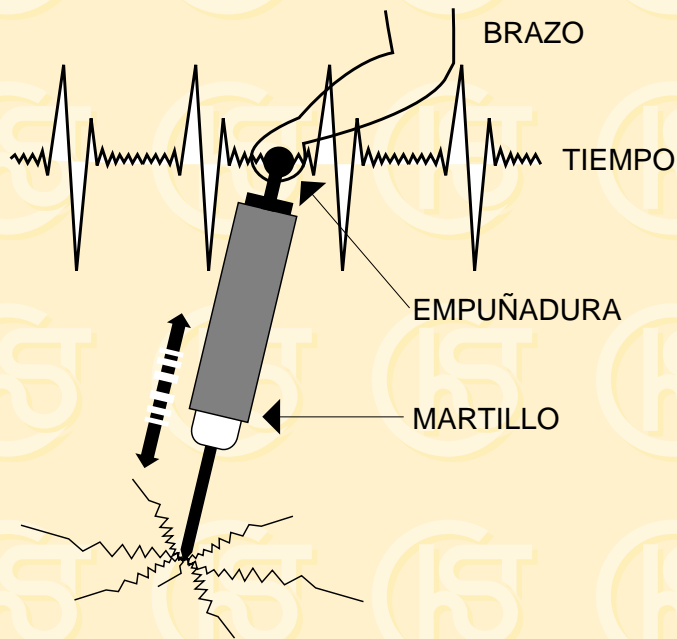
frec.(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
NPA(dB)	98.0	101.0	101.0	95.0	93.0	91.0	79.0	75.0
Atenuación	2.0	2.4	8.5	13.6	20.6	26.2	30.6	25.4
Nivel resultante	96.0	98.6	92.5	81.4	72.4	64.8	48.4	49.6
Corrección. A	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	+1.2	+1.0	-1.1
NPA corregido	69.8	82.5	83.9	78.2	72.4	66.0	49.4	48.5

La suma logarítmica de la última fila será el nivel sonoro percibido en dBA, que resulta ser de 87,1 dBA.

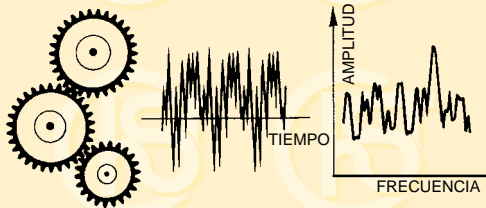
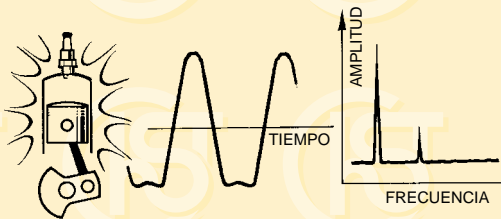
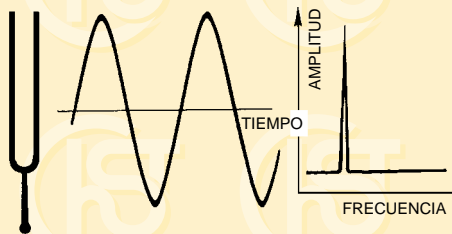
El resultado, aunque correcto, ya que el nivel percibido es inferior a 90 dBA, es mejorable si se busca un protector que tenga una atenuación mayor a frecuencias bajas, en particular a 250 y 500 Hz.

El objetivo óptimo sería utilizar un protector cuyo uso llevase a un nivel percibido inferior a 80 dBA.

VIBRACIONES



PARÁMETROS DE UNA VIBRACIÓN



SITUACIONES EN QUE PUEDEN EXISTIR VIBRACIONES

DE MUY BAJA
FRECUENCIA
<1 Hz

EL MOVIMIENTO DE BALANCEO
DE TRENES, BARCOS, AVIONES, ETC.

DE BAJA
FRECUENCIA
1-20 Hz

VIBRACIONES ORIGINADAS
POR CARRETILLAS ELEVADORAS,
TRACTORES, VEHÍCULOS DE
TRANSPORTE URBANO, MÁQUINAS
EXCAVADORAS.

DE ALTA
FRECUENCIA
20-1000 Hz

MÁQUINAS NEUMÁTICAS Y
ROTATIVAS, TALES COMO MARTILLOS
PICADORES NEUMÁTICOS,
PULIDORAS, MOTO-SIERRAS,
LIJADORAS, ETC.

EJEMPLOS DE VIBRACIONES

ACELER.
m/s²

MANO

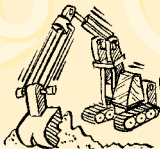
TODO EL CUERPO

EDIFICIOS

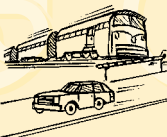
10



1



0,1



0,01



INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

VIBRACIONES Y CUERPO HUMANO

VIBRACIONES
MANO-BRAZO



LA VIBRACIÓN SE ORIGINA
POR MANEJO DE HERRAMIENTAS
MANUALES: MARTILLOS
PERFORADORES, MOTOCULTORES,
PULIDORAS, ETC.

VIBRACIONES
GLOBALES
DEL CUERPO

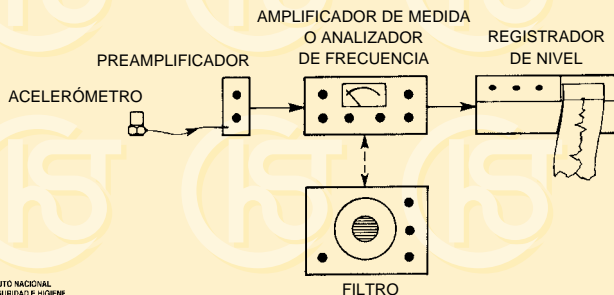
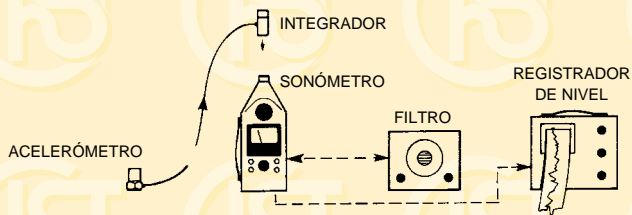
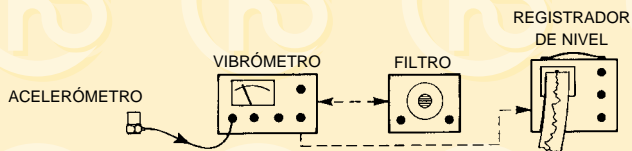


LA VIBRACIÓN AFECTA A TODO
EL CUERPO, BIEN SOBRE
EL HOMBRE SENTADO EN
UN VEHÍCULO, BIEN DE PIE SOBRE
UNA PLATAFORMA VIBRATORIA

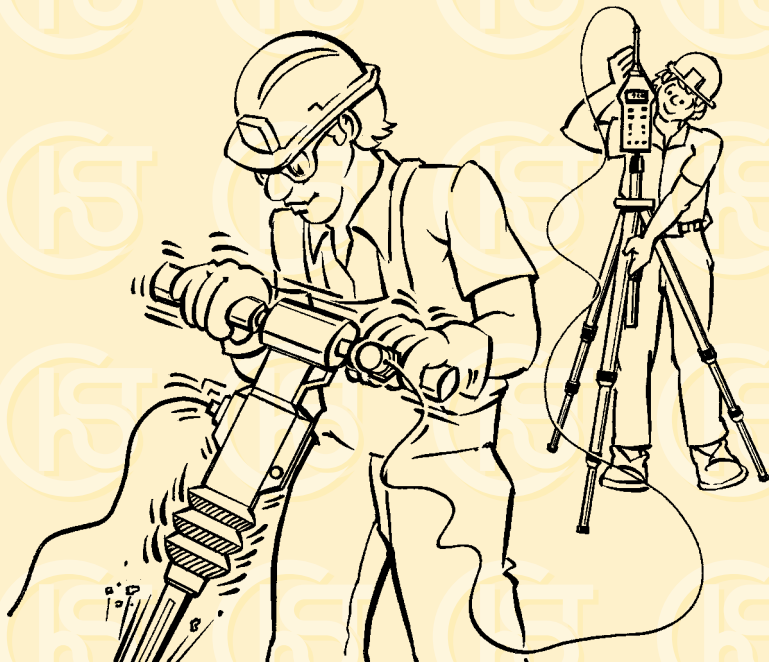
EFFECTOS DE LAS VIBRACIONES

FRECUENCIA DE LA VIBRACIÓN	EFFECTOS SOBRE EL ORGANISMO
MUY BAJA FRECUENCIA $<1H_z$	ESTIMULAN EL LABERINTO DEL OÍDO INTERNO PROVOCAN TRASTORNOS EN EL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL (S.N.C). PUEDE PRODUCIR MAREOS Y VÓMITOS (MAL DE LOS TRANSPORTES).
BAJA FRECUENCIA $1-20 H_z$	LUMBALGIAS, LUMBOCIÁTICAS, HERNIAS, PINZAMIENTOS DISCALES. AGRAVAN LESIONES RAQUÍDEAS MENORES E INCIDEN SOBRE TRASTORNOS DEBIDO A MALAS POSTURAS. SÍNTOMAS NEUROLÓGICOS: VARIACIÓN DEL RITMO CEREBRAL DIFICULTAD DEL EQUILIBRIO. TRASTORNOS DE VISIÓN POR RESONANCIA.
ALTA FRECUENCIA $20-1000 H_z$	TRASTORNOS OSTEO-ARTICULARES OBJETIVABLES RADIOLÓGICAMENTE TALES COMO: ARTROSIS HIPEROSTASANTE DEL CODO. LESIONES DE MUÑECA TALES COMO MALACIA DEL SEMILUNAR OSTEONECROSIS DE ESCAFOIDES CARPIANA. AFECCIONES ANGIONEURÓTICAS DE LA MANO TALES COMO CALAMBRES QUE PUEDEN ACOMPAÑARSE DE TRASTORNOS PROLONGADOS DE LA SENSIBILIDAD. SU EXPRESIÓN VASCULAR SE MANIFIESTA POR CRISIS DEL TIPO DE DEDOS MUERTOS LLAMADO SÍNDROME DE RAYNAUD. AUMENTO DE LA INCIDENCIA DE ENFERMEDADES DEL ESTÓMAGO.

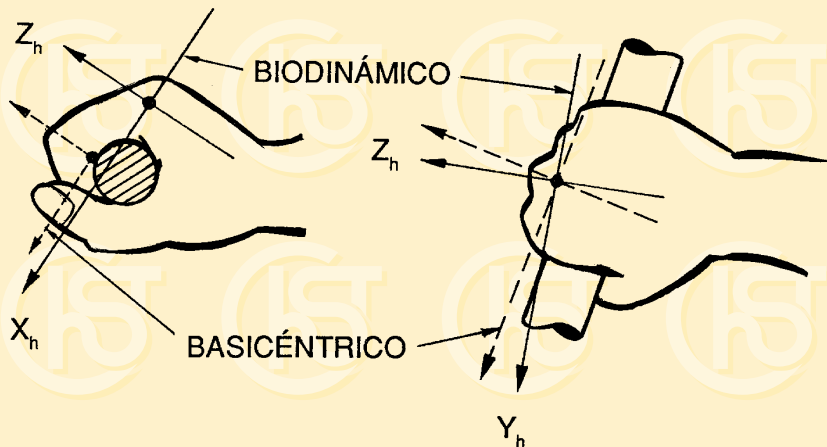
EQUIPOS DE MEDIDA



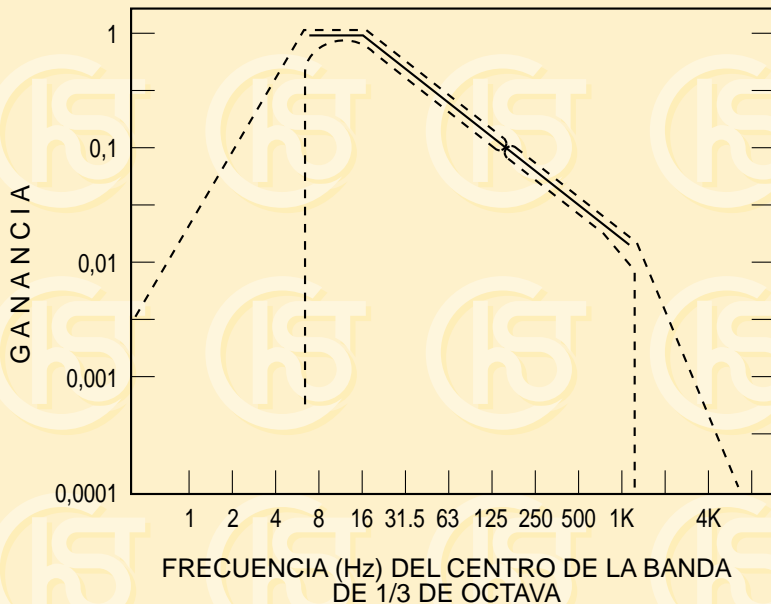
MEDICIÓN DE VIBRACIONES



EJES DE MEDIDA EN LA MANO



PONDERACIÓN SEGÚN LA FRECUENCIA



VALORES LÍMITE PARA LA EXPOSICIÓN DE LA MANO

VIBRACIÓN EN CUALQUIER DIRECCIÓN X, Y, Z

DURACIÓN DE LA EXPOSICIÓN TOTAL DIARIA (A)	VALORES CUADRÁTICOS MEDIOS DOMINANTES (B) DE LA COMPONENTE DE LAS ACELERACIONES DE FRECUENCIA PONDERADA QUE NO DEBEN EXCEDERSE	
	a_{Keq}	
	m/s^2	g (c)
4 horas y menos de 8	4	0,40
2 horas y menos de 4	6	0,61
1 hora y menos de 2	8	0,81
menos de 1 hora	12	1,22

- (a) El tiempo que la vibración total penetra en la mano cada día de manera continua o intermitente.
- (b) Usualmente, uno de los ejes de vibración domina sobre los dos restantes. Se considera el valor más desfavorable.
- (c) $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

CÁLCULO DE LA ACELERACIÓN EQUIVALENTE

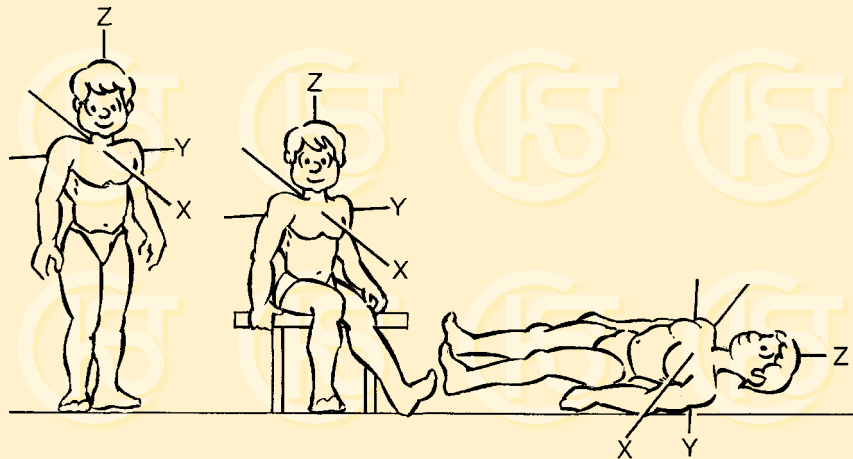
$$a_{\text{Keq}} = \left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n (a_{ki})^2 \cdot T_i \right]^{1/2}$$
$$T = \sum_{i=1}^n T_i$$

siendo:

a_{ki} = aceleración ponderada por frecuencia por cada eje
(a_{kx} , a_{ky} , a_{kz})

T = duración total diaria de la exposición.

EJES DE MEDIDA DEL CUERPO



MEDIDAS TÉCNICAS DE PREVENCIÓN

**MODIFICACIÓN DEL PROCESO EVITANDO
HERRAMIENTAS VIBRATORIAS**

**DISEÑO ERGONÓMICO DE HERRAMIENTAS
DE FORMA QUE SU PESO, FORMA Y DIMENSIONES SE ADAPTEN
ESPECÍFICAMENTE AL TRABAJO**

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO
VIGILANCIA DEL ESTADO DE LA MÁQUINA**

GIRO DE EJES, ATAQUE DE ENGRANAJES, ETC....

**DESINTONIZADO DE VIBRACIONES
(EVITANDO LA FRECUENCIA DE RESONANCIA)**

**MODIFICANDO LA FRECUENCIA, EVITANDO LA RESONANCIA POR
MODIFICACIÓN DE LA MASA**

ATENUANDO SU TRANSMISIÓN AL HOMBRE

**POR INTERPOSICIÓN DE MATERIALES AISLANTES
(RESORTES METÁLICOS, SOPORTES DE CAUCHO, CORCHO)
AISLAMIENTO POR SUSPENSIÓN DEL ASIENTO DEL CONDUCTOR
O DE LA CABINA**

MEDIDAS TÉCNICAS DE PREVENCIÓN

PRÁCTICAS DE TRABAJO

MANEJO ADECUADO DE LAS HERRAMIENTAS MANUALES

LA SUJECCIÓN DE LA HERRAMIENTA DEBE SER LO MENOS FIRME POSIBLE, COMPATIBLE CON LA EJECUCIÓN CORRECTA DEL TRABAJO

MANTENER SECOS Y CALIENTES EL CUERPO Y LAS MANOS

PAUSAS EN EL TRABAJO

EVITAR LA EXPOSICIÓN CONTINUADA A LA VIBRACIÓN INTERRUMPIENDO DURANTE 10 MINUTOS, APROXIMADAMENTE CADA HORA LA VIBRACIÓN CONTINUA

MEDIDAS TÉCNICAS DE PREVENCIÓN

FACTORES PERSONALES
DEL TRABAJADOR

RECONOCIMIENTOS MÉDICOS

PREVIOS AL INGRESO,
QUE PUEDAN
IDENTIFICAR A
LOS TRABAJADORES
PREDISPUESTOS

PERIÓDICOS,
DURANTE EL EMPLEO,
CON FRECUENCIA
ANUAL, A FIN DE
DETECTAR SUS
EFECTOS EN
LAS FASES INICIALES

EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A VIBRACIONES



OBJETIVO

Este ejercicio es una aplicación numérica completa de evaluación de la exposición a vibraciones, se pretende con ello que el alumno adquiera los conocimientos relativos a la interpretación de los resultados de las medidas de vibración.

MATERIAL

Enunciado del ejercicio

DESARROLLO (Tiempo estimado 30 minutos)

Se pedirá a los alumnos que evalúen la exposición a vibraciones, completando el cuadro del enunciado y utilizando las ecuaciones del texto.

EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A VIBRACIONES

En una empresa dedicada a la fabricación de componentes para automóviles (radiadores, bombas de agua, climatizadores, etc.) se utilizan en la línea de montaje herramientas manuales de accionamiento neumático (básicamente atornilladoras de diferentes tipos y tamaños). En un puesto de trabajo de la línea se utilizan dos de éstas máquinas; una atornilladora para tornillos de cabeza Phillips y una llave de vaso para apretar tuercas.

El análisis de la organización del trabajo da los siguientes resultados:

- Número de tornillos a montar: 500 ud./turno.
- Duración de la operación de atornillar: 5,4 segundos.
- Número de tuercas a apretar: 2000 ud./turno.
- Duración de la operación de apriete: 2,2 segundos.

Las intensidades de la vibración de cada máquina, medidas en la empuñadura, en cada eje dieron los resultados que se indican en la tabla siguiente. El aparato de medida ya incluye la ponderación de frecuencia, de forma que los resultados son directamente los valores de vibración eficaces en cada uno de los ejes.

	Eje x	Eje y	Eje z
Atornilladora	3,4 m/s ²	0,2 m/s ²	4,6 m/s ²
Aprietatuercas	5,2 m/s ²	3,6 m/s ²	1,1 m/s ²

Evaluar la exposición a vibraciones en este puesto de trabajo, completando los cuadros siguientes, (Ver TLV de la ACGIH en transparencia HI.VIII.11):

Eje x	Tiempo (h)	Acel (m/s ²)	Acel ^2	T*A^2
Atornilladora				
Aprietatuercas				
Suma				
Valor medio eje x				

Eje y	Tiempo (h)	Acel (m/s ²)	Acel ^2	T*A^2
Atornilladora				
Aprietatuercas				
Suma				
Valor medio eje y				

Eje z	Tiempo (h)	Acel (m/s ²)	Acel ^2	T*A^2
Atornilladora				
Aprietatuercas				
Suma				
Valor medio eje z				

EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A VIBRACIONES

Puesto que hay dos situaciones (el operario utiliza dos máquinas) el primer paso es calcular la aceleración media en cada eje, para ello hay que conocer la aceleración de cada máquina (dato de la tabla), y el tiempo de uso de cada una que se puede obtener a partir del número de operaciones y de la duración de cada una:

- Tiempo de operación de la atornilladora: $500 \cdot 5,4 = 2700$ segundos = 0,75 horas.
- Tiempo de operación de la aprieta tuercas: $2000 \cdot 2,2 = 4400$ segundos = 1,22 horas.

Con los datos disponibles se elaboran las tablas de cálculo de la aceleración media en cada eje.

Eje x	Tiempo (h)	Acel (m/s ²)	Acel ^2	T*A^2
Atornilladora	0.75	3.4	11.56	8.67
Aprietatuercas	1.22	5.2	27.04	32.99
Suma	1.97			41.66
Valor medio eje x			$(41,66/1.97)^{1/2} = 4.60 \text{ m/s}^2$	

Eje y	Tiempo (h)	Acel (m/s ²)	Acel ^2	T*A^2
Atornilladora	0.75	0.2	0.04	0.03
Aprietatuercas	1.22	3.6	12.96	15.81
Suma	1.97			15.84
Valor medio eje y			$(15.84/1.97)^{1/2} = 2.84 \text{ m/s}^2$	

Eje z	Tiempo (h)	Acel (m/s ²)	Acel ^2	T*A^2
Atornilladora	0.75	4.6	21.16	15.87
Aprietatuercas	1.22	1.1	1.21	1.48
Suma	1.97	17.35		
Valor medio eje z			$(17.35/1.97)^{1/2} = 2.98 \text{ m/s}^2$	

De los tres resultados tomaremos el peor, esto es 4.60 m/s^2 .

El tiempo diario de exposición es inferior a 2 horas, según la tabla de la pag. 116 es tolerable una aceleración de hasta 8 m/s^2 , como en nuestro caso es inferior concluiremos que la vibración es tolerable.

EL CUERPO HUMANO, UN DEPÓSITO DE CALOR

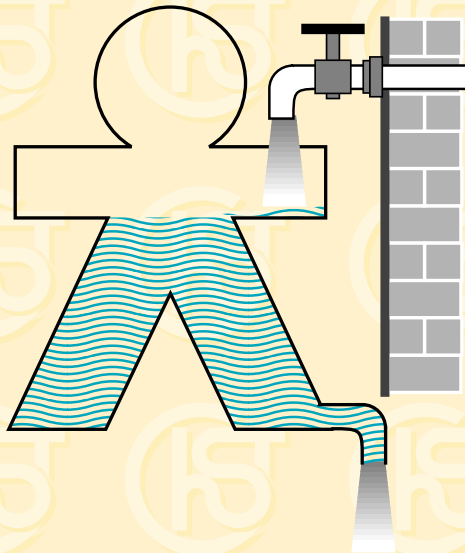
PELIGRO ESTRÉS TÉRMICO

DISCONFORT POR CALOR

CONFORT

DISCONFORT POR FRÍO

PELIGRO HIPOTERMIA
CONGELACIÓN



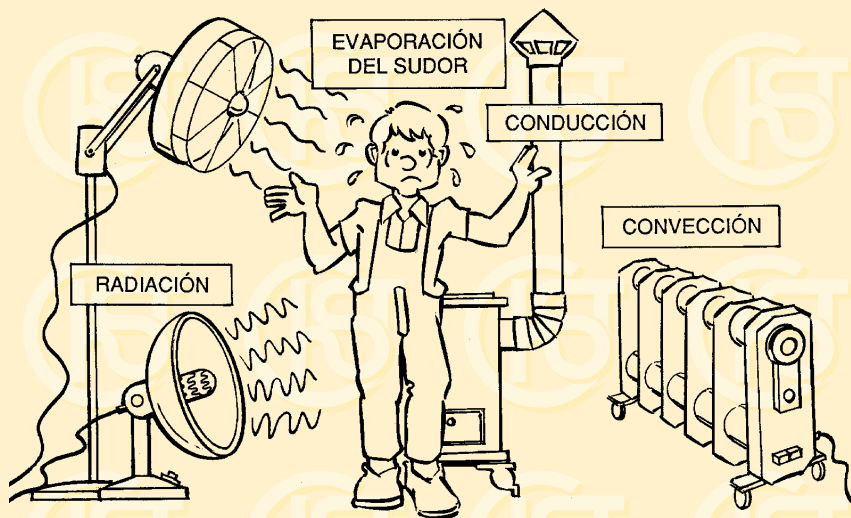
INTERACCIÓN HOMBRE/AMBIENTE TÉRMICO

**EL ORGANISMO PUEDE REGULAR
LA SALIDA DE CALOR PARA MANTENER
EL NIVEL A LA ALTURA ÓPTIMA**

**EL ORGANISMO GENERA CALOR QUE ES
EL “CONTAMINANTE” AMBIENTAL**

**LOS EFECTOS DE LA FALTA DE EQUILIBRIO
SON INMEDIATOS Y A CORTO PLAZO**

MECANISMOS DE INTERCAMBIO



INTERCAMBIO DE CALOR POR RADIACIÓN

TEMPERATURA DE LAS PAREDES Y OBJETOS



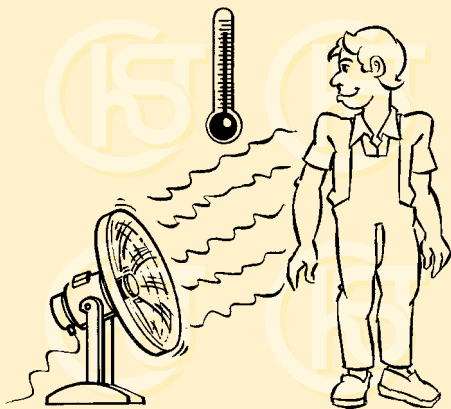
A MAYOR TEMPERATURA MAYOR INTERCAMBIO

SI LA TEMPERATURA DEL OBJETO ES MAYOR QUE 37°
SE RECIBE CALOR

SI ES INFERIOR SE PIERDE CALOR

INTERCAMBIO DE CALOR POR CONVECCIÓN

TEMPERATURA Y VELOCIDAD DEL AIRE

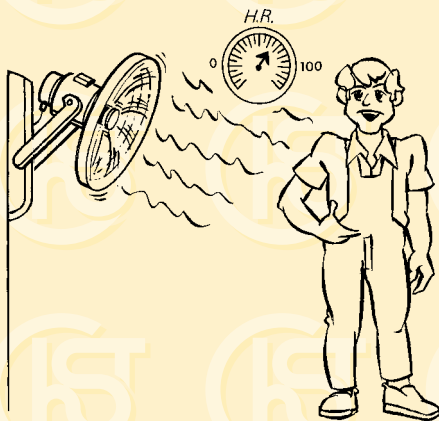


A MAYOR VELOCIDAD MAYOR INTERCAMBIO

SI LA TEMPERATURA DEL AIRE ES MAYOR QUE 37°
SE RECIBE CALOR

SI ES MENOR SE PIERDE CALOR

INTERCAMBIO DE CALOR POR EVAPORACIÓN



TEMPERATURA
DEL AIRE

VELOCIDAD DE AIRE

HUMEDAD RELATIVA

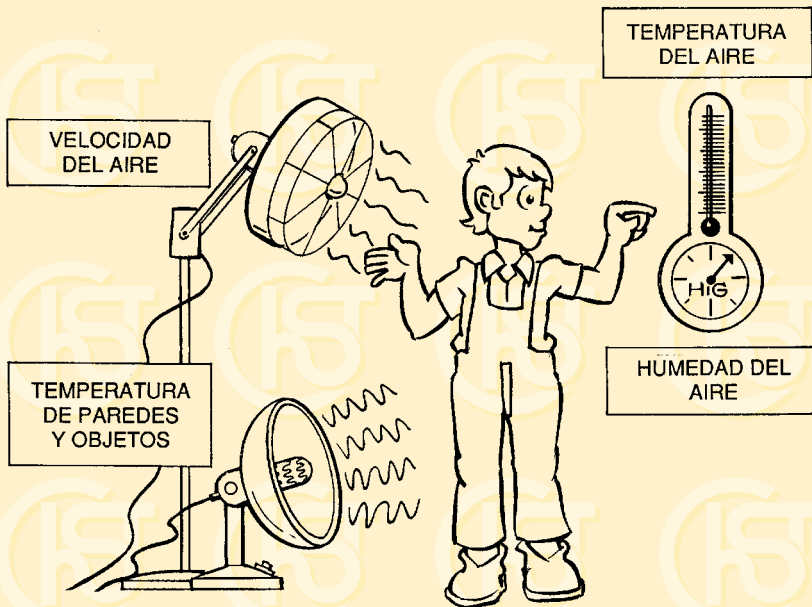
SÓLO SE PUEDE ELIMINAR CALOR

A MAYOR VELOCIDAD MAYOR ELIMINACIÓN DEL CALOR

A MENOR HUMEDAD MAYOR ELIMINACIÓN

IMPORTANTE: AUNQUE LA HUMEDAD SEA DEL 100%
SE ELIMINA CALOR SI LA TEMPERATURA ES INFERIOR A 37°

VARIABLES QUE DETERMINAN EL INTERCAMBIO TÉRMICO



CALOR PRODUCIDO SEGÚN LA ACTIVIDAD

ACTIVIDAD	CALOR kcal/h
DURMIENDO	60
SENTADO SIN HACER NADA	100
TRABAJO DE OFICINA SENTADO	125
SENTADO CONDUCIENDO O TOCANDO EL PIANO	150
DE PIE, TRABAJO LIGERO DE BANCO SIN ANDAR	150
IDEM PERO ANDANDO UN POCO	175
COCINAR (DE PIE)	210
PONER LADRILLOS	260
LIMAR A 60 GOLPES/MINUTO	270
HACER LA CAMA	360
BAILAR UN VALS	460

ÍNDICE WBGT

EN INTERIORES O EXTERIORES SIN SOL

$$\text{WBGT} = 0,7 \text{ THN} + 0.3 \text{ TG}$$

EN EXTERIORES SOLEADOS

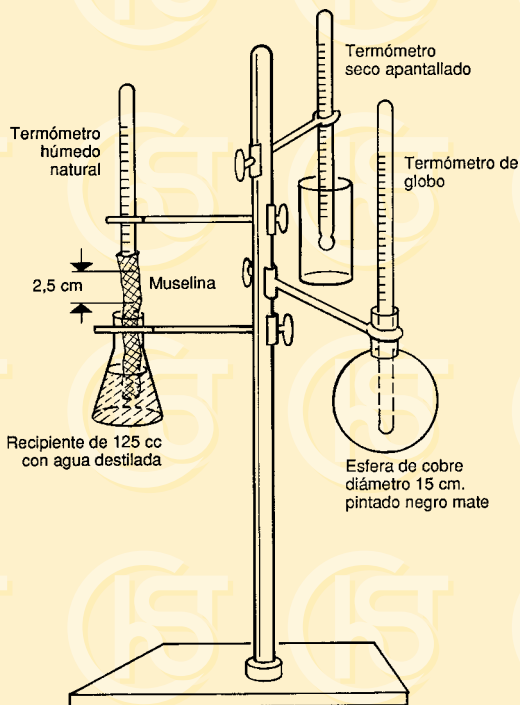
$$\text{WBGT} = 0,7 \text{ THN} + 0.2 \text{ TG} + 0.1 \text{ TA}$$

THN: TEMPERATURA HÚMEDA NATURAL

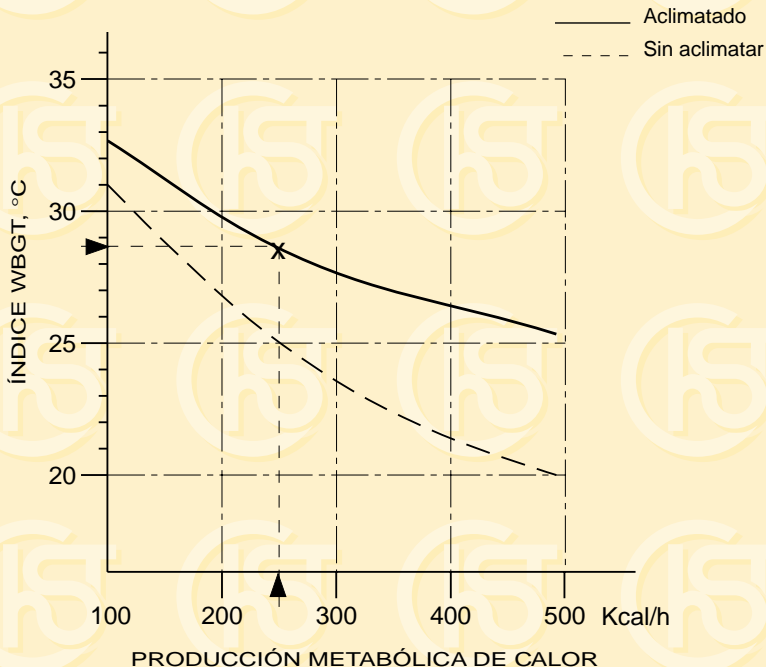
TG: TEMPERATURA GLOBO

TA: TEMPERATURA AIRE

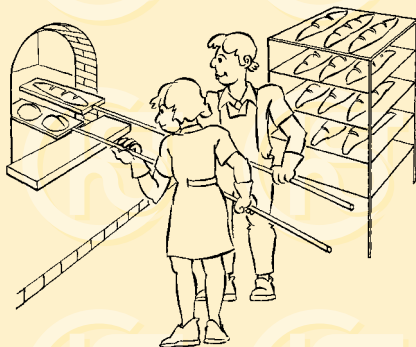
EQUIPO DE MEDIDA



TLV DE LA ACGIH PARA EL ESTRÉS TÉRMICO



EVALUACIÓN EN SITUACIONES VARIABLES

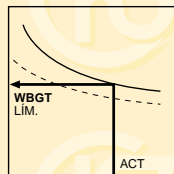


TIEMPO 1
WBGT 1
ACTIVIDAD 1

TIEMPO 2
WBGT 2
ACTIVIDAD 2

$$\text{ACTIVIDAD MEDIA} = \frac{\text{ACT}_1 \cdot T_1 + \text{ACT}_2 \cdot T_2}{T_1 + T_2}$$

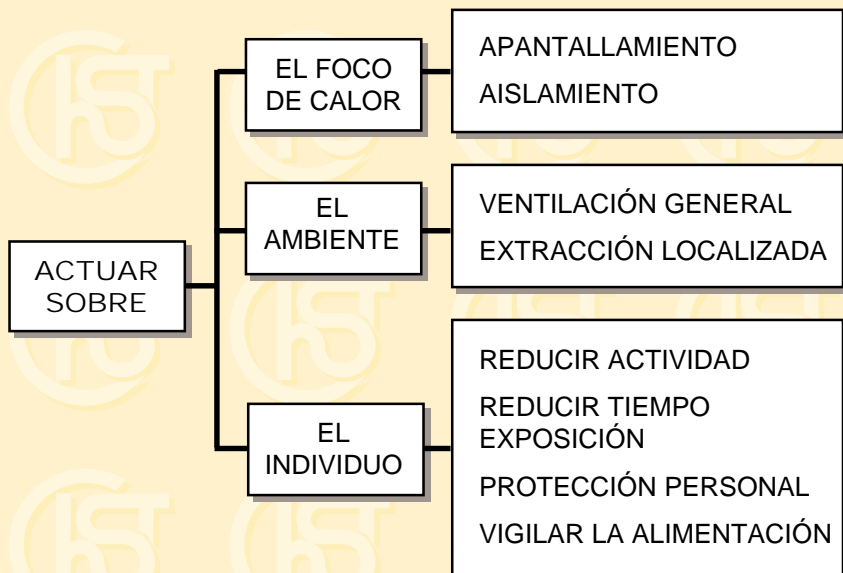
$$\text{WBGT MEDIO} = \frac{\text{WBGT}_1 + T_1 + \text{WBGT}_2 + T_2}{T_1 + T_2}$$



IMPORTANTE: $T_1 + T_2 = 1 \text{ HORA}$

ESTRÉS TÉRMICO

MEDIDAS PREVENTIVAS



ESTRÉS POR FRÍO

RIESGOS PARA LA SALUD

CONGELACIÓN DE NARIZ, OREJAS,
MEJILLAS, DEDOS

PIE DE TRINCHERA

HIPOTERMIA

ESTRÉS POR FRÍO

FACTORES A TENER EN CUENTA

TEMPERATURA DEL AIRE

VELOCIDAD DEL AIRE

TLVS PARA EL PLAN DE TRABAJO/CALENTAMIENTO PARA UN TURNO DE CUATRO HORAS

Temperatura del aire Cielo despejado °C (aprox.)	Sin viento apreciable		Viento de 8 km/h		Viento de 16 km/h		Viento de 24 km/h		Viento de 32 km/h	
	Periodo de trabajo máximo	N*	Periodo de trabajo máximo	N*	Periodo de trabajo máximo	N*	Periodo de trabajo máximo	N*	Periodo de trabajo máximo	N*
De -26° a -28°	(Interrup. normales)	1	(Interrup. normales)	1	75 minutos	2	55 minutos	3	40 minutos	4
De -29° a -31°	(Interrup. normales)	1	75 minutos	2	55 minutos	3	40 minutos	4	30 minutos	5
De -32° a -34°	75 minutos	2	55 minutos	3	40 minutos	4	30 minutos	5	E**	
De -35° a -37°	55 minutos	3	40 minutos	4	30 minutos	3	E**		↓	
De -38° a -39°	40 minutos	4	30 minutos	5	E**					
De -40° a -42°	30 minutos	5	E**							
De -40° a -42°	E**									
	↓		↓		↓		↓		↓	

N = número de interrupciones de 10 minutos en lugar templado.*

*E** = El trabajo que no sea de emergencia, deberá cesar.*

Nota: Se supone una actividad entre moderada y fuerte. Para trabajo entre ligero y moderado, aplicar el plan en un escalón inferior.

ESTRÉS POR FRÍO

PREVENCIÓN DE RIESGOS

ROPAS ADECUADAS:

IMPERMEABLES, LIGERAS, POCO VOLUMINOSAS

PROTECCIÓN DE EXTREMIDADES:

PIES, MANOS, CARA

**FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES
PARA IDENTIFICAR RIESGOS Y PRIMEROS
SÍNTOMAS**

DISEÑO DE HERRAMIENTAS

EVITAR TAREAS PASIVAS

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE ESTRÉS TÉRMICO



OBJETIVO

Este ejercicio es una aplicación numérica completa de evaluación de una exposición a condiciones térmicas elevadas, se pretende con ello que el alumno adquiera los conocimientos relativos a la interpretación de los valores del índice WBGT

MATERIAL

Enunciado del ejercicio

DESARROLLO (Tiempo estimado 30 minutos)

Se pedirá a los alumnos que evalúen la exposición a calor, completando el cuadro del enunciado

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE ESTRÉS TÉRMICO

En una sección de tratamientos térmicos con hornos de gas un trabajador se ocupa de varias tareas entre las que se cuenta la introducción y extracción de cestas de piezas en los hornos.

El ambiente del local es caluroso en general, pero más intenso en las proximidades de los hornos, y en particular en la operación de extracción de cestas de piezas de los hornos, la exposición a calor se presume que es intensa.

Para evaluar el riesgo de estrés térmico se ha seleccionado un periodo de una hora (el de mayor exposición), durante el cual se realizan las operaciones que se indican en la tabla siguiente:

Operación	Duración	Condiciones
Extracción de piezas	12 minutos	De pie, arrastrando sobre una pista de rodillos las cestas de piezas (peso total 25 kg)
Introducción de piezas	15 minutos	Igual que el anterior y además situando y controlando las condiciones de operación del horno
Clasificación de piezas	33 minutos	Sentado colocando piezas pequeñas en las cestas o en cajas

En el lugar donde se realiza cada operación se han medido la temperatura del aire, la temperatura de globo y la temperatura húmeda natural. Los resultados se indican en la tabla siguiente, así como el valor de la carga térmica metabólica:

Operación	T. globo °C	T. húmeda °C	T. aire °C	Carga Térmica kcal/h
Extracción de piezas	45	26	35	240
Introducción de piezas	40	24	32	210
Clasificación de piezas	36	23	30	180

Evaluar el riesgo de estrés térmico complementando las tablas siguientes:

Tabla 1: Cálculo de los valores del índice WBGT

Operación	T. globo °C	T. húmeda °C	WBGT °C
Extracción de piezas			
Introducción de piezas			
Clasificación de piezas			

Tabla 2: Evaluación del riesgo de estrés térmico

Operación	Duración (D)	WBGT	D*WBGT	M kcal/h	D*M
Extracción de piezas					
Introducción de piezas					
Clasificación de piezas					
Suma		—		—	
Promedio					

Haga una lista razonada de acciones preventivas para este puesto de trabajo.

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE ESTRÉS TÉRMICO

La primera etapa de la solución es calcular el valor del índice WBGT en cada una de las operaciones. La fórmula a aplicar será la correspondiente a interiores, es decir:

$$\text{WBGT} = 0.7 \cdot \text{TH} + 0.3 \cdot \text{TG}$$

Operación	T. globo °C	T. húmeda °C	WBGT °C
Extracción de piezas	45	26	31.7
Introducción de piezas	40	24	28.8
Clasificación de piezas	36	23	26.9

Puede ser ilustrativo hacer caer en la cuenta a los alumnos de que la temperatura del aire, que es el parámetro al que normalmente se hace referencia para definir un ambiente caluroso, no interviene directamente en el cálculo del WBGT. En realidad la temperatura del aire está 'escondida' en los valores de la temperatura de globo y de la temperatura húmeda natural, junto con los otros factores que también inciden en el riesgo de estrés térmico (radiación, humedad y velocidad del aire).

Como se trata de una exposición variable la siguiente etapa será calcular los valores promedio, tanto del WBGT, como de la carga térmica.

Operación	Duración (D)	WBGT	D*WBGT	M kcal/h	D*M
Extracción de piezas	12	31.7	380.4	240	2880
Introducción de piezas	15	28.8	432.0	210	3150
Clasificación de piezas	33	26.9	887.7	180	5940
Suma	60	—	1700.1	—	11970
Promedio		1700.1 / 60 = 28.3		11970 / 60 = 200	

En el TLV (Transparencia HI.IX.11) podemos ver que para una carga térmica de 200 kcal/h el WBGT tolerable por trabajadores aclimatados es de 30 °C, mientras que para los no aclimatados es de 27 °C.

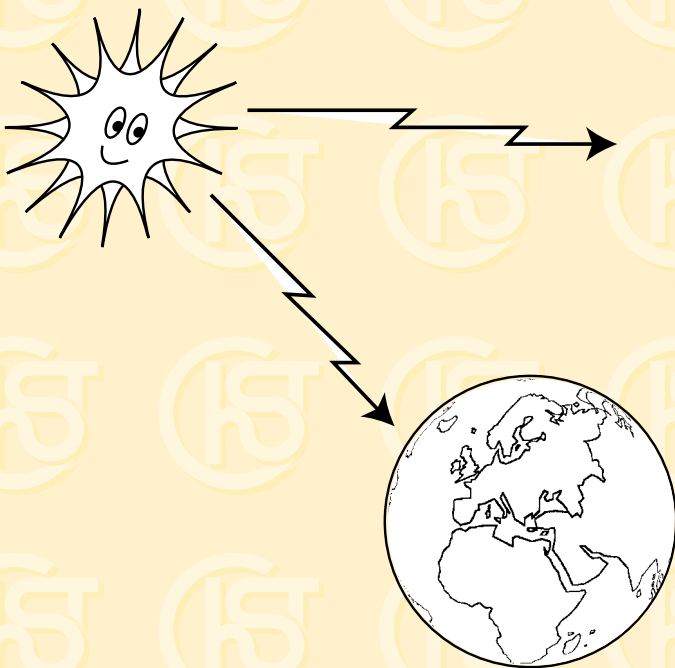
Conclusión: el ambiente térmico es moderadamente agresivo. En condiciones normales podrá ser soportado por un trabajador, pero pueden manifestarse problemas si se da alguna circunstancia que empeore la tolerancia habitual al calor, tales como:

- Personas con ligeras deficiencias cardiovasculares
- Enfermedades benignas que no impiden el trabajo pero que afectan al balance de agua del organismo (diarreas por ejemplo)
- Personas completamente sanas pero todavía no aclimatadas (retorno al trabajo después de un periodo de vacaciones)

Las medidas de prevención que podrían implantarse podrían ser:

- Evitar las operaciones cerca de los hornos, o no realizar ninguna tarea auxiliar, durante las horas de más calor, o mejorar el aislamiento térmico de los hornos, o mejorar la ventilación del local para que se reduzca su temperatura.
- Los trabajadores deberían ser informados del riesgo, y deben tener facilidad para poder beber agua frecuentemente.

RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS



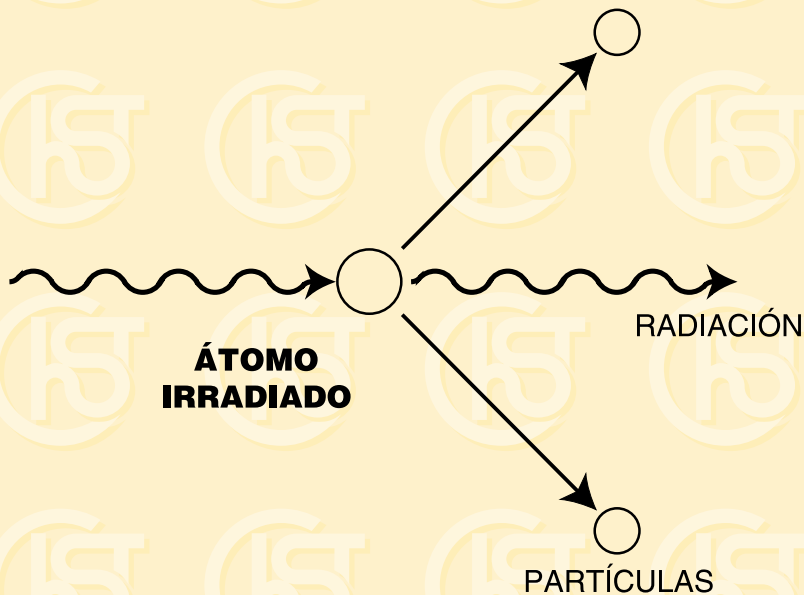
RELACIÓN LONGITUD DE ONDA / FRECUENCIA

$$\lambda = \frac{300 \cdot 10^6}{f}$$

f = frecuencia

λ = longitud de onda

RADIACIONES IONIZANTES



RADIACIONES UV

FUENTES ARTIFICIALES DE RADIACIÓN

LÁMPARAS GERMICIDAS

FUENTES DE LUZ UV DE REACTORES
FOTOQUÍMICOS

ARCOS ELÉCTRICOS (SOLDADURA DE ARCO)

FUENTES DE LUZ PARA TRABAJOS
DE FOTOGRAFACIÓN

LÁMPARAS DE SOL ARTIFICIAL (UVA)

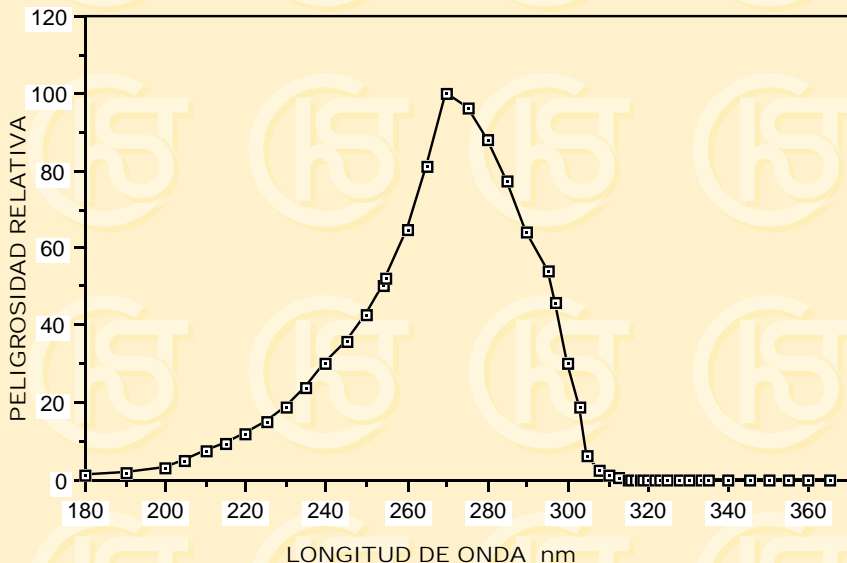
RADIACIONES UV

EFFECTOS EN EL ORGANISMO

PIEL: ERITEMA
CÁNCER DE PIEL

OJOS: CONJUNTIVITIS

PELIGROSIDAD RELATIVA DE LAS RADIACIONES UV



PELIGROSIDAD RELATIVA DE LOS RAYOS ULTRAVIOLETA
EN FUNCIÓN DE LA FRECUENCIA (REFERENCIA 270 NM = 100)

TLV's PARA RADIACIONES UVA

(DE 320 A 400 nm)

VALOR LÍMITE DE EXPOSICIÓN

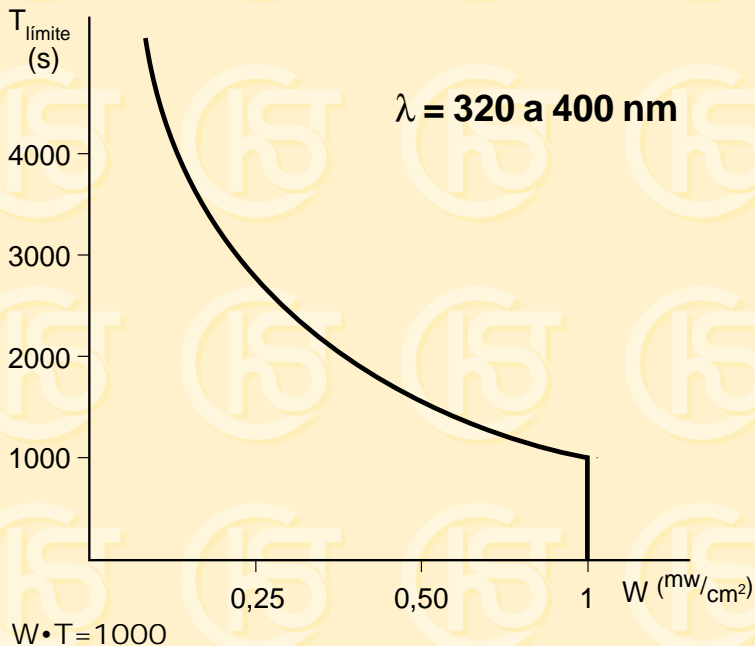
$T < 1000 \text{ s (16 min)}$ LÍMITE = 1 mW/cm^2

$T > 1000 \text{ s}$ LÍMITE = 1 J/cm^2

TIEMPO LÍMITE DIARIO DE EXPOSICIÓN

$$T_{\max} = \frac{1000}{\text{ENERGÍA (mW/cm}^2\text{)}}$$

TIEMPO DIARIO MÁXIMO DE EXPOSICIÓN PARA UVA



MEDIDAS DE PREVENCIÓN

EVITAR LA EXPOSICIÓN DE LA PIEL
Y LOS OJOS A LA RADIACIÓN MEDIANTE:

PANTALLAS

GAFAS

ROPA DE PROTECCIÓN

RADIACIÓN INFRARROJA Y VISIBLE

VISIBLE

LONGITUD DE ONDA ENTRE 400 Y 700 nm

INFRARROJA

LONGITUD DE ONDA ENTRE 750 nm Y 1mm

PRÓXIMO

LONGITUD DE ONDA ENTRE 750 Y 1400 nm

LEJANO

LONGITUD DE ONDA ENTRE 1400 nm Y 1 mm

EFECTOS DE LAS RADIACIONES IR Y VISIBLE

DAÑOS EN LA CÓRNEA

LESIONES DE LA RETINA

QUEMADURAS CUTÁNEAS

DEBIDO A SUS CARACTERÍSTICAS SON POCO PELIGROSAS
EXCEPTO EN CIRCUNSTANCIAS EXTREMAS DE EXPOSICIÓN
(VISIÓN DE ECLIPSES DE SOL, SOPLADORES DE VIDRIO, VISIÓN
DIRECTA DE LÁMPARAS DE ALTA INTENSIDAD)

RADIACIÓN INFRARROJA Y VISIBLE

PREVENCIÓN DE RIESGOS

**EVITAR LA VISIÓN DIRECTA O
LA EXPOSICIÓN DE LA PIEL DESNUDA
A LAS RADIACIONES
MUY INTENSAS MEDIANTE:**

**PANTALLAS
GAFAS DE PROTECCIÓN**

MICROONDAS Y RADIOFRECUENCIAS

FUENTES

**APARATOS DE CALENTAMIENTO
Y SOLDADURA**

**ANTENAS DE COMUNICACIONES
(RADIO, TV, ETC)**

ANTENAS DE RADAR

MICROONDAS Y RADIOFRECUENCIAS

EFFECTOS DE LA EXPOSICIÓN

**DAÑOS EN ÓRGANOS INTERNOS
CON POCA CIRCULACIÓN SANGUÍNEA
DEBIDO AL CALENTAMIENTO
(OJOS, TESTÍCULOS)**

**LOS EFECTOS NO TÉRMICOS
ESTÁN POCO ESTUDIADOS**

MICROONDAS Y RADIOFRECUENCIAS

PREVENCIÓN DE LAS EXPOSICIONES

ALEJAMIENTO DE LAS ANTENAS

ENCAPSULAMIENTO DE LAS FUENTES

ENCLAVAMIENTO DE SEGURIDAD

LA PROTECCIÓN PERSONAL ES POCO EFECTIVA

RADIACIÓN LÁSER

LÁSER: RADIACIÓN (UV, VISIBLE O IR) DE UNA SOLA LONGITUD DE ONDA Y COHERENTE (NO SE DISPERSA)

CARACTERÍSTICAS QUE DEFINEN UNA RADIACIÓN LÁSER:

LONGITUD DE ONDA

DURACIÓN DE LA EMISIÓN

POTENCIA DE LA RADIACIÓN

CLASIFICACIÓN DE LOS APARATOS GENERADORES DE RAYOS LÁSER

CLASE 1:

INTRÍNSECAMENTE SEGUROS

NO ES NECESARIO ADOPTAR MEDIDAS DE PROTECCIÓN

CLASE 2:

RADIACIÓN VISIBLE DE BAJA POTENCIA

GENERALMENTE LA AUTOPROTECCIÓN DEL OJO ES SUFICIENTE PARA EVITAR LOS RIESGOS

CLASE 3:

RADIACIÓN DE MEDIA POTENCIA

ES NECESARIO UTILIZAR PROTECCIÓN PARA EVITAR LA VISIÓN DIRECTA DEL RAYO.

CLASE 4:

LÁSERES DE POTENCIA SUPERIOR A 0,5 VATIOS

LA VISIÓN DIRECTA O DIFUSA DEL RAYO CONSTITUYE UN RIESGO. SE REQUIEREN INSTALACIONES ESPECIALES Y ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL

NORMAS GENERALES DE PREVENCIÓN

LÁSERES DE CLASES 3 Y 4

**DISEÑO DEL EQUIPO CON MECANISMOS
DE ENCLAVAMIENTO**

ILUMINAR INTENSAMENTE EL LOCAL

SEÑALIZAR LA ZONA Y LOS APARATOS

**CUIDADO CON LAS GAFAS. SI NO SON
ELEGIDAS POR UN EXPERTO PUEDEN
DAR UNA FALSA SENSACIÓN
DE SEGURIDAD**

RADIACIONES IONIZANTES FACTORES DE RIESGO

ENERGÍA



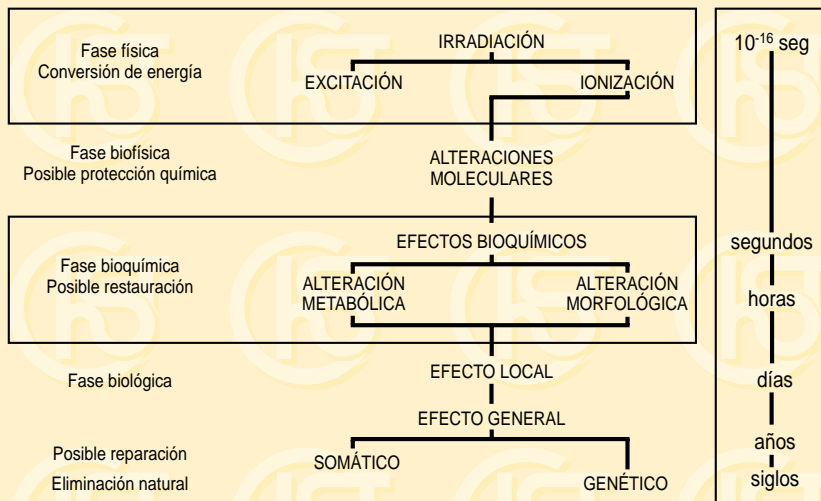
CAPACIDAD
DE
IONIZACIÓN

TAMAÑO DE
LA PARTÍCULA



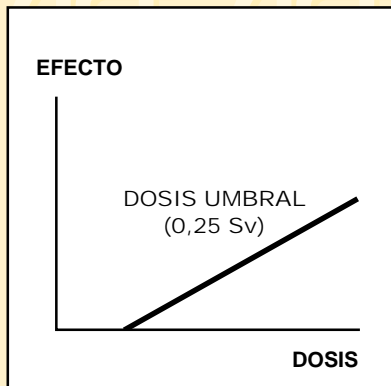
CAPACIDAD
DE
PENETRACIÓN

ACCIÓN BIOLÓGICA DE LAS R.I. Y TIEMPO QUE TARDA EN APARECER

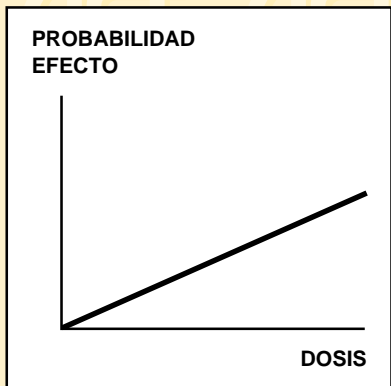


RELACIÓN DOSIS / EFECTO

RELACIÓN
ENTRE EFECTOS MEDIATOS
Y DOSIS RECIBIDA



RELACIÓN PROBABILÍSTICA
ENTRE EFECTO DIFERIDO
Y DOSIS RECIBIDA



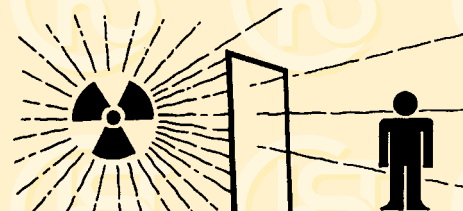
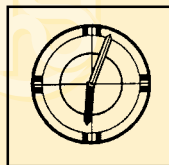
RADIACIONES IONIZANTES MEDIDAS PREVENTIVAS

PROTECCIÓN CONTRA LA IRRADIACIÓN EXTERNA

ALEJAMIENTO



REDUCIR
TIEMPO DE
EXPOSICIÓN



APANTALLAMIENTO

FUENTE
RADIOACTIVA
NO DISPERSA



SEÑALIZACIÓN

RADIACIONES IONIZANTES MEDIDAS DE PROTECCIÓN

SEÑALIZACIÓN DE ZONAS

MÉTODOS DE TRABAJO

CONTROL DE LA RADIACIÓN AMBIENTAL
Y PERSONAL

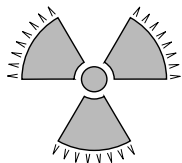
GESTIÓN DE RESIDUOS

PLAN DE EMERGENCIA

VIGILANCIA MÉDICA
(NO CONFUNDIR CON EL CONTROL DE
LA RADIACIÓN PERSONAL)

RADIACIONES IONIZANTES

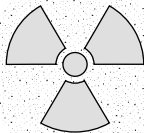
ZONA CONTROLADA



**RIESGO
DE IRRADIACIÓN**

Trébol verde sobre
fondo blanco

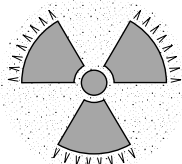
ZONA DE PERMANENCIA LIMITADA



**RIESGO
DE CONTAMINACIÓN**

Trébol amarillo sobre
fondo blanco

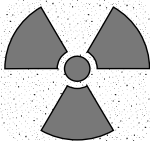
ZONA VIGILADA



**RIESGO DE CONTAMINACIÓN
Y DE IRRADIACIÓN**

Trébol gris-azulado
sobre fondo blanco

ZONA DE ACCESO PROHIBIDO



**RIESGO
DE CONTAMINACIÓN**

Trébol rojo sobre
fondo blanco

SEÑALIZACIÓN DE ZONAS

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	CONDICIONES
Trébol gris	Zona vigilada	Es probable recibir más del 10% del límite anual de dosis
Trébol verde	Zona controlada	Es probable recibir más del 30% del límite anual de dosis
Trébol amarillo	Z. permanencia limitada	Es probable recibir más del 100% del límite anual de dosis
Trébol rojo	Zona prohibida	Es probable recibir más del 100% del límite anual de dosis con una sola exposición

Si el riesgo es de irradiación el trébol irá bordeado de puntas radiales, y si el riesgo es contaminación irá bordeado de un campo punteado.

EJEMPLOS DE CONTAMINANTES BIOLÓGICOS

TIPO DE
MICROORGANISMOS

EJEMPLO DE
ENFERMEDADES CAUSADAS



VIRUS

SIDA • RABIA
HEPATITIS B • GRIPE



BACTERIAS

CARBUNCO • TÉTANOS
TUBERCULOSIS
FIEBRES DE MALTA



PROTOZOOS

AMEBIASIS
TOXOPLASMOSIS



HONGOS

CANDIDIASIS
PIE DE ATLETA
HISTOPLASMOSIS



GUSANOS

ANQUILOSTOMIASIS

CONTAMINANTES BIOLÓGICOS

VÍAS DE PENETRACIÓN

VÍA INHALATORIA

A TRAVÉS DE LA NARIZ, LA BOCA, LOS PULMONES

VÍA DÉRMICA

A TRAVÉS DE LA PIEL

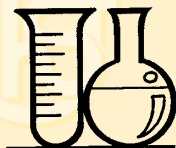
VÍA DIGESTIVA

A TRAVÉS DE LA BOCA Y TUBO DIGESTIVO

VÍA PARENTERAL

A TRAVÉS DE HERIDAS, PEQUEÑOS CORTES, PINCHAZOS, ETC.

TRABAJOS CON RIESGO DE CONTAMINACIÓN



LABORATORIOS



HOSPITALES



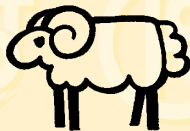
CURTIDOS



RECOGIDA BASURAS



PROCESAMIENTO
DE ALIMENTOS



CRÍA DE ANIMALES

CONTAMINANTES BIOLÓGICOS

EVALUACIÓN DEL RIESGO

FACTORES A CONSIDERAR



CLASIFICACIÓN DE LOS AGENTES PATÓGENOS

CARACTERÍSTICAS DEL AGENTE	GRUPO DE RIESGO			
	1	2	3	4
ES FÁCIL QUE OCASIONE UNA ENFERMEDAD	NO	SI	SI	SI
LA ENFERMEDAD SE PROPAGA FÁCILMENTE		NO	SI	SI
EXISTE PROFILAXIS O TRATAMIENTO EFICAZ			SI	NO

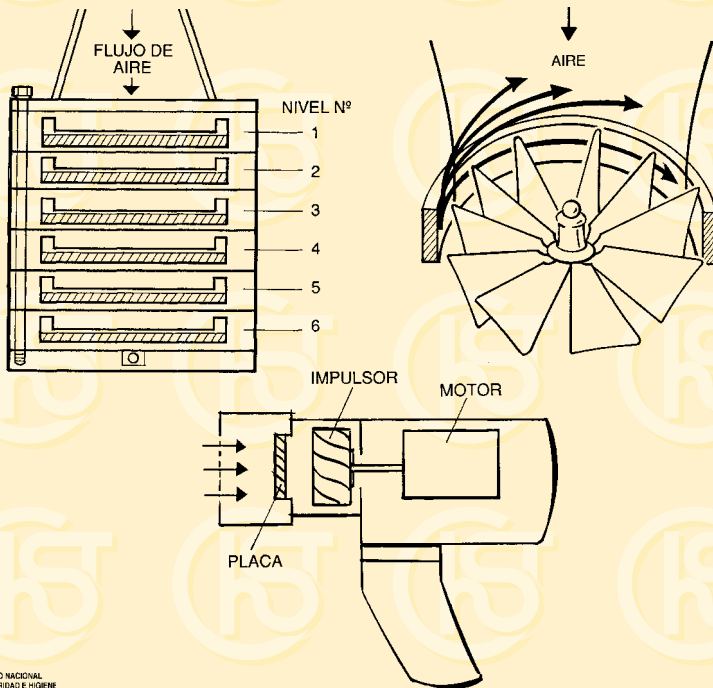
GRADO DE EXPOSICIÓN A AGENTES PATÓGENOS

TENER EN CUENTA DOS SITUACIONES
BIEN DIFERENCIADAS

LAS TAREAS NO EXIGEN LA MANIPULACIÓN
DE MICROORGANISMOS, PERO ES PROBABLE
QUE EXISTAN EN EL AMBIENTE LABORAL
(MATADEROS, HOSPITALES, TÚNELES, ETC.)

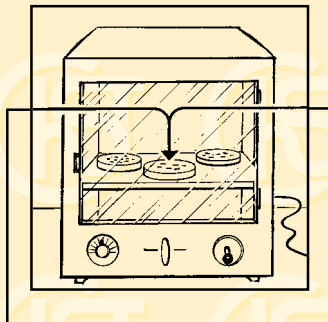
EL TRABAJO CONSISTE EN MANIPULACIÓN
O EMPLEO DE MICROORGANISMOS
(DIAGNÓSTICO MICROBIOLÓGICO, PROCESOS DE
FERMENTACIÓN, TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN)

DIVERSOS TIPOS DE MUESTREADORES

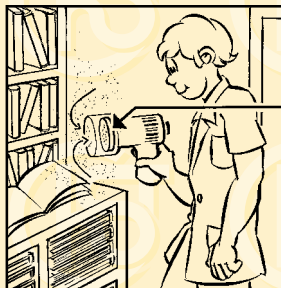


METODOS DE TRABAJO PARA LA EVALUACIÓN

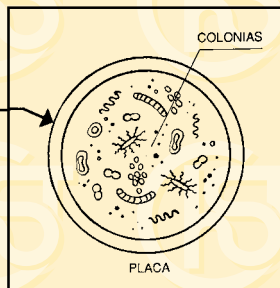
CULTIVO



TOMA
DE MUESTRA



RECuento
IDENTIFICACIÓN



MEDIDAS DE PREVENCIÓN ACCIÓN EN EL ORIGEN

SELECCIÓN DE EQUIPOS DE TRABAJO

SUSTITUCIÓN DE MICROORGANISMOS

MODIFICACIÓN DEL PROCESO

ENCERRAMIENTO DEL PROCESO

MEDIDAS DE PREVENCIÓN ACCIÓN EN EL MEDIO AMBIENTE

LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

VENTILACIÓN

CONTROL DE VECTORES
(ROEDORES, INSECTOS, ETC.)

SEÑALIZACIÓN

MEDIDAS DE PREVENCIÓN ACCIÓN EN EL RECEPTOR

INFORMACIÓN SOBRE LOS RIESGOS

FORMACIÓN SOBRE LOS MÉTODOS
DE TRABAJO APLICABLES

DISMINUCIÓN DEL NÚMERO DE PERSONAS
EXPUESTAS

ROPA DE TRABAJO DE DISEÑO ESPECIAL

VIGILANCIA MÉDICA