

ambiental, cuyo propósito se sustenta en suministrar una base legal que se complemente a las ya presentes en la actualidad sobre el ruido y efectos generados por fuentes, como vehículos, ferrocarriles, aeronaves, entre otros, y con ello diseñar lineamientos y medidas añadidas, a corto, medio y largo plazo.

En este sentido, de manera general en el país, existe toda una normativa que la ampara, la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999), sostiene en su artículo 83:

La salud es un derecho social fundamental, obligación del Estado, que lo garantizará como parte del derecho a la vida. El Estado promoverá y desarrollará políticas orientadas a elevar la calidad de vida, el bienestar colectivo y el acceso a los servicios. Todas las personas tienen derecho a la protección de la salud, así como el deber de participar activamente en su promoción y defensa, y el de cumplir con las medidas sanitarias y de saneamiento que establezca la ley, de conformidad con los tratados y convenios internacionales suscritos y ratificados por la República.

Según el citado texto legal, se hace referencia a la importancia y jerarquía que tiene la salud dentro del sistema jurídico venezolano, estableciéndolo como un derecho social fundamental, desprendido del derecho a la vida y además garantizado por el estado el cual está obligado y encargado de promover políticas para el aumento y estabilidad de una mejor calidad de vida con el fin de lograr el bienestar común y el acceso efectivo y eficaz a los servicios.

De la misma forma, es normalizado el ruido en la legislación venezolana a través de instrumentos legales como el Decreto N° 2217, contentivo de las Normas sobre el control de la contaminación generada por el ruido, en éste se plasman los requisitos mínimos de seguridad y salud en relación con la exposición al ruido, así como los valores límite de exposición y los valores de acción.

En conformidad con la legislación vigente en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999) y de acuerdo la OIT, han sido aprobados los requisitos mínimos de seguridad y salud relativos a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de vibraciones mecánicas. Los riesgos derivados de la vibración mecánica tienen efectos sobre la salud y la seguridad de los trabajadores y de ellos puede resultar trastornos musculoesqueléticos, neurológicos y vasculares, además de otras enfermedades.

Por su parte, la Organización Mundial de la Salud (OMS) publicó recomendaciones para limitar la exposición de las personas al ruido procedente del tráfico de vehículos, trenes,

aviones, turbinas eólicas y conciertos musicales <sup>(4)</sup>. Así en un documento el organismo considera que el ruido "es uno de los principales riesgos tanto para la salud mental como la física y el bienestar". Reza en el texto también que "La contaminación por ruido en nuestras ciudades está aumentando y perjudicando las vidas de muchos ciudadanos. Más que algo molesto, el ruido excesivo es un riesgo para la salud".

Vale destacar que las recomendaciones fijan niveles que no se deberían exceder para minimizar el impacto sobre la salud derivado de la exposición de los humanos al ruido según diferentes fuentes de emisión <sup>(3)</sup>. Asimismo, la OMS exhorta reducir todos los ruidos que producidos en el tiempo de ocio en un año en 70 decibelios, equivalente al ruido que produce la televisión con el volumen alto <sup>(3)</sup>. "Esto es particularmente relevante ya que hay una gran cantidad de personas que pueden estar expuestas y en riesgo de sufrir problemas auditivos por el uso de dispositivos de audio, como los audífonos", alude el organismo internacional en su informe.



En ese sentido, la OMS recomienda las siguientes directrices: reducir la exposición a ruidos, mientras que se conservan áreas tranquilas; promover intervenciones para reducir la exposición a ruidos y mejorar la salud; coordinar medidas para controlar las fuentes de ruido y otros riesgos para la salud ambiental; e, informar e incluir a comunidades potencialmente afectadas por los cambios en la exposición a ruidos <sup>(3)</sup>. Por ejemplo, en el tráfico de vehículos se recomienda limitar la exposición a su ruido a 53 decibelios

<sup>(3)</sup>, puesto que "por encima de ese nivel se asocia con efectos adversos para la salud".

Considerando lo anterior, la ostentación permanente a ruidos dinámicos, fuertes, es considerado un inconveniente para la vida y desarrollo del humano, ya que puede desencadenar múltiples eventualidades patológicas entre las que cuenta destacar las enfermedades vibro acústicas. <sup>(4)</sup> En tal contexto, las reacciones a las vibraciones provocadas por el ruido se exteriorizan de forma diferentemente cuando hay una exposición prolongada y excesiva al agente físico <sup>(4)</sup>. En el caso de la enfermedad vibro acústica se declara como una patología de naturaleza sistémica causada por la exposición prolongada a ruidos de frecuencias bajas (< 500 Hz) y de niveles sonoros superiores a 90 dB <sup>(4)</sup>. Con el paso de los años de exposición a este tipo de ruido, puede progresar desencadenando cuadros clínicos de gravedad, como infartos cardíacos,

accidentes cerebro-vasculares, cáncer, epilepsia y reacciones sociales violentas, entre otros <sup>(4)</sup>



Según lo anterior, son muchas más las afecciones generadas por la enfermedad vibro acústica, su exposición durante horas sin la debida protección, puede acelerar el pulso y provocar taquicardias, lo que provoca que el corazón no pueda bombear sangre con altos niveles de oxígeno y el individuo sufra a largo plazo mareos o temblores. También, aumentos de la frecuencia respiratoria, que se conoce como Taquipnea <sup>(5)</sup>.

Se considera que no solo se sufren daños físicos, sino también psicológicos <sup>(5)</sup>. Con la exposición a los altos niveles de ruido de forma extendida, órganos como el estómago puede rebelarse segregando una sustancia ácida y una cantidad de hormonas suprarrenales, es decir, los primeros síntomas de alarma ante estrés agudo <sup>(5)</sup>.

Otro daño psicológico es la dificultad para concentrarse, que desencadena un descenso del nivel del rendimiento <sup>(5)</sup> y, por otro lado, puede desarrollar el nivel de ansiedad en el profesional al concebirse incomunicado en su ambiente. También genera irritabilidad, trastornos del sueño y sus consecuencias como fatiga o depresión <sup>(5)</sup>.

De la misma forma se presentan enfermedades derivadas de la pérdida auditiva, como el "Tinnitus o Zumbido de oídos"<sup>(5)</sup>. Otra enfermedad es la Hipoacusia Sensorial por ruido, que provoca una depreciación creciente de la audición <sup>(5)</sup>. Por ello, es importante la protección individual y la prevención principalmente en los diversos ambientes laborales, por cuanto entre los riesgos laborales a que están expuestos los trabajadores/as, el ruido es probablemente uno de los más extendidos y menos considerados. Las empresas tanto del sector público, privado, entre otros, han de estar atentas y de cara a la seguridad de sus trabajadores, tal y como lo señalan las distintas leyes y normativas vigentes, tanto internacional como nacional.

En el caso de los mecánicos y pilotos de aeronaves, se percibe con mayor intensidad la situación de las enfermedades vibro acústicas, por su exposición continua al ruido en el marco de la actividad laboral realizada por estos. En este aspecto, estudios revelan <sup>(5)</sup> que se pueden observar síntomas en los sujetos investigados descritos en las etapas relacionadas con las enfermedades vibro acústicas<sup>(5)</sup>. Como por ejemplo cambios de humor, acidez gástrica en la digestión durante los primeros cuatro años y donde el 53,1% de los encuestado los indicó <sup>(5)</sup>. En cuanto a la segunda etapa, se acentúa el cambio en el estado de ánimo, afecciones por virus y

parásitos, problemas en la piel y dolores de espalda, <sup>(5)</sup>. Vale destacar que el estudio presentado, es de Castelo Branco (1999), donde se precisa la subsistencia de una enfermedad vibro acústica, observada en los mecánicos de los talleres de mantenimiento de aeronáutica objetos de la investigación, lo que corrobora la incidencia de patologías producto de una actividad laboral como es el caso los mecánicos y pilotos de aeronaves.

El presente artículo, apoyado en las consideraciones antes descritas y en el marco del segundo concurso de redacción de artículos divulgativos y científicos aeronáuticos propuesto por el Instituto Universitario de Aeronáutica Civil May(AV) Miguel Rodríguez, Ente adscrito al INAC, 2012, se propone la difusión de una temática cuyo título se esboza a continuación: La enfermedad vibro acústica: factores condicionantes en mecánicos y pilotos de aeronaves, ello con el propósito de divulgar con intensidad la información recabada e incentivar la realización de estudios sobre efectos en salud del ruido, principalmente en mecánicos y pilotos de aeronaves, a fin de asegurar el cumplimiento de la normativa.

## **FACTORES QUE CONDICIONAN LAS ENFERMEDADES VIBRO ACÚSTICAS EN MECÁNICOS Y PILOTOS DE AERONAVES**

Tal y como se ha reseñado en los párrafos anteriores, un aspecto a tomar en consideración en la descripción para la aparición de las enfermedades vibro acústicas en mecánicos y pilotos de aeronaves es la manifestación simultáneamente del ruido de baja frecuencia y la vibración, lo cual puede fundamentar la base de la aparición de las mismas.



### **EL RUIDO**

La Organización Mundial de la Salud (OMS), afirma que más del 5% de la población mundial, es decir 360 millones de personas, padece pérdida de audición incapacitante, en este sentido, 328 millones son adultos y 32 millones niños <sup>(6)</sup>.

Por su parte, la Organización Internacional del Trabajo (OIT) conjeturó que cada año, en todo el planeta, se originan aproximadamente 202

millones de muertes por enfermedades provocadas por trabajo, mientras que el número anual total de no mortales se calcula en 160 millones <sup>(7)</sup>.

De la misma forma, la Organización Panamericana de la Salud (OPS), describe una prevalencia promedio de hipoacusia del 17% para América Latina, en trabajadores con jornadas de 8 horas diarias, durante 5 días a la semana con una exposición que varía entre 10 a 15 años <sup>(8)</sup>.

Según lo reseñado, es importante la no exposición a ruido perenne o discontinuo por encima de 115 dB; al respecto, aquellos ambientes laborales donde se ejecuten actividades expuestas a ruido extremo, como aeropuertos y aeronaves, los involucrados directos están en la obligación de mantener niveles sonoros seguros para la salud y la audición de los trabajadores <sup>(9)</sup>, es importante el diseño de programas de conservación de la audición para todo el personal que por razón de su oficio se vea expuesto a nivel sonoro cercanos o superiores a los valores límites permisibles. Preocupa a la población, y con fuerza en la legislación laboral. Sus efectos sobre la salud se evidencian en muchas molestias, perturbación del sueño, el rendimiento cognitivo tanto en adultos como en niños <sup>(10)</sup>.

El ruido, es "un caso particular de sonido, una emisión de energía originada por un fenómeno vibratorio que es detectado por el oído y provoca una sensación de molestia" <sup>(10)</sup>. Se señala que:

...está integrado por dos componentes de igual importancia, una integrante puramente física (el sonido, magnitud física perfectamente definida) y otra integrante de carácter subjetivo que es la sensación de molestia. El nivel de sonido se mide en decibelios (dB) Un pequeño incremento en decibelios representa un gran incremento de energía sonora. Técnicamente, un incremento de tan sólo 3dB representa multiplicar por dos la energía sonora y un incremento de 10 dB representa multiplicarla por 10. El oído, sin embargo, percibe un incremento de 10 dB como el doble de ruido o sonoridad. La sonoridad es una característica subjetiva, definida como la sensación producida por ciertas variaciones de presión en el oído <sup>(10)</sup>

Es importante destacar que la actuación del oído en el humano está más cerca de una función logarítmica que de una línea <sup>(10)</sup>, es decir que éste está preparado para percibir y soportar sonidos correspondientes a niveles de presión sonora entre 0 y 120 dB <sup>(10)</sup>. Este último representa aproximadamente el nombrado "umbral del dolor". A niveles de ruido superiores pueden provocarse daños físicos como rotura del tímpano <sup>(10)</sup>.

En el caso de las aeronaves, el flujo de aire a través del fuselaje del avión, es necesario para la sustentación durante el vuelo, el cual provoca turbulencias fuentes generadoras de ruido <sup>(11)</sup>.

En ubicaciones específicas del avión como en las turbinas, las grandes diferencias de presión y temperatura, producen discontinuidades en los flujos de

aire lo cual también produce grandes cantidades de ruido. Existen otros tipos de generadores de ruido, como los alerones y el tren de aterrizaje, lo que a su vez aumenta el número de fuentes de ruido. <sup>(11)</sup>

Existen dos razones por las cuales no se realizan las transformaciones para el control de las alteraciones auditivas de origen laboral <sup>(11)</sup>:

la primera razón es que aunque muchas soluciones de control del ruido son notablemente económicas, otras son de alto costo, en particular cuando hay que conseguir grandes reducciones a niveles de 85 u 80dBA; es importante anotar que los decibeles emitidos por los aviones son aproximadamente de 130 dBA y los generados por un motor de avión en marcha son 120 dBA. Las operaciones en tierra tienen un menor efecto sobre la población debido a la atenuación por superficie; sin embargo, este último efecto puede reducirse por condiciones atmosféricas adversas que conducen el ruido del aeropuerto a zonas pobladas. La segunda razón es la falta de reconocimiento de los peligros del ruido pues este no es visible, solo sus efectos, que usualmente son a largo plazo, y el deterioro auditivo resultante implica un estigma, por esto las personas que sufren deterioros auditivos son considerados rezagados, mentalmente lentas e incompetentes, y quienes sufren este tipo de deterioro son reacios a asumir su deficiencia, ni el riesgo por miedo a ser estigmatizados. Esto es lamentable porque la pérdida auditiva inducida por ruido llega a ser permanente y, sumada a la que se produce a consecuencia de la edad, puede dar lugar a cuadros de depresión y aislamiento en personas de mediana edad y mayores por eso las medidas preventivas deben tomarse antes de que comience la pérdida auditiva <sup>(11)</sup>.

Por las razones antes expuestas, el detrimento auditivo provocado por ruido suele considerarse enfermedad laboral, no accidente laboral <sup>(11)</sup>, porque su graduación es progresiva. Es muy anómalo que se produzca una pérdida auditiva inmediata y permanente por efecto de un incidente ensordecedor, como una explosión, o un proceso muy ruidoso. En tales casos, se entiende como "el corrimiento permanente del umbral de audición se presenta cuando hay un daño a nivel senso-neuronal del sistema auditivo" <sup>(11)</sup>. Es de destacar que se da generalmente alrededor de los "4000Hz y es el traumatismo acústico" <sup>(11)</sup>. Lo habitual, es que se produzca una lenta disminución de la capacidad auditiva a lo largo de muchos años. <sup>(11)</sup>

En este orden de ideas, la inquietud y molestias producidas por el ruido de los aviones, es

afectada por la historia previa de cada una de las personas relacionadas, su dependencia o no del aeropuerto, sus temores o ideas preconcebidas <sup>(11)</sup>.

### **POR LO QUE:**

... se debe averiguar la sonoridad del sonido, es decir, la reacción subjetiva del volumen o intensidad, ya que la forma en que el sistema auditivo humano responde al ruido no es lineal. La métrica más común usada en los sonómetros, para simular la respuesta no-lineal del oído humano, es a través de una ponderación en frecuencias que proviene de las curvas de igual sonoridad <sup>(11)</sup>

Vale destacar que en la década de 1970 Kryter propuso una nueva ponderación <sup>(11)</sup> "la D, especialmente diseñada para la medición de ruido causado por aviones y tomaba en consideración para la molestia del ruido, pero, al parecer nunca tuvo mucha aceptación y hoy en día no viene incluida en ningún sonómetro, por lo que se utiliza la ponderación A" <sup>(11)</sup>. Desafortunadamente, no hay tratamiento médico de fácil acceso y económico para el desperfecto auditivo de carácter laboral, solo existe metodologías y procedimientos preventivos <sup>(11)</sup>.



### **LAS VIBRACIONES**

Las vibraciones en las aeronaves se generan normalmente a causa del giro a alta velocidad de los motores y a las cargas aerodinámicas en los fuselajes <sup>(10-11)</sup>. El motor es, por tanto, una fuente importante de ruido. Las reacciones a las vibraciones se manifiestan de forma diferente cuando hay una exposición prolongada y excesiva al agente

físico. En este sentido, se hace cada vez más frecuente la enfermedad vibro acústica en trabajadores expuestos al ruido de baja frecuencia, tales como los ingenieros aeronáuticos, pilotos de aviones militares y comerciales, técnicos de máquinas y navíos. Otras enfermedades graves han sido identificadas, incluyendo disnea, epilepsia y pérdida del equilibrio, incluso mareos o severos vértigos <sup>(6-7-8)</sup>.

### **FACTORES INFLUYENTES EN LAS MOLESTIAS PROVOCADAS POR RUIDO Y VIBRACIONES**

*Energía sonora: Cuanta más energía posea un sonido, más molestia provoca.*

*Se mide con el "Nivel de presión sonora".*

*Tiempo de exposición: A iguales niveles de ruido, la molestia aumenta con el tiempo que dura la exposición (a mayor duración, mayor molestia).*

*Características del sonido: Las características de la componente física del ruido (el sonido) determinan la molestia que provoca (espectro de frecuencias, ritmo, etc.).*

*Sensibilidad individual: Determina diferentes personas sientan grados diferentes de molestia frente al mismo ruido. Influida por factores físicos, culturales, sociales, etc.*

*Actividad del receptor: A diferentes horas del día y según la actividad que se realice y el nivel de concentración que requiera, un mismo ruido puede provocar diferentes grados de molestia <sup>(10)</sup>.*

Es necesario destacar que los citados factores y su evaluación generan en la actualidad la no existencia de criterios de validez de los indicadores para el ruido manejados, lo que está en permanente discusión e investigación <sup>(10)</sup>.

Los vuelos y las operaciones aéreas generan ruido. Los aterrizajes producen ruido en largos pasillos de vuelo a baja altitud. El ruido se produce por los mecanismos de aterrizaje y la regulación automática de potencia y también cuando se aplica propulsión inversa, todo por medidas de seguridad. En general, los aviones más grandes y pesados producen más ruido que los más ligeros. El nivel de presión sonora de los aviones puede predecirse por el número de aviones, tipos, rutas de vuelo, proporciones de despegues y aterrizajes y condiciones atmosféricas. Pueden surgir problemas severos de ruido en aeropuertos con muchos helicópteros o aviones pequeños usados para vuelos privados, entrenamiento de pilotos o actividades de ocio y también problemas en el interior debido a vibraciones. El estampido sónico consiste en una onda de choque en el aire, generada por un avión cuando vuela ligeramente por encima de la velocidad local del sonido. Un avión en vuelo supersónico deja una onda sonora que puede ser escuchada por encima de 50 km a ambos lados de su estela en tierra, dependiendo de la altitud del vuelo y del tamaño del avión <sup>(10)</sup>.

Según lo anterior, las principales fuentes de ruido y vibraciones en los aeropuertos:

... son provocadas por las aeronaves durante los aterrizaje y despegue, seguidas de aquellas provocadas por una serie de sistemas en tierra, incluido el rodaje de

aeronaves; el funcionamiento de vehículos auxiliares en tierra (por ejemplo, autobuses de pasajeros, salas de embarque móviles, camiones cisterna, remolcadores de aviones, tractores de aviones y equipaje, y carretillas porta-paletas); (10) los grupos electrógenos auxiliares de los aviones; y las actividades de pruebas de motor de los aviones en aeropuertos con actividades de mantenimiento de aeronaves. Otras fuentes indirectas de ruido incluyen el tráfico de vehículos en tierra desde las carreteras de acceso al aeropuerto <sup>(10-11)</sup>.

En este marco de ideas, se destaca que las medidas adoptadas para prevenir, minimizar o controlar los efectos del ruido y las vibraciones dependerán de las actividades de planificación y gestión del suelo, que pueden ser competencia primordial de las autoridades locales, o la clase y antigüedad de sistemas de vuelo empleados por las aerolíneas <sup>(10)</sup>

### EL RUIDO EN LA SALUD DE MECÁNICOS Y PILOTOS DE AERONAVES

El ruido lo han identificado algunos autores como un agente que surge efectos auditivos de tipo fisiológico, comportamental y auditivos también efectos extra auditivos. En cuadro 1 se expone, de forma representativa, aquellos efectos para los que se dispone de evidencia y, si están disponibles, los niveles de ruido mínimo para los que han sido observados <sup>(12)</sup>.

**Cuadro 1**  
**Efectos del Ruido sobre la Salud**

Efectos		Nivel de presión sonora dB (A)	
Evidencia suficiente	Malestar	Ambiente oficina	55
			85
		Otros Ambientes	55-116
	Hipertensión		75
	Disminución capacidad auditiva	Adultos	85
Feto			
Evidencia limitada	Disminución del rendimiento		-
	Efecto bioquímico		-
	Efectos sobre el sistema inmunitario		-
	Influencia en la calidad del sueño		-
	Disminución peso al nacer		-

**Fuente: (Extraído de la guía técnica de exposición de los trabajadores al ruido, 2009 p. 48 (11))**

Según la representación gráfica expuesta, las alteraciones auditivas son el resultado del ruido sobre la función auditiva, cuyos efectos han sido estudiados. En este sentido, el ruido en el ambiente tanto laboral como extra-laboral puede dar lugar a alteraciones auditivas temporales (fatiga auditiva) o permanentes (hipoacusia o sordera).<sup>(11)</sup>

Esas lesiones dependen de factores como:

La calidad de dicho ruido (a igual intensidad son más nocivas las frecuencias agudas); el espectro de frecuencias (un sonido puro de alta intensidad produce más daño que un sonido de amplio espectro); la intensidad, emergencia y ritmo (mayor capacidad lesiva del ruido de impulso, de carácter imprevisto y brusco); la duración de la exposición (exposición laboral y extra-laboral); la vulnerabilidad individual (ligada a una mayor susceptibilidad coclear por antecedentes de traumatismo craneal, infecciones ópticas, ciertas alteraciones metabólicas o una tensión arterial elevada, entre otras causas) y la interacción con otras exposiciones (vibraciones, agentes químicos o fármacos ototóxicos pueden aumentar el riesgo de hipoacusia)<sup>(11)</sup>

En el caso de mecánicos y pilotos de aeronaves, exponerlos a niveles altos de ruido durante un período prolongado de tiempo y durante varios años puede causar la pérdida severos años que incluso pueden llegar a ser permanentes.

Por otra parte, los efectos del ruido no se circunscriben solo al oído. "El organismo se manifiesta a los estímulos acústicos como lo haría ante cualquier otra agresión física o psíquica a través de alteraciones cardiovasculares, hormonales, digestivas o psíquicas".<sup>(11)</sup> Estos efectos fisiológicos se vislumbran a nivel motor" (contracciones musculares), vegetativo (aumento transitorio de la frecuencia cardíaca, vasoconstricción periférica, aumento de la presión sanguínea, aceleración de los movimientos respiratorios"<sup>(11)</sup>, "disminución de la función de las glándulas salivares y del tránsito intestinal, midriasis...), endocrino (aumento de las catecolaminas, del cortisol...), inmunitario (disminución de la capacidad inmunitaria ligada a las alteraciones endocrinas) y electroencefalográfico (desincronización del EEG)".<sup>(11)</sup> Según lo anterior, es un reto que las aerolíneas, las autoridades e instituciones vinculadas a resolver para no afectar la experiencia y salud de los usuarios a bordo de un avión y a sus tripulaciones, pilotos, mecánicos, entre otros.

El ruido puede ocasionar efectos subjetivos, lo que la OMS ha calificado de malestar. En

este sentido, el ruido y las vibraciones pueden generar una "sensación de desagrado o disgusto en un individuo o en un grupo que conocen o imaginan la capacidad del mismo para afectar su salud" <sup>(11)</sup>. Esta impresión es a menudo la "expresión de las interferencias con la actividad en curso, aunque no de forma exclusiva ya que puede ser modulada también por variables como el sexo, la edad, el nivel formativo, las condiciones de trabajo (carga mental, apremio de tiempo, clima laboral, satisfacción en el trabajo) y las características de la exposición (posible control o previsibilidad del ruido)"..<sup>(11)</sup>.

Ello, interviene no solo los procesos cognitivos, sino se combinarían también las alteraciones fisiológicas que afectan directamente en el desempeño del piloto y posterior generación de enfermedad ocupacional.

En cuando a las alteraciones comportamentales, es usual es que se evite el contacto social y pierda interés por su entorno. Algunos estudios ponen de manifiesto una mayor agresividad y un aumento de los conflictos en ambientes ruidosos sobre todo en aquellas personas que presentan problemas psicológicos previos. <sup>(11)</sup>. También la aparición de disfonía, es importante considerar riesgos de accidente de trabajo al disimular las señales de alerta, dificultar la comunicación verbal y alterar la atención <sup>(11)</sup>

En este marco de ideas, la Organización Mundial de la Salud y otros organismos como la Agencia de Protección Ambiental de EEUU, y el Programa Internacional de Seguridad Química (IPCS) en sus monográficos sobre criterios de salud ambiental (Environmental HealthCriteria), también estudiaron y exponen lo que consideran los principales efectos adversos sobre la salud del ruido, estos son:

Efectos auditivos: discapacidad auditiva incluyendo tinnitus, (escuchar ruidos en los oídos cuando no existe fuente sonora externa), dolor y fatiga auditiva, Perturbación del sueño y todas sus consecuencias a largo y corto plazo, Efectos cardiovasculares, Respuestas hormonales (hormonas del estrés) y sus posibles consecuencias sobre el metabolismo humano y el sistema inmune, Rendimiento en el trabajo y la escuela, Molestia, Interferencia con el comportamiento social (agresividad, protestas y sensación de desamparo), Interferencia con la comunicación oral <sup>(3)</sup>

Tal y como se observa, coinciden los autores en la distinción de los efectos del ruido sobre el humano.

## MÉTODOS DE EVALUACIÓN

En la actualidad constan diversos procedimientos, métodos y técnicas para evaluar la audición, lo que va a estribar fundamentalmente de la edad y apoyo de la persona a quien va a realizarse. En este sentido, el cúmulo de exámenes se van a complementar entre sí, ya que averiguan la función de la vía auditiva en forma global o de sus componentes (11), entre los más frecuentemente usados se encuentran: La acimetría de voces: en esta se mencionan palabras al oído comenzando con voz murmurada y escalando en intensidad hasta que se realice la repetición acertada de al menos tres palabras. <sup>(12-13)</sup>

Audiometría: la prueba más usada es un examen subjetivo ya que depende de la colaboración del paciente, puesto que él debe decir si oye o no los tonos de prueba; se utiliza un aparato electrónico generador de tonos puros llamado audiómetro. Cada tono puede ser generado a una intensidad que va desde 0 dB hasta 110 dB. El dB corresponde a una medida de presión sonora y que equivale en el cero a 0.0002 dinas por  $\text{cm}^2$  <sup>(13)</sup>.

Es importante destacar que en frecuencia por ejemplo de 1000 ciclos por segundo; por lo tanto, cero dB no representan ausencia de sonido, sino que es una medida intermediada y simboliza el menor estímulo que en determinada frecuencia un oído normal correspondería percibir. <sup>(14)</sup>

Por su parte, la impedanciometría: Es el estudio de la impedancia acústica, que es la tenacidad que el oído medio opone a la transmisión del sonido. Se usa en hipoacusias de conducción, ya que estudia en mayor continuidad la función del oído medio. <sup>(14)</sup>

Un registro audio métrico es un elemento significativo de la evaluación pre-ocupacional, es importante realizar antes de ingresar al ambiente laboral, es también aceptado dentro de los primeros 30 días posteriores, al cambiar de actividad en el trabajo, o lo que implique un incremento de la dosis de ruido, durante el seguimiento, como parte de la vigilancia médica y al momento del retiro <sup>(12)</sup>

La regularidad sugerida para la evaluación auditiva de seguimiento es la siguiente <sup>(12-13)</sup>: en "aquellos expuestos a 100 dBA TWA o más, semestralmente, para los trabajadores expuestos a ambientes con niveles de ruido de 82-99 dBA TWA, anualmente, en trabajadores expuestos entre 80 - <82 dBA cada 5 años". <sup>(12-13-15)</sup>

## EVALUACIÓN MÉDICA EN EL PILOTO Y MECÁNICO DE AERONAVES

Examen del Órgano Auditivo, es decir, examen del oído, el cual consta de: palpación, percusión, otoscopia, examen funcional, examen audiográfico y análisis de los síntomas, en otras palabras la otoscopia y el examen audiográfico<sup>(16)</sup>

Otoscopia: El examen objetivo del conducto auditivo externo y del tímpano<sup>(16)</sup>, éste se hace por medio de la luz reflejada mediante un espejo frontal cóncavo que la propaga sobre el órgano a inspeccionar mediante la ayuda de un espéculo especial para el oído.

Examen de la trompa de Eustaquio. Se lleva a cabo por procedimientos indirectos y directos<sup>(16)</sup>. Los indirectos son: el de Valsalva el de Toymbe, el de Politzer y el Cateterismo.<sup>(16)</sup>

- a. El de Valsalva. Consiste en hacer que el enfermo. apretando sus orificios nasales y apretando fuertemente los labios, haga una expiración forzada tal cual se hace al sonarse la nariz; en estas condiciones el aire negado al nasofarinx penetra en la trompa y rechaza los tímpanos hacia afuera.<sup>(16)</sup>
- b. Procedimiento de Toymbe. El enfermo hace un movimiento de deglución teniendo en el mismo instante, la boca bien cerrada y sus orificios nasales ocluidos por la compresión ejercida con los dedos a manera de pinza<sup>(16)</sup>. En la maniobra el aire contenido en ambas cajas timpánicas pasa al nasofarinx y si el individuo se encuentra en condiciones normales percibe un sonido en sus oídos, al mismo tiempo que nota una sensación de compresión al nivel del oído medio<sup>(16)</sup>.
- c. Procedimiento de Politzer. La Trompa de Eustaquio se abre en el momento de la deglución; esos instantes de la deglución deben ser aprovechados para hacer negar, por medios artificiales, una cierta cantidad de aire al oído medio a través de la Trompa<sup>(16)</sup>.
- d. El cateterismo de la Trompa de Eustaquio,<sup>(16)</sup> permite realizar, con seguridad, la aireación de la caja del tímpano, y es a la vez un medio terapéutico eficaz para el tratamiento de algunas afecciones, de oído medio. Se necesita una pera de goma, un catéter y un tubo otoscopio<sup>(16)</sup>.

Los directos: permiten ver por medio de un aparato de endoscopia, el orificio faríngeo de la Trompa de Eustaquio. Se parecen a las sondas de Itard. Se ven tumores malignos, pólipos, procesos crónicos, entre otros<sup>(16)</sup>

En este tipo de procedimiento directo, los diapasones que se usan en otología responden a los tonos siguientes: C, C1, C2, C3, C4, C5, y sólo se usan en algunas investigaciones prolijas del C1.<sup>(16)</sup>

Investigación del límite tonal inferior. Se inicia con los diapasones más graves y se examina cada oído por separado (16). La Investigación del límite tonal superior en el individuo normal oscila alrededor de 25,000 vibraciones <sup>(16)</sup>

Prueba de Weber. Para investigar la vía ósea (16). Esta prueba se basa en que todo cuerpo en vibración, al apoyarlo sobre los huesos del cráneo propaga sus vibraciones al órgano auditivo por medio del mismo esqueleto. <sup>(16)</sup>

Prueba de Rinne. La base fundamental se basa en el hecho de que: la percepción por vía aérea, para un tono, dura más tiempo que la percepción por vía ósea, para un tono, dura más largo tiempo que la percepción a través de los huesos del cráneo para el mismo sonido <sup>(16)</sup>

Fatiga auditiva. Se realiza para comprobar si hay labilidad auditiva. El síntoma de fatiga puede indicar reclutamiento. Los tonos más fáciles de fatigar son los agudos. Después de tomar el umbral se toman las frecuencias 1024, 2048 Y 4096. Se toma por vía aérea para cada oído por separado <sup>(16)</sup>

Audiometría. "Mediante las gráficas o audiogramas puede determinarse el estado auditivo de las vías aéreas y óseas" (16), en este sentido, hay dos curvas o perfiles audiométricos en cada audiograma; el de la vía aérea y el de la vía ósea <sup>(16)</sup>.

## DISCUSIÓN

La indagación realizada permite manifestar que en relación a los factores condicionantes de las enfermedades vibro acústicas en pilotos y mecánicos de aeronaves, es relevante destacar que resaltan ciertos aspectos relacionados al ruido, su duración y modo en que se distribuye en el tiempo, además del espectro de frecuencias, al respecto, los de larga duración y nivel de sonido alto son los más dañinos para el oído, es decir, los más molestos. Los de alta frecuencia generan mayor riesgo auditivo, mucho más molestos que los de baja frecuencia.

En cuanto a la distribución en el tiempo, los sonidos intermitentes (intercalan períodos de silencio) e impulsivos (caracterizados por niveles de sonido relativamente altos y de muy corta duración) tienden a ser más irritantes a causa de su impredecibilidad. <sup>(17)</sup>

Ello acarrea severos efectos, en su mayoría adversos sobre la salud, lo cual es reconocido por la Organización Mundial de la salud y otros organismos como la Agencia de Protección Ambiental de EEUU, son: Auditivos: discapacidad auditiva incluyendo tinnitus, (escuchar ruidos en los oídos cuando no existe fuente sonora externa), dolor y fatiga auditiva.

De la misma forma, se presenta perturbación del sueño y todas sus consecuencias a largo y corto plazo, también efectos cardiovasculares, estrés, y consecuencias del mismo (metabolismo y el sistema inmune), bajos rendimiento, malestar, Interferencia con el comportamiento social (agresividad, protestas y sensación de desamparo) <sup>(17)</sup>.

## REFLEXIONES FINALES

La discrepancia de los procedimientos con el entorno y ambiente laboral de pilotos y mecánicos de aeronaves puede conducir a la adopción inconsciente de prácticas de operación poco seguras y riesgosas. En este sentido, aunque el elemento humano es el componente más adaptable dentro de la aviación, existen numerosos factores que influyen en su salud mientras ejerce su actividad laboral, y por ende en su rendimiento, ejemplo de ellos son la fatiga, los trastornos del ritmo circadiano, la falta de sueño, audición, conflictos sociales y comunicación, estrés, entre otros. Estos factores se ven afectados por los condicionantes medioambientales como la temperatura, la humedad, la luz, el horario laboral, y muy especialmente de las vibraciones y el ruido.

Un aspecto importante a destacar es que aunque los pilotos y mecánicos de las tripulaciones, además de todo el personal que conforma la aviación se sometan habitualmente a análisis médicos asiduos para determinar su estado de salud, esto no les absuelve de la responsabilidad de tomar todas las previsiones necesarias para mantener su buen estado físico, ya que una buena salud tendrá, lógicamente, efectos positivos sobre su estado emocional, reducirá tensiones y aumentará la resistencia al cansancio.

## BIBLIOGRAFÍA

Portada. - guía\_técnica\_ruido.pdf [Internet]. junio de 2017. Septiembre 2012.. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/789467/Gu%C3%ADa+T%C3%A9cnica+para+la+evaluaci%C3%B3n+y+prevenci%C3%B3n+de+los+riesgos+relacionados+con+la+exposici%C3%B3n+al+ruido.pdf/85821846-2195-4359-94eb-08fdc6457dce?t=1605800480683>

Ministerio de la Protección Social, Pontificia Universidad Javeriana, Subcentro de Seguridad Social y Riesgos Profesionales. Guía de atención integral de salud ocupacional basada en la evidencia para trabajadores expuestos a benceno y sus derivados GATISO-BTX-EB). Bogotá -Colombia: El Ministerio; 2008. [file:///C:/Users/Florana/Desktop/PILOTOS/Alteraciones%20Generadas%20Por%20Ruido%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Florana/Desktop/PILOTOS/Alteraciones%20Generadas%20Por%20Ruido%20(1).pdf)

Apuntes de Otorrinolaringología [Internet].  
Citado 2 de septiembre de 2021.  
Disponible en: [http://  
escuela.med.puc.cl/paginas/  
publicaciones/otorrino/  
otorrino\\_a011.html](http://escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/otorrino/otorrino_a011.html)

IPCSI.EnvironmentalHealthCriteriaMonographs.

Hernández, A. E. (Universidad De San  
Carlos De Guatemala Facultad De  
Ciencias Medicas República de  
Guatemala, Centro América. Estudio  
Audiometrico En Pilotos Aviadores  
De La Fuerza Aérea De Guatemala.  
TESIS. Disponible: [http://  
bibliomed.usac.edu.gt/tesis/  
pre/1958/041.pdf](http://bibliomed.usac.edu.gt/tesis/pre/1958/041.pdf)

## ARTÍCULO ORIGINAL

ATLAS DE NUBES  
INCIDENCIA EN LA AERONÁUTICA Y LA VIDA  
COTIDIANALCDO. JUAN R. FUENTES CAPTIÑO  
[Jramonfuentes40@gmail.com](mailto:Jramonfuentes40@gmail.com)

Artículo Divulgativo | Arbitrado en el 2do concurso

Este artículo está hecho con el firme propósito de dar a conocer a "Las Nubes", tomando en cuenta sus formas, composición, altura y su incidencia en la aeronáutica y la vida cotidiana. Se han tomado fotografías de la ciudad de Maracay y desde el Instituto Universitario de Aviación Civil (IUAC), buscando la originalidad y autenticidad, solo las nubes que por su composición y características requieren de condiciones especiales para su formación como los cirrus (Ci) y cumulonimbo (Cb), sus fotografías fueron tomadas de algunas páginas de la web.

Desde pequeños hemos visto al cielo y observamos múltiples formas (nubes), que nuestra mente asocia con imágenes de nuestra vida cotidiana y a medida que maduramos, somos capaces de asignarles a esas formas un efecto premonitorio (*se interpreta como el anuncio de un hecho futuro*) o simplemente nos limitamos a fantasear y contemplar su paso a medida que se desvanecen.

¿Es importante conocer a las nubes? Lejos de ver a las nubes como "copos de algodón" en el cielo, debemos tener en cuenta que son las que producen las precipitaciones y cada nube lo hace de una manera diferente, es ahí donde radica la incidencia en nuestra vida cotidiana, en Venezuela el período lluvioso está determinado desde el 1° de mayo hasta el 1° de noviembre según el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrografía (INAMETH), en este período se intensifica la formación de nubes convectivas Cúmulos (Cu), Estratocúmulos (Sc), Cumulonimbos (Cb), debido a "zonas de baja presión atmosférica" y la incidencia de la activación de la "zona de convergencia intertropical" (ZCIT o ITCZ) (ver [www.inameth.gob.ve](http://www.inameth.gob.ve)). Las precipitaciones producidas por este tipo de nubes a veces pueden ser catastróficas, según la zona el relieve y la hidrografía, afectando así nuestra vida cotidiana, es por ello que al tener conocimiento de las nubes y sus características podemos predecir algunos comportamientos de la atmósfera y tomar previsiones para no vernos afectados negativamente por la naturaleza, sino que aprovechemos las bondades del "agua que nos cae del cielo" para beneficiarnos.

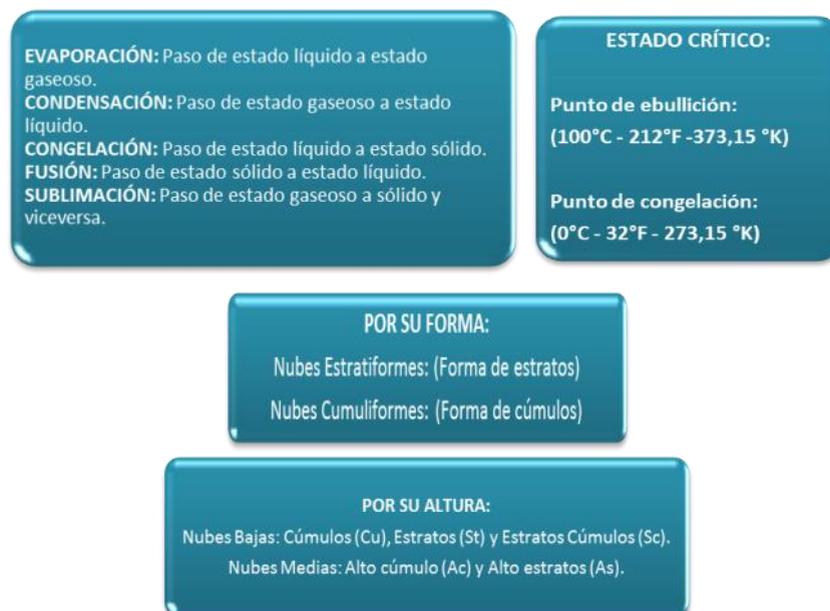
En la aeronáutica (civil y militar) se ha desarrollado múltiples procesos de control y seguimiento del comportamiento de la atmósfera (ANEXO 3 OACI, METAR, TAF, SINOP SPECI,) y por lo tanto de las nubes, ya que la presencia de ellas, define como se debe crear las formas y procedimientos de vuelo, sobre todo con la presencia de nubes convectivas y en especial los cumulonimbos (Cb) nube especial de gran desarrollo vertical, responsable de toda la agresividad atmosférica, que los observadores meteorológicos detectan, codifican y transmiten en el momento a los centros de control y estos a su vez a los pilotos, en un circuito de control y seguimiento que garantiza la seguridad en la navegación aérea, en lo que a las condiciones atmosféricas se refiere.

Las nubes son masas de vapor de agua, condensadas y sublimadas dispersas en la atmósfera, específicamente en la Tropósfera. (Capas de la Atmósfera: Tropósfera, Estratósfera, Mesósfera, Exósfera)

Para comprender que significa "condensada y sublimada" tenemos que asumir científicamente algunos términos:

## ESTADOS FÍSICOS DEL AGUA

Las nubes una vez se encuentren en su estado físico característico en la atmósfera, se pueden clasificar de la siguiente manera:



FUENTE: J. Fuentes2021-INAMETH-O.M.M-ANEXO 3 OACI

**ESTRATOS CÚMULOS:** Son nubes de gran concentración de vapor de agua, tiene la forma de “cortina extendida y copos de algodón” grises y blancas su altura varía entre los 100 mts y los 600 mts aprox. Generalmente esta nube se extiende por muchos km de manera horizontal y vertical, produce precipitaciones de tipo lluvia (- + RA) chubascos (CH) y llovizna (+DZ) de corta y larga duración, se asocia a fenómenos como vaguadas, frentes y ondas tropicales. Su código meteorológico aeronáutico en METAR SINOP, SPECI, TAF es (SC).



### NUBES BAJAS: (CÚMULOS, ESTRATOS Y ESTRATOS CÚMULOS)

**CÚMULOS:** Son nubes con gran concentración de vapor de agua, tiene la forma de “copos de algodón” grises o blancas, su altura varía entre los 100 mts y los 600 mts aprox. Generalmente esta nube por su gran concentración de vapor de agua, produce precipitaciones de tipo lluvia (RA), chubascos (CH) y lloviznas (DZ), según el grado de concentración, además se caracteriza por circundar los topes de las montañas que nos sirven como referencia para distinguir las alturas de otras nubes circundantes. Su código meteorológico aeronáutico en METAR SINOP, SPECI, TAF es (CU).



**ESTRATOS:** Son nubes de mediana concentración de vapor de agua, tiene la forma de “cortina extendida” grisácea su altura varía entre los 100 mts y los 500 mts aprox. Generalmente esta nube se extiende por muchos km de manera horizontal, produce precipitaciones de tipo lluvia (- RA) y llovizna (- + DZ) de corta y larga duración, se asocia a fenómenos como vaguadas, frentes y ondas tropicales.  
Su código meteorológico aeronáutico en METAR SINOP, SPECI, TAF es (ST).



FUENTE: J. Fuentes 2021- INAMETH-O.M.M-ANEXO 3 OACI

## NUBES MEDIAS: (ALTOS CÚMULO, ALTOS ESTRATOS)

**ALTOS CÚMULOS:** Son nubes de poca concentración de vapor de agua, tiene la forma de “mopas de algodón” blancas, su altura varía entre los 1.000 mts (3.000 ft) y los 6.000 mts (19.000 ft) aprox. Generalmente esta nube es de poca extensión horizontal, produce precipitaciones de tipo Virga (-DZ) de corta duración, se asocia a fenómenos como frentes, ondas tropicales y preámbulo a la formación de cumulonimbos (CB).  
Su código meteorológico aeronáutico en METAR SINOP, SPECI, TAF es (AC).



**ALTOS ESTRATOS:** Son nubes de poca concentración de vapor de agua, tiene la forma de “cortina extendida” grisáceas y blancas su altura varía entre los 1.000 mts (3.000 ft) y los 6.000 mts (19.000 ft) aprox. Generalmente esta nube es de gran extensión horizontal, produce precipitaciones de tipo Virga (-DZ) de cortaduración, se asocia a fenómenos como frentes, ondas tropicales. Su código meteorológico aeronáutico en METAR SINOP, SPECI, TAF es (AS).



FOTOS: Maracay- Edo. Aragua Venezuela

FUENTE: J. Fuentes 2021-INAMETH-O.M.M-ANEXO 3 OACI

### NUBES ALTAS: (CIRRUS, CIRRUS CÚMULO, CIRROS ESTRATOS)

**CIRRUS:** Son nubes de escasa concentración de vapor de agua, tiene la forma de “penacho de plumas” blancas, su altura supera los 7.000 mts (21.000 ft) aprox. Generalmente esta nube es de corta extensión horizontal y vertical, está constituida por gotas de agua “súper enfriadas” y “cristales de hielo”, no produce precipitaciones, se asocia a fenómenos como engelamiento aeronáutico. Su código meteorológico aeronáutico en METAR SINOP, SPECI, TAF es (CI).



**CIRRUSCÚMULOS:** Son nubes de escasa concentración de vapor de agua, tiene la forma de “copos de algodón” blancas, su altura supera los 8.000 mts (24.000 ft) aprox. Generalmente esta nube es de corta extensión horizontal y vertical, está constituida por gotas de agua “súper enfriadas” y cristales de hielo, no produce precipitaciones, se asocia a fenómenos como englamamiento aeronáutico. Su código meteorológico aeronáutico en METAR SINOP, SPECI, TAF es (CC).



**CIRRUS ESTRATOS:** Son nubes de escasa concentración de vapor de agua, tiene la forma de “aro extendido” grisáceas, forma un aro de colores alrededor del sol, su altura supera los 8.000 mts (24.000 ft) aprox. Generalmente esta nube es de corta extensión horizontal y vertical, está constituida por gotas de agua “súper enfriadas” y cristales de hielo, no produce precipitaciones, se asocia a fenómenos como englamamiento aeronáutico. Su código meteorológico aeronáutico en METAR SINOP, SPECI, TAF es (CS).



**FUENTE: J. Fuentes 2021-INAMETH-O.M.M-ANEXO 3 OACI**