



VIBRACIONES EN LOS TRACTORES Y SU INFLUENCIA EN EL CONFORT SOBRE LA CAPACIDAD DE TRABAJO Y SALUD DE SUS CONDUCTORES

M. A. Cabanás Espejo
Médico

Jesús GIL RIBES
Dr. Ingeniero Agrónomo

INTRODUCCION

En este artículo vamos a abordar el tema de las vibraciones que se producen al conducir vehículos sobre superficies irregulares, caso de los tractores, y de los vehículos todo terreno y sus efectos sobre el confort, capacidad de trabajo y salud de sus conductores. Para ello vamos a realizar una revisión de los principales aspectos del problema basándonos en la bibliografía existente y en nuestra propia experiencia.

EFFECTOS DE LA VIBRACION SOBRE LAS PERSONAS

Dependen de diversos factores, entre ellos cabe destacar:

- Del modo de transmisión al individuo: a todo el cuerpo (WBV) o a una parte de él.

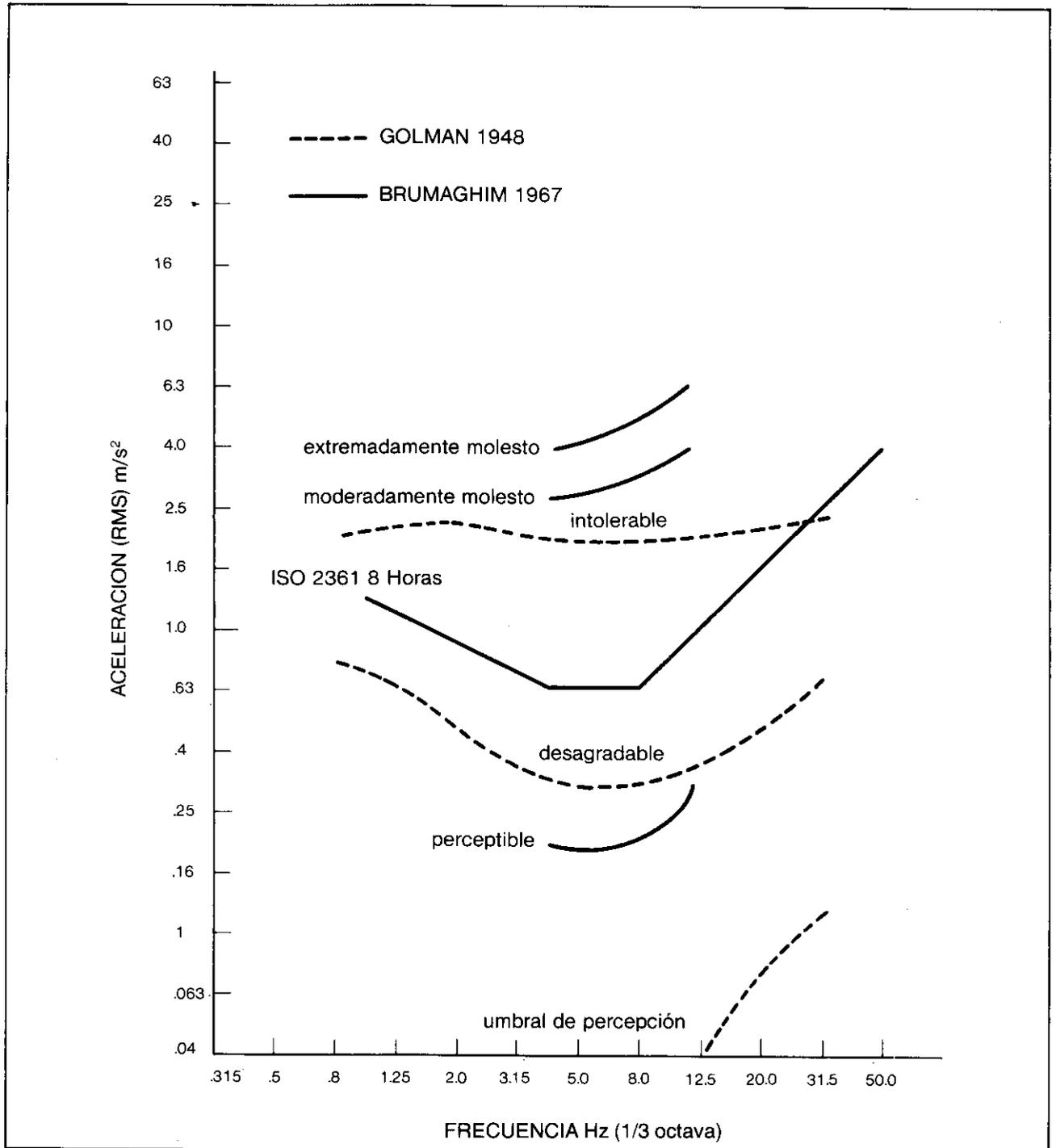


FIGURA N.º 1: Criterios de tolerancia a la vibración en función de la frecuencia (según Goldman, Brumaghim y la Norma ISO 2631).

- De las características físicas del ambiente vibratorio: frecuencia, amplitud y dirección.
- Del tiempo de exposición y su repartición.
- De la naturaleza de la actividad y de la postura del sujeto.
- Del individuo: peso, antecedentes patológicos...

En cualquier caso los podemos agrupar así:

PSICOFISICA DE LA VIBRACION

Los aspectos sensoriales y mentales de la vibración se suelen clasificar en: percepción, malestar, aprehensión, ansiedad y daño.

Se han establecido muchos criterios para valorarlos, partiendo casi siempre de respuestas subjetivas a exposiciones experimentales a la vibración. En la figura n.º 1 se encuentran reflejados los criterios de Goldman y de Brumaghim, junto con el límite de exposición establecido por la International Standar Organization (I.S.O.), para el caso de hombre sentado bajo vibración vertical.

FISIOLOGIA DE LA VIBRACION

Los efectos fisiológicos de la vibración son complejos y no están suficientemente estudiados. Hay cambios que son directamente atribuibles a los movi-

mientos y deformaciones vibratorios diferenciales de los tejidos y estructuras. Las vísceras abdominales tienen una gran movilidad debido a la baja rigidez del diafragma y ello origina alteraciones en el volumen del aire inspirado. Otros aparecen como acción refleja, consecuencia de la excitación de diversos órganos y elementos neurales.

Sometiendo a vibración senoidal en la dirección de pecho a espalda a varios individuos se detectan aumentos en la ventilación pulmonar y en el consumo de oxígeno, también se incrementa la presión arterial, el pulso y el gasto cardíaco sobre todo entre 8 - 10 Hz. Se postula que estos aumentos se deben a la simulación refleja de las contracciones musculares.

En la figura n.º 2, se muestran las variaciones en la ventilación pulmonar, consumo de oxígeno y pulso, para vibraciones verticales, longitudinales y transversales para los niveles de aceleración y frecuencias que son normales en un tractor marchando sobre terreno de labor. De ellos se deduce que la vibración vertical tiene efectos fisiológicos intensos.

Los escasos datos que se poseen sobre efectos inmediatos endocrinos, bioquímicos e histopatológicos, no permiten especificar claramente sus consecuencias, que aparecen como un stress general inespecífico.

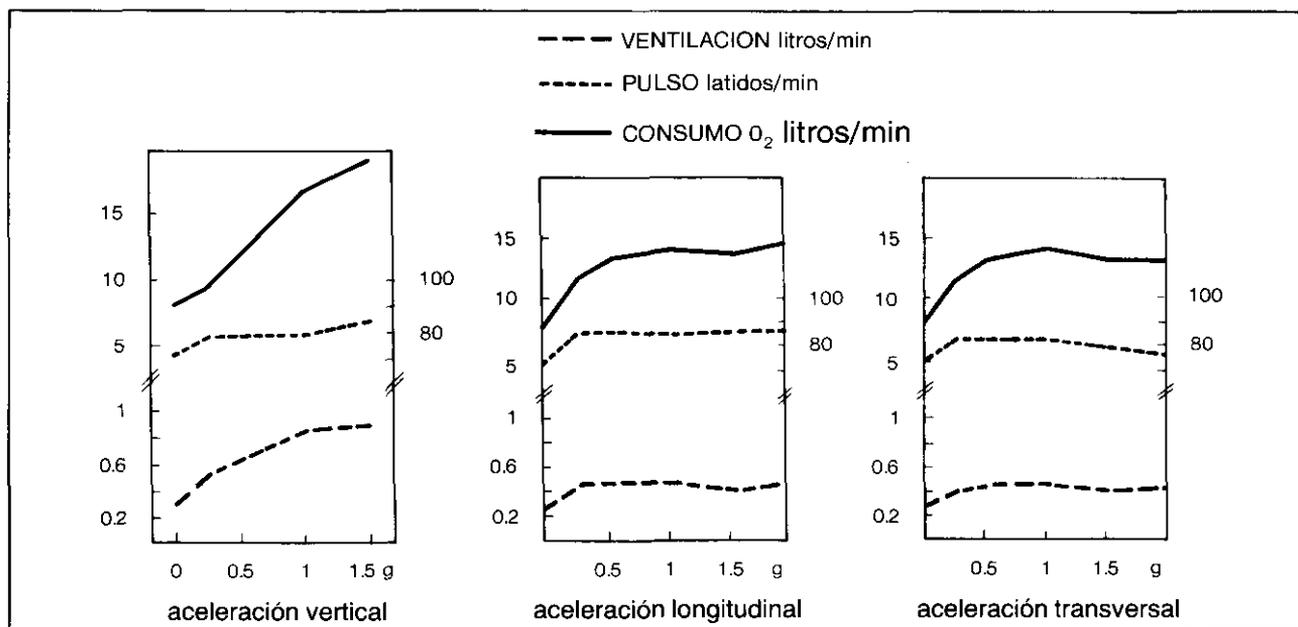


FIGURA N° 2: Ventilación pulmonar, pulso y consumo de oxígeno versus aceleración para distintos tipos de vibración (según Huang y Suggs).

La vibración afecta al sistema nervioso, pudiendo aparecer una inhibición del reflejo, y verse afectada la capacidad de regular la postura, probablemente por la acción combinada de los reflejos vestibulares y de la espina dorsal. También se han detectado alteraciones en la actividad eléctrica del cerebro.

Por sus consecuencias prácticas, se ha estudiado la acción sobre las prestaciones de los conductores de vehículos. La agudeza visual empeora sobre todo entre 10 y 25 Hz, mientras que la capacidad de fijar la atención lo hace a frecuencias más bajas (menos de 5 Hz). Igual ocurre con las tareas que exigen esta habilidad o precisión en el control muscular. En cambio, las tareas controladas por el sistema nervioso central, tales como tiempo de reacción, parecen ser más resistentes al empeoramiento por la vibración. Estudios realizados a este respecto sobre tractoristas señalan que su capacidad de trabajo se ve afectada siendo las peores frecuencias las comprendidas entre 4,5 - 5,5 Hz en vibración vertical y entre 1,5 - 2,5 Hz en la horizontal.

Todo ello redundará en perjuicio del confort que es juzgado como insatisfactorio por la mayor parte de los tractoristas (ver cuadro n.º 1). Parece evidente que las personas tienen que desarrollar un esfuerzo suplementario para mantener unas prestaciones análogas a las del período de pre-exposición, lo que a la larga puede influir en las propias prestaciones y en el coste fisiológico, y explica porqué los tractoristas se fatigan a pesar de que su trabajo, aún en los casos más desfavorables, es juzgado como moderadamente duro en la escala de Christiansem.

PATOLOGIA DE LA VIBRACION

Diversos animales han fallecido al exponerles a un nivel vibratorio suficientemente intenso, encontrándonos una gran variedad de daño interno. En el hombre no se han observado lesiones semejantes, porque no se expone a niveles de vibración comparables y no se encuentran efectos dañinos inmediatamente discernibles. En cambio son frecuentes los trastornos producidos por la exposición durante largo tiempo a vibraciones que tienen lugar en el ambiente de trabajo.

Las principales patologías por estos tipos de vibración en el hombre son problemas neurológicos: deterioro del sistema nervioso periférico (ataques locales de aerosparestesia) y síntomas subjetivos que reflejan alteraciones del sistema nervioso central (insomnio, dolor de cabeza, vértigo, etc.). También se

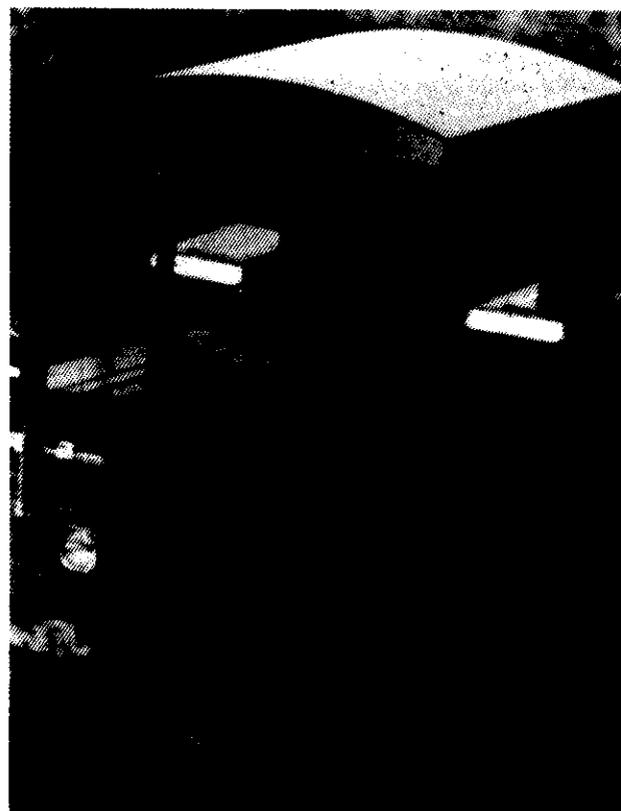
encuentran aumentos estadísticamente significativos de las enfermedades de estómago.

Asimismo se encuentran alteraciones en los huesos y deformaciones en las articulaciones.

PROBLEMAS ESPECIFICOS DE LOS TRACTORISTAS

Estas últimas patologías son las más importantes en ellos y se encuentran centradas en la columna y estructuras de soporte del organismo. Como fue detectado, hace ya tiempo, a partir de las respuestas de 378 traumatólogos norteamericanos a un cuestionario sobre el tema.

Determinaciones realizadas por los hermanos Rossegger sobre 371 tractoristas, mostraron que 245 (76%) tenían problemas de estómago (un elevado número mostró gastroptosis en conexión con gastritis), mientras que una muestra testigo de 37 personas tenía una incidencia del 46%. Sólo 17 tractoristas tenían enfermedades de estómago antes de ser tractoristas.



CUADRO I

JUICIO CRITICO DE LOS TRACTORISTAS SOBRE LA VIBRACION Y EL RUIDO (Según Gibbon & Boyce)

Aperos	n.º	Nivel vibra. insatisfact. (%)	Nivel de ruido insatisfactorio (%)
Arado vertedera	176	19,9	36,9
Grada de discos	50	50	28
Arado chisel	9	22,2	44,4
Cultivador rígido	40	10	22,5
Cultivador de muelle	95	24,2	27,4
Cultivador rotativo	34	29,4	32,4
Grada pesada	33	33,3	18,2
Sembradora de cereal	54	37	31,5
Sembradora de praderas	3	33	—
Rulo	34	24,1	24,1
Abonadora	22	27,3	18,2
Almadraba	7	14,3	—
Plantadora de patatas	2	—	—
Cosechadora de patatas	10	20	10
Cosechadora de remolacha	2	—	50,0
Transplantadora	5	20	60
Aclaradora	1	—	—
Binadora	31	29	9,7
Subsolador	10	40	50
Guadañadora	65	33,8	10,8
Recogedora	11	36,4	36,4
Henificadora	17	52,9	5,9
Volteadora-esparcidora	17	23,5	5,9
Empacadora	27	25,9	22,2
Grada flexible reticulada	2	—	—
Distribuidora de estiércol	13	58,8	29,1
Cargador frontal	35	57,1	8,6
Cargador posterior	10	30	—
Transporte de pajas	12	41,7	16,7
Transporte de grano	12	25	16,7
Otros transportes	102	24,5	27,5
Limpieza de zanjas	10	20	20
Cortadora de setos	14	21,4	14,3
Pulverizadora	36	41,7	19,5
Otros	38	33,3	27,3

Los rayos X mostraron que de 310 conductores, 221 (71%) presentaban cambios degenerativos en la región torácica y lumbar de la columna vertebral, de ellos cinco tenían enfermedades subjetivas antes de empezar a llevar tractores y 66 las denunciaban al realizar los ensayos. Al estudiar separadamente a los tractoristas, según su edad, se evidencia que los cambios perjudiciales ocurren antes que en otros trabajos, resultando los tractoristas prematuramente incapacitados para trabajar (las lesiones aparecen tras 5 años de exposición).

En Inglaterra, Gibbon y Boice encontraron a partir de una muestra de 966 agricultores, que el 20,5% señalaba a su trabajo como causante o agravante de sus problemas de salud. El 38,4% tenía problemas en su espalda, el 12,1% en el estómago y el 11,6% problemas de sordera. Las mayores incidencias se encontraron en los individuos de 51 - 60 años, de los que el 25,9% estaban afectados.

A partir de encuestas sobre un grupo de 851 agricultores del estado de Michigan (con 28 años de experiencia media y 10 de mínima y un promedio de edad de 49 años), Baker et al. establecieron el panorama de su estado de salud, encontrándose 175 casos (21%) de daños crónicos de espalda.

De este estudio se ha sacado el cuadro n.º 2, que

presenta los casos de agricultores con problemas de salud asociados a su trabajo, constatándose que la tercera parte de ellos se refieren a problemas crónicos de espalda. El cuadro n.º 3 señala los motivos principales de cambio de trabajo en los últimos diez años por culpa de la salud. Las dos terceras partes de



CUADRO II

AGRICULTORES CON PROBLEMAS DE SALUD ASOCIADOS A SU TRABAJO

Problemas de salud	N.º de trabajadores	% muestra
Daños por accidente	28	3,3
Problemas crónicos de espalda	24	2,8
Artritis por trabajo pesado	4	
Fiebre de heno	3	
Problemas de corazón por trabajo pesado	3	
Problemas de rodillas agravados	2	
Ulceras	2	
Estado nervioso	2	
Varicosis	2	
Hernia	1	
Cansancio	2	
Infecciones en los ojos	1	
Trastornos crónicos de piel	1	
TOTAL DE PROBLEMAS ENCONTRADOS	75	8,8

CUADRO III

PRINCIPALES CAUSAS DE CAMBIO DE TRABAJO AGRICOLA EN LOS DIEZ ULTIMOS AÑOS POR PROBLEMAS DE SALUD EN 851 AGRICULTORES

	N.º de cambios	% muestra
Por problemas de espalda o rodilla	66	7,8
Por edad avanzada	22	2,6
Por problemas de corazón	4	
Por accidente	4	
Por artritis en las manos	1	
TOTAL DE CAMBIOS	95	11

ellos fueron los problemas crónicos de espalda. Ellos además son los primeros responsables de la pérdida de días laborables, lo cual lleva a señalarlos como el mayor problema con que se enfrentan estos agricultores.

Otros estudios realizados en Francia y en Suiza conducen a resultados análogos.

Los antecedentes muestran la aparición de las siguientes lesiones centradas en la región lumbar de la columna vertebral: espondilitis deformante, osteocondrosis intervertebral, calcificación de los discos intervertebrales, hernias de disco, pinzamientos discuales, formaciones quísticas, enostosis, osteoartritis, subluxación, lumbalgias, lumbociáticas, escoliosis, espondilolistesis, protusión del núcleo pulposo del disco, deformaciones sacroilíacas y lumbosacras, y agravamiento de las lesiones de carácter mineral de la columna.

En esta misma línea realizamos un estudio sobre 50 tractoristas elegidos entre los pertenecientes a fincas de la Campiña Cordobesa, consistente en realizar una encuesta sobre sus antecedentes familiares, personales y profesionales, acompañada de una exploración física y radiológica (compuesta de cuatro radiografías: postero-anterior, lateral, oblicua derecha y oblicua anterior izquierda) centrada en la zona lumbar.

Del análisis de las encuestas se obtuvo que la edad media del grupo era de 44 años, la experiencia como agricultores de 26 y la de tractoristas de 15, viniendo todos ellos de familias rurales. Trabajan una media de 2.000 horas al año, de las que aproximadamente la mitad son sobre el tractor, concentradas en períodos críticos de cultivo (alzar, gradear,

sembrar, etc.). Los tractoristas pertenecen a fincas en las que se reflejan plenamente la tendencia actual, en el Valle del Guadalquivir, a aumentar el grado de mecanización junto al recurso a cultivos que requieren cuidados mínimos en su desarrollo, lo que ha llevado a que no realicen un trabajo especializado en el tractor, con evidente beneficio para su salud, porque hay que constatar que en ningún caso han señalado que utilicen medidas de protección.

Sus dietas alimenticias aparecieron normales pero con tendencia al exceso de grasas e hidratos de carbono y déficit vitamínico y mineral. Tabaquismo y alcoholismo dentro de los hábitos normales de la población. A partir de sus respuestas subjetivas, se puede deducir que presentan la incidencia de los siguientes problemas de salud: bronquitis de repetición 8%, dispepsias 14%, hipertensión 20%, cólicos nefríticos 16%, caracteropatías 8% y lumbalgias 48%.

En los estudios radiológicos aparecen: normales 46% (14% con espina bifida), osteofitos que viran desde muy marcados a poco manifiestos y marginales 46%. Las patologías más significativas corresponden a pinzamiento discal, discoartrosis dorsolumbar escalonada y espondilolistesis de L4 secundaria a una lisis istmica bilateral 14%. Como muestra presentamos una radiografía correspondiente a esta última lesión en la que es fácil ver el desplazamiento lateral de la cuarta vértebra lumbar de un tractorista de 40 años con 19 de experiencia (figura n.º 3).

Nuestras experiencias muestran un porcentaje de quejas subjetivas sobre lumbalgias similar al hallado por otros investigadores, y una cantidad análoga de patologías detectadas radiológicamente. Aun-

que su inespecificidad no permite afirmar de modo concluyente su etiología profesional, está fuera de toda duda que el tractor es, al menos, un factor agravante de primer orden.



FIGURA N.º 3: Espondilolistesis de L4 secundaria a una lisis-ístmica bilateral.

LAS CAUSAS DE LOS PROBLEMAS

Biomecánica de la vibración

La transmisión y disipación de la energía vibratoria en el cuerpo humano depende de sus propiedades físicas, de la fuerza vibratoria y de sus formas de interacción. Debido a su complejidad la respuesta biomecánica del cuerpo se suele estudiar con modelos simplificados que tratan de representar las características de masa, rigidez y elasticidad del organismo y obtener su respuesta encontrando las frecuencias naturales tanto para excitaciones verticales como horizontales en las que la perturbación es máxima. La máxima sensibilidad a las vibraciones verticales está entre 4 y 16 Hz, y para las antero-posteriores y laterales decrece con la frecuencia a partir de 2 Hz.

Para el estudio específico de la columna se ha acudido, igualmente, a modelos que asumen que las

deformaciones se producen en los discos intervertebrales y que éstos tienen un comportamiento viscoelásticos. En una determinación sobre su respuesta a la vibración vertical sinusoidal entre 5 y 50 Hz, se encontró que las mayores deformaciones aparecen en la región lumbar entre L3 y L4, con máximos relativos entre 25 y 35 Hz (coincidente con las velocidades de giro normales de los motores de los tractores unas 2.000 r.p.m.) y entre 5 y 8 Hz, éste último como consecuencia de las fuerzas de inercia que resultan de las condiciones de resonancia de los órganos internos.

COMPORTAMIENTO DINAMICO DE LOS TRACTORES

Cuando un tractor vibra como consecuencia de las irregularidades del terreno la componente más importante es la vertical, sin que por ello dejen de ser notables las componentes horizontales (longitudinales y transversales). Dependen de la agresividad del terreno y de la velocidad de marcha. Debido al bajo amortiguamiento de las ruedas, sólo se puede esperar un coeficiente de amortiguamiento crítico de 0,2, el vehículo puede seguir oscilando de manera significativa durante varios ciclos cuando se excita por una irregularidad del terreno. La frecuencia de esta vibración depende de la rigidez de las ruedas, que aumenta con la presión de inflado, y del peso del tractor (disminuye con él), se sitúa, según Roure, entre 1,5 y 2,5 Hz para la maquinaria pesada y alrededor de 3,5 Hz para la ligera. En la figura nº 4 se ve el reparto frecuencial de la vibración de un tractor standar. Obtenido a partir de análisis espectral de vibraciones, las frecuencias dominantes están entre 2 y 4 Hz en la componente vertical y entre 1 y 3 Hz en la horizontal.

Como se puede deducir de los datos anteriores, el origen de los problemas está en la coincidencia de las frecuencias naturales del organismo y singularmente de la columna con las de la vibración que recibe en el asiento de un tractor, tanto si ésta se debe al terreno, como si es generada por el funcionamiento del motor.

CRITERIOS DE VALORACION Y MEDIDAS DE PROTECCION

El principal criterio que se dispone para valorar la tolerancia del hombre a las WBV es la norma ISO 2631 (completada en lo referente a tractores por las normas ISO/DIS 5007 e ISO/DIS 5008) que define y

da los valores numéricos de los límites de tolerancia en el caso de vibraciones transmitidas al cuerpo humano en la gama de frecuencias de 1 a 80 Hz. Estos límites se dan para tres finalidades: asegurar el confort, la capacidad de trabajo o la salud. Aunque, es clave la aportación de esta norma no le faltan críticas por no tener en cuenta las vibraciones rotacionales y no estar lo suficientemente contrastada para definir los aspectos médicos del ambiente vibratorio. Por otro lado, se indica que la sensibilidad a las vibraciones verticales por debajo de 8 Hz es superior a la establecida en la norma y que los cálculos basados en la energía vibratoria en la banda de 1 a 80 Hz dan mayores correlaciones con las experiencias subjetivas de confort que los establecidos en la misma. Pero es un excelente criterio subjetivo y ha proporcionado un método para realizar medidas comparativas.

En el cuadro n.º 4 se muestra un estudio de la exposición diaria de seguridad en las operaciones agrícolas más importantes, observándose que en la mayoría de las mismas son excesivos, tanto en el plano vertical como en el horizontal.

La figura n.º 5 muestra datos de niveles de vibración en tractores en comparación con lo que establece la norma ISO. Según datos de Huang y Suggs de un tractor standar con un asiento del tipo de muelle de una sola hoja, labrando a 6,4 Km/h con un apero de discos, se ve que está muy por encima de la norma. Analizando los datos del trabajo se encuentra que la aceleración en el asiento es el doble que en chasis del tractor, es decir, magnifica la vibración, y es un asiento que debe ser desechado. Datos de Stikeleather, correspondientes a un tractor más moderno, que marcha a 9,6 Km/h sobre un campo de maíz, cumplen con la norma. Los valores correspondientes a un tractor de la última generación, que incorpora consideraciones ergonómicas, la satisfacen incluso en las operaciones que producen mayor vibración. No obstante hay que decir que se debería considerar para un trabajo habitual no el límite de exposición, sino el de capacidad reducida por fatiga. Además, sólo se tuvo en cuenta la componente vertical, que es la que más amortigua un asiento moderno, y no las transversales que aunque menores, no son apenas eliminadas por el asiento.

Los asientos de los tractores exigen una especial consideración pues a ellos se les asigna casi en exclusiva el amortiguamiento de las vibraciones. Su confort estático lo da una correcta distribución del peso en la zona de apoyo, para ello el almohadillado es conveniente, pero desde el punto de vista de su

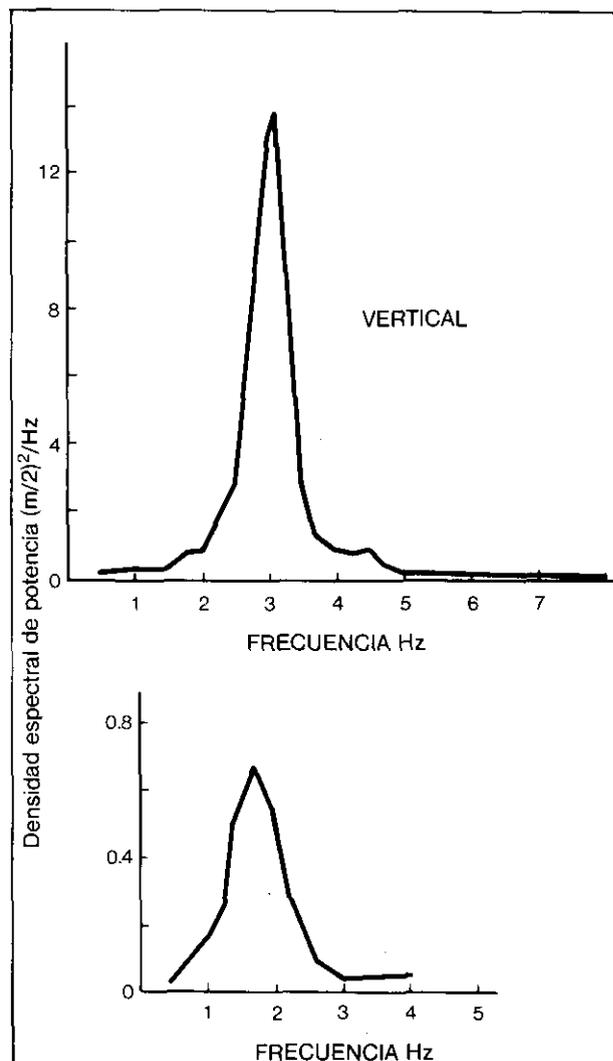


FIGURA N.º 4: Curvas de reparto frecuencial de la vibración (componente vertical arriba y horizontal abajo), medidas debajo del asiento en un tractor de 70 CV y un eje motor (según Hilton & Stayner).

confort dinámico sólo es efectivo por encima de la frecuencia de resonancia del hombre es inefectivo en ésta y perjudicial por debajo de ella. Por esta causa es recomendable su uso en automóviles en los que la componente fundamental de la vibración se debe al funcionamiento del motor y tiene su misma frecuencia, pero no tan evidentes sus ventajas en los tractores en los que adquieren gran importancia las excitaciones del terreno que son de baja frecuencia.

CUADRO IV

EXPOSICION DIARIA DE SEGURIDAD PARA ALGUNOS TRABAJOS AGRICOLAS SEGUN LA NORMA ISO-DIS 2631, Y SU NUMERO DE HORAS DE TRABAJO ANUALES TIPICO (Segun R. M. Stayner)

Trabajo	Limite de exposicion (horas/dia)			horas/año
	Vertical	Transversal	Longitudinal	
Arar	3,5 - 44	6 - 9,25	4,5 - 9,25	100-400
Escarificar	6 - 10,5	2,25-17	12 - 17	100-400
Cultivar	2 - 3,75	2,5 - 24	2,5 - 21	0- 60
Sembrar	3 - 7	4,25- 8	3	0-120
Rular	6,25-24	8 - 24	16 - 24	0- 60
Aboñar	3,5 - 6	3 - 4,75	2,5	0- 75
Guadañar	3 - 9	4,75-21	6 - 17	0- 50
Henificar	2,5 - 5,25	2,25-17	4,25-21	0- 50
Empacar	7,25-10,5	3,75- 4,75	2,5 - 4,25	0- 40
Distribuir estiércol	6,25- 8,25	5,5	4,25-25	0- 30
Pulverizar	2,5 - 9,25	4,25-11	3,5 - 13,5	0-100
Cargador frontal	4,5 - 12	6 - 9,75	8,25-10,5	0-120
Transportar	2,25- 9,25	1,75-21	1,75- 8	100-500

Según Matthews las características que ha de reunir un buen asiento son: a) frecuencia de resonancia igual o menor que 1,5 Hz; b) coeficiente de amortiguamiento de 0,5; c) movimiento lineal, obtenido a través de cuadriláteros articulados, no superior a 7,5 cm.; d) acolchamiento ligero y suficiente superficie de apoyo; e) respaldo de al menos 30 cm. de alto y brazos que no interfieran los movimientos rápidos de los brazos, y f) ajustable a diferentes pesos del conductor y con posición regulable tanto vertical como horizontalmente.

Pero incluso los asientos que cumplen lo anterior no amortiguan lo suficiente siendo necesario reducir al menos un 40% más en todas las componentes para estar por debajo del límite de capacidad reducida por fatiga como sería lo deseable.

El hecho de tener que reducir la vibración en tres direcciones hace poco factible el uso de asientos activos, que mediante mecanismos electrohidráulicos actúan anulando parcialmente la vibración. Por otra parte, el reducir la vibración con un asiento suspendido tiene el inconveniente de producir un movimiento

relativo entre el conductor y los mandos de su vehículo.

Por ello la cabina suspendida aparece como la mejor solución para proporcionar un confort de marcha aceptable, sin los peligros de vuelco que presenta dotar al chasis de suspensión, además con ellas se puede conseguir aislar también al tractorista del ruido y de las inclemencias del tiempo. Un modelo experimental desarrollado por Hilton consiguió reducciones en las componentes de la vibración tales que permite aumentos de velocidad del 40 al 80% con el mismo nivel vibratorio, o aumentos de dos o tres veces en el tiempo de exposición con el mismo cansancio para el tractorista. Su mayor inconveniente radica en el incremento del precio del vehículo.

Desde el punto de vista preventivo, hemos de contar con que los agricultores, aún en el caso de estar dotados de buenos asientos, van a estar expuestos a vibraciones severas, por ello son convenientes las siguientes medidas: antes de contratar a un tractorista se le deben realizar exámenes radiológicos que eliminen a los no aptos, someterlos a con-

troles periódicos trasladando a los afectados a un trabajo libre de exposición, reducir las horas de conducción evitando la especialización excesiva en el manejo de la maquinaria, y si ello no fuera posible, es aconsejable realizar pausas durante el trabajo. Igual-

mente es conveniente informar a los tractoristas sobre los riesgos a que están sometidos, para que sean ellos los primeros en reclamar medidas de protección.

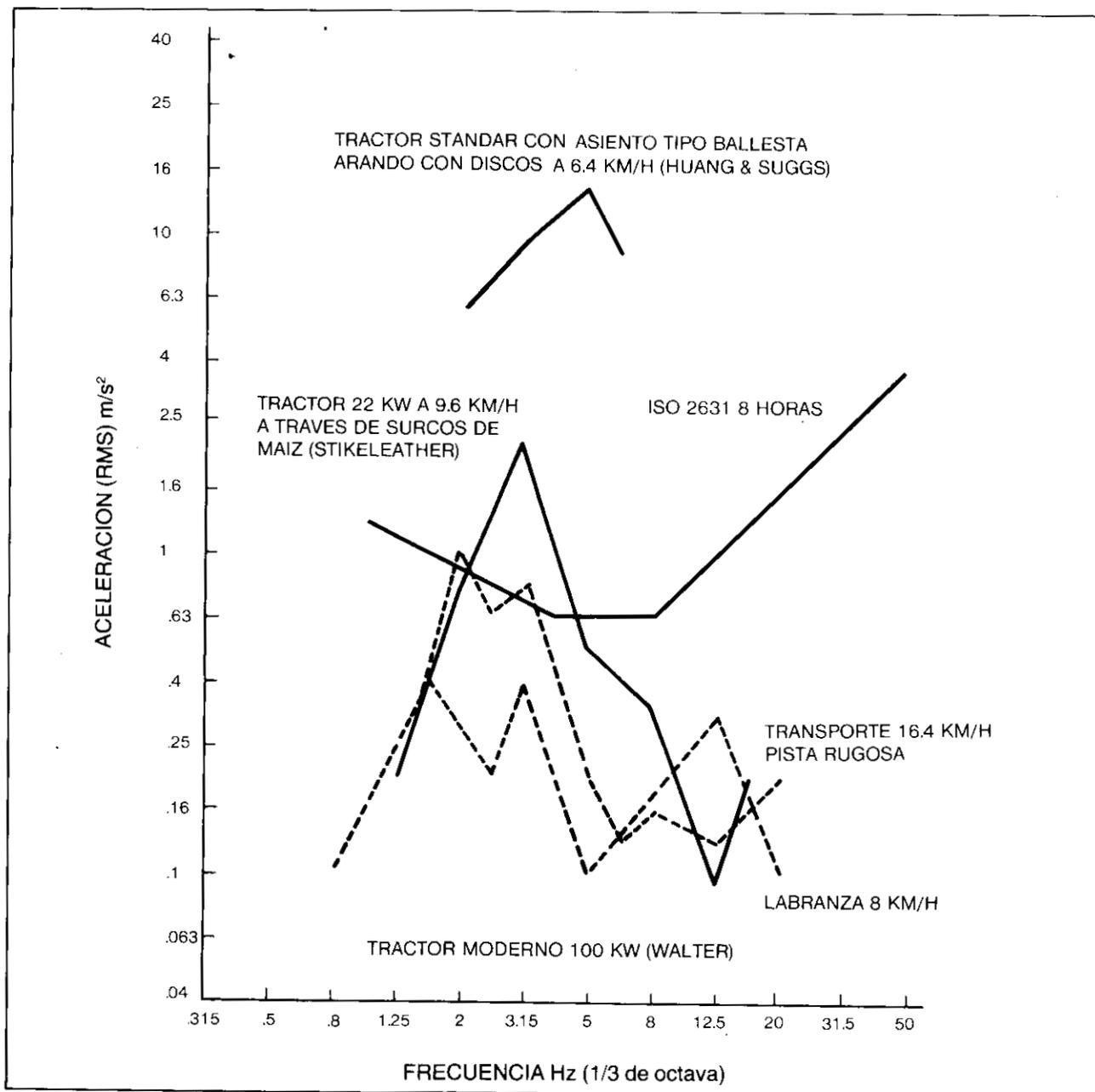


FIGURA N.º 5: Niveles de vibración de varios tractores en relación a la Norma ISO 2631.

BIBLIOGRAFIA

- 1) ACHART M. J., 1975. Le confort du poste de conduite. *Tracteurs et machines agricoles*, v. 15, 51-54.
- 2) BAKER et al., 1975 Occupational health survey of Michigan farmers. Agricultural Engineering department note, Michigan State University, 12 p.
- 3) BRAUNBECK y WILKINSON, 1981. Simulation of human spine deformation for low amplitude sinusoidal excitation. *Trans. ASAE*, 24(1), 1-13.
- 4) FISHBEIN y SALTER, 1959. The relation between truck and tractor driving and disorders of the spine. *Industrial Med. Surgery*, V. 19, 144-145.
- 5) gandelot y PONSONNET, 1977. Caracteristiques dynamiques des conditions du travail sur tracteur agricoles. *Bulletin du CNEEMA*, n.º 233, 29-45.
- 6) GERKE y HOAD, 1981. Tractors vibration at operator station. *Trans. ASAE*, 24(5), 1131-1134.
- 7) GIBBON y BOYCE, 1971. Tractors operators survey. NIAE Dept. Note DN/SY/123, 27 p.
- 8) GRIFFIN et al. Vibration and confort. 4 articulos. *Ergonomics*, 1982, 25, 7 y 8, 603-644 y 705-739.
- 9) GRIFFIN M. H. The evaluation of vehicle vibration and seats. *Applied Ergonomics*, 1978, 9, 1, 15-21.
- 10) HAUSSON, WIKSTROM. Comparison of some technical methods for the evaluation o whole body vibration. *Ergonomics*, 1981, 24, 12, 953-963.
- 11) HASAN J., 1976. Biomechanical aspect of low frequency vibrations. *J. Envr. Sciences*, 6(1), 19-45.
- 12) HILTON y MORAN, 1975. Experiment in reducing tractor ride vibration with a cab suspension. *J. Agric. Engng. Res.*, 2(4), 433-48.
- 13) HOOD et al., 1966. Cardiopulmonary effects of whole-body vibration in man. *J. Appl. Physiol.*, V. 21, 1725-31.
- 14) HORNICK R., 1961. Effect of tractor vibrations on operators. *Agric. Engng.*, v. 42, 674-5 y 696-7.
- 15) HUANG y SUGGS, 1967. Vibrations studies of tractors operators. *Trans. ASAE*, 9(3), 478-82.
- 16) I.S.O. 2631, 1978. Guide pour l'estimation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corp.
- 17) I.S.O./DIS 5007, 1978. Tracteurs agricoles roues. Siege du conducteur mesurage des vibrations transmises et dimension du siege.
- 18) I.S.O./DIS 5008, 1978. Tracteurs et materiels agricoles à roues. Mesurage des vibrations transmises globalement au conducteur.
- 19) KLIMKOVA, 1966. neurologische aspectcke der vibrations krankheit. *Int. Arch. Gewerbepath*, V. 22, 297-305.
- 20) MATTHEWS y KNIGHT, 1971. Ergonomics in agricultural equipment design. NIAE booklet 61 p. Wrest Park, silsoe, Bedford.
- 21) Muskian y nansh, 1974. A model for the response of seated humans to sinusoidal displacement of the seat. *J. Biomechanics*, 7(2), 209-15.
- 22) OBORNE, D. J., A critical assessment of studies relating whole-body vibration to passenger confort. *Ergonomics*, 1976, 19, 6, 751-774.
- 23) ORNE y LIU, 1971. A mathematical model of spinal response to impact. *J. Biomechanics*, 4(1), 49-72.
- 24) PANCHAUD, 1979. Niveaux admissibles in vibrations. *Rev. Securite*, V. 5, 9-19.
- 25) PRASAD y KING, 1974. An experimentally validated dynamic model of the spine. *J. Biomechanics*, 7(4), 546-50.
- 26) ROSEGGER y ROSEGGER, 1960. Health effects of tractor driving. *J. Agric. Engng. Res.* 5(3), 241-75.
- 27) ROURE y BOULANGER, 1974. Les vibrations des engins du chantier. *Travail et Securité*, n.º 74, 3-10.
- 28) ROURE L. y HO M. T. Les vibrations. *Travail et Securité*, 1982, 1, 8-53.
- 29) STAYNER R. M., 1973. Ride vibration and human response. NIAE paper 4-10-1973.
- 30) STAYNER et al., 1976. Protecting the tractors driver from low-frequency ride vibration. *Inst. of Mech. Engng. London*.
- 31) ULLSPERGER, SEIDEL. On auditory evoked potentials and heart rate in man during whole-body vibration. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 43, 183-192, 1980.
- 32) WEAVER L. A., 1979. Vibration: an overview of documental effects on humans. *Professional Safety*, 24(4), 29-37.
- 33) WEBB et al. Personality an inter-subject differences in performance and physiological cost during whole-body vibration. *Ergonomics*, 1981, 24, 4, 245-55.
- 34) WENDERBONRN J. O., 1969. Mechanical vibration on farm tractors and their effect on the driver. *Grund. Landtech.*, 19(2), 47.

- 35) WENDERBORN J. O., 1966. *The irregularities of farm roads and fields as sources of farm vehicle vibrations.* J. of Terramechanics, 3(3), 9-40.
- 36) WHITAHN, GRIFFIN. *The effects of vibration frequency and direction on the location of area de discomfort caused by WBV.* Applied Ergonomics, 1978, 9, 4, 231-239.
- 37) WITTMAN Y PHILLIPS, 1969. *Human body non-linearity and mechanical impedance analysis.* J. Biomechanics, 2(2), 281-88.
- 38) YOUNG et al. 1973. *Seat suspension system for isolation of roll and pitch in off-road vehicles.* Trans. ASAE, 14(4), 876-80.
- 39) TROUP Y., 1978. *Driver's back pain and its prevention.* Applied Ergonomics, 9(4), 207-214.
- 40) WICKSTROM G., 1978. *Effect of work on degenerative back disease.* Soand. J. Work Environ. & Health, 1, 1-12.

15

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

Esta Guía presenta, en forma resumida, información precisa sobre los riesgos para la salud derivados del uso de 380 productos químicos utilizados en la industria y de las principales medidas preventivas a adoptar.

Los elementos de información contenidos en la misma, tomados de las Directrices NIOSH/OSHA para la protección de la salud en el trabajo, incluyen, para cada sustancia: nombre, fórmula química y sinónimos; límites de exposición permisibles; propiedades físicas y químicas; incompatibilidades con otros productos; métodos de control ambiental y médico; recomendaciones para el uso de protección respiratoria y personal; vías de entrada en el organismo; síntomas producidos y técnicas para el tratamiento de emergencia. Esta información es de utilidad inmediata para trabajadores, empresarios, sindicatos, especialistas en Medicina, Higiene y Seguridad del Trabajo y, en general, para todos aquellos que necesiten una referencia rápida sobre los riesgos derivados del uso y manipulación de sustancias químicas.

Los interesados en su adquisición pueden solicitarla, al precio de 700 pts., a la siguiente dirección:
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Publicaciones, C/ Torreleguna, 73 - 28027-Madrid.

guía de riesgos químicos niosh/osha

TRADUCCIÓN DEL
 NIOSH/OSHA POCKET GUIDE TO CHEMICAL HAZARDS



INSTITUTO NACIONAL DE
 SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO