



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA**

---

---

**SECRETARIA DE SALUD**

**HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO**

**"DR. EDUARDO LICEAGA."**

**PRUEBA TEN (THRESHOLD EQUALIZING NOISE), PARA LA  
IDENTIFICACIÓN DE ZONAS COCLEARES MUERTAS EN  
ADULTOS MAYORES**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL DIPLOMA DE MÉDICO ESPECIALISTA EN  
AUDIOLOGÍA, OTONEUROLOGÍA Y FONIATRÍA**

**PRESENTA**

Teresa Pérez Castillo

**PROFESOR TITULAR**

Dra. Annel Gómez Coello

**TUTORES DE TESIS**

Dra. Laura Reyes Contreras

Dr. Cuauhtémoc Campos García Rojas

Dra. Annel Gómez Coello



Ciudad de México. Julio 2017



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA

SECRETARIA DE SALUD

HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO

"DR. EDUARDO LICEAGA."

**PRUEBA TEN (THRESHOLD EQUALIZING NOISE), PARA LA  
IDENTIFICACIÓN DE ZONAS COCLEARES MUERTAS EN  
ADULTOS MAYORES**

**TESIS**

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE MÉDICO ESPECIALISTA EN  
AUDIOLOGÍA, OTONEUROLOGÍA Y FONIATRÍA

**PRESENTA**

Teresa Pérez Castillo

**PROFESOR TITULAR**

Dra. Annel Gómez Coello

**TUTORES DE TESIS**

Dra. Laura Reyes Contreras

Dr. Cuauhtémoc Campos García Rojas

Dra. Annel Gómez Coello

HOSPITAL GENERAL DE MEXICO  
"Dr. Eduardo Liceaga"



DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN Y  
CAPACITACIÓN EN SALUD



Ciudad de México. Julio 2017



---

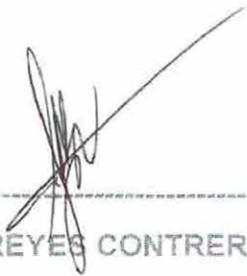
DRA. ANNEL GÓMEZ COELLO

PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN AUDIOLOGÍA,  
OTONEUROLOGÍA Y FONIATRÍA,  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

HOSPITAL GENERAL DE MEXICO  
"Dr. Eduardo Liceaga"



DIRECCION DE EDUCACION Y  
Y CAPACITACION EN SALUD



---

**DRA. LAURA REYES CONTRERAS**

ASESOR CLÍNICO

MÉDICO ADSCRITO DEL SERVICIO DE AUDIOLOGÍA Y FONIATRÍA  
HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO "DR. EDUARDO LICEAGA" O.D.



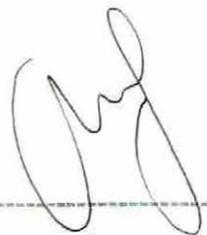
---

**DR. CUAUHTÉMOC CAMPOS GARCÍA ROJAS**

ASESOR METODOLÓGICO

MAESTRO EN CIENCIAS DE LA SALUD

MVZ. ADSCRITO AL SERVICIO DE CIRUGÍA EXPERIMENTAL  
HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO "DR. EDUARDO LICEAGA" O.D.



---

**DRA. ANNEL GÓMEZ COELLO**

ASESOR METODOLÓGICO

MÉDICO ADSCRITO DEL SERVICIO DE AUDIOLOGÍA Y FONIATRÍA  
HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO "DR. EDUARDO LICEAGA" O.D.

HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO  
"Dr. Eduardo Liceaga"



DIRECCION DE EDUCACION Y  
Y CAPACITACION EN SALUD

## AUTORÍA



---

**Dra. Teresa Pérez Castillo**

Autor de tesis

Médico residente de Audiología, Otoneurología y Foniatría

Hospital General de México "Dr. Eduardo Liceaga"



---

**Dra. Laura Reyes Contreras**

Asesor clínico

Médico adscrito del servicio de Audiología y Foniatría

Hospital General de México "Dr. Eduardo Liceaga"



---

**Dr. Cuauhtémoc Campos García Rojas**

Asesor metodológico

MVZ adscrito al servicio de Cirugía Experimental

Hospital General de México "Dr. Eduardo Liceaga"



---

**Dra. Annel Gómez Coello**

Asesor metodológico

Médico adscrito del servicio de Audiología y Foniatría

Hospital General de México "Dr. Eduardo Liceaga"

**Clave de registro del Comité de Investigación y Bioética del Hospital General de México "Dr. Eduardo Liceaga": DI/17/104/03/007**

## DEDICATORIA

A mi pequeña Sury.  
Por ser mi mayor inspiración  
y la razón de mi existencia.



## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la vida e iluminar siempre mi camino.

A Sury, por ser mi motor de vida y la creadora de mi felicidad, gracias por toda la paciencia y apoyo que me has otorgado, por acompañarme siempre en todo.

A mi madre Antonia Castillo, por ser un ejemplo de fortaleza, por ese gran apoyo incondicional que me ha brindado desde el inicio de mi existencia.

A la Dra. Annel Gómez, por todas sus enseñanzas, paciencia, confianza y apoyo. Gracias por creer en mí e impulsarme siempre a ser mejor.

Al Dr. Guillermo Velázquez, por ser mi mentor y un gran ejemplo a seguir desde los inicios de esta aventura, llamada medicina.

A la Dra. Laura Reyes, por su gran apoyo y por ser mi tutor de tesis.

Al Dr. Cuauhtémoc García Campos y al Dr. Adolfo Pérez, por toda la paciencia y apoyo para la realización de este proyecto.

Dra. Ileri Espinoza Mora, gracias por el inicio de esta investigación, por su valiosa amistad y enseñanzas.

A la Dra. Isadora Ruiz y al equipo de Representaciones del Rello, por todas las facilidades otorgadas.

A todos mis maestros, compañeros y a los que de alguna manera contribuyeron en mi formación académica.

# ÍNDICE

	<b>Página</b>
1. Introducción.....	1
1.1 Sistema auditivo.....	1
1.2 Hipoacusia.....	4
1.3 Adulto mayor.....	6
2. Marco teórico.....	7
2.1 Hipoacusia en el adulto mayor.....	7
2.2 Prevalencia de la hipoacusia en el adulto mayor.....	9
2.3 Fisiopatología de la hipoacusia en el adulto mayor.....	11
2.4 Zonas o regiones cocleares muertas.....	11
2.4 .1 Curvas de afinación psicofísica.....	12
2.4 .2 Prueba TEN .....	13
2.5 Amplificación auditiva en zonas cocleares muertas.....	15
3. Antecedentes.....	17
4. Planteamiento del problema.....	21
5. Justificación.....	22
6. Pregunta de investigación .....	23
7. Hipótesis.....	24
8. Objetivos.....	25
8.1 Generales.....	25
8.2 Específicos.....	25
9. Materiales y métodos.....	26
9.1 Diseño de estudio.....	26
9.2 Población y muestra.....	26
9.3 Criterios.....	27
9.3 .1.Criterios de inclusión.....	27
9.3 .2.Criterios de exclusión.....	27
9.3 .3.Criterios de eliminación.....	27
9.4 Variables.....	28
9.4 .1.Dependientes.....	28
9.4 .2.Independientes.....	28
9.5 Descripción del procedimiento.....	30
9.5 .1.Recursos disponibles.....	33
10. Consideraciones éticas y de bioseguridad.....	34
11. Relevancia y perspectivas.....	35
12. Análisis estadístico.....	36
13. Resultados.....	37
14. Discusión.....	63
15. Conclusión.....	66
16. Referencias bibliográficas.....	67
17. Anexos.....	71

## LISTA DE CUADROS Y TABLAS

<b>Número</b>	<b>Título de la tabla</b>	<b>Página</b>
<b>Tabla 1.</b>	Niveles de hipoacusia neurosensorial en dBHL.	5
<b>Tabla 2.</b>	Antecedentes de la Prueba TEN.	17
<b>Tabla 3.</b>	Antecedentes de la adaptación protésica en zonas cocleares muertas.	19
<b>Tabla 4.</b>	Antecedentes del método de adaptación en zonas cocleares muertas.	19
<b>Tabla 5.</b>	Pacientes con presbiacusia de la consulta externa del servicio de Audiología y Foniatría de Hospital General de México “Dr. Eduardo Liceaga”, en el periodo enero-diciembre 2015.	26
<b>Tabla 6.</b>	Operacionalización de variables.	29
<b>Tabla 7.</b>	Edad	37
<b>Tabla 8.</b>	Género	38
<b>Tabla 9.</b>	Portadores de Diabetes Mellitus 2	38
<b>Tabla 10.</b>	Portadores de Hipertensión Arterial Sistémica	39
<b>Tabla 11.</b>	Grado de hipoacusia en oído derecho	39
<b>Tabla 12.</b>	Prueba TEN 2, 3,4,6,8 kHz en oído derecho	40
<b>Tabla 13.</b>	Pendiente en agudos en oído derecho	42
<b>Tabla 14.</b>	Grado de hipoacusia en oído izquierdo	42
<b>Tabla 15.</b>	Prueba TEN 2, 3, 4, 6, 8 kHz en oído izquierdo	43
<b>Tabla 16.</b>	Pendiente en agudos en oído izquierdo	45
<b>Tabla 17.</b>	Prueba TEN 2, 3, 4, 6, 8 kHz // Diabetes Mellitus 2 en oído derecho	45
<b>Tabla 18.</b>	Prueba TEN 2,3,4,6,8 kHz // Diabetes Mellitus 2 en oído izquierdo	47
<b>Tabla 19.</b>	Prueba TEN 2,3,4,6,8 kHz // Hipertensión Arterial en oído derecho	49
<b>Tabla 20.</b>	Prueba TEN 2,3,4,6 y 8 kHz // Hipertensión Arterial en oído izquierdo	51
<b>Tabla 21.</b>	Prueba TEN 2,3,4,6 y 8 kHz // Grado de hipoacusia en oído derecho	53
<b>Tabla 22.</b>	Prueba TEN 2,3,4,6 y 8 kHz // Grado de hipoacusia en oído izquierdo	55
<b>Tabla 23.</b>	Prueba TEN 2, 3, 4,6 y 8 kHz en oído derecho // género.	57
<b>Tabla 24.</b>	Prueba TEN 2, 3, 4,6 y 8 kHz en oído izquierdo // género.	59
<b>Tabla 25.</b>	Matriz de correlaciones en oído derecho	61
<b>Tabla 26.</b>	Matriz de correlaciones en oído izquierdo	62

## LISTA DE FIGURAS

<b>Número</b>	<b>Título de la figura</b>	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b>	Estructura del oído externo, medio e interno.	1
<b>Figura 2.</b>	Corte transversal de la cóclea.	2
<b>Figura 3.</b>	Corte transversal del órgano de Corti.	3
<b>Figura 4.</b>	Edades del adulto mayor	6
<b>Figura 5.</b>	Composición de la población.	6
<b>Figura 6.</b>	Factores que contribuyen a la presbiacusia.	7
<b>Figura 7.</b>	Cambios en pendiente audiometría, de acuerdo a la edad del paciente.	10
<b>Figura 8.</b>	Espectro de la RTE para un nivel / ERB de 70 dB.	13
<b>Diagrama de flujo 1.</b>	Procedimiento	32

## LISTA DE GRÁFICAS

<b>Número</b>	<b>Título de la gráfica</b>	<b>Página</b>
<b>Gráfica.1</b>	Edad	37
<b>Gráfica.2</b>	Género	38
<b>Gráfica.3</b>	Portadores de Diabetes Mellitus 2	38
<b>Gráfica.4</b>	Portadores de Hipertensión Arterial Sistémica	39
<b>Gráfica.5</b>	Grado de hipoacusia en oído derecho	39
<b>Gráfica.6</b>	Prueba TEN 2kHz en oído derecho	40
<b>Gráfica.7</b>	Prueba TEN 3kHz en oído derecho	40
<b>Gráfica.8</b>	Prueba TEN 4kHz en oído derecho	41
<b>Gráfica.9</b>	Prueba TEN 6kHz en oído derecho	41
<b>Gráfica.10</b>	Prueba TEN 8kHz en oído derecho	41
<b>Gráfica.11</b>	Pendiente en agudos en oído derecho	42
<b>Gráfica.12</b>	Grado de hipoacusia en oído izquierdo	42
<b>Gráfica.13</b>	Prueba TEN 2kHz en oído izquierdo	43
<b>Gráfica.14</b>	Prueba TEN 3kHz en oído izquierdo	43
<b>Gráfica.15</b>	Prueba TEN 4kHz en oído izquierdo	44
<b>Gráfica.16</b>	Prueba TEN 6kHz en oído izquierdo	44
<b>Gráfica.17</b>	Prueba TEN 8kHz en oído izquierdo	44
<b>Gráfica.18</b>	Pendiente en agudos en oído izquierdo	45
<b>Gráfica.19</b>	Prueba TEN 2 kHz // Diabetes Mellitus 2 en oído derecho	46
<b>Gráfica.20</b>	Prueba TEN 3 kHz // Diabetes Mellitus 2 en oído derecho	46
<b>Gráfica.21</b>	Prueba TEN 4 kHz // Diabetes Mellitus 2 en oído derecho	46
<b>Gráfica.22</b>	Prueba TEN 6 kHz // Diabetes Mellitus 2 en oído derecho	46
<b>Gráfica.23</b>	Prueba TEN 8 kHz // Diabetes Mellitus 2 en oído derecho	47
<b>Gráfica.24</b>	Prueba TEN 2 kHz // Diabetes Mellitus 2 en oído izquierdo	48
<b>Gráfica.25</b>	Prueba TEN 3 kHz // Diabetes Mellitus 2 en oído izquierdo	48
<b>Gráfica.26</b>	Prueba TEN 4 kHz // Diabetes Mellitus 2 en oído izquierdo	48
<b>Gráfica.27</b>	Prueba TEN 6 kHz // Diabetes Mellitus 2 en oído izquierdo	48
<b>Gráfica.28</b>	Prueba TEN 8 kHz // Diabetes Mellitus 2 en oído izquierdo	49
<b>Gráfica.29</b>	Prueba TEN 2 kHz // Hipertensión Arterial en oído derecho	50
<b>Gráfica.30</b>	Prueba TEN 3 kHz // Hipertensión Arterial en oído derecho	50
<b>Gráfica.31</b>	Prueba TEN 4 kHz // Hipertensión Arterial en oído derecho	50
<b>Gráfica.32</b>	Prueba TEN 6 kHz // Hipertensión Arterial en oído derecho	50
<b>Gráfica.33</b>	Prueba TEN 8 kHz // Hipertensión Arterial en oído derecho	51
<b>Gráfica.34</b>	Prueba TEN 2 kHz // Hipertensión Arterial en oído izquierdo	52
<b>Gráfica.35</b>	Prueba TEN 3 kHz // Hipertensión Arterial en oído izquierdo	52
<b>Gráfica.36</b>	Prueba TEN 4 kHz // Hipertensión Arterial en oído izquierdo	52
<b>Gráfica.37</b>	Prueba TEN 6 kHz // Hipertensión Arterial en oído izquierdo	52
<b>Gráfica.38</b>	Prueba TEN 8 kHz // Hipertensión Arterial en oído izquierdo	53
<b>Gráfica.39</b>	Prueba TEN 2 kHz // Grado de hipoacusia en oído derecho	54
<b>Gráfica.40</b>	Prueba TEN 3 kHz // Grado de hipoacusia en oído derecho	54
<b>Gráfica.41</b>	Prueba TEN 4 kHz // Grado de hipoacusia en oído derecho	54
<b>Gráfica.42</b>	Prueba TEN 6 kHz // Grado de hipoacusia en oído derecho	54

<b>Gráfica.43</b>	Prueba TEN 8 kHz // Grado de hipoacusia en oído derecho	55
<b>Gráfica.44</b>	Prueba TEN 2 kHz // Grado de hipoacusia en oído izquierdo	56
<b>Gráfica.45</b>	Prueba TEN 3 kHz // Grado de hipoacusia en oído izquierdo	56
<b>Gráfica.46</b>	Prueba TEN 4 kHz // Grado de hipoacusia en oído izquierdo	56
<b>Gráfica.47</b>	Prueba TEN 6 kHz // Grado de hipoacusia en oído izquierdo	56
<b>Gráfica.48</b>	Prueba TEN 8 kHz // Grado de hipoacusia en oído izquierdo	57
<b>Gráfica.49</b>	Prueba TEN 2 kHz en oído derecho // Género	58
<b>Gráfica.50</b>	Prueba TEN 3 kHz en oído derecho // Género	58
<b>Gráfica.51</b>	Prueba TEN 4 kHz en oído derecho // Género	58
<b>Gráfica.52</b>	Prueba TEN 6 kHz en oído derecho // Género	58
<b>Gráfica.53</b>	Prueba TEN 8 kHz en oído derecho // Género	59
<b>Gráfica.54</b>	Prueba TEN 2 kHz en oído izquierdo // Género	60
<b>Gráfica.55</b>	Prueba TEN 3 kHz en oído izquierdo // Género	60
<b>Gráfica.56</b>	Prueba TEN 4 kHz en oído izquierdo // Género	60
<b>Gráfica.57</b>	Prueba TEN 6 kHz en oído izquierdo // Género	60
<b>Gráfica.58</b>	Prueba TEN 8 kHz en oído izquierdo // Género	61

## ABREVIATURAS

<b>TEN o RTE</b>	Threshold Equalizing Noise
<b>CCE</b>	Células Ciliadas Externas
<b>CCI</b>	Células Ciliadas Internas
<b>dB</b>	Decibelios
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>INEGI</b>	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
<b>ASHA</b>	Asociación Americana de Habla, Lenguaje y Audición
<b>Hz</b>	Hertz
<b>mtDNA</b>	Ácido desoxirribonucleico mitocondrial
<b>Ahl</b>	Age-related Hearing Loss
<b>Cols</b>	Colaboradores
<b>PTCs</b>	Curvas de Afinación Psicofísica
<b>SL</b>	Sensation level
<b>HL</b>	Hearing level
<b>ERB</b>	Ancho de Banda Rectangular Equivalente
<b>kHz</b>	Kilohertz
<b>PTA</b>	Promedio de tonos audibles
<b>DSL</b>	Nivel de Sensación Deseada o Desired Sensation Level
<b>NAL</b>	National Acoustic Laboratories en Australia
<b>SPL</b>	Sound Pressure Level
<b>RM</b>	Regiones Muertas

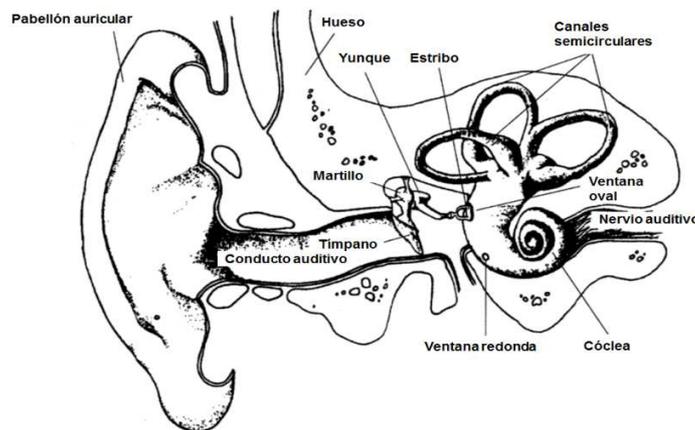
# PRUEBA TEN (THRESHOLD EQUALIZING NOISE), PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS COCLEARES MUERTAS EN ADULTOS MAYORES

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 SISTEMA AUDITIVO.

El sistema auditivo es uno de los principales receptores del ser humano, consta de tres partes que llevan a cabo una función compleja para permitir el proceso de la comunicación. Las cuales se presentan a continuación: <sup>1</sup>

1) **Oído externo:** incluye el pabellón auricular y el conducto o meato auditivo externo. Su función es la de orientar las ondas acústicas hacia el conducto auditivo externo y permite dirigir la señales beneficiándose así de la binauralidad. El sonido viaja por el meato y hace vibrar al tímpano o membrana timpánica, que forma el límite externo del oído medio. (Figura 1)

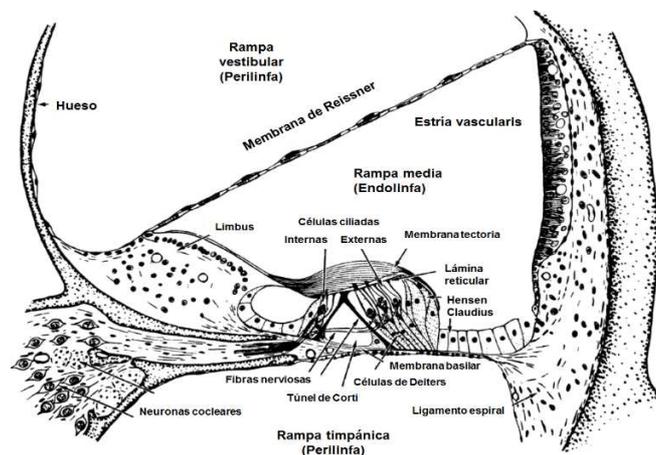


**Figura 1. Estructura del oído externo, medio e interno.**

Fuente: Moore. B. Cochlear Hearing Loss: Physiological, psychological and technical issues. Editorial Wiley & Sons. 2da edición. USA 2007.

2) **Oído medio:** En su interior se encuentra la cadena de huesecillos (martillo, yunque y estapedio o estribo). La principal función del oído medio es asegurar la transferencia eficiente de la energía sonora del aire a los fluidos de la cóclea y mejora la transmisión de sonido y reduce la cantidad de sonido reflejado. Dentro del oído medio se localiza la trompa de Eustaquio, estructura que comunica con la cavidad faríngea y permite la ventilación, intercambio de gases y drenaje de secreciones desde el oído medio. (Figura 1)

3) **Oído interno,** en esta estructura se encuentra el órgano receptor denominado laberinto, este se divide en dos partes: laberinto anterior o cóclea y el laberinto posterior, compuesto por los conductos semicirculares, sáculo y utrículo.<sup>1</sup>



**Figura 2. Corte transversal de la cóclea.**

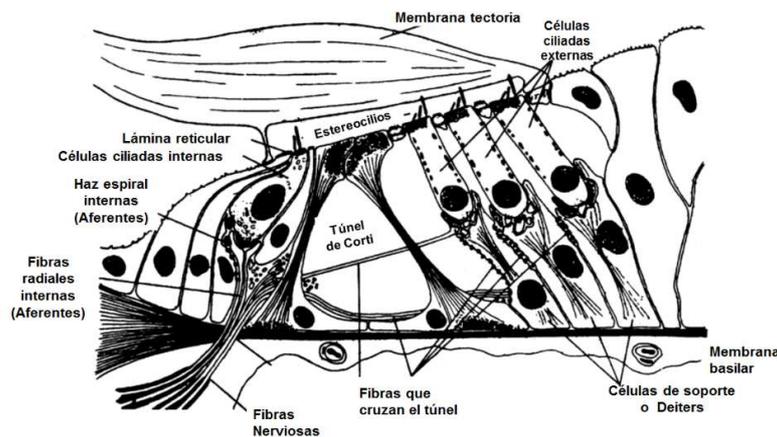
Fuente: Moore. B. Cochlear Hearing Loss: Physiological, psychological and technical issues. Editorial Wiley & Sons. 2da edición. USA 2007. <sup>1</sup>

La cóclea, tiene la forma de la concha espiral de un caracol. Internamente se divide en rampa timpánica, vestibular y coclear (Figura 2), formando cavidades que contienen líquido endolinfático, encargado de la transmisión de las ondas sonoras. A lo largo, es atravesada por la membrana de Reissner y la membrana basilar. En el lado de la cóclea más cercano a la pared externa, existe una estructura llamada estría vascularis, que desempeña un papel importante en el metabolismo de la cóclea y en la creación de los potenciales eléctricos; esencial para el funcionamiento

normal del oído interno. Una tercera membrana, es la membrana tectoria, que se encuentra por encima de la membrana basilar y también se extiende a lo largo de la cóclea. Entre la membrana basilar y la membrana tectoria, están las células pilosas o ciliadas, que forman parte de una estructura llamada Órgano de Corti (Figura 3). Se les llama células ciliadas porque parecen tener terminaciones ciliadas, llamados estereocilios, en sus ápices.<sup>1</sup>

Las células ciliadas se dividen en dos grupos por un arco conocido como el túnel de Corti. Las que están en el lado del arco más cercano al exterior de la forma espiral se conocen como células ciliadas externas (CCE) y se disponen en tres filas en los gatos y hasta cinco filas en seres humanos. Las células ciliadas en el otro lado del arco forman una sola fila, y se conocen como células ciliadas internas (CCI).<sup>1</sup>

Los estereocilios en cada CCE forman un patrón en forma de V o W, y son dispuestos en filas (generalmente alrededor de tres); en las CCI también se arreglan en filas clasificadas en altura, pero la disposición es más como una línea recta. En los seres humanos, hay alrededor de 12.000 CCE (por oído), cada uno con alrededor de 140 estereocilios sobresaliendo de él, mientras que hay alrededor de 3.500 CCI, cada uno con unos 40 estereocilios. Cada CCI es contactada por aproximadamente 20 neuronas.<sup>1</sup>



**Figura 3. Corte transversal del Órgano de Corti.**

Fuente: Moore. B. Cochlear Hearing Loss: Physiological, psychological and technical issues. Editorial Wiley & Sons. 2da edición. USA 2007.



Las células ciliadas externas proporcionan una frecuencia dependiente de la influencia de sensibilidad de las células ciliadas internas. Por cada entrada de frecuencia de sonido, un grupo de aproximadamente 300 células ciliadas externas amplifican la vibración de la membrana basilar. Este proceso se denomina amplificación coclear.<sup>2</sup>

El producto final del proceso de transducción se transmite al tallo cerebral, como un patrón de descarga de las fibras del nervio auditivo. La actividad en las 30,000 fibras auditivas aferentes se examina, por lo regular, en una de las dos vías. Los patrones de inervación de los dos tipos de células ciliadas son diferentes, y la mayor parte de la información transmitida al cerebro se origina a partir de las células ciliadas internas, y no de las externas.<sup>3, 4</sup>

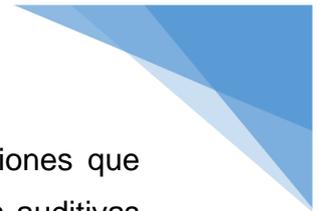
## **1.2 HIPOACUSIA**

La hipoacusia se define como la pérdida de la capacidad auditiva, produciéndose una dificultad o imposibilidad para oír normalmente. Puede ser unilateral afectando a un solo oído o bilateral si afecta a los dos.<sup>5</sup>

El grado y el patrón de pérdida de la audición a través de las frecuencias (tonos) e intensidades son ilustradas en un gráfico llamado audiograma. El grado de pérdida auditiva se refiere a la gravedad de la pérdida. Los números son representativos de gama de la pérdida auditiva en decibelios (dB).<sup>5</sup>

Las alteraciones de la función auditiva se pueden clasificar según el sitio anatómico de la lesión en tres grupos: <sup>6</sup>

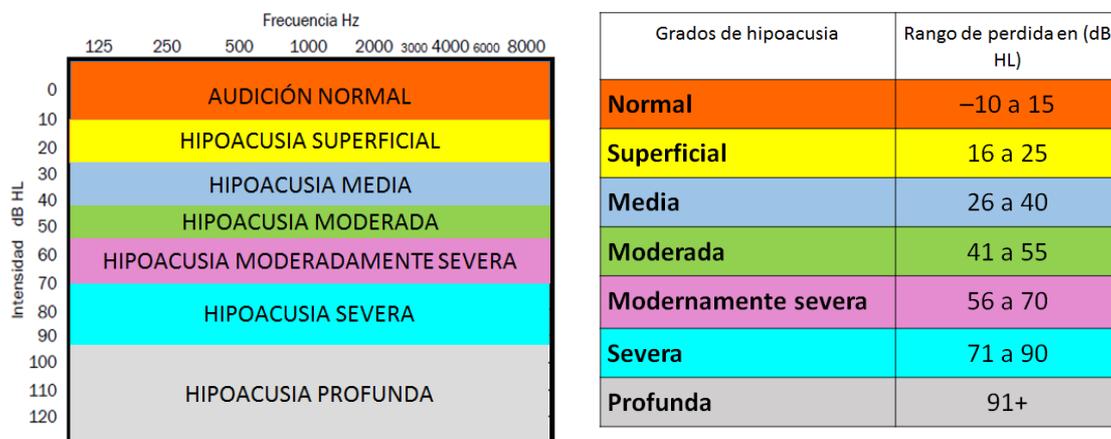
1) Hipoacusia conductiva: Se produce cuando existe una interrupción de cualquier naturaleza en la transmisión del sonido entre el pabellón y el oído interno. Este defecto no suele rebasar los 70 dB.<sup>6</sup>



2) Hipoacusia perceptiva o neurosensorial: Es ocasionada por alteraciones que implican al oído interno y/o la vía auditiva, en estos casos las pérdidas auditivas suelen ser más severas y pueden llegar a la sordera total. Si la lesión asienta en el órgano de Corti, puede ser una hipoacusia neurosensorial de tipo coclear. Si la disfunción proviene del nervio auditivo, puede ser una hipoacusia neurosensorial retro coclear, y se produce una alteración en la percepción de la sensación sonora en el sistema nervioso central.<sup>6</sup>

Entre las causas de hipoacusia de percepción o neurosensorial, está el envejecimiento del órgano de la audición en el cual se produce una pérdida fisiológica auditiva conocida como presbiacusia.<sup>6</sup>

Debemos tener en cuenta los distintos niveles de hipoacusia, según la Asociación Americana de Habla, Lenguaje y Audición (ASHA), estos están dados por las pérdidas auditivas medibles en decibeles (dB), obtenidas por exámenes audiométricos y se clasifican de la siguiente manera (Tabla 1).<sup>5</sup>



**Tabla 1. Niveles de hipoacusia neurosensorial en dBHL**

Fuente: Asociación Americana de Habla, Lenguaje y Audición 1981.

3) Hipoacusia mixta: Es aquella donde existen alteraciones de los factores conductivos y perceptivos de sonido.<sup>6</sup>

### 1.3 ADULTO MAYOR.

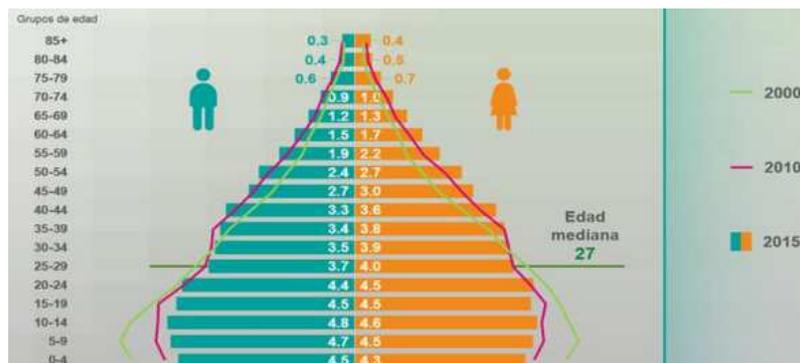
Según los criterios de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se define como adulto mayor a toda persona mayor de 60 años, subdivididos en las siguientes categorías: <sup>7</sup>



**Figura 4. Edades del adulto mayor**

Fuente: Organización Mundial de la Salud

En México, según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en su Encuesta Intercensal del 2015, la pirámide poblacional sigue la tendencia de reducir su base, mientras que continúa el crecimiento tanto en el centro como en la parte alta (Figura 4); lo que significa que la proporción de niñas, niños y adolescentes ha disminuido y se ha incrementado la de adultos y adultos mayores; estos últimos pasaron de 6.2% en 2010 a 7.2% en 2015. <sup>8</sup>



**Figura 5. Composición de la población**

Fuente: INEGI 2015.



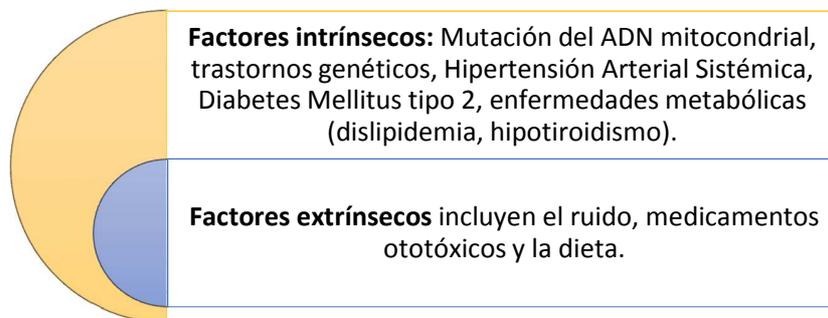
## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 HIPOACUSIA EN EL ADULTO MAYOR.

La palabra hipoacusia en el adulto mayor, también llamada presbiacusia se deriva del griego *presbys* (viejo) y *akousis* (audición) o *akouein* (oír).<sup>9</sup> Se define como la disminución progresiva de la capacidad auditiva durante el envejecimiento y se caracteriza por ser una hipoacusia neurosensorial simétrica, bilateral y de alta frecuencia, es decir, arriba de los 1000 Hertz (Hz). Progresa con más rapidez a partir de los 60 años de edad.<sup>10, 11,12</sup>

Es un fenómeno complejo que se caracteriza por cambios del umbral en la audiometría, así como el deterioro en el habla y comprensión del habla y dificultades de percepción en ambientes ruidosos.<sup>13</sup>

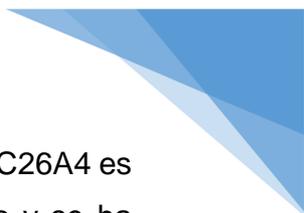
Los factores que contribuyen a la presbiacusia incluyen:



**Figura 6. Factores que contribuyen a la presbiacusia** <sup>14, 15,16</sup>

Sin embargo, la presbiacusia no puede estar relacionada con los factores intrínsecos y extrínsecos por separado.<sup>14, 15</sup>

Se ha observado que microscópicamente, existen cambios en la membrana de Reissner y atrofia o ruptura del tejido coclear, resultado del proceso del envejecimiento.<sup>16</sup>



Actualmente se ha predicho que la metilación de CpG3 en el promotor SLC26A4 es un factor de riesgo para presentar presbiacusia en el género masculino y se ha propuesto como un marcador potencial para el diagnóstico de la presbiacusia.<sup>17, 18</sup>

Así mismo, las mitocondrias se consideran uno de los principales factores en la progresión de la presbiacusia; ya que son responsables de las funciones celulares vitales, incluyendo la producción de energía, apoptosis, señalización celular y almacenamiento de calcio. Las variantes en la región de control del Ácido desoxirribonucleico mitocondrial (mtDNA) están asociadas con diferentes trastornos. Una relación fuerte entre la variación de la región codificante del mtDNA y la presbiacusia ha sido reportada en la literatura, sin embargo, se sabe poco sobre la relación entre la variación en la región de control del mtADN y la progresión de la presbiacusia.<sup>19, 20, 21,22</sup>

Se ha relacionado la presbiacusia con la mutación del gen Ahl (Age-related Hearing Loss), el cual tiene locus en el cromosoma 10. Este gen codifica la cadherina-23, proteína asociada con el desarrollo de pérdida auditiva de altas frecuencias a los 6 meses de edad, así como pérdida auditiva de bajas frecuencias a los 12 meses e hipoacusia profunda a los 15 meses, esto realizado en estudios con ratones.<sup>23, 24, 25</sup>

La presbiacusia se clasifica en seis categorías, basada en los resultados de las pruebas audiométricas y de patología del hueso temporal, establecidas por Schuknecht en 1993 como:<sup>16</sup>

- **Presbiacusia sensorial:** Proviene de la degeneración del órgano de Corti, lo que provoca pérdida auditiva simétrica en el rango de altas frecuencia. Causada principalmente por el daño a las células ciliadas externas en 10 mm en el giro basal de la cóclea.<sup>26, 27,28</sup> Su incidencia representó el 5% de los casos de presbiacusia total.<sup>29</sup>

- 
- **Presbiacusia neural:** Muestra un trazo de perfil descendente del umbral de tonos puros hacia las altas frecuencias y una disminución severa en la discriminación del habla en comparación con el umbral de tonos puros.<sup>30, 31</sup>
  - **Presbiacusia estrial o metabólica:** Es causada por la pérdida de un 30% o más del tejido en la estría vascularis, lo cual da lugar a una disminución del umbral auditivo. La pérdida de tejido estrial provoca trastorno de reciclaje de potasio, resultando en una disminución del potencial endolinfático aunado a una degeneración severa del ligamento espiral.<sup>32</sup> El autor Mills, documentó, el tipo metabólico como la principal causa de la presbiacusia.<sup>33</sup>
  - **Presbiacusia coclear conductiva:** Es resultado de la rigidez en el área basal de la cóclea. Se manifiesta por una pérdida auditiva en frecuencias bajas, con una discriminación de reconocimiento del habla intacta.<sup>34</sup>
  - **Presbiacusia mixta:** Se caracteriza por un audiograma de trazo plano, con pérdida un aumento abrupto del umbral en las altas frecuencias.<sup>35</sup>
  - **Presbiacusia indeterminada:** Su incidencia es del 25% del total de casos. Resulta del daño microestructural en los enlaces de punta de los estereocilios y canales de transducción mecano eléctrica, además de la contribución del deterioro del procesamiento central auditivo.<sup>36,37</sup>

## 2.2 PREVALENCIA DE LA HIPOACUSIA EN EL ADULTO MAYOR.

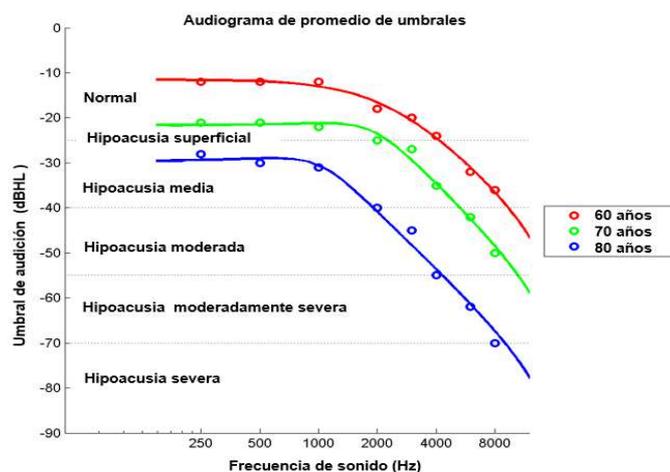
La presbiacusia tiene un gran impacto en la calidad de vida de los pacientes, perjudica las habilidades de comunicación y la actividad diaria independiente, afectando no solo las actividades físicas, cognitivas y emocionales de los pacientes, sino también su funcionamiento psicosocial. Como resultado, la calidad de vida del paciente se deteriora, siendo agravado por diversos síntomas como la depresión,

aislamiento social y baja autoestima, aumentando su dependencia, el aislamiento y frustración.<sup>38, 39, 40</sup>

En 2013, la Organización Mundial de la Salud (OMS) manifestó que más de 360 millones de personas padecen hipoacusia incapacitante. Más de 2.2 millones de adultos mayores de 70 años padecen de discapacidad auditiva en los Estados Unidos, ocupando el 3er lugar de las enfermedades crónico degenerativas.<sup>41</sup>

En 2015, el INEGI en su Encuesta Intercensal, reportó que el 16.5% del total de la población tiene discapacidad auditiva y de estos, un 23.1 % es por edad avanzada. El total de población sorda es de 498mil 640 siendo 273,216 hombres y 225,424 mujeres. La estructura por edad de las personas con discapacidad auditiva muestra que a medida que se incrementa la edad, también aumenta la proporción de personas con esta característica, siendo el rango de edad de 60 años y más.<sup>42</sup>

En términos generales, 30% de las personas mayores de 60 años padece hipoacusia no significativa, el 90% de los adultos mayores de 80 años padecen de hipoacusia y de estos pacientes solo un 14 % utiliza auxiliar auditivo. La audición se deteriora de forma gradual y continúa en la mayoría de las personas, se calcula que de cinco a seis decibeles por cada década de vida (Figura 5).<sup>42</sup>



**Figura 7. Cambios en pendiente audiometría, de acuerdo a la edad.**

Fuente Auditory neuroscience. [https://auditoryneuroscience.com/acoustics/clinical\\_audiograms](https://auditoryneuroscience.com/acoustics/clinical_audiograms). Consultado el 15 de julio de 2017



## **2.3 FISIOPATOLOGÍA DE LA HIPOACUSIA EN EL ADULTO MAYOR.**

La hipoacusia neurosensorial, se asocia a menudo con el daño a las células ciliadas en la cóclea. Este daño puede dar lugar a la pérdida de la audición en dos formas principales. En primer lugar, el daño a las células ciliadas externas perjudica el mecanismo activo en la cóclea, dando como resultado que la membrana basilar responda menos de lo normal a sonidos de bajas intensidades. Por lo tanto, el nivel de sonido de entrada debe ser incrementado para dar una cantidad apenas detectable de la vibración en la membrana basilar.<sup>43</sup>

En segundo lugar, el daño a las células ciliadas internas, puede resultar en la reducción de la eficiencia de la transducción, por lo que es necesaria una mayor cantidad de vibración de la membrana basilar, para alcanzar el umbral absoluto.<sup>43</sup>

Así mismo, existen ciertas regiones en la cóclea, que pueden ser completamente no funcionales o las neuronas que inervan estas zonas pueden estar degeneradas. Nos referimos a estas regiones como "zonas o regiones cocleares muertas".<sup>43</sup>

## **2.4 ZONAS O REGIONES COCLEARES MUERTAS**

En 2004, Moore y colaboradores (cols), definieron una zona coclear muerta como "una región en la cóclea en donde las células ciliadas internas están funcionando tan mal que un tono que produce un pico de vibración en una región, es detectado fuera de su lugar de escucha habitual (es decir, se detecta el tono a través de la propagación de la excitación, en un lugar donde la cantidad de la vibración de la membrana basilar es menor, pero las células ciliadas internas y las neuronas están funcionando de manera más efectiva). La vibración de la membrana basilar, en una región muerta no da lugar a la actividad neural."<sup>44</sup>

Algunos datos en el audiograma, que sugieren la presencia de una zona coclear muerta son:

- 
- La pérdida auditiva en las frecuencias altas está por encima de 90 dBHL y en las frecuencias bajas mayor de 75-80dB.
  - La pendiente del audiograma es superior a 50 dB.
  - Se observa un pobre reconocimiento de la voz con/sin ruido de fondo. <sup>44</sup>

La comparación de los audiogramas individuales y los resultados de la prueba TEN en los diferentes estudios sugieren que:

- Las regiones muertas a altas frecuencias son a menudo asociadas con las pérdidas auditivas de perfil descendente.
- Una región muerta de alta frecuencia puede estar presente incluso en una frecuencia donde el umbral absoluto indica únicamente pérdida de la audición de leve a moderada.
- Hipoacusias superiores a 70 dB a altas frecuencias se asocian a menudo con una región muerta. <sup>44</sup>

Los métodos más fiables para la detección de regiones muertas y la definición de sus límites se basan en métodos de enmascaramiento, tales como las curvas de afinación psicofísica y la prueba TEN, que se describen a continuación.<sup>44</sup>

#### **2.4.1. CURVAS DE AFINACIÓN PSICOFÍSICA (PTCs)**

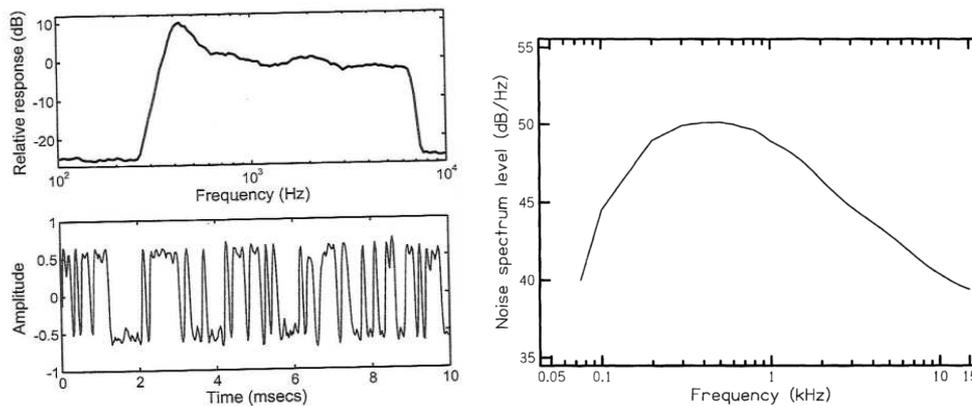
Para medir una PTC, la señal se fija en frecuencia y en nivel, usualmente a nivel justo por encima del umbral absoluto, por ejemplo, 10 decibeles sensation level (dB SL). El ruido enmascarador puede ser sinusoidal o de banda estrecha. Para cada una de las frecuencias, se determina el nivel del enmascaramiento necesario para enmascarar la señal. Cuando no hay una región muerta, la punta de la PTC (es decir, la frecuencia con la que el nivel de mascarilla es más bajo) siempre se encuentra próxima a la frecuencia de la señal. <sup>44,45</sup>

La señal se detecta debido a la propagación de la vibración de la membrana basilar a las frecuencias características adyacentes donde hay células ciliadas y neuronas

supervivientes. El enmascaramiento es más eficaz cuando su frecuencia cae en el límite de la región muerta.<sup>44, 45</sup>

#### 2.4.2 PRUEBA TEN (Threshold-Equalizing Noise- Umbral en ruido ecualizado).

La prueba se basa en la detección de sinusoides en presencia de un ruido de banda ancha, diseñado para producir umbrales enmascarados iguales (en dB HL o SPL) en una amplia gama de frecuencias, para los normo yentes y para las personas con pérdida auditiva pero sin regiones muertas. Este ruido se denomina "Ruido Ecualizador o Igualador de Umbral o Threshold Equalizing Noise (RTE o TEN)". (Figura 6)<sup>45</sup>



**Figura 8. Espectro de la RTE para un nivel / ERB de 70 dB**

El TEN fue espectralmente formado para ser constante en el rango de frecuencia de 125 a 15000 Hz. Las frecuencias de prueba son 250, 500, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 8000 y 10000 Hz.<sup>45</sup>

El nivel nominal del ruido se especifica como el nivel en uno-ERB (Ancho de Banda Rectangular Equivalente) de ancho de banda centrada a 1 Kilohertz (kHz). El nivel de señal en el umbral será aproximadamente igual al nivel / ERB de la RTE. El valor de ERBN a 1 kHz es 0,132 kHz, por lo que el nivel de ruido se especifica de manera efectiva como el nivel en una banda de 0.132 kHz en todo centrada a 1 kHz. El



umbral de enmascaramiento "normal" de un tono puro en el TEN es aproximadamente igual al nivel de ruido nominal.<sup>46</sup>

Una señal con una frecuencia que cae en una región muerta, será detectada por las células ciliadas internas que están fuera de la región muerta y estas tendrán frecuencias características diferentes de la frecuencia de la señal inicial.<sup>46, 47</sup>

Por lo tanto, un ruido de banda ancha va enmascarar el tono mucho más efectivamente de lo que normalmente sería, ya que el ruido sólo tiene que enmascarar la respuesta reducida en el lugar remoto. Entonces, si el umbral para la detección de un tono en el TEN es marcadamente superior a la normal, esto indica una región muerta o la presencia de neuronas supervivientes con rangos de frecuencias características del tono, es decir, una zona coclear muerta.<sup>46, 47</sup>

En el rango de frecuencias en el que la RTE produce el enmascaramiento, los umbrales enmascarados son sólo ligeramente superiores a lo normal, siendo alrededor de 71 a 75 dB para el nivel de RTE de 70 dB / ERB. Para frecuencias de 3000 Hz o superiores, incluso los 70 dB / ERB TEN no son suficientemente intensos para producir el enmascaramiento, por lo que los umbrales enmascarados se aproximan a los umbrales absolutos.<sup>46, 47</sup>

Moore, propuso que una región muerta está presente en la frecuencia de la señal si el umbral en el TEN es 10 dB o más por encima el nivel nominal de ruido ecualizador del umbral y el TEN produce al menos 10 dB de enmascaramiento.<sup>46, 47</sup>

Las zonas cocleares muertas pueden estar asociadas con una amplia variedad de tipos de audiograma, incluyendo pérdidas planas y pérdidas de frecuencia media, siendo las pérdidas auditivas mayores de 80 dB en frecuencias altas, las que parecen estar casi siempre asociadas con regiones muertas.<sup>47</sup>



## 2.5 AMPLIFICACIÓN AUDITIVA EN ZONAS COCLEARES MUERTAS

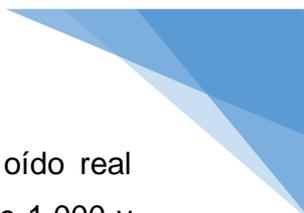
Las personas con hipoacusia severa a profunda difícilmente son capaces de percibir algunos sonidos consonánticos que presentan una elevada energía acústica en la zona de las altas frecuencias, por ejemplo; las consonantes fricativas o africadas como /s/, /f/, /t/ que suelen ser difíciles de percibir, y a menudo se confunden o se distorsionan.<sup>49, 50</sup>

Cuando una pérdida auditiva cuantitativamente no muy importante muestra una pronunciada pendiente en la zona de frecuencias altas, además de exceder los 55 dB o más; su amplificación con el uso audífonos presentara dificultades considerables y los pacientes no podrán beneficiarse adecuadamente de la amplificación.<sup>48</sup> Esto se ha atribuido a las limitaciones del audífono respecto al ancho de banda (< 4.000 Hz), a un umbral de compresión excesivamente elevado y con respecto al paciente a la existencia de regiones cocleares muerta.<sup>49, 50, 51</sup>

Algunos estudios de percepción de lenguaje, en pacientes con sospecha de presencia de zonas cocleares muertas han mostrado que la amplificación de las frecuencias más altas no proporciona ningún beneficio, y en ocasiones conduce a un peor rendimiento por enmascaramiento de las frecuencias más bajas.<sup>52</sup>

Anteriormente las adaptaciones audio protésicas de las pérdidas auditivas severas a profundas se realizaban empleando audífonos superpotentes, sin embargo Macrae advirtió del riesgo de dañar la audición residual mediante la sobre amplificación.<sup>53</sup>

La prescripción de la amplificación de los pacientes con una o dos zonas cocleares muertas entre 1.000 y 4.000 Hz debe asegurar que reciba una respuesta de banda ancha apropiada. Se sugiere limitar la ganancia de alta frecuencia por encima de 1,7 veces la frecuencia de inicio de la región muerta en la pérdida auditiva moderada o de mayor grado.<sup>54</sup>



Las clasificaciones de preferencias subjetivas durante la medición en oído real sugieren que los pacientes con una o dos zonas muertas que caen entre 1.000 y 4.000 Hz, tendrán un mejor desempeño con audífono de banda ancha, con el método de adaptación auditiva: DSL (Desired Sensation Level) , NAL-NL1 (National Acoustic Laboratories en Australia) , sobre una banda limitada, o de paso bajo. <sup>54</sup>

Se han observado beneficios en la inteligibilidad del habla, amplificando frecuencias de hasta 50-100% por encima de la frecuencia de borde estimada de la región muerta. La limitación de la gama de frecuencias de amplificación a no más de una octava por encima de un límite de baja frecuencia de una región muerta beneficia la inteligibilidad del habla y algunos aspectos de confort acústico y calidad de vida.<sup>55</sup>

Actualmente, los audífonos ofrecen un umbral de compresión bajo, lo cual asegura la percepción de sonidos muy suaves , así como la denominada transposición frecuencial lineal, donde la información acústica correspondiente a las altas frecuencias se desplaza a una región de baja frecuencia y facilita así su audibilidad. La transposición frecuencial proporciona un beneficio notable a los usuarios de audífonos con pérdida auditiva severa a profunda, ya que puede hacer audibles sonidos de alta frecuencia sin necesidad de recurrir a la sobre amplificación. El elemento más crítico para la eficacia de la transposición es la elección de la frecuencia de corte o de inicio de la transposición. Generalmente se suele escoger alrededor de la frecuencia 2.000 Hz. La evidencia clínica con adultos que han tenido acceso a esta prestación indica una mejora en la percepción de sonidos hasta ese momento inaudibles. <sup>56</sup>

### 3. ANTECEDENTES

En la actualidad solo algunos estudios han demostrado la prevalencia de zonas cocleares muertas en adultos mayores con hipoacusia, algunos de los cuales se presentan a continuación:

**Tabla 2. Antecedentes de la Prueba TEN**

<b>Autor</b>	<b>Año</b>	<b>Conclusión</b>
<b>Moore, Huss y Vickers.</b>	2000	Propusieron la prueba TEN para la identificación de regiones muertas. Concluyeron que existen criterios que sugieren que las regiones muertas son relativamente comunes en personas con pérdida auditiva neurosensorial de moderada a severa. <sup>57</sup>
<b>Van Summers y Molis.</b>	2003	Utilizaron la prueba TEN y las PTCs en la identificación de las regiones muertas en pérdida auditiva de alta frecuencia. Los resultados de la prueba TEN y PTCs coincidieron en la presencia o ausencia de regiones muertas en todas las frecuencias probadas. En los casos en que los resultados de las RTE y PTCs, los resultados de la prueba TEN sugirieron la presencia de regiones muertas, mientras que los resultados de PTC no. <sup>58</sup>
<b>Moore y Glasberg.</b>	2004	Desarrollaron la prueba TEN Hearing Level (HL), en el que los niveles se calibran en dB HL en lugar de dB Sound Pressure Level (SPL). <sup>59</sup>
<b>Preminger y cols.</b>	2005	Estudiaron la prevalencia de regiones muertas en umbrales absolutos de tonos puros entre 50-80 dB HL. Encontraron que la pendiente de la audiometría fue significativamente mayor para los oídos con las regiones muertas de alta frecuencia, que para los oídos sin regiones muertas. <sup>60</sup>
<b>Markessis y cols.</b>	2006	Llevaron a cabo la prueba TEN (SPL) en adultos (40-89 años) con moderada a severa y con una pendiente de más

		de 20 dB / octava sobre al menos una octava 1-8 kHz. La proporción de oídos positivos para la prueba TEN fue más alta en 4 kHz, siendo 52% de los 69 oídos probados. <sup>61</sup>
<b>Jacob y cols.</b>	2006	Estudiaron la presencia de zonas cocleares muertas en hipoacusia sensorineural utilizando la prueba de TEN. <sup>62</sup>
<b>Vinay y Moore.</b>	2007	Estimaron la prevalencia de zonas cocleares muertas en adultos con hipoacusia neurosensorial. Concluyeron que en los casos donde el umbral absoluto era superior a 70 dB HL con una pendiente pronunciada del audiograma se sugiere una región muerta de alta frecuencia, pero no proporciona un método de diagnóstico fiable, además demostraron que la prevalencia de las regiones muertas no varían significativamente con la edad o el género. <sup>63</sup>
<b>Aazh y Moore.</b>	2007	Investigaron la prevalencia de zonas cocleares muertas a 4 kHz en personas ancianas con pérdida auditiva y determinaron la presencia de regiones muertas puede predecirse a partir del umbral absoluto, la pendiente del audiograma o la pérdida auditiva del tono puro a 0,5, 1 y 2 kHz. Sin encontrar diferencias estadísticamente significativas en la pendiente del audiograma o promedio de tonos audibles entre los oídos con y sin región muerta. La prevalencia de zona coclear muerta superó el 50% para las pérdidas auditivas mayores de 70 dB. <sup>64</sup>
<b>Marriage y Moore</b>	2008	Estudiaron veinticinco pacientes, de edades entre 12-19 años, con hipoacusia sensorineural severa a profunda, considerando una zona coclear muerta cuando el umbral TEN era de al menos 10 dB por arriba del umbral presentado. Para la prueba TEN los resultados no fueron concluyentes, porque la RTE no era suficientemente intensa para obtener al menos 10 dB de enmascaramiento. <sup>65</sup>
<b>Hornsby y cols.</b>	2009	El trabajo de en el año 2009, utilizando la prueba TEN como estándar de oro para la identificación de regiones cocleares

		muertas en las personas con pérdida auditiva moderada a severa. <sup>66</sup>
<b>Warnaar y Dreschler.</b>	2012	Examinaron la relación de la zona coclear muerta diagnóstica entre PTC y la prueba de TEN HL. <sup>67</sup>
<b>Lee y cols.</b>	2015	Realizaron un estudio, en el que se evaluó la prevalencia de las zonas cocleares muertas y los factores que afectan los resultados de la prueba TEN en pacientes con pérdida de la audición de diversas etiologías. Concluyendo que aunque el rendimiento de la prueba TEN está limitado por las frecuencias y los niveles de audición, proporciona una herramienta de pronóstico para diversas enfermedades que causan pérdida de audición. <sup>68</sup>

En cuanto al tipo de adaptación protésica existen pocos estudios que fundamentan el uso de la transposición frecuencial como alternativa de tratamiento.

**Tabla 3. Antecedentes de la adaptación protésica en zonas cocleares muertas**

<b>Autor</b>	<b>Año</b>	<b>Conclusión</b>
<b>Kuk y cols.</b>	2006	Observaron una mejora de hasta un 15% en la identificación de fonemas fricativos y africados para un grupo de 13 pacientes adultos. <sup>69</sup>
<b>Auriemmo y cols.</b>	2009	Encontraron mejoras significativas en el reconocimiento de consonantes y vocales y en la articulación de sonidos fricativos en 10 niños en edad escolar, después de 6 semanas de usar la transposición frecuencial. <sup>70</sup>
<b>Smith y cols.</b>	2009	Informaron de una mejoría estadísticamente significativa en la percepción y en la producción verbal, en un grupo de 6 niños a las 24 semanas de su uso. <sup>71</sup>



Algunos estudios investigan el método de adaptación en el diagnóstico de zonas cocleares muertas.

**Tabla 4. Antecedentes del método de adaptación en zonas cocleares muertas.**

<b>Autor</b>	<b>Año</b>	<b>Conclusión</b>
<b>Cox y cols.</b>	2012	Examinaron los efectos de la reducción de las frecuencias altas en los usuarios típicos de audífonos con regiones muertas en altas frecuencias en comparación con los que no tienen regiones muertas (RM). Concluyeron que el reconocimiento del habla en ruido fue significativamente mejor cuando se utilizó el programa NAL para sujetos con RM. <sup>72</sup>
<b>Pepler y Munro.</b>	2014	Reportaron la prevalencia de RM en adultos usuarios de audífonos. Concluyendo que, la prevalencia de RM fue relativamente alta en adultos usuarios de audífonos con una discapacidad auditiva neurosensorial. <sup>73</sup>



#### **4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La población de adultos mayores en nuestro país es cada vez mayor, según el INEGI en la Encuesta Intercensal 2015, ocuparon el 7.2% de la población total en 2015, lo que con lleva altas tasas de hipoacusia neurosensorial de etiología degenerativa y en algunos otros casos multifactorial, debido a que cuentan con otras comorbilidades tales como: Diabetes Mellitus tipo 2 e Hipertensión Arterial Sistémica, lo cual aumenta la prevalencia.<sup>8</sup>



## **5. JUSTIFICACIÓN**

Debido a que la hipoacusia neurosensorial es una patología presentada comúnmente en pacientes adultos mayores, esto conlleva un impacto en la calidad de vida del paciente, debido a la importancia que representa para el ser humano, la comunicación.

En ocasiones nos es difícil entender, por qué en un paciente con un grado de hipoacusia moderado-severo, que va dentro de los rangos esperados para su edad, no logran beneficiarse con el uso de los auxiliares auditivos adecuadamente adaptados, lo cual probablemente se deba a la presencia de zonas cocleares muertas.



## 6. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la correlación que existe entre las hipoacusias neurosensoriales grado superficial a severa con perfil descendente con zonas cocleares muertas aplicando la prueba TEN en las frecuencias 2, 3, 4, 6 y 8 kHz en adultos mayores?

¿Cuál es la correlación que existe entre la presencia de zonas cocleares muertas en las frecuencias 2, 3, 4, 6 y 8 kHz en adultos mayores con el diagnóstico de Diabetes Mellitus 2 e Hipertensión Arterial ?



## 7. HIPÓTESIS

En los pacientes con hipoacusias neurosensoriales grado superficial a severa, con perfil descendente, se encontrará una correlación con la prueba TEN en las frecuencias 2, 3, 4, 6 y 8 kHz, lo cual es compatible con la presencia de zonas cocleares muertas.

Los pacientes adultos mayores con diagnóstico de Diabetes Mellitus 2 e Hipertensión Arterial, tienen mayor factor de riesgo de presentar zonas cocleares muertas en las frecuencias 2, 3, 4, 6 y 8 kHz.



## **8. OBJETIVOS**

### **8.1 OBJETIVOS GENERALES**

1. Identificar las zonas cocleares muertas en los adultos mayores con hipoacusias neurosensoriales grado superficial a severa de perfil descendente.

### **8.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

1. Relacionar el grado de hipoacusia y la pendiente descendente del audiograma con la presencia de una zona coclear muerta en las frecuencias 2, 3, 4, 6 y 8 kHz.
2. Correlacionar la presencia de zonas cocleares muertas con la portación de Diabetes Mellitus 2 e Hipertensión Arterial Sistémica.



## 9. MATERIALES Y MÉTODOS

### 9.1 DISEÑO DEL ESTUDIO

Se utilizó un diseño de estudio descriptivo, transversal, prospectivo y de correlación.

### 9.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

Se realizó el cálculo del tamaño de la muestra, utilizando el programa G\*Power 3.1.9.2 para Windows, con un intervalo de confianza del 95%, potencia 0.8,  $\alpha$  error probabilístico 0.05, utilizando datos del Anuario estadístico del periodo de enero a diciembre 2015 del Hospital General de México “Dr. Eduardo Liceaga”, el cual reportó el diagnóstico de presbiacusia como la cuarta causa de consulta en el servicio de audiología y foniatría. <sup>74</sup>

**Tabla 5. Pacientes con presbiacusia de la consulta externa del servicio de Audiología y Foniatría de Hospital General de México “Dr. Eduardo Liceaga”, en el periodo enero-diciembre 2015.**

Servicio	Total de pacientes	60-65 años		>65 años	
		F	M	F	M
<b>Audiología y Foniatría</b>	303	33	20	131	75

Fuente: del Anuario estadístico del periodo de enero-diciembre 2015 del Hospital General de México “Dr. Eduardo Liceaga. Disponible en [http://www.hgm.salud.gob.mx/interior/planeacion/cuadernos\\_estadis.html](http://www.hgm.salud.gob.mx/interior/planeacion/cuadernos_estadis.html). Consultado 22/06/17

Se estimó un tamaño de muestra de 94 pacientes, en la cual se realizó una audiometría tonal y una prueba TEN, sin embargo, se tomó un equivalente al 20% de muestra de total, por las posibles eliminaciones que pudieran presentarse. Obteniendo en total de 102 pacientes a estudiar, en el periodo de Febrero a Mayo de 2017.



## **9.3 CRITERIOS**

### **9.3.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

1. Pacientes que hayan firmado el consentimiento informado.
2. Pacientes de ambos sexos de 60-74 años de edad, procedentes de la Consulta Externa del Servicio de Audiología y Foniatría del Hospital General de México “Dr. Eduardo Liceaga”.
3. Pacientes con hipoacusia neurosensorial grado superficial a severa.
4. Pacientes sanos y/o portadores de Diabetes Mellitus 2 o Hipertensión Arterial Sistémica.

### **9.3.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

1. Pacientes con hipoacusia de tipo mixta o conductiva.
2. Pacientes que reporten alta sensibilidad a ruido intenso.
3. Que tengan trauma acústico o exposición a ruido intenso agudo o crónico.
4. Exposición a ototóxicos.
5. Hipoacusias profundas o mayores a 85 dBHL.
6. Antecedentes de otitis media crónica o serosa
7. Pacientes con hipoacusia súbita unilateral o alguna patología que cause asimetría en el promedio de tonos audibles.

### **9.3.3 CRITERIOS DE ELIMINACIÓN**

1. Pacientes que no cooperen con el estudio.
2. Pacientes que a la otoscopia presenten patología de oído externo o medio (tumoraciones en conducto auditivo externo, perforación timpánica, otitis media aguda y crónica, etc).
3. Pacientes con hipoacusias asimétricas.
4. Pacientes que deseen abandonar el estudio.



## **9.4 VARIABLES**

### **9.4.1. INDEPENDIENTES**

- Edad.
- Sexo.

### **9.4.2 DEPENDIENTES**

- Promedio de tonos audibles.
- Grado de hipoacusia.
- Umbral en ruido ecualizado en las frecuencias de 2, 3, 4, 6 y 8 kHz.
- Pendiente en frecuencias agudas 2, 3, 4, 6 y 8 kHz >50 dBHL
- Portador de Diabetes Mellitus 2 e Hipertensión Arterial

**Tabla 6. Operacionalización de variables.**

<b>Variable</b>	<b>Definición</b>	<b>Tipo</b>	<b>Escala</b>	<b>Unidad de medición</b>
<b>Edad</b>	Tiempo transcurrido a partir del nacimiento de un individuo.	Cuantitativa	Discreta	Años
<b>Género</b>	Conjunto de seres pertenecientes a un mismo sexo.	Cualitativa	Nominal Dicotómica	1_Femenino/ 2_Masculino
<b>Grado de hipoacusia</b>	Clasificación obtenida según la ASHA, de acuerdo al promedio de tonos puros PTA (Pure Tone Average) en las frecuencias 0.5, 1,2 y 4 kHz de la vía aérea.	Cualitativa	Nominal	1_Superficial (16-25 dBHL) 2_Media (26-40 dBHL) Moderada (41-55 dBHL) 3_Moderadamente severa (56-70 dBHL) 4_Severa (71-90dBHL)
<b>Promedio de tonos audibles (PTA)</b>	Promedio calculado con el umbral de las frecuencias 0.5,1,2 y 4 kHz de la vía aérea.	Cuantitativa	Discreta	Decibeles HL
<b>Umbral en ruido ecualizado (TEN)</b>	Umbral de las frecuencias 2, 3, 4, 6 y 8 kHz de la curva, obtenida con el enmascaramiento en ruido ecualizado.	Cuantitativa	Discreta	Decibeles HL
<b>Diabetes Mellitus 2</b>	Glucosa en ayuno $\geq$ 126 mg/dL (no haber tenido ingesta calórica en las últimas 8 horas). Hemoglobina glicosilada (A1C) $\geq$ 6.5%.	Cualitativa	Nominal Dicotómica	1_Si. 2_No.
<b>Hipertensión Arterial Sistémica</b>	Síndrome de etiología múltiple caracterizado por la elevación persistente de las cifras de presión arterial a cifras $\geq$ 140/90 mmHg.	Cualitativa	Nominal Dicotómica	1_Si. 2_No.
<b>Pendiente en frecuencias agudas 2,3,4,6 y 8 kHz</b>	Umbral mayor o igual a 50dB.	Cualitativa	Nominal Dicotómica	1_Si. 2_No.



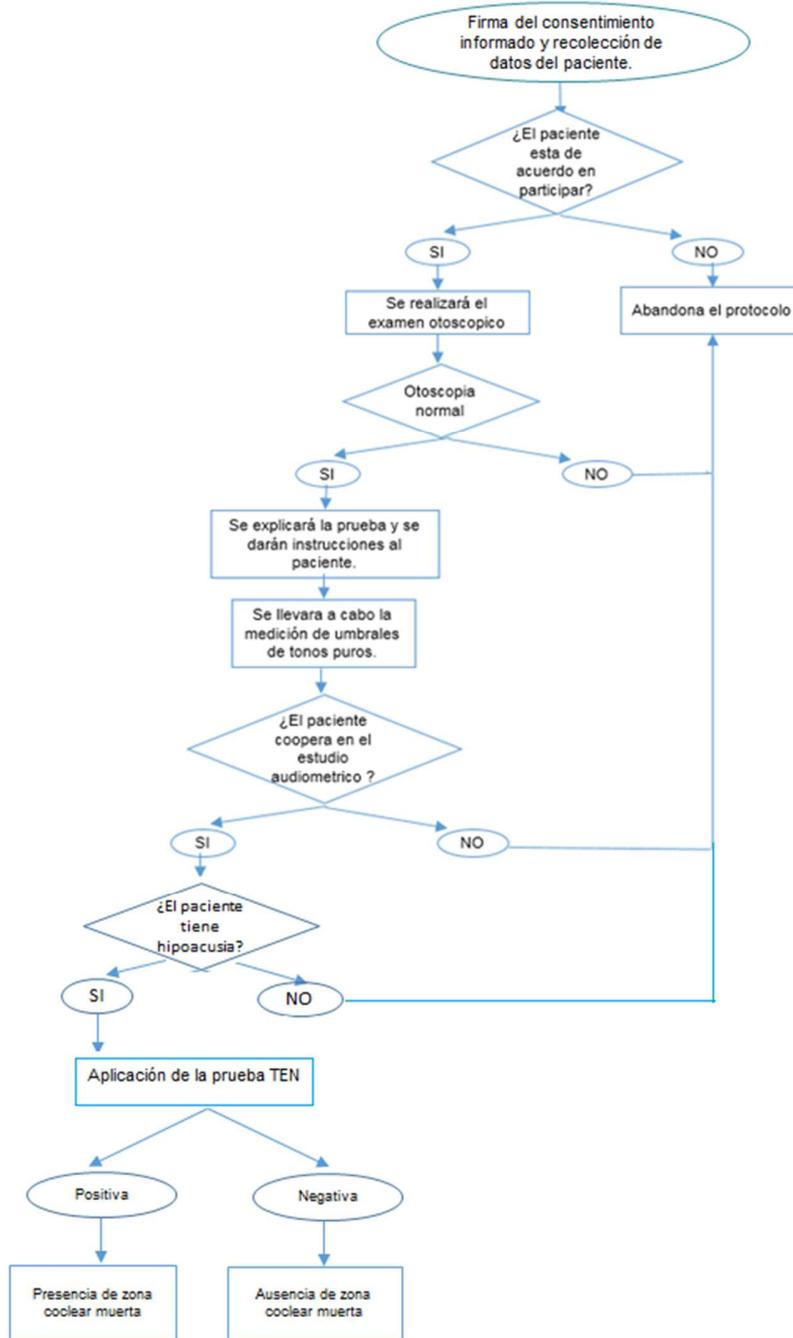
## 9.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

1. Entendimiento y firma del consentimiento informado (Anexo 1); recolección de datos del paciente (Anexo 2).
2. Se realizará el examen otoscópico a todos los pacientes.
3. Se darán instrucciones al paciente, sobre que no debe moverse los audífonos durante la prueba e informar al examinador si el ruido les molesta o incomoda.
4. Se llevará a cabo la medición de umbrales de tonos puros en una cámara sonoamortiguada de aproximadamente 2.00 x 2.00 m<sup>2</sup> calibrada bajo las recomendaciones de la Sociedad Mexicana de Audiología para tonos puros de la vía aérea y audiometría de vía ósea con y sin enmascaramiento, utilizando un audiómetro marca Interacoustics, modelo AD 629, con software para realizar prueba TEN, auriculares TDH-39 y el vibrador óseo. Los umbrales de conducción aérea se medirán a 0.25, 0.5, 1, 2, 4, y 8 kHz, los umbrales de conducción ósea se medirán a 0,5, 1, 2, y 4 kHz. El oído derecho estudiara primero en todos los pacientes.
5. Se indicará al paciente que escuchará un ruido constante como el viento o la lluvia, que se deben ignorar, y que deberá presionar el botón sólo cuando escuche un tono. La duración del tono presentado será entre 1 y 2 segundos.
6. Se realizará la búsqueda del umbral en ruido ecualizado en las frecuencias de 2, 3, 4, 6 y 8 kHz. La señal de prueba TEN se reproducen desde el mismo audiómetro. La prueba TEN estará funcionando de forma continua.
7. El nivel del TEN por ERBN en dB HL se establece inicialmente para que sea igual al umbral absoluto en las frecuencias de 2, 3, 4, 6 y 8 kHz y luego se incrementará progresivamente de manera que sea 10 dB mayor que el umbral absoluto a 2, 3, 4, 6 y 8 kHz.

8. Según Moore, para establecer los niveles de intensidad:

- ✓ Para frecuencias donde la pérdida de audición hasta 60 dB HL: establecer el nivel del ruido del TEN a 70 dB.
- ✓ Para frecuencias en las que la pérdida de audición es de 70 dB o más: establecer el nivel de la TEN 10 dB por encima del umbral audiométrico a esa frecuencia.
- ✓ Si el TEN es demasiado alto, o si se alcanza el nivel máximo de diez de los 90 dB HL, a continuación, establecer el nivel de la TEN igual al umbral audiométrico.<sup>75</sup>

## Diagrama de flujo 1. Descripción del procedimiento



Fuente: Realizado por investigadores del protocolo.



### 9.5.1 RECURSOS DISPONIBLES

#### Humanos:

- Médico residente de audiología del servicio de Audiología y Foniatría.
- Médico audiólogo del servicio de Audiología y Foniatría.

#### Materiales:

- Cámara sonoamortiguada de 2.00 x 2.00 m<sup>2</sup>.
- Audiómetro marca Interacoustics, modelo AD-629, con software para realizar prueba TEN.
- Audífonos TDH-39.
- Vibrador óseo.

#### Financieros:

- Propios de la institución.



## **10. CONSIDERACIONES ÉTICAS Y DE BIOSEGURIDAD**

El estudio será efectuado conforme a los principios enunciados en el Reglamento General de Salud en Materia de investigación para la Salud. Título II Capítulos 3-5.

El protocolo será sometido al Comité de Investigación y Bioética; y el estudio no podrá comenzar antes de que se obtenga la aprobación.

El participante será informado de manera adecuada sobre los objetivos, métodos, beneficios del estudio.

Se les asegurará que pueden reconsiderar su consentimiento y que pueden abandonar el estudio en todo momento.

El consentimiento será obtenido por escrito, con dos testigos y firmado por duplicado, quedando un ejemplar en posesión del sujeto y otro en el sitio de investigación. Ver consentimiento informado (Anexo 1).



## **11. RELEVANCIA Y PERSPECTIVAS**

Con los resultados esperados en este estudio se pretende:

- 1.** Beneficiar al paciente con la identificación de zonas cocleares muertas en pacientes con diagnóstico de hipoacusia neurosensorial, lo que ayudará en la adaptación de auxiliares auditivos para su rehabilitación.
- 2.** Enfoque más apropiado al manejo y pronóstico de la presbiacusia.
- 3.** Implementar una estrategia de rehabilitación auditiva más exitosa.
- 4.** Mayor beneficio económico, tanto para las instituciones como para el paciente; por disminución en el número de consultas y recursos hospitalarios, ya que al recibir una mejor adaptación de prótesis auditivas, que le brinden confort y mayor ganancia auditiva, no será necesaria, la inversión repetida de recursos económicos para prótesis auditivas que no le brindaran mejoría.
- 5.** Iniciar líneas de investigación y generación de nuevos protocolos de rehabilitación auditiva en estos pacientes.
- 6.** Proyecto de tesis para obtener el grado de Especialista en Audiología, Otoneurología y Foniatría.
- 7.** Publicación en revista científica de la especialidad.



## 12. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos de la prueba TEN (Threshold-Equalizing Noise-Umbral en ruido ecualizado), de las frecuencias estudiadas, fueron concentrados en una base de datos en Excel (Microsoft Office 2013, Washington) (Anexo 3) y trasladados a una base de datos en el paquete estadístico SPSS versión 15 para Windows.

Para su análisis estadístico mediante estadística descriptiva con tablas de frecuencias, así como tablas de contingencia y análisis factorial.



## 13.RESULTADOS

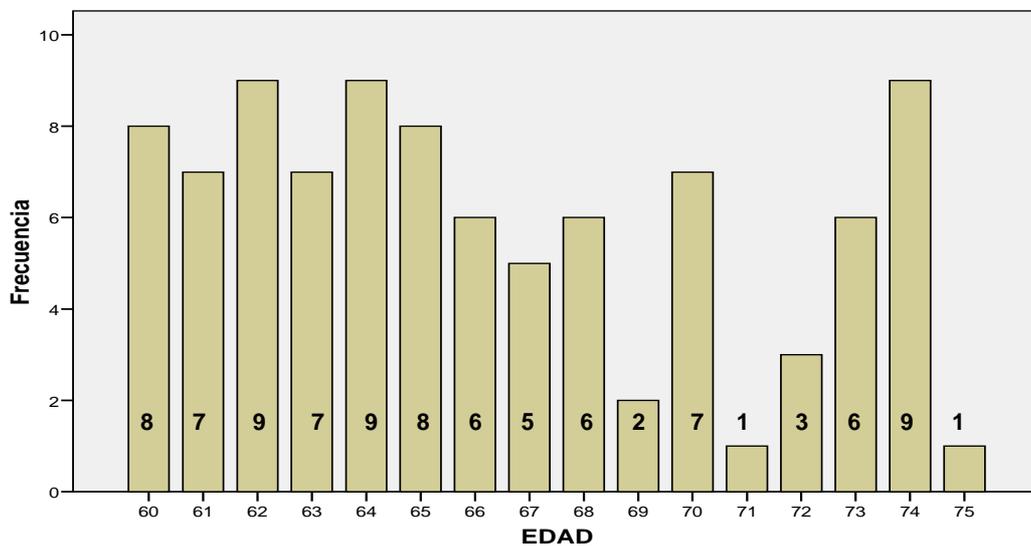
### 13.1. DATOS DEMOGRÁFICOS

Del total de la muestra que corresponden a 102 pacientes, fueron eliminados 8 debido a que 6 presentaban hipoacusias asimétricas y 2 factor conductivo agregado. Continuando con 94 pacientes a los que se les realizaron tablas de frecuencias para edad y género.

#### ❖ TABLA 7. EDAD

Media	66.33
Mediana	65.00
Moda	62
Mínimo	60
Máximo	75

- Se incluyeron un total de 94 pacientes.
- La edad promedio 66 años.
- La moda fue de 62 años.
- Intervalo de edades de 60-75 años

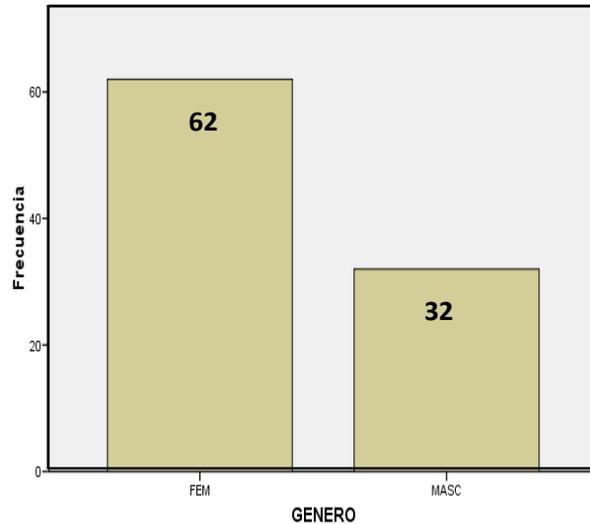


Gráfica 1. Edad



### ❖ TABLA 8. GÉNERO

El 66% que corresponde a 62 pacientes fueron mujeres y el 34% igual a 32 pacientes son hombres.

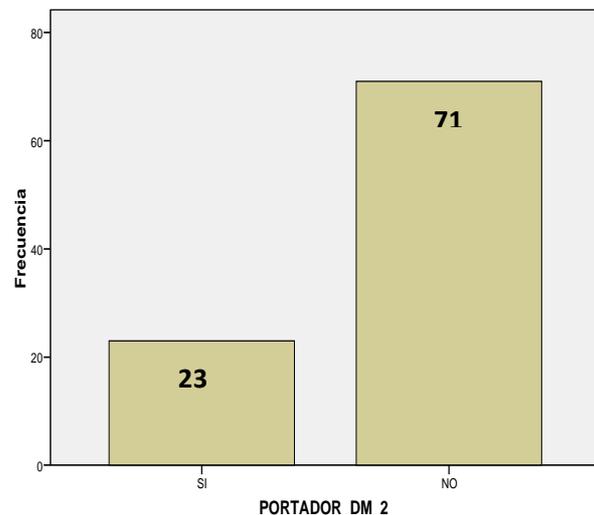


Gráfica 2. Género

## 13.2 PORTADORES DE FACTORES INTRINSECOS

### ❖ TABLA 9. PORTADORES DE DIABETES MELLITUS 2

El 24.5% de los pacientes fueron portadores de Diabetes Mellitus 2, correspondiente a 23 pacientes.

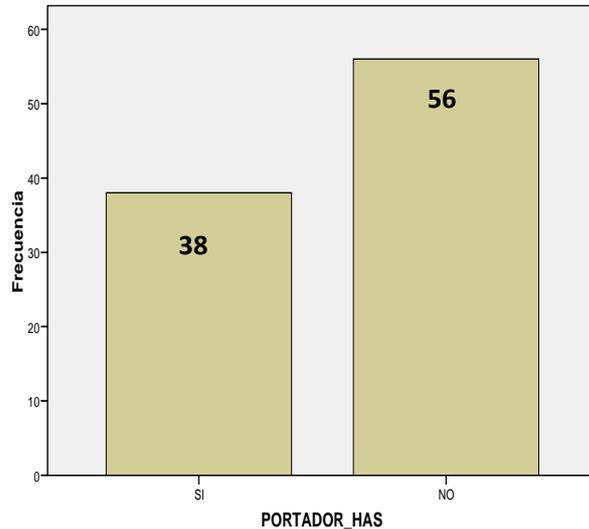


Gráfica 3. Portadores de Diabetes Mellitus 2



### ❖ TABLA 10. PORTADORES DE HIPERTENSIÓN ARTERIAL SISTEMICA

El 40.4% fueron portadores de Hipertensión Arterial Sistémica y el 59.6% sanos.

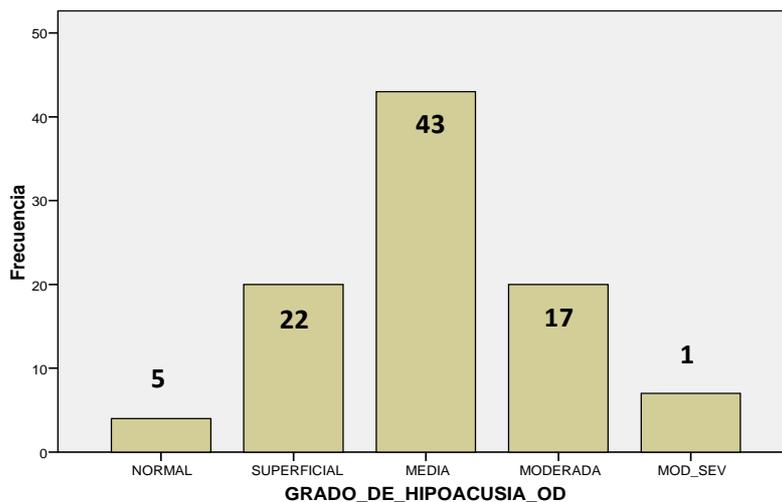


Gráfica 4. Portadores de Hipertensión Arterial Sistémica

### 13.3 HIPOACUSIA EN OÍDO DERECHO

#### ❖ TABLA 11. GRADO DE HIPOACUSIA EN OÍDO DERECHO

El grado de hipoacusia en oído derecho que predominó fue media con un 45.7 %, seguido por superficial (21.3%) y moderada (21.3%).



Gráfica 5. Grado de hipoacusia en oído derecho



### 13.4 PRUEBA TEN EN OIDO DERECHO

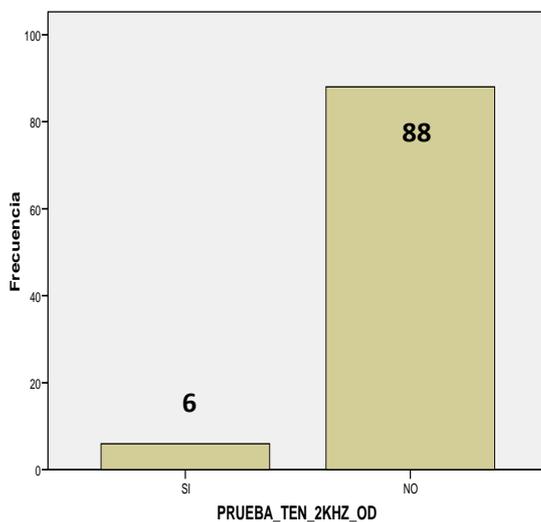
❖ TABLA 12. PRUEBA TEN EN OIDO DERECHO EN LAS FRECUENCIAS 2, 3, 4, 6 Y 8 KHZ.

		PRUEBA_TEN_2KHZ_OD	PRUEBA_TEN_3KHZ_OD	PRUEBA_TEN_4KHZ_OD	PRUEBA_TEN_6KHZ_OD	PRUEBA_TEN_8KHZ_OD
Frecuencia	SI	6	20	20	50	49
%		6.4	21.3	21.3	53.2	52.1
Frecuencia	NO	88	74	74	44	45
%		93.6	78.7	78.7	46.8	47.9

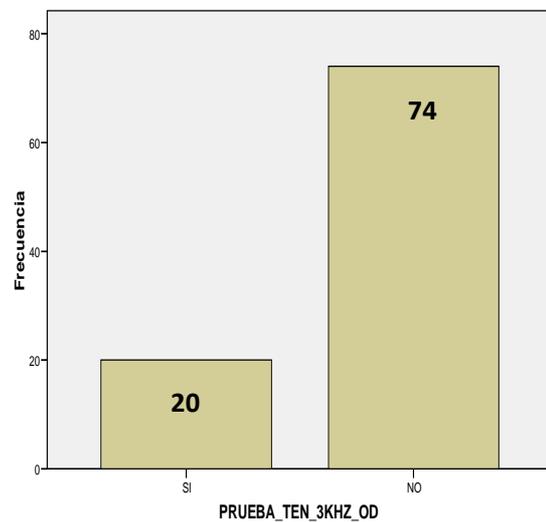
La tabla 12, presenta el porcentaje y frecuencia de la positividad de la prueba TEN en las frecuencias 2,3,4,6 y 8 kHz en el oído derecho, se puede observar que la prueba TEN fue positiva en mayor porcentaje en las frecuencias de 6 y 8 kHz, con 53.2 y 52.1% respectivamente.

❖ PRUEBA TEN EN LA FRECUENCIA DE 2KHZ DE OIDO DERECHO.

❖ PRUEBA TEN EN LA FRECUENCIA DE 3KHZ DE OIDO DERECHO.



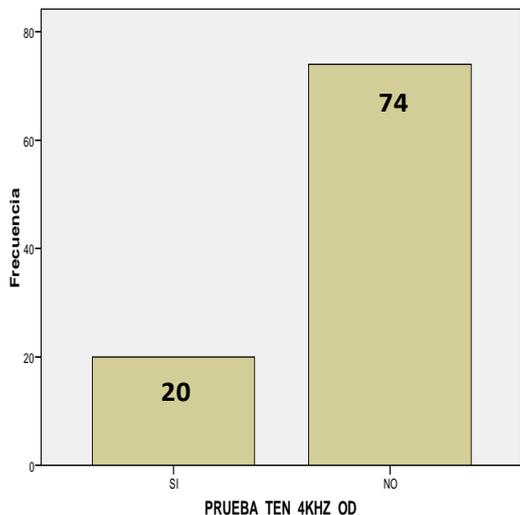
Gráfica 6. Prueba TEN 2kHz en oído derecho



Gráfica 7. Prueba TEN 3kHz en oído derecho

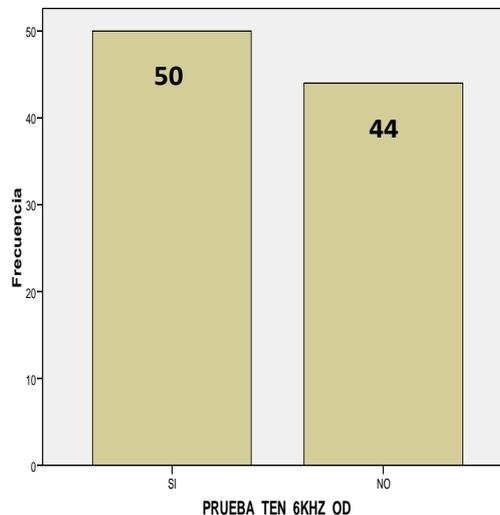


❖ PRUEBA TEN EN LA FRECUENCIA DE 4KHZ DE OIDO DERECHO.



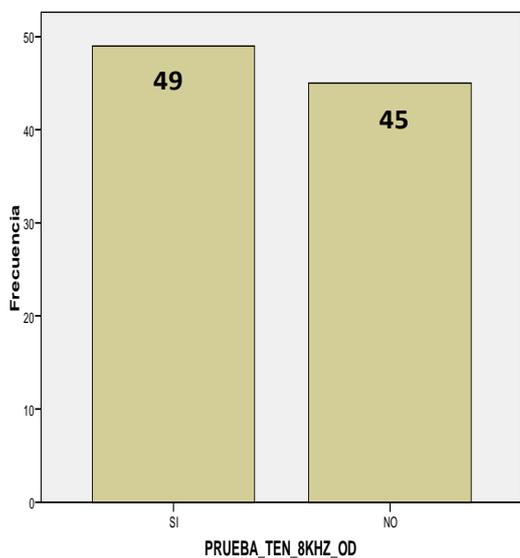
Gráfica 8. Prueba TEN 4 kHz en oído derecho

❖ PRUEBA TEN EN LA FRECUENCIA DE 6KHZ DE OIDO DERECHO.



Gráfica 9. Prueba TEN 6kHz en oído derecho

❖ PRUEBA TEN EN LA FRECUENCIA DE 8KHZ DE OIDO DERECHO.



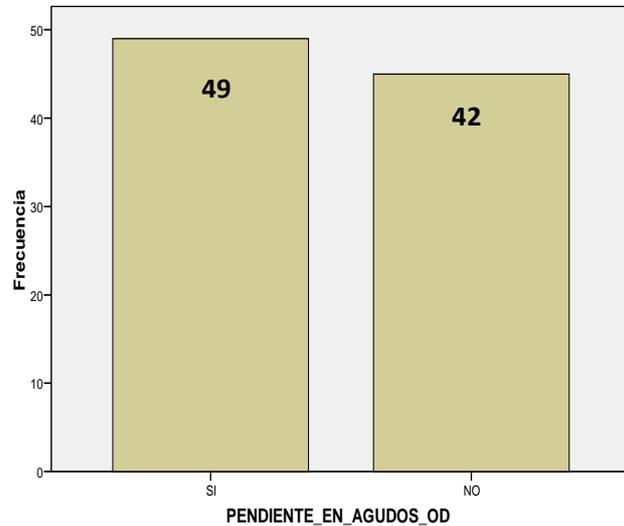
Gráfica 10. Prueba TEN 8kHz en oído derecho



### 13.5 PENDIENTE EN AGUDOS EN OÍDO DERECHO

#### ❖ TABLA 13. PENDIENTE EN AGUDOS

Se observó pendiente en frecuencias agudas en el 52.1% (49) de los pacientes en oído derecho.

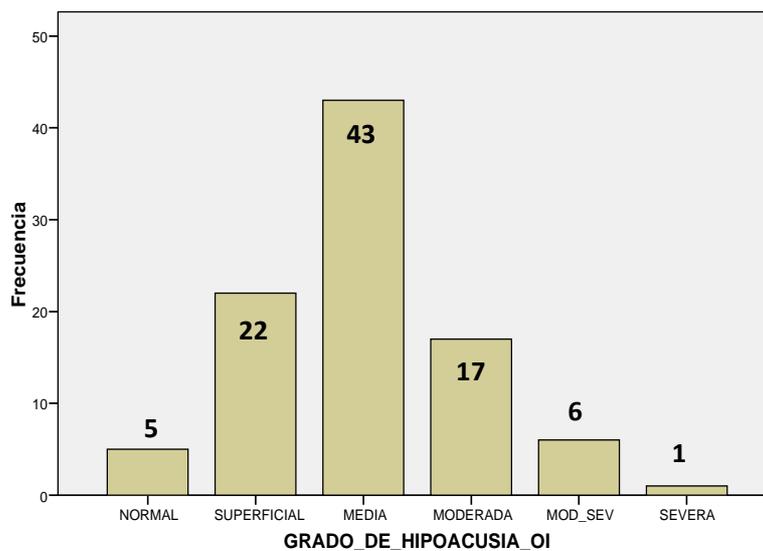


Gráfica 11. Pendiente en agudos en oído derecho

### 13.6 HIPOACUSIA EN OIDO IZQUIERDO

#### ❖ TABLA 14. GRADO DE HIPOACUSIA EN OÍDO IZQUIERDO

Se observó que los pacientes presentaron en mayor porcentaje el grado de hipoacusia media en oído izquierdo con un 45.7%.



Gráfica 12. Grado de hipoacusia en oído izquierdo

### 13.7 PRUEBA TEN EN OIDO IZQUIERDO

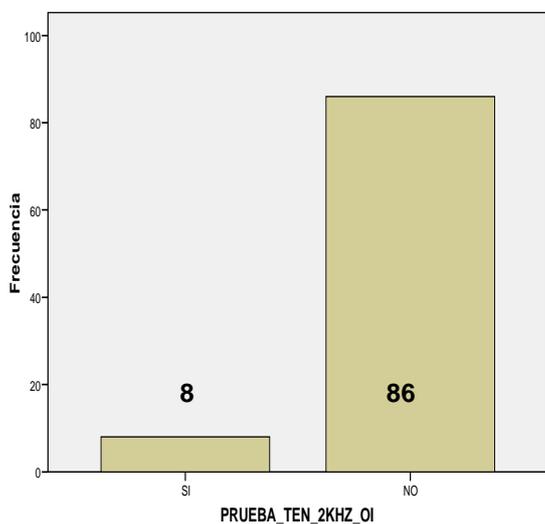
❖ TABLA 15. PRUEBA TEN EN OIDO IZQUIERDO EN LAS FRECUENCIAS 2, 3,4 ,6 Y 8 KHZ.

		PRUEBA_TEN_2KHZ_OI	PRUEBA_TEN_3KHZ_OI	PRUEBA_TEN_4KHZ_OI	PRUEBA_TEN_6KHZ_OI	PRUEBA_TEN_8KHZ_OI
Frecuencia	SI	8	24	28	46	47
%		8.5	25.5	29.8	48.9	50
Frecuencia	NO	86	70	66	48	47
%		91.5	74.5	70.2	51.1	50

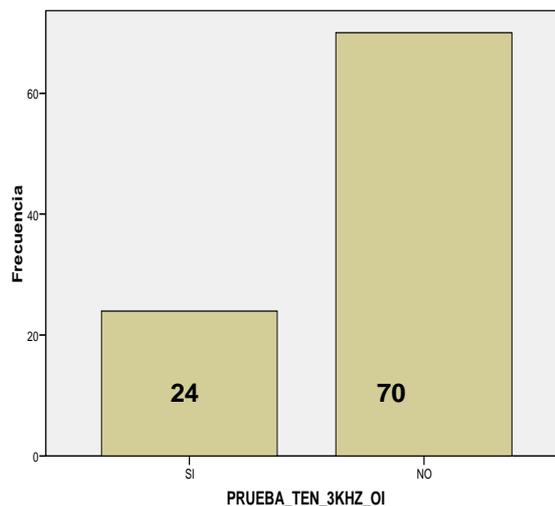
En la tabla 15, se resume el porcentaje y frecuencia de la positividad de la prueba TEN en las frecuencias 2, 3, 4, 6 y 8 kHz en el oído izquierdo, se puede observar que la prueba TEN fue positiva en mayor porcentaje en las frecuencia de 8 kHz, con 47%, sin embargo, fue el mismo porcentaje que presentaron los pacientes con negatividad de la prueba TEN en la misma frecuencia.

❖ PRUEBA TEN EN LA FRECUENCIA DE 2KHZ DE OIDO IZQUIERDO.

❖ PRUEBA TEN EN LA FRECUENCIA DE 3KHZ DE OIDO IZQUIERDO.



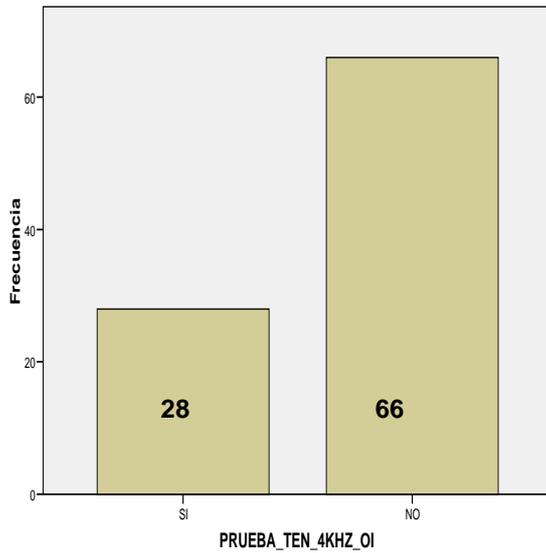
Gráfica 13. Prueba TEN 2kHz en oído izquierdo



Gráfica 14. Prueba TEN 3kHz en oído izquierdo

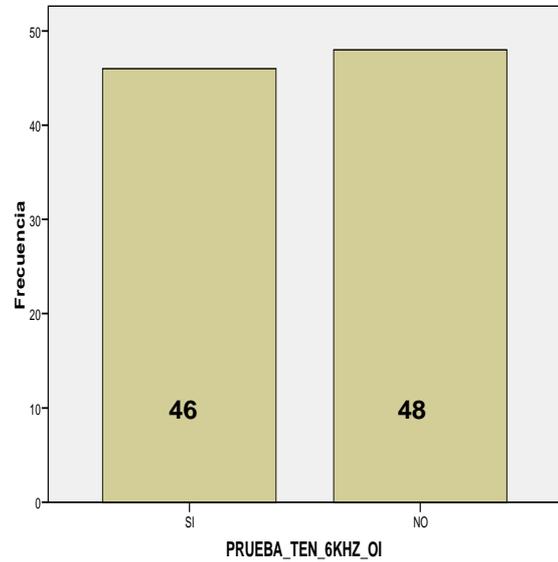


❖ PRUEBA TEN EN LA FRECUENCIA DE 4KHZ DE OIDO IZQUIERDO.



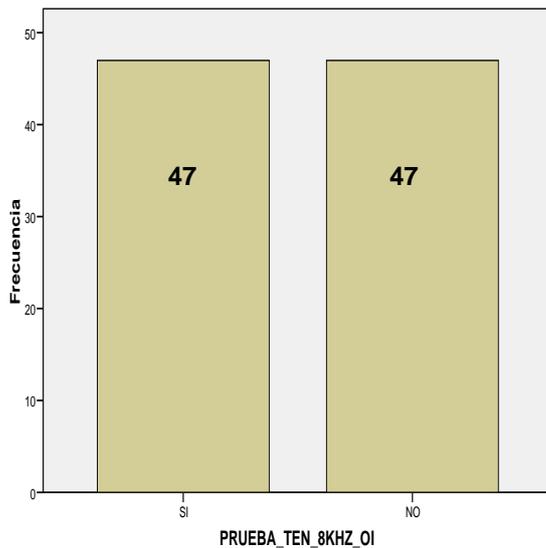
Gráfica 15. Prueba TEN 4kHz en oído izquierdo

❖ PRUEBA TEN EN LA FRECUENCIA DE 6KHZ DE OIDO IZQUIERDO.



Gráfica 16. Prueba TEN 6kHz en oído izquierdo

❖ PRUEBA TEN EN LA FRECUENCIA DE 8KHZ DE OIDO IZQUIERDO.



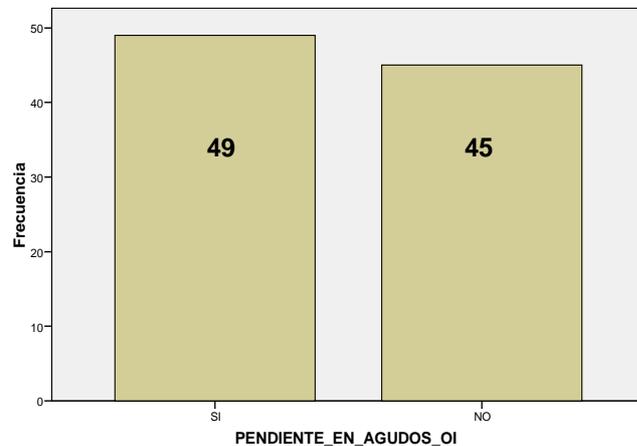
Gráfica 17. Prueba TEN 8Hz en oído izquierdo



### 13.8 PENDIENTE EN AGUDOS EN OÍDO IZQUIERDO

#### ❖ TABLA 16. PENDIENTE EN AGUDOS

• Se observó pendiente en frecuencias agudas en el 52.1% de los pacientes en oído izquierdo.



Gráfica 18. Pendiente en agudos en oído izquierdo

### 13.9 PRUEBA TEN EN PORTADORES DE DIABETES MELLITUS 2

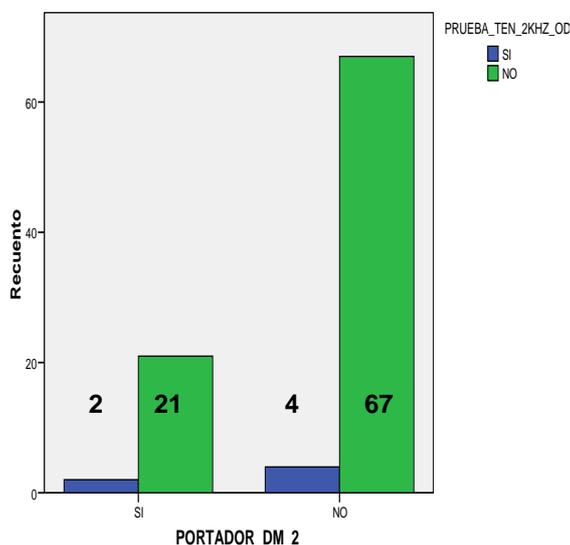
#### ❖ TABLA 17. PRUEBA TEN 2, 3, 4, 6 Y 8 KHZ // DIABETES MELLITUS 2 EN OÍDO DERECHO

En este apartado se resume la correlación que existe entre la prueba TEN en las frecuencias de 2,3,4,6 y 8 en el oído derecho y los portadores de Diabetes Mellitus 2, se puede observar que según la prueba de  $\chi^2$  chi cuadrada, solo en la frecuencia 3kHz se observó significancia estadística siendo el valor de  $p=0.05$ .

DIABETES MELLITUS 2 OIDO DERECHO	PRUEBA TEN 2 KHZ	PRUEBA TEN 3 KHZ	PRUEBA TEN 4 KHZ	PRUEBA TEN 6 KHZ	PRUEBA TEN 8 KHZ
Chi-cuadrado de Pearson	.273	.005	4.73	.721	3.71
Corrección por continuidad	.001	.000	3.665	.371	2.843
R de Pearson	.054	.007	.225	.088	.199
Correlación de Spearman	.054	.007	.225	.088	.199

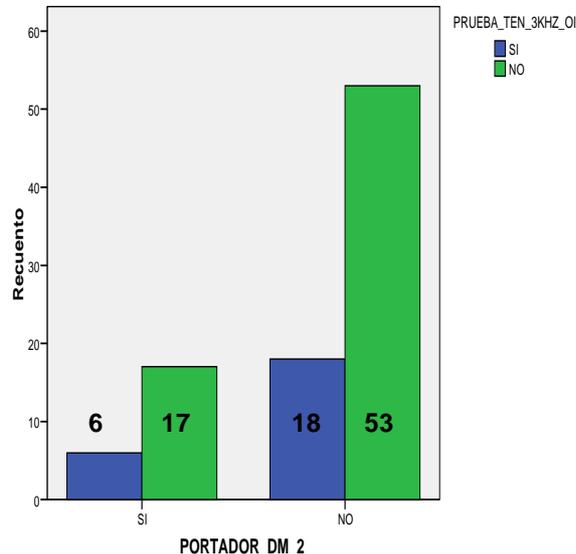


❖ PRUEBA TEN EN LA FRECUENCIA DE 2 KHZ DE OIDO DERECHO, EN PORTADORES DE DIABETES MELLITUS 2.



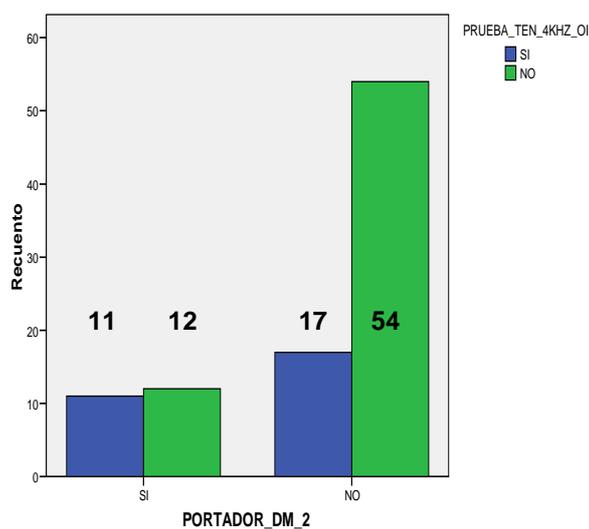
Gráfica 19. Prueba TEN 2 kHz // Diabetes Mellitus 2 en oído derecho

❖ PRUEBA TEN EN LA FRECUENCIA DE 3 KHZ DE OIDO DERECHO, EN PORTADORES DE DIABETES MELLITUS 2.



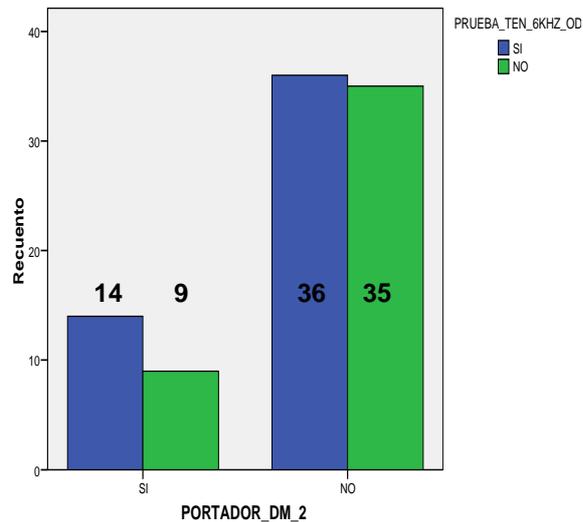
Gráfica 20. Prueba TEN 3 kHz // Diabetes Mellitus 2 en oído derecho

❖ PRUEBA TEN EN LA FRECUENCIA DE 4 KHZ DE OIDO DERECHO, EN PORTADORES DE DIABETES MELLITUS 2.



Gráfica 21. Prueba TEN 4 kHz // Diabetes Mellitus 2 en oído derecho

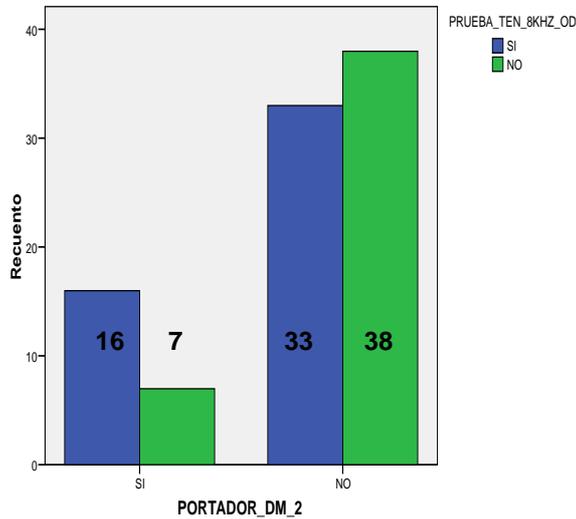
❖ PRUEBA TEN EN LA FRECUENCIA DE 6 KHZ DE OIDO DERECHO, EN PORTADORES DE DIABETES MELLITUS 2.



Gráfica 22. Prueba TEN 6 kHz // Diabetes Mellitus 2 en oído derecho



❖ **PRUEBA TEN EN LA FRECUENCIA DE 8 KHZ DE OIDO DERECHO, EN PORTADORES DE DIABETES MELLITUS 2.**



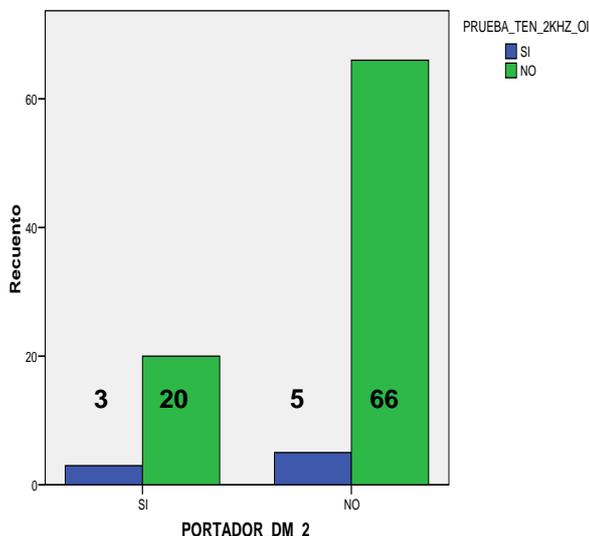
Gráfica 23. Prueba TEN 8 kHz // Diabetes Mellitus 2 en oído derecho

❖ **TABLA 18. PRUEBA TEN 2,3,4,6,8 KHZ // DIABETES MELLITUS 2 EN OÍDO IZQUIERDO**

En este apartado se resume la correlación que existe entre la prueba TEN en las frecuencias de 2,3,4,6,8 en el oído izquierdo y los portadores de Diabetes Mellitus 2, según la prueba de  $\chi^2$  chi cuadrada, solo en la frecuencia 3kHz se observó significancia estadística siendo el valor de  $p=0.05$ .

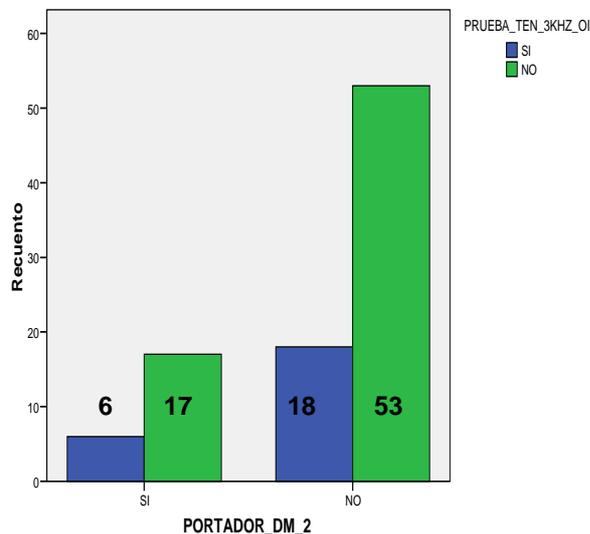
DIABETES MELLITUS 2 OIDO IZQUIERDO	PRUEBA TEN 2 KHZ	PRUEBA TEN 3 KHZ	PRUEBA TEN 4 KHZ	PRUEBA TEN 6 KHZ	PRUEBA TEN 8 KHZ
Chi-cuadrado de Pearson	.804	.005	4.738	1.735	1.439
Corrección por continuidad	.218	.000	3.665	1.161	.921
R de Pearson	.092	.007	.225	.136	.124
Correlación de Spearman	.092	.007	.225	.136	.124

❖ PRUEBA TEN EN LA FRECUENCIA DE 2 KHZ DE OIDO IZQUIERDO, EN PORTADORES DE DIABETES MELLITUS 2.



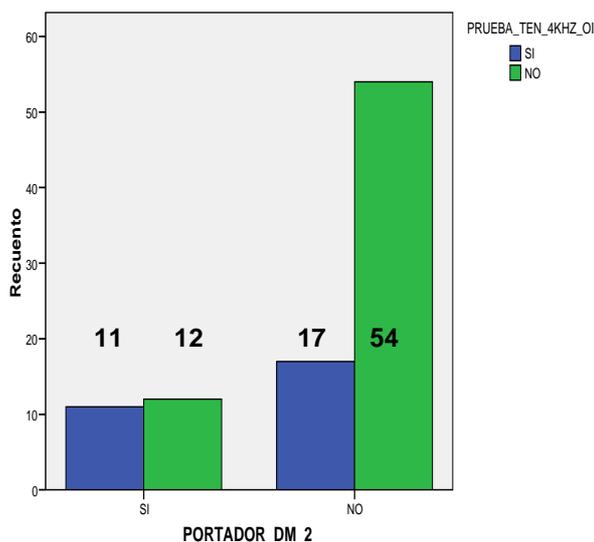
Gráfica 24. Prueba TEN 2 kHz // Diabetes Mellitus 2 en oído izquierdo.

❖ PRUEBA TEN EN LA FRECUENCIA DE 3 KHZ DE OIDO IZQUIERDO, EN PORTADORES DE DIABETES MELLITUS 2.



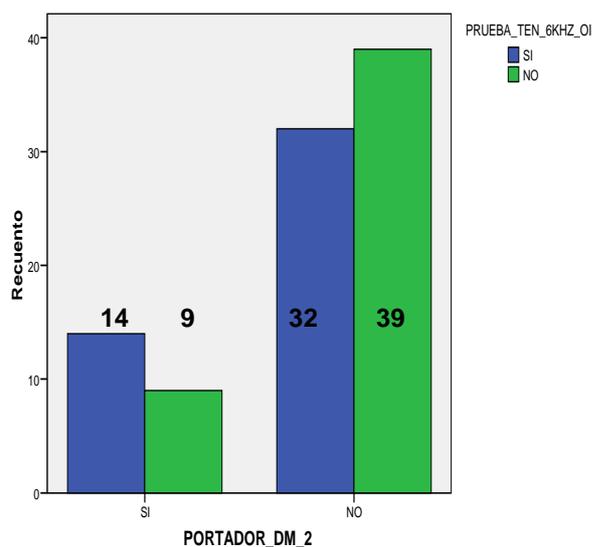
Gráfica 25. Prueba TEN 3 kHz // Diabetes Mellitus 2 en oído izquierdo.

❖ PRUEBA TEN EN LA FRECUENCIA DE 4 KHZ DE OIDO IZQUIERDO, EN PORTADORES DE DIABETES MELLITUS 2.



Gráfica 26. Prueba TEN 4 kHz // Diabetes Mellitus 2 en oído izquierdo

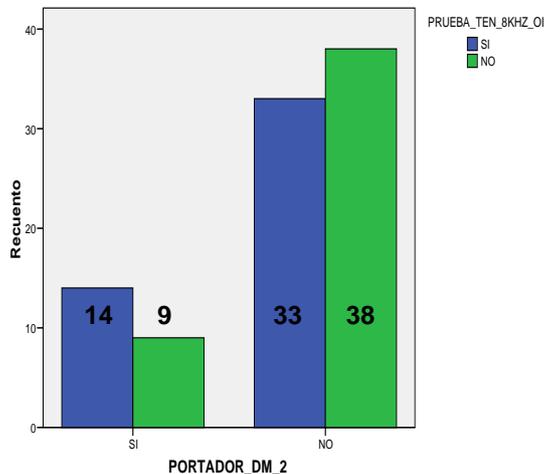
❖ PRUEBA TEN EN LA FRECUENCIA DE 6 KHZ DE OIDO IZQUIERDO, EN PORTADORES DE DIABETES MELLITUS 2.



Gráfica 27. Prueba TEN 6 kHz // Diabetes Mellitus 2 en oído izquierdo



❖ **PRUEBA TEN EN LA FRECUENCIA DE 8 KHZ DE OIDO IZQUIERDO, EN PORTADORES DE DIABETES MELLITUS 2.**



Gráfica 28. Prueba TEN 8 kHz // Diabetes Mellitus 2 en oído izquierdo

**13.10 PRUEBA TEN EN PORTADORES DE HIPERTENSIÓN ARTERIAL SISTEMICA**

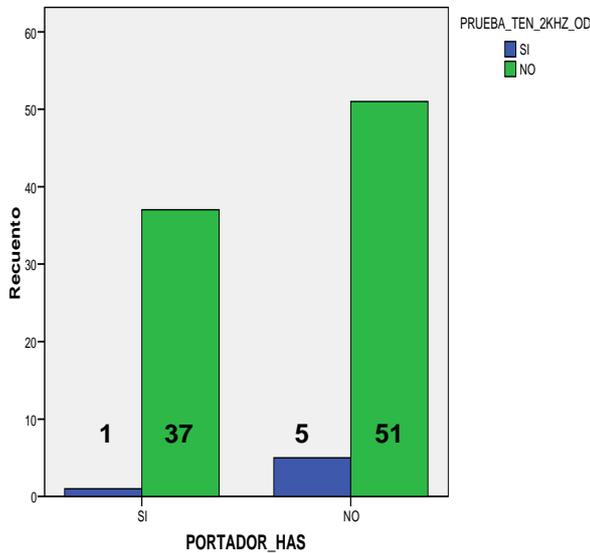
❖ **TABLA 19. PRUEBA TEN 2,3,4,6,8 KHZ // HIPERTENSIÓN ARTERIAL EN OÍDO DERECHO**

En este apartado se resume la correlación que existe entre la prueba TEN en las frecuencias de 2,3,4,6,8 en el oído derecho y los portadores de Hipertensión Arterial Sistémica, según la prueba de  $\chi^2$  chi cuadrada, solo en las frecuencia 3 y 4 kHz se observó significancia estadística siendo el valor de  $p < 0.05$ .

HIPERTENSIÓN ARTERIAL OIDO DERECHO	PRUEBA TEN 2 KHZ	PRUEBA TEN 3 KHZ	PRUEBA TEN 4 KHZ	PRUEBA TEN 6 KHZ	PRUEBA TEN 8 KHZ
Chi-cuadrado de Pearson	1.502	.002	.002	2.54	.850
Corrección por continuidad	.633	.000	.000	1.917	.506
R de Pearson	.126	-.005	-.005	.165	.095
Correlación de Spearman	.126	-.005	-.005	.165	.095

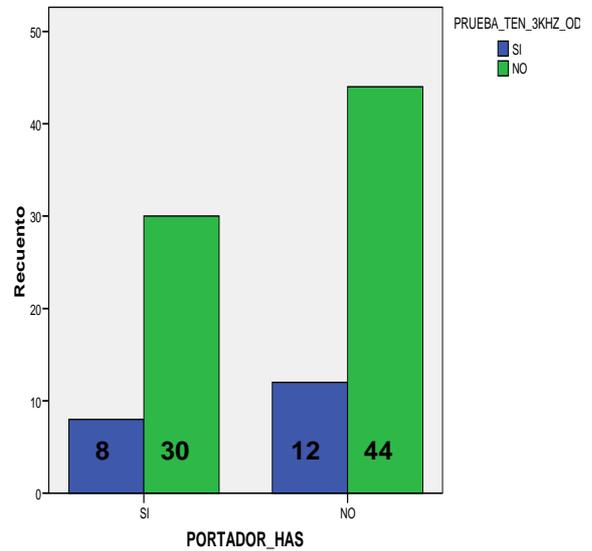


❖ PRUEBA TEN EN LA FRECUENCIA DE 2 KHZ DE OIDO DERECHO, EN PORTADORES DE HIPERTENSIÓN ARTERIAL SISTEMICA.



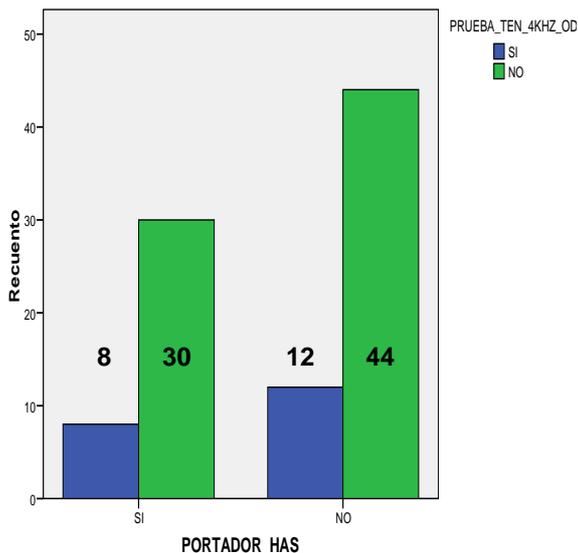
Gráfica 29. Prueba TEN 2 kHz // HAS en oído derecho

❖ PRUEBA TEN EN LA FRECUENCIA DE 3 KHZ DE OIDO DERECHO, EN PORTADORES DE HIPERTENSIÓN ARTERIAL SISTEMICA.



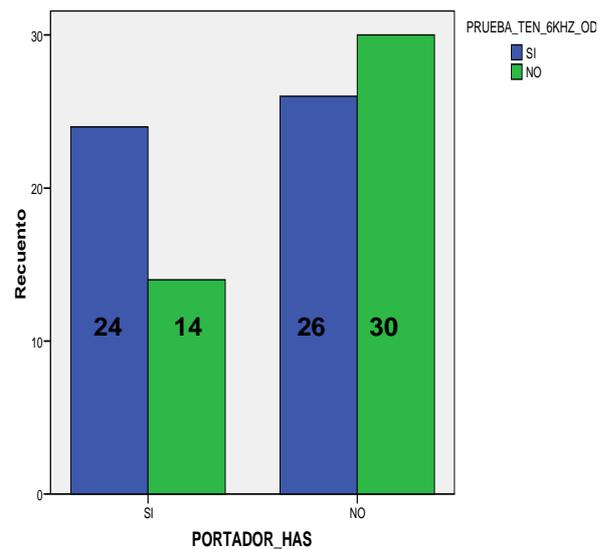
Gráfica 30. Prueba TEN 3 kHz // HAS en oído derecho

❖ PRUEBA TEN EN LA FRECUENCIA DE 4 KHZ DE OIDO DERECHO, EN PORTADORES DE HIPERTENSIÓN ARTERIAL SISTEMICA.



Gráfica 31. Prueba TEN 4 kHz // HAS en oído derecho

❖ PRUEBA TEN EN LA FRECUENCIA DE 6 KHZ DE OIDO DERECHO, EN PORTADORES DE HIPERTENSIÓN ARTERIAL SISTEMICA.

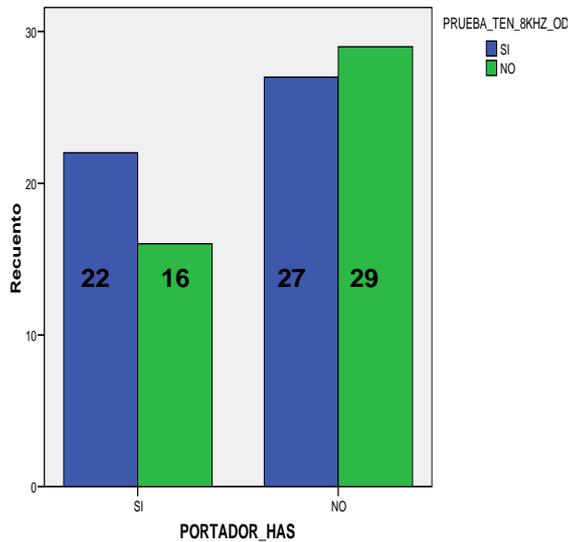


Gráfica 32. Prueba TEN 6 kHz // HAS en oído derecho



❖ **PRUEBA TEN EN LA FRECUENCIA DE 8 KHZ DE OIDO DERECHO, EN PORTADORES DE HIPERTENSIÓN ARTERIAL SISTEMICA.**

2



Gráfica 33. Prueba TEN 8 kHz // HAS en oído derecho

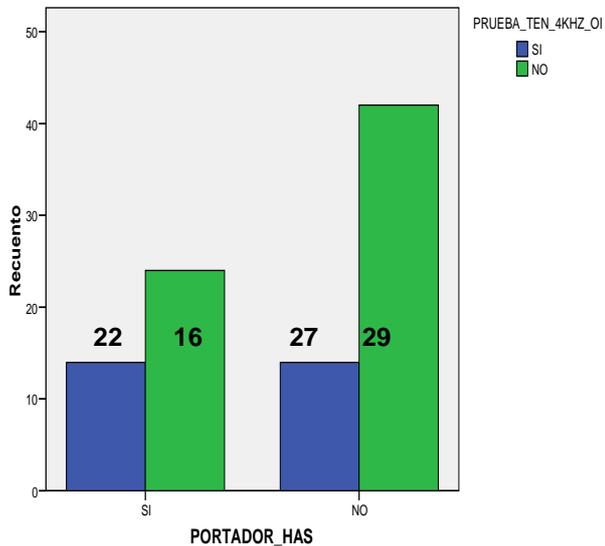
❖ **TABLA 20. PRUEBA TEN 2,3,4,6 y 8 KHZ // HIPERTENSIÓN ARTERIAL EN OÍDO IZQUIERDO**

En este apartado se resume la correlación que existe entre la prueba TEN en las frecuencias de 2,3,4,6,8 en el oído derecho y los portadores de Hipertensión Arterial Sistémica, según la prueba de  $\chi^2$  chi cuadrada, se observó significancia estadística en las frecuencias de 3 y 4 kHz.

HIPERTENSIÓN ARTERIAL OIDO IZQUIERDO	PRUEBA TEN 2 KHZ	PRUEBA TEN 3 KHZ	PRUEBA TEN 4 KHZ	PRUEBA TEN 6 KHZ	PRUEBA TEN 8 KHZ
Chi-cuadrado de Pearson	1.502	.002	.002	2.545	.850
Corrección por continuidad	.633	.000	.000	1.917	.506
R de Pearson	.126	-.005	-.005	.165	.095
Correlación de Spearman	.126	-.005	-.005	.165	.095

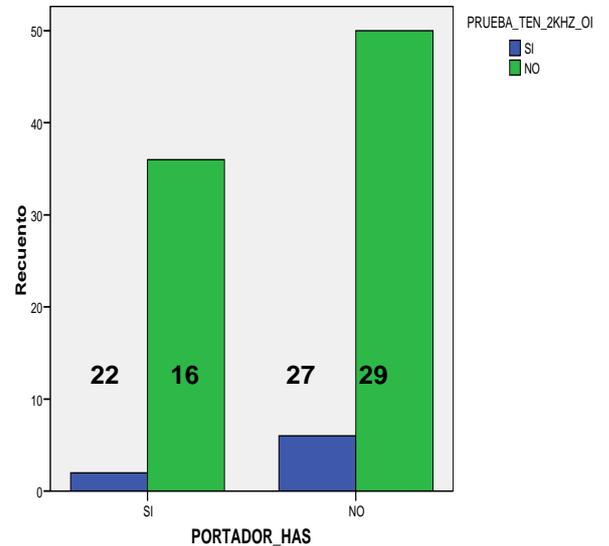


❖ PRUEBA TEN EN LA FRECUENCIA DE 2 KHZ DE OIDO IZQUIERDO, EN PORTADORES DE HIPERTENSIÓN ARTERIAL SISTEMICA.



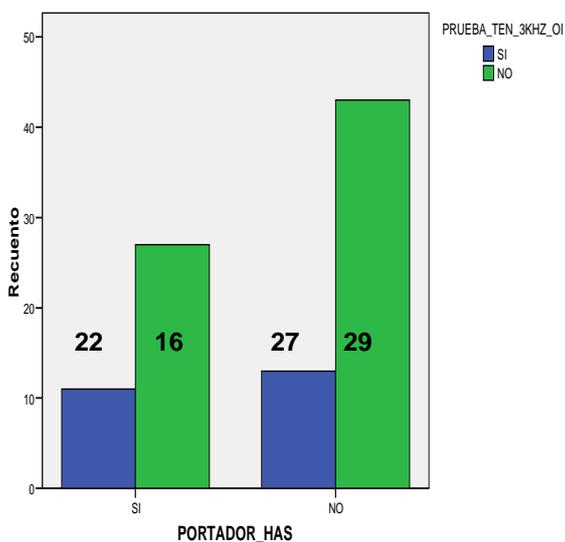
Gráfica 34. Prueba TEN 2 kHz // HAS en oído izquierdo

❖ PRUEBA TEN EN LA FRECUENCIA DE 2 KHZ DE OIDO IZQUIERDO, EN PORTADORES DE HIPERTENSIÓN ARTERIAL SISTEMICA.



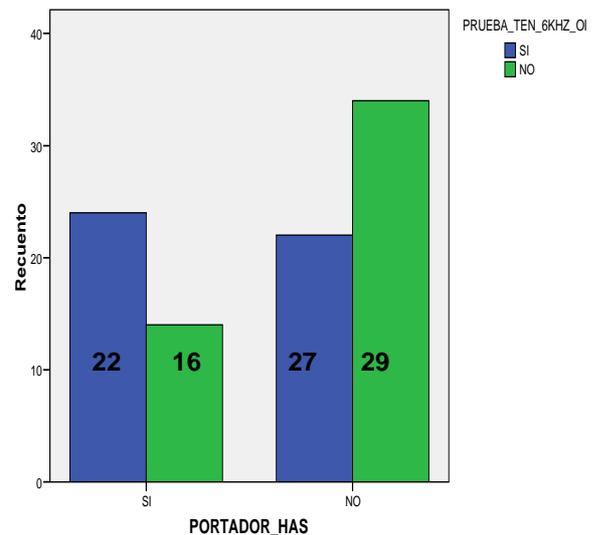
Gráfica 35. Prueba TEN 3 kHz // HAS en oído izquierdo

❖ PRUEBA TEN EN LA FRECUENCIA DE 2 KHZ DE OIDO IZQUIERDO, EN PORTADORES DE HIPERTENSIÓN ARTERIAL SISTEMICA.



Gráfica 36. Prueba TEN 4 kHz // HAS en oído izquierdo

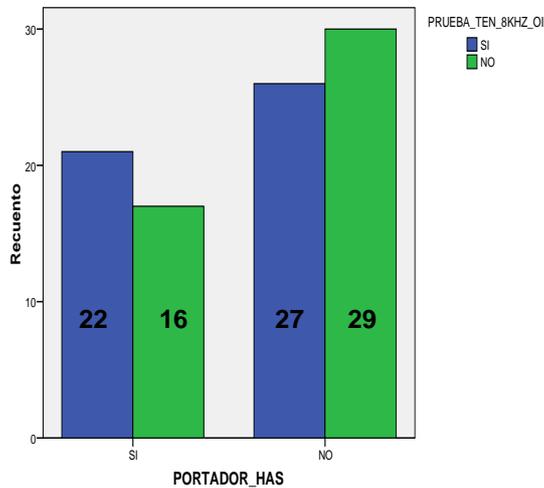
❖ PRUEBA TEN EN LA FRECUENCIA DE 2 KHZ DE OIDO IZQUIERDO, EN PORTADORES DE HIPERTENSIÓN ARTERIAL SISTEMICA.



Gráfica 37. Prueba TEN 6 kHz // HAS en oído izquierdo



❖ **PRUEBA TEN EN LA FRECUENCIA DE 8 KHZ DE OIDO IZQUIERDO, EN PORTADORES DE HIPERTENSIÓN ARTERIAL SISTEMICA.**



Gráfica 38. Prueba TEN 8 kHz // HAS en oído izquierdo

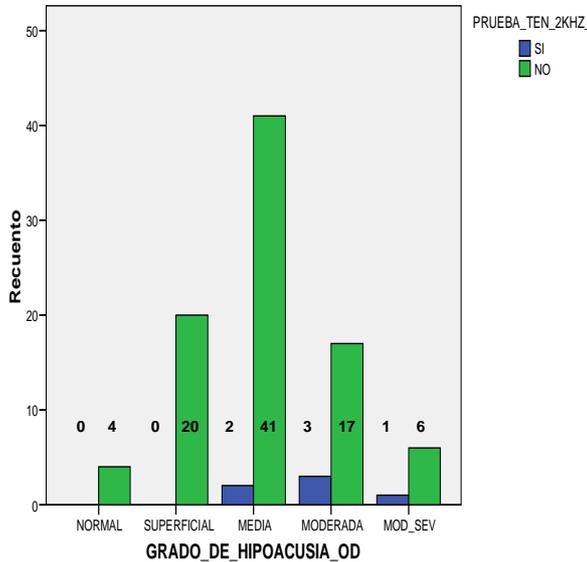
**13.11 PRESENCIA DE ZONAS COCLEARES MUERTAS SEGÚN EL GRADO DE HIPOACUSIA**

En este apartado se resume la correlación que existe entre la prueba TEN en las frecuencias de 2,3,4,6,8 en el oído derecho y el grado de hipoacusia, según la prueba de  $\chi^2$  chi cuadrada, no se observó significancia estadística en ninguna frecuencia estudiada.

❖ **TABLA 21. PRUEBA TEN 2,3,4,6 y 8 KHZ // GRADO DE HIPOACUSIA EN OÍDO DERECHO**

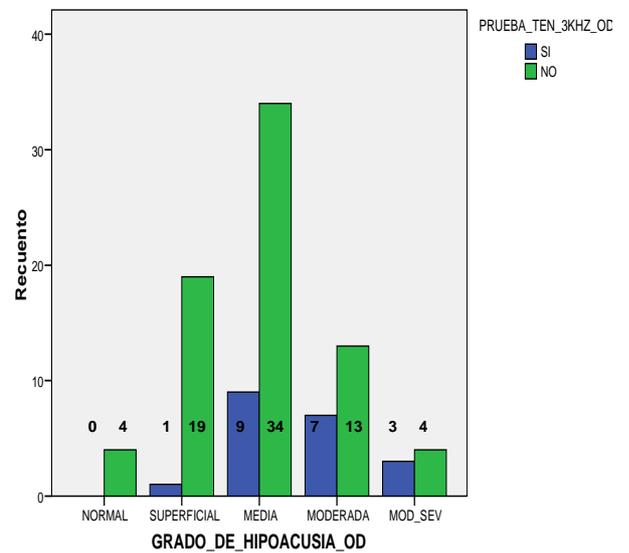
GRADO DE HIPOACUSIA OIDO DERECHO	PRUEBA TEN 2 KHZ	PRUEBA TEN 3 KHZ	PRUEBA TEN 4 KHZ	PRUEBA TEN 6 KHZ	PRUEBA TEN 8 KHZ
Chi-cuadrado de Pearson	3.467	17.721	19.388	16.148	22.261
Corrección por continuidad	3.573	18.133	19.806	18.005	26.438
R de Pearson	-.154	-.370	-.353	-.280	-.366
Correlación de Spearman	-.166	-.389	-.372	-.316	-.386

❖ RELACIÓN DE LA PRUEBA TEN 2 KHZ / GRADO DE HIPOACUSIA EN OÍDO DERECHO.



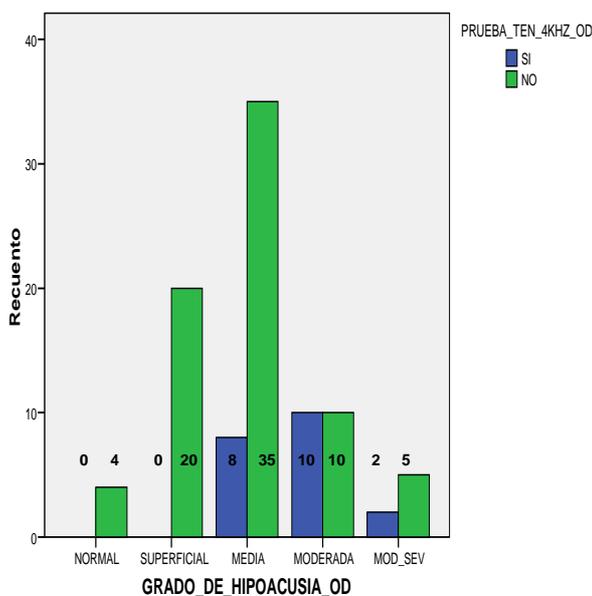
Gráfica 39. Prueba TEN 2 kHz // Grado de hipoacusia en oído derecho

❖ RELACIÓN DE LA PRUEBA TEN 3 KHZ / GRADO DE HIPOACUSIA EN OÍDO DERECHO.



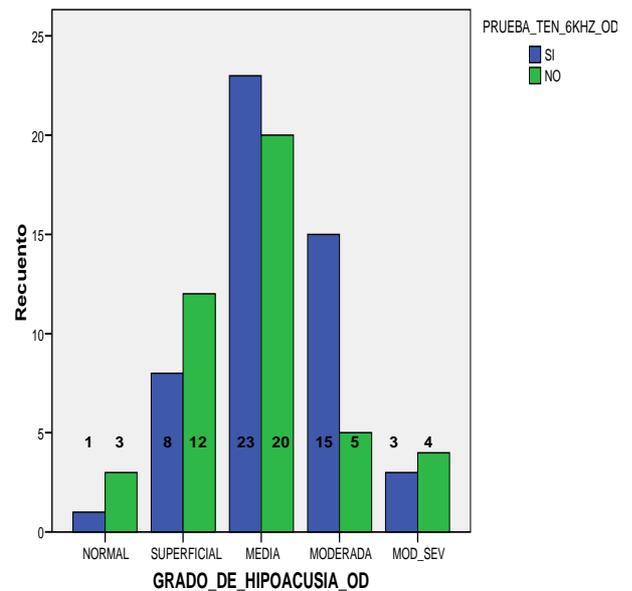
Gráfica 40. Prueba TEN 3 kHz // Grado de hipoacusia en oído derecho.

❖ RELACIÓN DE LA PRUEBA TEN 4 KHZ / GRADO DE HIPOACUSIA EN OÍDO DERECHO.



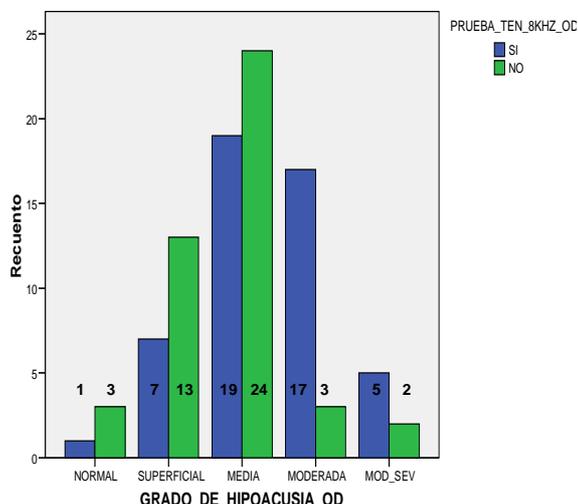
Gráfica 41. Prueba TEN 4 kHz // Grado de hipoacusia en oído derecho

❖ RELACIÓN DE LA PRUEBA TEN 6 KHZ / GRADO DE HIPOACUSIA EN OÍDO DERECHO.



Gráfica 42. Prueba TEN 6 kHz // Grado de hipoacusia en oído derecho

❖ **RELACIÓN DE LA PRUEBA TEN 8 KHZ / GRADO DE HIPOACUSIA EN OÍDO DERECHO.**



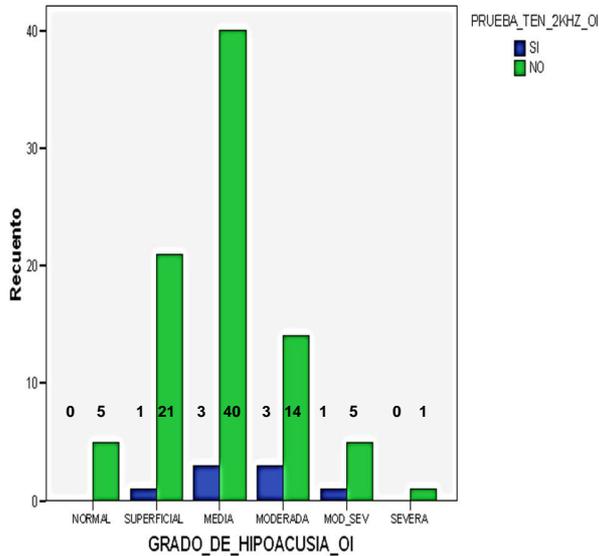
Gráfica 43. Prueba TEN 8 kHz // Grado de hipoacusia en oído derecho

❖ **TABLA 22. PRUEBA TEN 2,3,4,6 Y 8 KHZ // GRADO DE HIPOACUSIA EN OÍDO IZQUIERDO**

En este apartado se resume la correlación que existe entre la prueba TEN en las frecuencias de 2,3,4,6,8 en el oído izquierdo y el grado de hipoacusia, según la prueba de  $\chi^2$  chi cuadrada, no se observó significancia estadística en ninguna frecuencia estudiada.

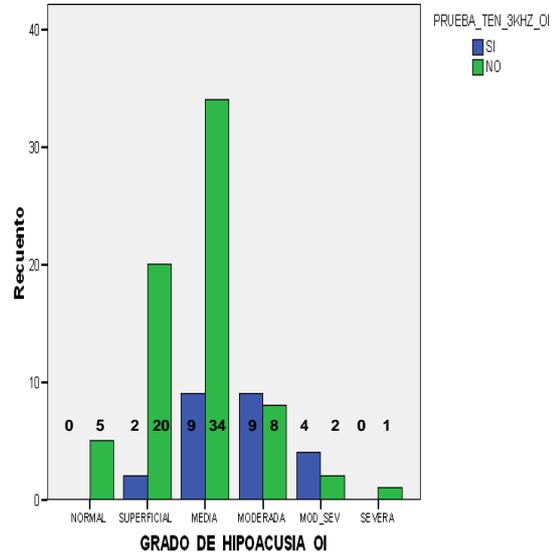
GRADO DE HIPOACUSIA OIDO IZQUIERDO	PRUEBA TEN 2 KHZ	PRUEBA TEN 3 KHZ	PRUEBA TEN 4 KHZ	PRUEBA TEN 6 KHZ	PRUEBA TEN 8 KHZ
Chi-cuadrado de Pearson	3.467	8.443	16.744	6.797	14.323
Corrección por continuidad	3.573	9.789	19.889	7.054	15.433
R de Pearson	-.154	-.296	-.351	-.177	-.336
Correlación de Spearman	-.154	-.296	-.382	-.198	-.353

❖ RELACIÓN DE LA PRUEBA TEN 2KHZ / GRADO DE HIPOACUSIA EN OÍDO IZQUIERDO.



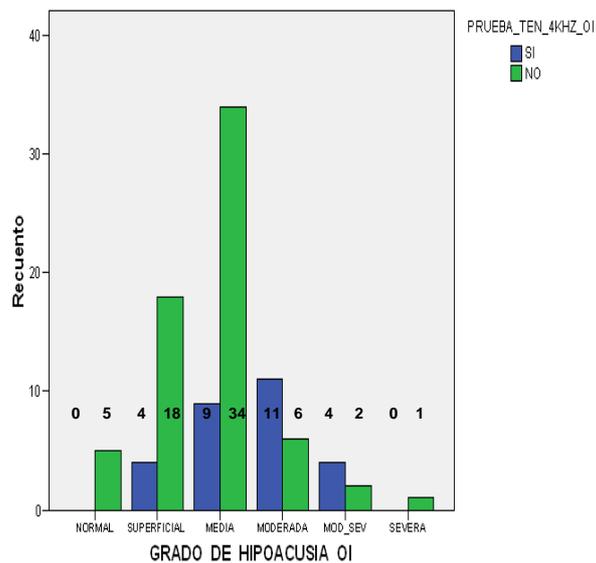
Gráfica 44. Prueba TEN 2 kHz // Grado de hipoacusia en oído izquierdo

❖ RELACIÓN DE LA PRUEBA TEN 3KHZ / GRADO DE HIPOACUSIA EN OÍDO IZQUIERDO.



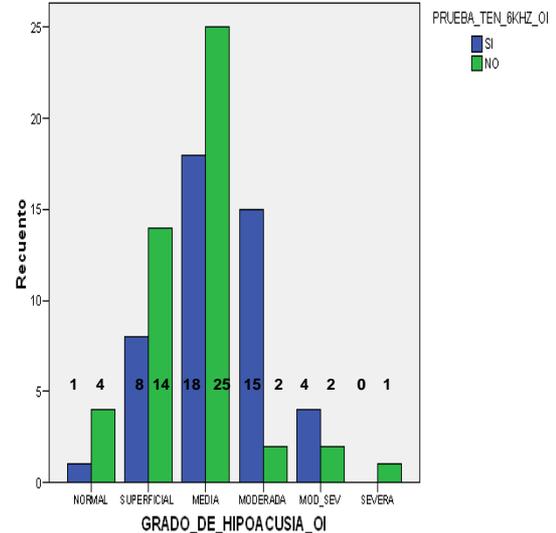
Gráfica 45. Prueba TEN 3 kHz // Grado de hipoacusia en oído izquierdo

❖ RELACIÓN DE LA PRUEBA TEN 4KHZ / GRADO DE HIPOACUSIA EN OÍDO IZQUIERDO.



Gráfica 46. Prueba TEN 4 kHz // Grado de hipoacusia en oído izquierdo

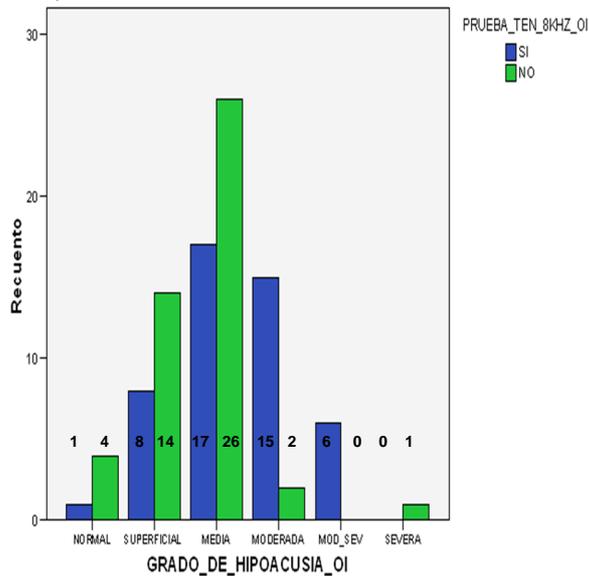
❖ RELACIÓN DE LA PRUEBA TEN 6 KHZ / GRADO DE HIPOACUSIA EN OÍDO IZQUIERDO.



Gráfica 47. Prueba TEN 6 kHz // Grado de hipoacusia en oído izquierdo



**RELACIÓN DE LA PRUEBA TEN 8 KHZ / GRADO DE HIPOACUSIA EN OÍDO IZQUIERDO.**



**Gráfica 48. Prueba TEN 8 kHz // Grado de hipoacusia en oído izquierdo**

**13.12 PRESENCIA DE ZONAS COCLEARES MUERTAS SEGÚN EL GÉNERO**

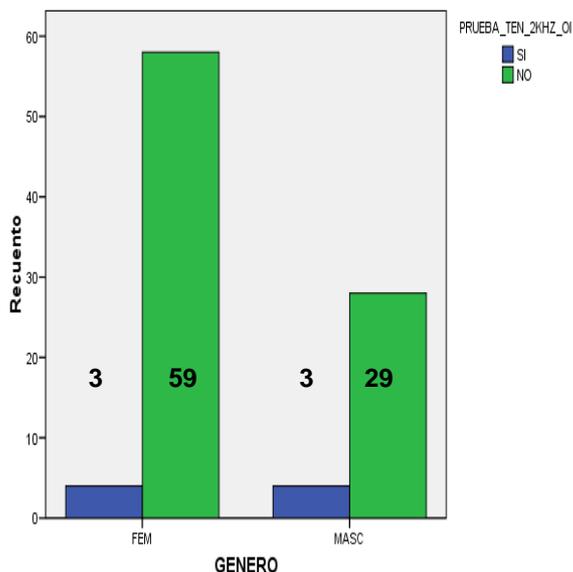
**❖ TABLA 23. PRUEBA TEN 2, 3, 4, 6 y 8 KHZ EN OÍDO DERECHO // GÉNERO.**

En este apartado se resume la correlación que existe entre la prueba TEN en las frecuencias de 2,3,4,6,8 en el oído derecho y el género, según la prueba de  $\chi^2$  chi cuadrada, se observó significancia estadística solo en la frecuencia de 6 kHz.

GÉNERO FEMENINO O MASCULINO OÍDO DERECHO	PRUEBA TEN 2 KHZ	PRUEBA TEN 3 KHZ	PRUEBA TEN 4 KHZ	PRUEBA TEN 6 KHZ	PRUEBA TEN 8 KHZ
Chi-cuadrado de Pearson	.727	.402	.510	.000	2.092
Corrección por continuidad	.166	.135	.199	.000	1.509
R de Pearson	-.088	-.065	-.074	.001	-.149
Correlación de Spearman	-.088	-.065	-.074	.001	-.149

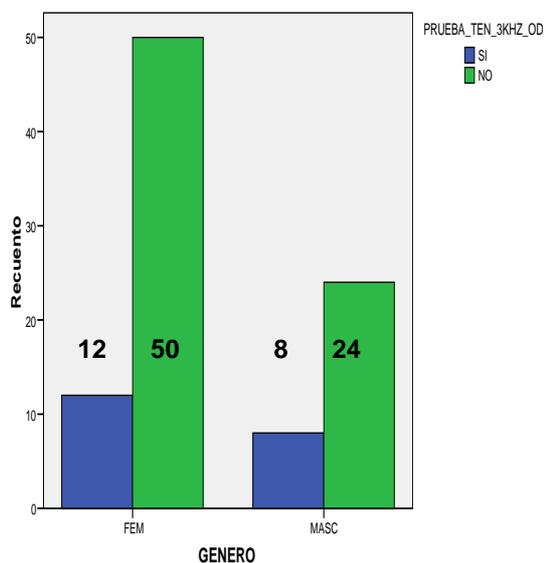


**❖ RELACIÓN DE LA PRUEBA TEN 2 KHZ EN OÍDO DERECHO / GÉNERO.**



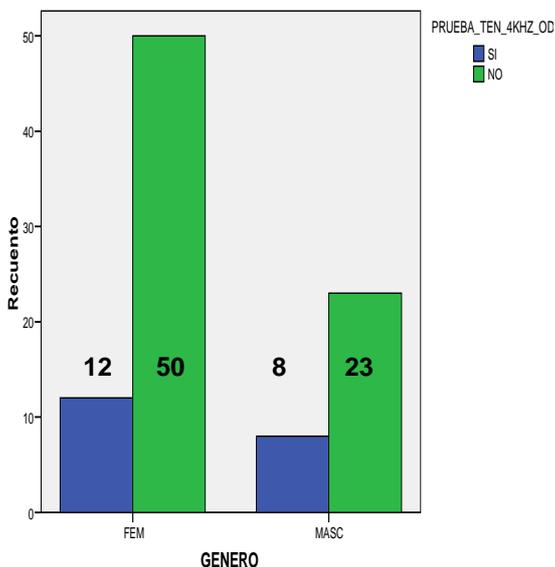
**Gráfica 49. Prueba TEN 2 kHz en oído derecho // Género.**

**❖ RELACIÓN DE LA PRUEBA TEN 3 KHZ EN OÍDO DERECHO / GÉNERO.**



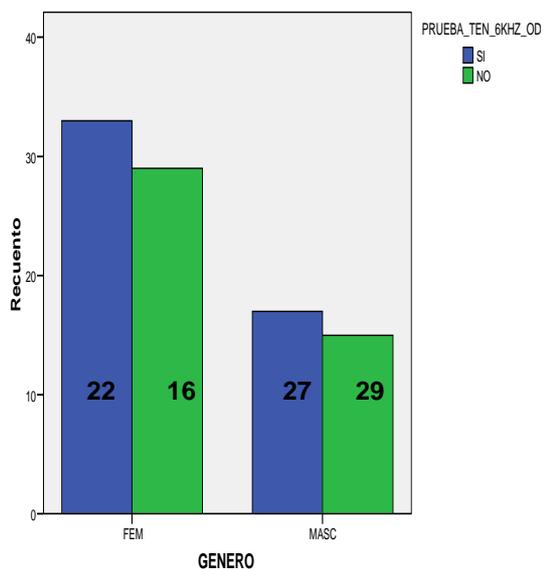
**Gráfica 50. Prueba TEN 3 kHz en oído derecho // Género.**

**RELACIÓN DE LA PRUEBA TEN 4 KHZ EN OÍDO DERECHO / GÉNERO**



**Gráfica 51. Prueba TEN 3 kHz en oído derecho // Género.**

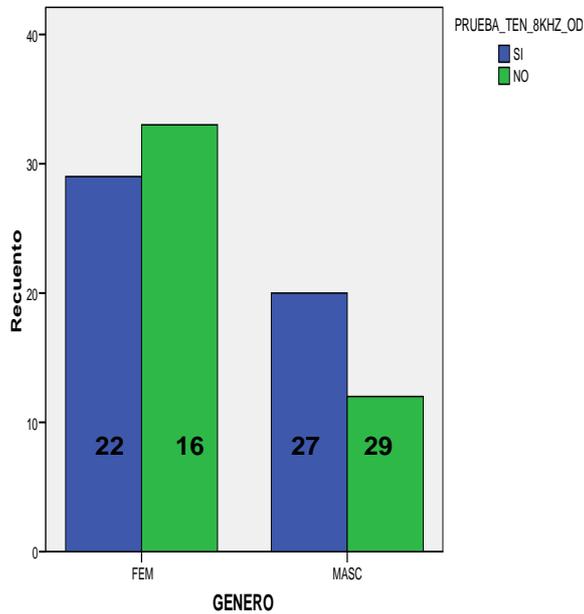
**RELACIÓN DE LA PRUEBA TEN 6 KHZ EN OÍDO DERECHO / GÉNERO**



**Gráfica 52. Prueba TEN 4 kHz en oído derecho // Género.**



❖ **RELACIÓN DE LA PRUEBA TEN 8 KHZ EN OÍDO DERECHO / GÉNERO.**



Gráfica 53. Prueba TEN 2 kHz en oído derecho // Género.

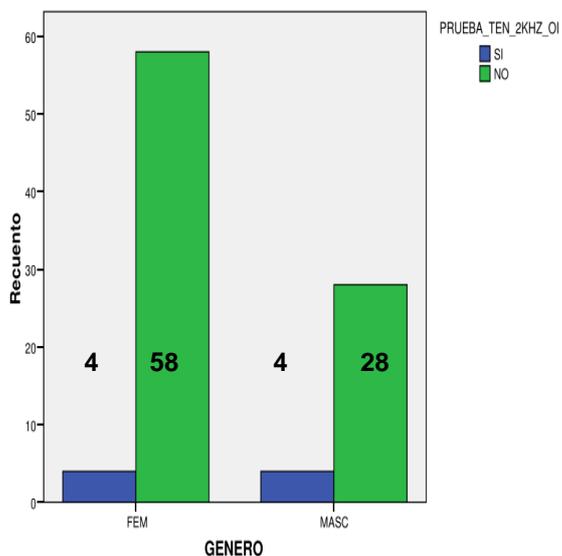
❖ **TABLA 24. PRUEBA TEN 2,3,4,6,8 KHZ EN OÍDO IZQUIERDO // GÉNERO**

En este apartado se resume la correlación que existe entre la prueba TEN en las frecuencias de 2,3,4,6,8 en el oído izquierdo y el género, según la prueba de  $\chi^2$  chi cuadrada, no se observó significancia estadística en ninguna frecuencia estudiada.

GRADO DE HIPOACUSIA OÍDO IZQUIERDO	PRUEBA TEN 2 KHZ	PRUEBA TEN 3 KHZ	PRUEBA TEN 4 KHZ	PRUEBA TEN 6 KHZ	PRUEBA TEN 8 KHZ
Chi-cuadrado de Pearson	.992	.834	.532	1.039	.758
Corrección por continuidad	.367	.441	.241	.642	.426
R de Pearson	-.103	-.094	.075	-.105	-.090
Correlación de Spearman	-.103	-.094	.075	-.105	-.090

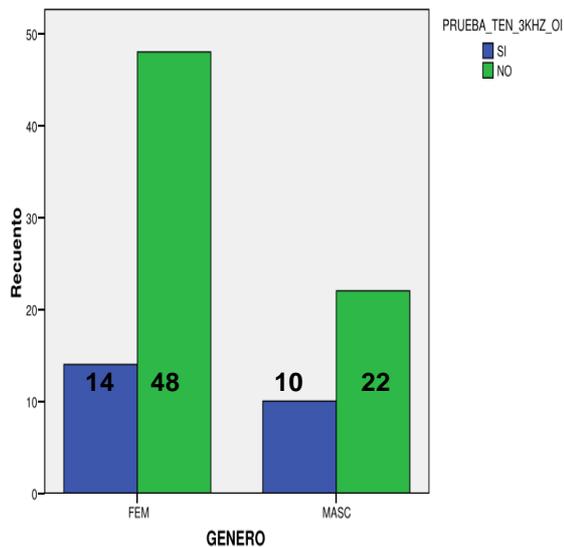


❖ **RELACIÓN DE LA PRUEBA TEN 2 KHZ EN OÍDO IZQUIERDO/ GÉNERO.**



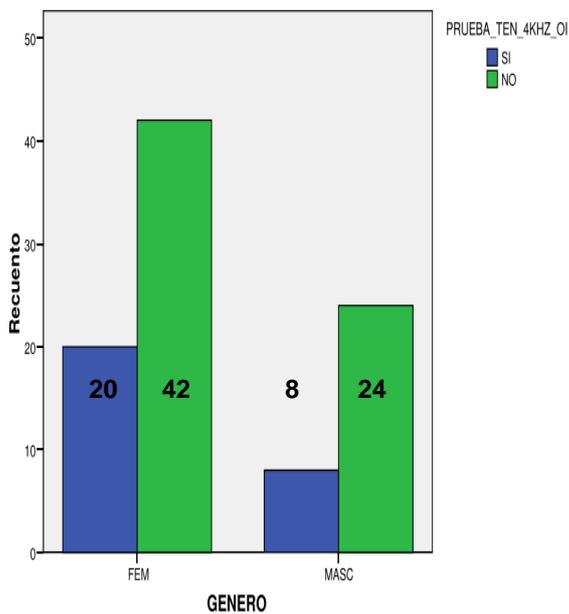
Gráfica 54. Prueba TEN 2 kHz en oído izquierdo Género.

❖ **RELACIÓN DE LA PRUEBA TEN 3 KHZ EN OÍDO IZQUIERDO / GÉNERO.**



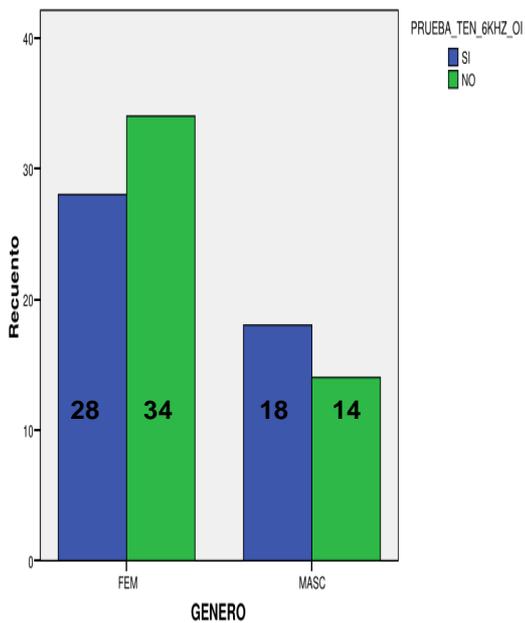
Gráfica 55. Prueba TEN 3 kHz en oído izquierdo Género.

❖ **RELACIÓN DE LA PRUEBA TEN 4 KHZ EN OÍDO IZQUIERDO / GÉNERO.**



Gráfica 56. Prueba TEN 4 kHz en oído izquierdo Género.

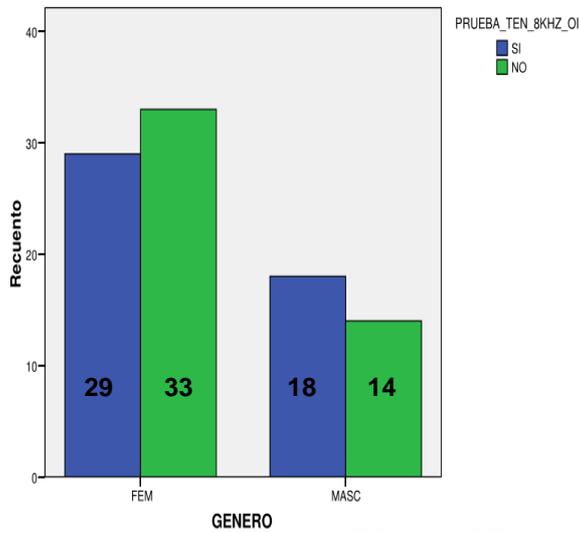
❖ **RELACIÓN DE LA PRUEBA TEN 6 KHZ EN OÍDO IZQUIERDO / GÉNERO.**



Gráfica 57. Prueba TEN 6 kHz en oído izquierdo Género.



❖ **RELACIÓN DE LA PRUEBA TEN 8 KHZ EN OÍDO IZQUIERDO / GÉNERO**



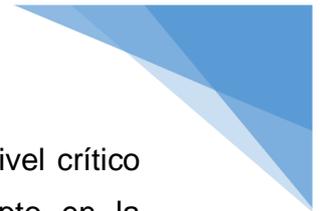
Gráfica 58. Prueba TEN 8 kHz en oído izquierdo Género.

**13.13 ANALISIS FACTORIAL: GRADO DE HIPOACUSIA// PRUEBA TEN EN OÍDO DERECHO.**

**TABLA 25. MATRIZ DE CORRELACIONES EN OIDO DERECHO**

OIDO DERECHO		Grado de hipoacusia	TEN 2kHz	TEN 3kHz	TEN 4kHz	TEN 6kHz	TEN 8kHz
Sig (Unilateral)	Grado de hipoacusia		.020	.002	.000	.044	.000
	TEN 2kHz	.020		.002	.039	.250	.058
	TEN 3kHz	.002	.002		.000	.046	.010
	TEN 4kHz	.000	.039	.000		.000	.000
	TEN 6kHz	.044	.250	.046	.000		.000
	TEN 8kHz	.000	.058	.010	.000	.000	

		Valor
Medida de adecuación muestral de Kaise-Meyer-Olkin		.687
Prueba de esfericidad de Barlett	Chi cuadrado aprox	107.949
	Gl	15
	Sig.	.000



En la tabla 25, se observa la matriz de correlaciones encontrando un nivel crítico unilateral (sig.) < 0.05 en todas las variable correlacionadas, excepto en la frecuencia de 2kHz, indicando alta significancia estadística.

La medida de adecuación muestral indica es > 0.6, lo cual indica que el análisis factorial fue adecuado para esta muestra.

El nivel crítico unilateral fue igual a .000, rechazando la hipótesis nula de esfericidad.

### 13.14 ANALISIS FACTORIAL: GRADO DE HIPOACUSIA// PRUEBA TEN EN OÍDO IZQUIERDO.

**TABLA 26. MATRIZ DE CORRELACIONES EN OIDO IZQUIERDO**

OIDO DERECHO		Grado de hipoacusia	TEN 2kHz	TEN 3KHz	TEN 4KHz	TEN 6KHz	TEN 8KHz
Sig (Unilateral)	Grado de hipoacusia		.016	.000	.000	.001	.000
	TEN 2kHz	.016		.000	.000	.011	.000
	TEN 3kHz	.000	.000		.000	.000	.000
	TEN 4kHz	.000	.000	.000		.000	.000
	TEN 6kHz	.001	.011	.000	.000		.000
	TEN 8kHz	.000	.001	.000	.000	.000	

		Valor
Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		.811
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	148.187
	gl	15
	Sig.	.000

La tabla 26, muestra la matriz de correlaciones en el oído izquierdo encontrando un nivel crítico unilateral (sig.) < 0.05 en todas las variables correlacionadas, indicando alta significancia estadística.

La medida de adecuación muestral indica es > 0.6, lo cual indica que el análisis factorial fue adecuado para esta muestra.

El nivel crítico unilateral fue igual a .000, rechazando la hipótesis nula de esfericidad

## 14. DISCUSIÓN

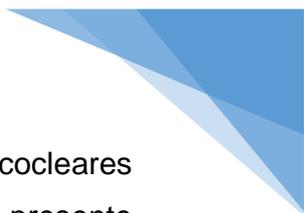
La hipoacusia en el adulto mayor se define como la disminución progresiva de la capacidad auditiva durante el envejecimiento y se caracteriza por ser de tipo neurosensorial simétrica, bilateral y de alta frecuencia, progresando con más rapidez a partir de los 60 años de edad.<sup>10, 11,12</sup>

En nuestra población estudiada, los 94 pacientes cumplían con estas características, estando dentro un intervalo de edades entre 60-75 años, con predominio en el género femenino correspondiendo al 60% de la población estudiada. En los pacientes adultos mayores con hipoacusias neurosensoriales grados superficiales a severa estudiados, el grado de hipoacusia que predominó fue el de hipoacusia media.

En cuanto a la correlación con la prueba TEN con género del paciente, solo en la frecuencia 6kHz de oído derecho, se encontró significancia estadística, lo cual es compatible con lo reportado por Vinnay y Moore que demostraron que la prevalencia de las regiones muertas no varía significativamente con el género.<sup>63</sup>

Los factores que contribuyen a la presbiacusia incluyen factores extrínsecos e intrínsecos como la Hipertensión Arterial Sistémica y Diabetes Mellitus tipo 2, nuestra población diana, presentó mayor prevalencia de pacientes portadores de Hipertensión Arterial Sistémica, con un 40.4%.<sup>14, 15,16</sup>

Se sabe que estas patologías afectan directamente a la estría vascularis, acelerando el progreso de la presbiacusia, sobre todo en las frecuencias altas, debido a que por la ubicación de la cóclea y la disposición basal de las células ciliadas externas estas son más susceptibles a dañarse inicialmente. Sin embargo, en nuestra población, no se encontró mayor índice de zonas cocleares muertas en los portadores de ambas patologías, ya que solo las frecuencias de 3 y 4 kHz de ambos oídos, fueron estadísticamente significativas. Esto se puede explicar, a que



debido a que nuestro objetivo era identificar la prevalencia de zonas cocleares muertas en el adulto mayor con presbiacusia, para fines prácticos del presente estudio, solo se tomó en cuenta si el paciente era portador de dichas patologías, desconociendo cifras de tensión arterial, glucosa y hemoglobina glucosilada de cada paciente. Dando pauta a nuevas líneas de investigación en las cuales, puede aplicarse a los pacientes diabéticos e hipertensos, la prueba TEN, pero tomando en cuenta factores como tiempo de evolución, cifras de glucosa, tensión arterial e incluso tratamiento, para conocer si existe mayor predisposición para la presencia de zonas cocleares muertas.

Algunos datos en la audiometría, pueden ser indicativos de la presencia de zonas cocleares muertas, por ejemplo, cuando la pérdida auditiva en las frecuencias altas está por encima de 90 dBHL y en las frecuencias bajas mayor de 75-80 dB, en el presente estudio se observó que el 45.7% de los pacientes presento hipoacusia grado medio con promedio de tonos audibles entre 26-40dB, siendo positiva la prueba TEN, compatible con zonas cocleares muertas.

El autor Moore, propuso algunas características en la audiometría que nos orientan a sospechar que existe una zona coclear muerta, entre ellas cuando la pendiente del audiograma es superior a 50 dB. <sup>44</sup>

El 52% de nuestros pacientes, presentó esta pendiente, sin embargo, en el 48% restante también hubo pacientes con prueba TEN positiva, por lo cual sería conveniente normar adecuadamente la definición de pendiente, por ejemplo, si existe una diferencia de 10-20 dB entre el umbral de una frecuencia y otra, para cumplir con el termino de pendiente. Con base en nuestros resultados concordamos con los autores Vinay y Moore, que encontraron que dicha pendiente, sugiere una región muerta de alta frecuencia, pero no proporciona un método de diagnóstico fiable.<sup>63</sup>



En el 2005, el autor Preminger y cols, describieron que la pendiente de la audiometría fue significativamente mayor para los oídos con las regiones muertas de alta frecuencia (18,9 dB / octava) que para los oídos sin regiones muertas (11 dB / octava).<sup>60</sup>

En nuestro estudio, debido a que no hubo una diferencia significativa en los pacientes con pendiente en frecuencias altas y los que no la presentaron, esto no pudo comprobarse.

Algunos estudios han demostrado que se puede encontrar regiones muertas incluso en una frecuencia donde el umbral absoluto indica únicamente hipoacusia leve.<sup>44</sup> Sin embargo, solo el 17% en oído derecho y el 23% en oído izquierdo de nuestros pacientes con hipoacusia leve presento zonas cocleares muertas.

Markessis y cols, en el 2006, describieron que la proporción de oídos que satisfacen los criterios de la prueba TEN fue más alta en 4 kHz, siendo 52% de los 69 oídos probados.<sup>61</sup>

Los datos encontrados en este estudio, indican que la prueba TEN fue positiva principalmente en 6 y 8 kHz en ambos oídos y solo se encontró significancia estadística en la frecuencia de 3 kHz; lo cual parece ser relevante para la adaptación de prótesis auditivas, ya que el rango de adaptación suele abarcar hasta la frecuencia de 4kHz, no incluyendo estas últimas 2 frecuencias, pudiendo resultar en un efecto positivo para los pacientes, ya que aunque fisiológicamente, puede ser limitante en la percepción de los fonemas que son audibles en dichas frecuencias, en cuanto a la prescripción de auxiliares, los hace candidatos a un auxiliar auditivo, no necesariamente con la tecnología de transposición frecuencial, que hasta el día de hoy, puede resultar inalcanzable para algunos estratos de la población.

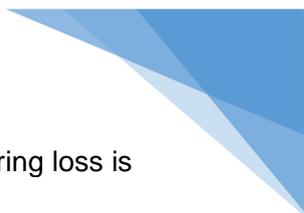
## 15. CONCLUSIÓN

Con base en los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede concluir que:

- La presencia de zonas cocleares muertas no se relaciona con el género, a pesar del predominio del género femenino en nuestra población.
- La presencia de zonas cocleares muertas es simétrica, sin predominar lateralidad.
- La prueba TEN es positiva para la presencia de zonas cocleares muertas principalmente en las frecuencias de 6 y 8 kHz.
- El 50% de nuestra población estudiada, con hipoacusia neurosensorial grado superficial a severa, presenta un perfil descendente con pendiente en frecuencias agudas en ambos oídos.
- La presencia de zonas muertas se encuentra principalmente en pacientes con grado de hipoacusia media, seguido por la hipoacusia moderada.
- En los pacientes adultos mayores con diagnóstico de Diabetes Mellitus 2 e Hipertensión Arterial, no existe predominio de zonas cocleares muertas en salvo en las frecuencias de 3 y 4 kHz, principalmente en los portadores de Hipertensión Arterial con un grado de hipoacusia media.

## 16. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Moore. B. Cochlear Hearing Loss: Physiological, psychological and technical issues. Editorial Wiley & Sons. Second edition. USA 2007. ISBN: 978-0-470-51633-1
2. Zimatore G, Hautzopolos S, Guiliiana A, Comparison of transiente otoacoustic emission responses from neonatal and adult. *J Appl Physiol* 2002;92:2521-8
3. Art JJ, Fettiplace R. Variation of membrane properties in hair cells isolated from the turtle cochlea. *J Physiol* 1987; 385:207-42.
4. Selyanko AA, Hadley JK, Brown DA. Properties of single M-type KCNQ2/KCNQ3 potassium channels expressed in mammalian cells. *J Physiol* 2001; 534:15-24.
5. Clark, J. G. Usos y abusos de la clasificación de la hipoacusia. *ASHA*; 1981 (23), 493–500.
6. American Speech-Language Hearing Association. Type, Degree, and Configuration of Hearing Loss. *Audiology Information Series*. [Revista on-line] 2011 [Consultado 17 julio 2016]; 2(103). Disponible en <http://www.asha.org/uploadedFiles/AIS-Hearing-Loss-Types-Degree.com>
7. Fong A. Bueno HJ. Geriatria: ¿Es un desarrollo o una necesidad?, *Medisan* 2002; 6(1):69-75
8. Instituto Nacional de Estadística Geografía. Encuesta Intercensal de población general. México 2015.
9. Chavolla R. Presbiacusia. *Revista de atención familiar* 2013;(2), 20.
10. Yang CH, Schrepfer T, Schacht J. Age-related hearing impairment and the triad of acquired hearing loss. *Front Cell Neurosci*. 2015;9:276.
11. Ohlemiller KK, Frisina RD. Age-related hearing loss and its cellular and molecular bases. In: Schacht J, Popper AN, Fay RR, editors. *Auditory Trauma, Protection, and Repair*. Boston, MA: Springer US; 2008:145–194.
12. Huang Q, Tang J. Age-related hearing loss or presbycusis. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2010;267(8):1179–1191.
13. Falah et al. Association of genetic variations in the mitochondrial DNA control region with presbycusis. *Clinical Interventions in Aging* 2017;12 459–465
14. Chen H, Tang J. The role of mitochondria in age-related hearing loss. *Biogerontology*. 2014;15(1):13–19.
15. Newman DL, Fisher LM, Ohmen J, et al. GRM7 variants associated with age-related hearing loss based on auditory perception. *Hear Res*. 2012;294(1–2):125–132.
16. Lee. K. T. Pathophysiology of Age-Related Hearing Loss. *Korean J Audiol* 2013;17:45
17. Xu. Zheng , Shen et al. Elevated SLC26A4 gene promoter methylation is associated with the risk of presbycusis in men. *Molecular Medicine Reports*. 2017, :347-352
18. Chen H, Tang J. The role of mitochondria in age-related hearing loss. *Biogerontology*. 2014;15(1):13–19.
19. Mousavizadeh K, Rajabi P, Alae M, Dadgar S, Houshmand M. Usage of mitochondrial D-loop variation to predict risk for Huntington disease. *Mitochondrial DNA*. 2015;26(4):579–582.
20. Bai U, Seidman MD, Hinojosa R, Quirk WS. Mitochondrial DNA deletions associated with aging and possibly presbycusis: a human archival temporal bone study. *Am J Otol*. 1997;18(4):449–453.
21. Markaryan A, Nelson EG, Hinojosa R. Quantification of the mitochondrial DNA common deletion in presbycusis. *Laryngoscope*. 2009; 119(6):1184–1189.
22. Liu H, Han Y, Wang S, Wang H. Association between the mitochondrial DNA 4977 common deletion in the hair shaft and hearing loss in presbycusis. *Mol Med Rep*. 2015;11(2):1127–1131.

- 
23. Johnson KR, Zheng QY, Erway LC. A major gene affecting age-related hearing loss is common to at least ten inbred strains of mice. *Genomics* 2000;70:171-80.
  24. Idrizbegovic E, Viberg A, Bogdanovic N, Canlon B. Peripheral cell loss related to calcium binding protein immunocytochemistry in the dorsal cochlear nucleus in CBA/CaJ mice during aging. *Audiol Neurootol* 2001;6:132-9.
  25. Sha SH, Kanicki A, Dootz G, Talaska AE, Halsey K, Dolan D, et al. Age-related auditory pathology in the CBA/J mouse. *Hear Res* 2008; 243:87-94
  26. Merchant SN, Nadol Jr JB. *Schuknecht's pathology of the ear*. 3rd ed. Shelton, CT: People's Medical Pub. House-USA;2010.
  27. Schuknecht HF, Gacek MR. Cochlear pathology in presbycusis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1993;102(1 Pt 2):1-16.
  28. Suga F, Lindsay JR. Histopathological observations of presbycusis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1976;85(2 pt.1):169-84
  29. Ohlemiller KK. Age-related hearing loss: the status of Schuknecht's typology. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2004;12:439-43.
  30. Makary CA, Shin J, Kujawa SG, Liberman MC, Merchant SN. Agerelated primary cochlear neuronal degeneration in human temporal bones. *J Assoc Res Otolaryngol* 2011;12:711-7.
  31. Pauler M, Schuknecht HF, Thornton AR. Correlative studies of cochlear neuronal loss with speech discrimination and pure-tone thresholds. *Arch Otorhinolaryngol* 1986;243:2006.
  32. Pauler M, Schuknecht HF, White JA. Atrophy of the stria vascularis as a cause of sensorineural hearing loss. *Laryngoscope* 1988;98: 754-9.
  33. Mills DM, Schmiedt RA. Metabolic presbycusis: differential changes in auditory brainstem and otoacoustic emission responses with chronic furosemide application in the gerbil. *J Assoc Res Otolaryngol* 2004;5:1-10.
  34. Merchant SN, Nadol Jr JB. *Schuknecht's pathology of the ear*. 3rd ed. Shelton, CT: People's Medical Pub. House-USA;2010.
  35. Lee KY. Pathophysiology of Age-Related Hearing Loss (Peripheral and Central). *Korean J Audiol* 2013;(17):45-49
  36. Nelson EG, Hinojosa R. Presbycusis: a human temporal bone study of individuals with downward sloping audiometric patterns of hearing loss and review of the literature. *Laryngoscope* 2006;116(9 Pt 3 Suppl 112):1-12.
  37. Willott JF. Effects of sex, gonadal hormones, and augmented acoustic environments on sensorineural hearing loss and the central auditory system: insights from research on C57BL/6J mice. *Hear Res* 2009;252:89-99.
  38. Falah et al. Association of genetic variations in the mitochondrial DNA control region with presbycusis. *Clinical Interventions in Aging* 2017;12 459–465
  39. Ciorba A, Bianchini C, Pelucchi S, Pastore A. The impact of hearing loss on the quality of life of elderly adults. *ClinInterv Aging*. 2012; 7:159–163.
  40. Lee KY. Pathophysiology of Age-Related Hearing Loss (Peripheral and Central). *Korean J Audiol* 2013;(17):45-49
  41. Organización Mundial de la Salud. Día Mundial de la Audición. Serie de Informes Técnicos Ginebra: OMS; 2015
  42. Instituto Nacional de Estadística Geografía. Encuesta Intercensal de personas con discapacidad. México 2015.
  43. Huss M, Moore BCJ. Dead regions and pitch perception. *J Acoust Soc Am* 2005.(117):3841–3852.
  44. Moore BCJ, Glasberg BR. A revised model of loudness perception. *Ear Hear* 2004 ;(24): 110-117.
  45. Moore B. C. J. Psychoacoustics of dead regions, *Audiol.* 32, 301-319

- 
46. Moore BCJ. Dead regions in the cochlea: diagnosis, perceptual consequences, and implications for fitting of hearing aids. *Trends Amplif* 2001; (5) :1–34
  47. Moore, Huss, Vickers . Baer. Psychoacoustics of dead regions. *Audiol.* 32, 301-319
  48. Valero-Garcia. J. Gou. J, Rubio. I. Smith. J. La transposición frecuencial. Incidencia en las habilidades de identificación y el reconocimiento auditivo en jóvenes con pérdidas auditivas profundas. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología* (2012) 32, 7-13
  49. Auriemma, J., Kuk, F., Lau, C., Marshall, S., Thiele, N., Pikora, M., et al. Effect of linear frequency transposition on speech recognition and production of school-aged children. *Journal of the American Academy of Audiology*, 2009. 20, 289
  50. Stelmachowicz, P. G., Pittman, A. L., Hoover, B. M., & Lewis, D. E. Effect of stimulus bandwidth on the perception of /s/ in normal- and hearing-impaired children and adults. *Journal of the Acoustical Society of America*, 2001.10, 2183-2190.
  51. Moore, B. C. J. Dead regions in the cochlea: diagnosis, perceptual consequences, and implications for the fitting of hearing aids. *Trends in Amplification*, 2001. 5, 1-34.
  52. Ching, T., Dillon, H., & Byrne, D. Speech recognition of hearing-impaired listeners: Predictions from audibility and the limited role of high-frequency amplification. *Journal of the Acoustical Society of America*, 1998. 103, 1128---1140.
  53. Macrae, J. H. A review of research into safety limits for amplification by hearing aids. *Australian Journal of Audiology*,1994. 16, 67-77.
  54. Galster. Prescribing Hearing Aids for Cochlear Dead Regions. *The Hearing Journal*. November 2012 • Vol. 65 • No. 11
  55. Skrodzka, D. Hojan-Jeziarska. Assessment of Amplification Benefit for a Subject with Cochlear Dead Regions. *Revista Acoustic and Biomedical Engineering* .2010.Vol. 118 .
  56. Kuk, F., Korhonen, P., Peeters, H., Keenan, D., Jessen, A., & Andersen, H.. Linear frequency transposition: Extending the audibility of high-frequency information.
  57. Huss M, Moore BCJ. Dead regions and pitch perception. *J Acoust Soc Am* 2005.(117):3841–3852.
  58. Van Summers, Molis.R. Müsch.H. et al. Identifying Dead Regions in the Cochlea: Psychophysical Tuning Curves and Tone Detection in Threshold-Equalizing Noise. *Ear & Hearing* 2003;24;133–142.
  59. Moore BCJ, Glasberg BR. A revised model of loudness perception. *Ear Hear* 2004 ;(24): 110-117.
  60. Preminger JE, Carpenter R, Ziegler CH. A clinical perspective on cochlear dead regions: intelligibility of speech and subjective hearing aid benefit. *J Am Acad Audiol* 2005. (16):600–613.
  61. Markessis E, Kapadia S, Munro KJ, Moore BCJ. Modification of the TEN test for cochlear dead regions for use with steeply sloping high-frequency hearing loss. *Int J Audiol* 2006; (45) :91–98..
  62. Jacob R. Candido .F , Manfrinato .F. Identifying dead regions in the cochlea through the TEN Test.*Rev Bras Otorrinolaringol* 2006;72(5):673-82.
  63. Vinay . Moore . B . Prevalence of Dead Regions in Subjects with Sensorineural Hearing Loss. *Ear & Hearing* 2007;28;231–241.
  64. Aazh. H. Moore. B. Dead Regions in the Cochlea at 4 kHz in elderly Adults: Relation to Absolute Threshold, Steepness of Audiogram, and Pure-Tone Average . *J Am Acad Audiol* 2007. 18:97–106 .
  65. Marriage. J Moore. B et al. Evaluation of an Aided TEN Test for Diagnosis of Dead Regions in the Cochlea. *Ear & Hearing*. 2008. Vol. 29, No. 3, 392-400
  66. Hornsby BW, Dundas JA. Factors affecting outcomes on the TEN (SPL) test in adults with hearing loss. *J Am Acad Audiol*. 2009 Apr; 20(4):251-63.

- 
67. Warnaar. B. Dreschler. W. Agreement between psychophysical tuning curves and the threshold equalizing noise test in dead region identification. *International Journal of Audiology* 2012; 51: 456–464
68. Lee. H.Seo.Y. Kim.K.Kan. Y et al. Clinical Application of the Threshold Equalizing Noise Test in Patients with Hearing Loss of Various Etiologies: A Preliminary Study. *J Audiol Otol* 2015;19(1):20-25
69. Kuk, F., Korhonen, P., Peeters, H., Keenan, D., Jessen, A., & Andersen,H. (2006). Linear frequency transposition: Extending the audibility of high-frequency information. *Hearing Review*, 13,38---48.
70. Auriemmo, J., Kuk, F., Lau, C., Marshall, S., Thiele, N., Pikora, M., et al. (2009). Effect of linear frequency transposition on speech recognition and production of school-aged children. *Journal of the American Academy of Audiology*, 20, 289---305.
71. Smith, J., Dann, M., & Brown, M. (2009). An evaluation of frequency transposition for hearing-impaired school age children deafness. *Deafness and Education International*, 11, 62---82.
72. Cox. R. Johnson. J. Alexander. G .Implications of High-Frequency Cochlear Dead Regions for Fitting Hearing Aids to Adults With Mild to Moderately Severe Hearing Loss.*Ear & Hearing* 2012;33;573–587
73. Pepler. A. Munro. K. Lewis. K. Kluk. K. Prevalence of Cochlear Dead Regions in New Referrals and Existing Adult Hearing Aid Users. *Ear & Hearing* 2014;35;e99–e109.
74. Anuario estadístico del periodo de enero-diciembre 2015 del Hospital General de México “Dr. Eduardo Liceaga. Disponible en [http://www.hgm.salud.gob.mx/interior/planeacion/cuadernos\\_estadis.html](http://www.hgm.salud.gob.mx/interior/planeacion/cuadernos_estadis.html). Consultado 22/06/17
75. Moore BCJ, Glasberg BR. New Version of the TEN Test With Calibrations in dBHL. *Ear & Hearing* 2004 ;(25);478–487 .

## **ANEXO 1. CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Título del protocolo: **PRUEBA TEN (THRESHOLD EQUALIZING NOISE), PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS COCLEARES MUERTAS EN ADULTOS MAYORES**

Investigador principal: **Dra. Laura Reyes Contreras**

Sede donde se realizará el estudio: **Servicio de Audiología y foniatría del Hospital General de México, O.D.**

El proyecto de investigación corresponde a: **Investigación con riesgo mínimo.**

Nombre del Paciente: \_\_\_\_\_

A usted se le está invitando a participar en este estudio de investigación médica. Antes de decidir si participa o no, debe conocer y comprender cada uno de los siguientes apartados. Este proceso se conoce como consentimiento informado. Siéntase con absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto.

Una vez que haya aceptado, se procederá a la realización del estudio para conocer su audición (audiometría), donde escuchará sonidos parecidos a un timbre a diferentes volúmenes. Después se le realizará una prueba llamada TEN, en la cual, usted escuchará un sonido parecido a ruido de lluvia, el cual deberá ignorar y solo avisar cuando vuelva a escuchar el sonido parecido al timbre. Si usted desea participar, entonces se le pedirá que firme esta forma de consentimiento, de la cual se le entregará una copia firmada y fechada.

### **I. Justificación y objetivos del estudio**

Con esta investigación se pretende identificar si existen zonas en su oído que no responden adecuadamente a los sonidos. Se realizará a todos los pacientes adultos mayores que tengan sordera relacionada con la edad. Y así se podrá saber, que tipo de aparato auditivo podría recomendársele en caso de requerirlo.

### **II. Procedimientos**

1. Se le realizará un estudio de audición para conocer cuánto escucha en ambos oídos.
2. Se le colocarán unos audífonos, en los cuales, escuchará un sonido parecido aún timbre, primero en el oído derecho y luego en el izquierdo.
3. Usted indicará, presionando el botón que se le proporcionará; cada que escuche el timbre, aunque sea muy bajito.
4. Después se le realizará de manera complementaria una prueba llamada TEN, en la que usted escuchará un ruido constante parecido a lluvia, el cual deberá ignorar, y solo deberá presionar el botón, cuando empiece a escuchar el sonido parecido al timbre. La duración del timbre presentado será entre 1 y 2 segundos.

**Riesgos esperados:** No se generará ninguna molestia ni riesgo a los pacientes.

**Duración del estudio:** Aproximadamente de 15-20 minutos.

### **Beneficios del estudio**

- 1) Identificar zonas en el oído que no responden bien al sonido, sobre todo los de tono agudos (frecuencias 2,3,4 kHz), por ejemplo voces de mujeres y niños.
- 2) Poder elegir la mejor opción al indicarle un auxiliar auditivo.

## CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del protocolo: **PRUEBA TEN (THRESHOLD EQUALIZING NOISE), PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS COCLEARES MUERTAS EN ADULTOS MAYORES**

### III. Garantía de recibir respuestas y aclaraciones

En el transcurso del estudio usted podrá solicitar información actualizada sobre el mismo al investigador responsable. Todas sus preguntas e inquietudes serán contestadas en el momento en que usted las solicite.

### IV. Libertad de retirar su consentimiento

Su decisión de participar en el estudio es completamente voluntaria y usted puede retirarse del mismo en el momento que lo desee, respetando su decisión y sin que esto afecte su atención subsecuente en este servicio.

### V. Privacidad

La información obtenida en este estudio, utilizada para la identificación de cada paciente, será mantenida con estricta confidencialidad por el grupo de investigadores y será utilizada solamente con fines de investigación.

### VI. Información actualizada

El equipo de investigadores se compromete a que en caso de obtener información actualizada con respecto al estudio, ésta se le proporcionará, aunque esta pudiera afectar su voluntad para continuar participando en el mismo.

### VII. Gastos adicionales

En caso de existir gastos adicionales, estos serán absorbidos por el presupuesto de la investigación.

Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado anexa a este documento.

Yo, \_\_\_\_\_ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Convengo en participar en este estudio de investigación. Recibiré una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento.

---

**Firma del participante o representante legal**

---

**Dirección y teléfono del participante**

---

**Fecha**

### CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del protocolo: **PRUEBA TEN (THRESHOLD EQUALIZING NOISE), PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS COCLEARES MUERTAS EN ADULTOS MAYORES**

Nombre del testigo 1	Relación con el participante
Dirección y teléfono del testigo 1	Firma
Nombre del testigo 2	Relación con el participante
Dirección y teléfono del testigo 2	Firma

Esta parte debe ser completada por el investigador (o representante):

He explicado al Sr.(a)\_\_\_\_\_ la naturaleza y los propósitos de la investigación; le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación. He contestado a las preguntas en la medida de lo posible y he preguntado si tiene alguna duda. Acepto que he leído y conozco la normatividad correspondiente para realizar estudios con seres humanos y me apego a ella.

Una vez concluida la sesión de preguntas y respuesta, procedo a firmar el presente documento.

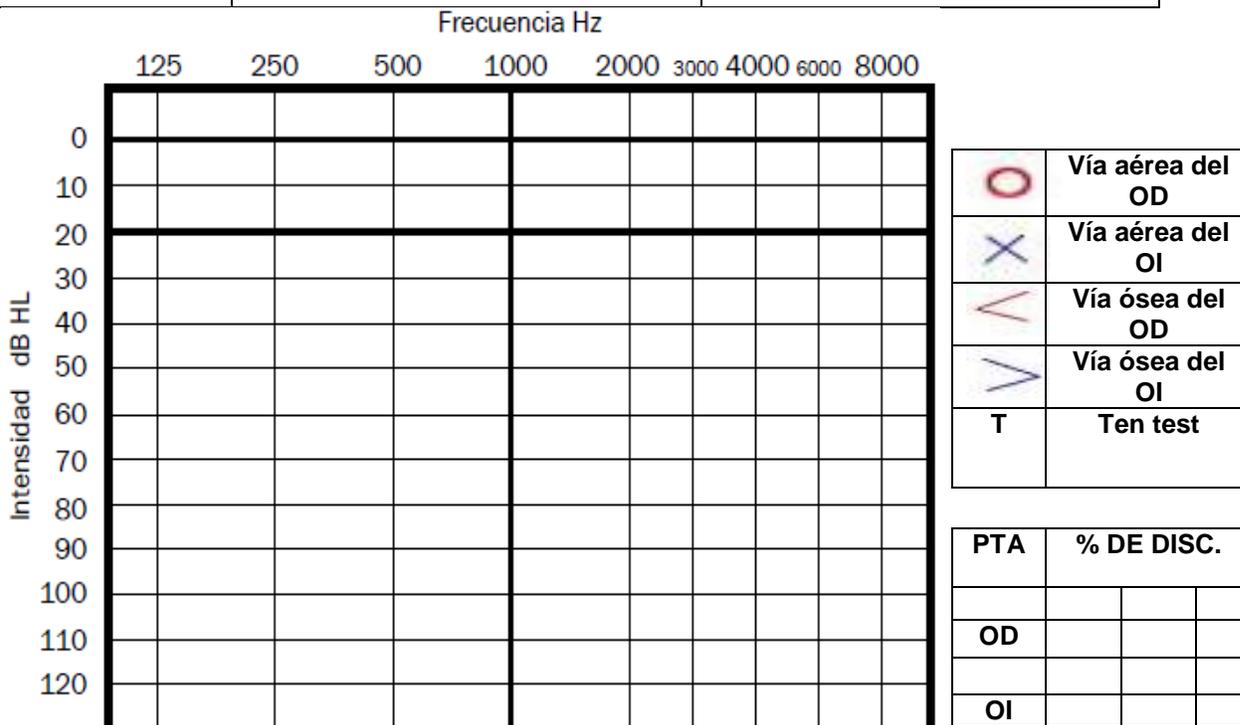
\_\_\_\_\_  
**Firma del Investigador**

\_\_\_\_\_  
**Fecha**

En caso de dudas o de requerir información adicional en relación con el proyecto de investigación, usted puede contactar a la Dra. Laura Reyes Contreras, médico adscrito al Servicio de Audiología y Foniatría, al teléfono 5526909280 o bien con la Dra. Teresa Pérez Castillo, médico residente de tercer año de Audiología, Otoneurología y Foniatría al teléfono. 0445515024409, en Balmis 148, Colonia Doctores, Delegación Cuauhtémoc, CP 06726, D.F o con la Dra. María Georgina Andrade Morales, Presidente del Comité de Ética en Investigación, Doctora en Neurociencias, Tel. 27892000 Ext. 1164.

**ANEXO 2. HOJA DE RECOLECCION DE DATOS I  
PRUEBA TEN (THRESHOLD EQUALIZING NOISE), PARA LA  
IDENTIFICACIÓN DE ZONAS COCLEARES MUERTAS EN ADULTOS  
MAYORES**

<b>Nombre del paciente:</b>					
<b>Edad:</b>		<b>Género:</b>		<b>Teléfono:</b>	
<b>Otoscoopia:</b>	<b>Oído derecho</b>		<b>Oído izquierdo</b>		
<b>Antecedentes de importancia</b>	<b>Diabetes Mellitus tipo 2</b>				
	<b>Hipertensión Arterial Sistémica</b>				
	<b>Dislipidemia</b>				
	<b>Exposición a ruido</b>				
	<b>Uso de medicamentos ototóxicos</b>				



	<b>Complianza</b>	<b>Volumen</b>	<b>0.5kHz</b>	<b>1kHz</b>	<b>2kHz</b>	<b>4kHz</b>
<b>OD</b>						
<b>OI</b>						

Fecha: \_\_\_\_\_.

