	PROTOCOLO PARA LAS PERICIAS FORENSES DE VOZ EN EL ÁMBITO JUDICIAL	PROTOCOLO-01 -V00
GESTIÓN DE LA CALIDAD		Página 1 de 15

1- OBJETIVO:

Presentar un protocolo orientativo para las etapas que intervienen en las pericias de voz, que abarca desde la recepción de la evidencia hasta la creación del informe pericial.

Motivación

El experto forense Daniel Corach de la Argentina ha desarrollado una guía (Corach, 2018) para la recepción de muestras de ADN donde expresa que “Los auxiliares de justicia y peritos actuantes habitualmente desconocen que existen pautas de procedimiento que deben cumplirse para garantizar que los resultados de las pericias forenses tengan valor de prueba al momento del juicio y que no sean declaradas nulas por errores en los procedimientos. Al recibir un indicio de interés pericial, deberán cumplirse una serie de requisitos indispensables que permitirán otorgar valor de prueba a los resultados de los estudios derivados de su análisis”. El presente protocolo está basado en la guía mencionada, en los fundamentos de la identificación forense de hablantes mediante la voz (Rose, 2002) y en las recomendaciones de la Red Europea ENFSI (Drygajlo et al, 2015).

2- ALCANCE:

Este protocolo es aplicable a todas las pericias de voz donde interviene el juzgado y un laboratorio forense de voz.

3 - DEFINICIONES Y ABREVIATURAS:

Cadena de custodia: documento con firmas que indica las sucesivas intervenciones que ha tenido la evidencia desde su toma en el lugar del hecho.

Voz dubitada: Voz del ofensor o evidencia cuya identidad se desconoce.

Voz indubitada: Voz del sospechoso cuya identidad es conocida.

Sociolecto, Regiolecto y Etnolecto: variantes del lenguaje debidas a la condición social, las variaciones regionales y a la raíz étnica del hablante.

Densidad de probabilidad: Probabilidad relativa de una variable

Verosimilitud: Probabilidad que las observaciones provengan de una muestra perteneciente a una ley de probabilidad.

Reverberación: reflexión del sonido que se mezcla con el original.

FECHA DE ÚLTIMA REVISIÓN	PREPARÓ	REVISÓ	APROBÓ
26-05-2018	Jorge A. Gurlekian Pedro Univaso Miguel Martínez Soler	Humberto Torres Germán Stalker	CA PCyJ

Eco: Reflexión del sonido separado del original.

VAD: Detección de actividad de voz

RIFF: Formato de almacenamiento de segmentos multimedia

WAV: Formato de onda para archivos de audio

GMM: Modelo de mezclas gaussianas

HMM: Modelos ocultos de Markov

UBM: Modelo universal de referencia

LLR: Logaritmo de la relación de verosimilitudes (LR)

ENFSI: Red Europea de Institutos de Ciencias Forenses

NIST: Instituto Nacional de Estándares y Tecnología de los Estados Unidos.

4- RESPONSABILIDAD

Del Juzgado interviniente en la recepción y aceptación de las muestras dubitadas y del responsable del Laboratorio Forense de Voz en la realización del cotejo e informe final. La responsabilidad para la toma de las muestras indubitadas se determinará en cada caso.

5- DESARROLLO

Este protocolo presenta las recomendaciones que deberá observar el juzgado: Reglas 1 a 8, y las que deberá observar el Laboratorio Forense para el cotejo de las voces: Reglas 9 a 20.

5.1 Tareas del Juzgado

La recepción de la muestra dubitada estará a cargo del juzgado que deberá determinar si la misma puede ser apta para realizar la pericia. Para ello solicitará al laboratorio forense el pre-procesamiento de las grabaciones dubitadas y el resultado del mismo.

5.1.1 Condiciones para el rechazo de la grabación dubitada

Regla N° 1: Se deberá rechazar la muestra de habla dubitada si no cumple con los requisitos técnicos de admisión.

- No cumpla con la duración efectiva mínima
- Nivel de ruido y/o reverberación inaceptables
- Que la grabación haya sido editada previamente
- No contemporaneidad de las muestras
- Diferencia de idioma o dialecto salvable

- Que la muestra no haya sido recogida cuando el hablante estaba severamente influido por las drogas, el alcohol, una disfonía, enfermedad, un estado emocional que pudiera alterar el resultado de la identificación, o estuviera enmascarando su voz.

Duración efectiva mínima: una vez eliminados los segmentos de audio que no conformarán el segmento de habla a procesar, se debe determinar si su duración y riqueza fonética cumple con el mínimo requerido por el método de identificación a emplear.

Regla Nº 2: Se considera una duración efectiva mínima de entre 3 y 7 segundos y una duración efectiva óptima de entre 15 y 30 segundos.

Nivel de ruido y/o reverberación aceptable: la relación señal a ruido deberá ser mayor a 10dB.

Regla Nº 3: El nivel de relación señal a ruido debe ser mayor a 10dB.

Que la grabación haya sido editada previamente: La grabación debe ser continua sin saltos abruptos de intensidad, entonación o ruido de fondo. La inserción o borrado de segmentos podrá ser evaluada por el laboratorio forense como punto de pericia.

Contemporaneidad de las muestras: se debe considerar si es factible llevar adelante la identificación cuando las muestras dubitadas a comparar hubieran sido grabadas con una antigüedad superior a los 2-5 años. En estos casos el envejecimiento del hablante puede introducir una variabilidad insalvable para la identificación.

Diferencia de idioma o dialecto: otra consideración a tener en cuenta y a documentar son las diferencias de sociolecto, idiolecto, regiolecto o acento extranjero y el tipo de lenguaje en casos de regiones de diferentes lenguas o multilingüismo. Algunos sistemas de identificación de hablantes (p.ej. formantes) pueden no aceptar muestras de audios con estas diferencias.

Regla Nº 4: En todos los casos el juzgado deberá incluir un detalle de las causas del rechazo de la grabación dubitada o evidencia y consecuentemente de la pericia.

Una vez validada la muestra dubitada se deberá planificar la toma de voz indubitada.

5.1.2. La creación de las grabaciones Indubitadas

La grabación indubitada podrá ser realizada por un auxiliar idóneo donde está radicado el juzgado, o será realizada por un perito del laboratorio forense.

Regla N° 5: En esta etapa el juzgado deberá encargarse de grabar las voces de los sospechosos en condiciones controladas en un ambiente silencioso dentro del mismo juzgado con su mismo personal o contratando los servicios ofrecidos de otras instituciones o expertos.

El auxiliar requerido para esta tarea debe tener entrenamiento en grabaciones digitales de audio. Es deseable que tenga una capacidad probada en el manejo de situaciones imprevistas con sospechosos, imputados, procesados y criminales. En su tarea puede ser asistido por personal de seguridad. Si no existen grabaciones indubitadas previas o éstas no son válidas por errores de procedimiento, el responsable del juzgado deberá solicitar en función de lo indicado en el oficio judicial, la comparecencia de cada sospechoso con su abogado defensor y miembros de seguridad y el auxiliar encargado de la grabación, fijándose un día y hora según sea la disponibilidad del lugar donde se realizarán las grabaciones o “plana de voz” para cada uno de los indubitados.

Regla N° 6: En caso de existir peritos de parte, el juzgado deberá citar a esos peritos en función de la disponibilidad de fechas del auxiliar actuante. Bajo estas circunstancias, se deberán labrar actas de apertura que serán firmadas por los peritos de parte juntamente con el auxiliar que realiza la grabación indubitada.

El auxiliar responsable de las grabaciones indubitadas deberá informar de la presentación o no presentación del sospechoso con su abogado y del personal de seguridad. Como también si el sospechoso se niega o está impedido a realizar las grabaciones solicitadas.

Regla N° 7: Las grabaciones indubitadas deberán contener habla espontánea del hablante en situación de diálogo con el auxiliar que realiza la grabación.

Requisitos técnicos para realizar la grabación indubitada

- Se recomienda el uso de editores de audio (p.ej. AUDACITY o similar)
- Grabación de habla espontánea
- Nivel de cuantización de 16 bits y frecuencia de muestreo de 16KHz como mínimo
- Canal mono
- Duración efectiva mínima de 60 segundos
- Relación señal a ruido mayor a 20 dB
- Se deberá exportar con el formato de alta calidad sin compresión (wav)

Regla N° 8: La grabación deberá cumplir con los requisitos técnicos mínimos

Una vez verificadas las condiciones de las grabaciones dubitada e indubitadas se realizará una copia digital y se las enviará al laboratorio forense de voz junto con el oficio judicial y la cadena de custodia para que este realice la comparación y entregue un informe final con el resultado obtenido.

5.2 Tareas del Laboratorio Forense de Voz

El Laboratorio Forense de Voz está constituido por un grupo experto que puede formar parte de la institución judicial, de seguridad, o de ciencia y tecnología, como así también de grupos privados dedicados a las actividades forenses. Todos ellos deberán tener presentes las siguientes recomendaciones.

5.2.1 Recepción

Regla N° 9: Para que las muestras de voz tengan valor como evidencia en la instancia de juicio deberá estar acompañada por un documento denominado cadena de custodia y por un documento u oficio que indique los análisis solicitados.

La cadena de custodia detalla la sucesión de responsables que recibieron y entregaron las muestras desde el levantamiento de la grabación dubitada en la escena del hecho por cualquier método y formato disponible. El oficio judicial que describe el caso indica los puntos de pericia requeridos sobre el material dubitado. El laboratorio pericial no deberá recibir muestras de voz si no se encuentran acompañadas por la cadena de custodia y oficio correspondientes.

En los casos en que un magistrado o fiscal remitan evidencias grabadas, éstas deben ser recibidas y los datos disponibles volcados en un cuaderno de registro de entrada.

Las grabaciones dubitadas pueden llegar en cualquier soporte, formato de audio, duración y calidad. Los soportes del material grabado (CD, Pendrive, Disco externo) deberán ser registrados fotográficamente para su archivo y se deberán documentar los códigos criptográficos -también denominados 'hash'- (p.ej. MD5, SHA, etc.) de cada muestra recibida, de manera de asegurar su identidad.

Luego, se procederá nuevamente a la verificación de los requisitos técnicos mínimos.

Regla N° 10: se deberá verificar que cada segmento de habla continua no haya sido editado internamente utilizando para ello programas de detección de ediciones.

Si la grabación indubitada no tiene emisiones de habla espontánea en situación de diálogo o no cumple con los estándares de calidad, el equipo de grabación deberá comunicar al solicitante de la corte que la pericia no puede realizarse y eventualmente el juzgado deberá realizar una nueva comparecencia del sospechoso.

En caso de detectarse la falta de documentación asociada o un indebido acondicionamiento del soporte material de las grabaciones, se deberá inmediatamente comunicar al remitente para que sea quién decida el procedimiento a seguir, responsabilizándose de tal decisión. Debiendo quedar debidamente documentada tal comunicación y su respuesta.

Regla N° 11: se deberá tomar nota de los datos de las grabaciones en el cuaderno de registro de entrada.

Los datos de las grabaciones son:

- Nombre y documento de la persona que entrega el material
- Código del caso
- Código criptográfico (hash)
- Si corresponde a una grabación dubitada o indubitada
- Tipo de soporte
- Fecha y lugar de grabación
- Formato de audio
- Canales
- Nombre e identificación de los archivos
- Condiciones ambientales durante la toma de la grabación
- Observaciones

5.2.2 Procesamiento

Regla N° 12: Se deberá trabajar con una copia digital del audio dubitado e indubitado con la misma calidad de los originales para realizar el procesamiento y cotejo posterior manteniéndolos sin ningún tipo de modificación.

El auxiliar para esta tarea debe poseer buena capacidad de discriminación auditiva¹¹ y entrenamiento en el manejo de programas para la edición de audio. Para esta tarea se puede emplear un enfoque combinado visual-auditivo a partir de algún sistema de análisis espectrográfico disponible en el mercado. Todos los segmentos de audio eliminados, extraídos o mejorados durante el pre-procesamiento deberán anotarse, dejando constancia del tiempo de inicio y fin correspondiente a cada segmento.

¹¹Se considera que la discriminación de habla es buena cuando se identifican más del 50% de las palabras en la condición de 0 dB de relación señal a ruido. (Gurlekian, Babnik y Torres, 2008).

5.2.3 Etapas del procesamiento

Regla N° 13: *Conversión del formato de audio*: la grabación se convertirá al formato digital riff (wav).

Si las grabaciones son analógicas deberán ser digitalizadas y convertirse al formato requerido por el método de identificación de hablantes (por ejemplo, formato riff conocido como wav).

Si las grabaciones son digitales se ha de informar si el formato original es con pérdida de información (p.ej. mp3 (grabación comprimida), opus (WhatsApp) o sin pérdida (p.ej. wav, flac).

Regla N° 14: Separación del hablante de interés. Se deben extraer y conservar los ruidos y distorsiones locales de la señal de audio que puedan interferir el análisis, como así también los segmentos de audio que incluyan aspectos extra-lingüísticos.

Selección del hablante: en esta etapa se debe separar el habla del hablante relevante de las voces de otros interlocutores, incluido los del auxiliar si existen. Las conversaciones superpuestas deben ser desechadas para el análisis.

Segmentación: Algunos métodos de identificación de hablantes requieren la eliminación manual de silencios, de manera de procesar exclusivamente los segmentos de habla; otros los remueven automáticamente por medio de un algoritmo de detección de voz (VAD).

Aspectos extralingüísticos como risas, toses, carraspeo, respiración y estilos de habla no usuales (p.ej. susurro, falsete, gritos) que pueden resultar de interés en el método perceptual con apoyo espectrográfico o en los métodos automáticos con bases de datos que incluyan estos aspectos de no habla y extralingüísticos.

Mejoramiento del audio: en caso de que la señal de habla posea alteraciones debidas al canal o a las condiciones ambientales (ruido y reverberación) que dificulten su análisis por parte del método de identificación o si el punto de pericia solicita la transcripción ortográfica, es factible emplear algunas técnicas de mejoramiento. Por ejemplo, para mejorar el audio se pueden emplear filtros pasabajo/pasabanda/pasaalto que actúan en una región del espectro en frecuencia, filtros dinámicos que ajustan e igualan las intensidades variables de una grabación, filtros basados en el análisis espectral relativo (RASTA) que emplean el principio de enmascaramiento auditivo para la reducción del ruido, filtros de sustracción espectral útiles si el ruido es estable en el tiempo, y filtros anti-reverberación (p.ej. basados en el análisis predictivo lineal (LP)). El mejoramiento de audio puede abstraer además del ruido o la reverberación parte de la señal útil del habla necesaria para la identificación del hablante.

Regla N° 15: El mejoramiento puede ser considerado una manipulación de la evidencia, con lo cual debe realizarse solamente si el punto de pericia solicitado lo justifica.

Si la duración fuera superior a la mínima se recomienda generar varias muestras con segmentos de aproximadamente 30 segundos cada uno a ser analizados de manera independiente. Algunos sistemas requieren entre 40 y 60 segundos para el entrenamiento de los modelos (p.ej. modelado GMM).

5.3. El análisis y cotejo de las muestras
Los métodos disponibles en la actualidad son:

- El perceptual que requiere un coordinador con formación en fonética acústica-perceptual y conocimientos de estadística que coordina a un jurado de tres o más miembros conformado preferentemente por fonoaudiólogos con experiencia musical.
- El semiautomático que requiere un operador con formación en fonética acústica para realizar el análisis espectrográfico de los segmentos de habla y la medición de los rasgos distintivos del hablante.
- El automático que requiere un auxiliar con manejo de programas informáticos.

Durante la totalidad del proceso de análisis, el laboratorio o especialista deberá observar la Regla 15:

Regla N° 16: Se deberá garantizar la trazabilidad de las muestras de voz, debiendo quedar documentadas en el cuaderno del laboratorio correspondiente al grupo de análisis.

En particular en aquellos casos en los que las muestras a ser analizadas tanto de la evidencia como de la plana de voz indubitada hayan requerido la separación de la voz a cotejar de otras voces o del propio entrevistador.

Los puntos de pericia de voz son variados. Por orden de importancia son los siguientes:

1. El cotejo de las voces entre la voz de la evidencia y cada una de las voces de los sospechosos.

Regla N° 17: El resultado se expresará en forma cuantitativa como la relación de probabilidades (LR).

Estos datos numéricos podrán acompañarse con gráficos, tablas y toda representación que permita una clara y rápida comprensión del resultado obtenido (p.ej. interpretación textual de resultados cuantitativos, valores de probabilidad, etc.).

2. El método requerido o la combinación de métodos disponibles. Cada método producirá una medida numérica de relación de probabilidades denominada LR que podrá integrarse a la obtenida por distintos métodos. En los casos de identificación abierta el LR indicará la relación entre la probabilidad que la evidencia provenga del sospechoso respecto a la probabilidad que la evidencia provenga de cualquier otro hablante. En los casos de identificación cerrados de dos o más sospechosos, donde previamente existe la certeza que alguno de los sospechosos produjo la evidencia, el valor de LR más alto indicará al sospechoso que produjo la evidencia.
3. La transcripción grafémica de los segmentos de voz utilizados en el cotejo de voces.
4. El grado de error del método de estimación empleado.
5. La confiabilidad del método empleado.

La interpretación textual del resultado numérico del cotejo (LR, o su logaritmo LLR) se indicará como se muestra en la Tabla 1 y podrá ser acompañado de un gráfico como el que se presenta en la Figura 1. Además, deberán incluirse las características de precisión, discriminación, confiabilidad y calibración del método empleado y si el método ha sido validado con datos externos al laboratorio que realiza el análisis como los indicados en el Anexo II.

5.4. Informe Pericial

Los auxiliares encargados del informe pericial recibirán las grabaciones originales, las copias de los segmentos finalmente utilizados en la pericia, los resultados del análisis y la cadena de custodia.

Se informará sobre los puntos de pericia solicitados. Indicando además los registros internos de cada laboratorio y el director responsable, que permitirán mostrar la trazabilidad de la pericia realizada a través de indicadores verificables de registros escritos, cuadernos de laboratorio o planillas de cálculo digitalizadas.

Regla N° 18: El informe final a ser presentado al juez o al jurado debe contener toda la información recabada en el análisis previo y la fuerza de la evidencia, que estará representada por la medida de similitud o por el cociente de verosimilitudes obtenido.

Tabla I: Equivalencias entre los valores de LR y LLR y su interpretación en texto

LR	LLR	Interpretación
0,0001	-4	Falta de certeza muy fuerte
0,001	-3	Falta de certeza fuerte
0,01	-2	Falta de certeza moderada

0,1	-1	Falta de certeza limitada
1	0	Indefinición
10	+1	Certeza limitada
100	+2	Certeza moderada
1000	+3	Certeza fuerte
10000	+4	Certeza muy fuerte

Regla N° 19: Se debe acompañar este resultado con todas las aclaraciones del caso y eventualmente con gráficos que permitan una fácil interpretación de los resultados.

Por ejemplo, se puede presentar un gráfico como el de la Figura 1, donde se puede visualizar la discriminación del sistema (la distancia entre ambas curvas), la precisión de la medición obtenida (el valor de LLR) y la calibración del sistema (asociado aproximadamente la diferencia entre el valor de LLR en el cruce de ambas curvas y $LLR=0$).

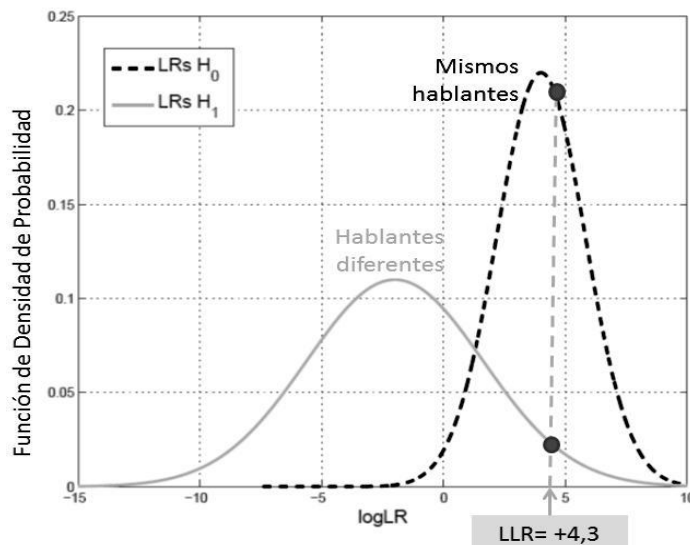


Figura 1. Ejemplo de gráfico a ser presentado al juzgado con el resultado de la pericia expresado en LLR .

Regla N° 20: El informe deberá satisfacer los requerimientos de cada sistema legal o a las regulaciones propias del laboratorio forense, pero debería contener al menos los siguientes ítems:

- Una lista de todos los materiales recibidos
- La información sobre el equipamiento y metodología empleados indicando el cumplimiento de los principios de Daubert enunciados en el Anexo II
- Los datos descriptivos de los archivos y audios recibidos y si fue necesario convertir o mejorar el audio
- Toda la información administrativa referida a la recepción y envío de material e informes

- La naturaleza del caso requerido por la autoridad competente
- Cualquier hipótesis (proposición) referida al caso
- Todo intercambio de información entre el laboratorio y la autoridad competente
- Informar si el laboratorio realizó grabaciones del sospechoso
- La estrategia de análisis y una descripción detallada de la metodología empleada
- Las observaciones y análisis de resultados
- La conclusión del cotejo
- El método de devolución del material recibido

6.- DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Corach D. (2018), "Pautas y Recomendaciones para la Recepción, Preservación y Devolución de Muestras Biológicas en el Marco de una Investigación Judicial". Informe técnico. Programa Ciencia y Justicia. CONICET
- Daubert (1993). Corte Suprema de EEUU. Daubert vs. Merrell Dow Pharmaceuticals, Inc. 509US.579
- Drygajlo A, Jessen M, Gfroerer S, Wagner I, Vermeulen J and Niemi T. (2015), *Methodological Guidelines for Best Practice in Forensic Semiautomatic and Automatic Speaker Recognition*. European Network of Forensic Science Institutes.
- Gurlekian JA, Torres HM, Evin DA. (2014), "Guía para la segmentación y transcripción fonética en las tecnologías de habla" Fonoaudiológica.
- Gurlekian JA, Torres HM, Rincon Cediell M. (2019). "A perceptual method to rate dysphonic voices". Journal of Voice. Elsevier. Journal of Voice, Volume 33, Issue 4, July, <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.01.007> Pages 453-464.
- Gurlekian JA, Colantoni L y Torres HM. (2001). *El alfabeto fonético SAMPA y el diseño de corpora fonéticamente balanceados*. Fonoaudiológica. Ed. ASALFA. Tomo: 47, No. 3, pp 58-69.
- Gurlekian JA, Suligoy S, Univaso P, Torres HM, Masessa E, Molina N. (2022). "Determining the Likelihood Ratio From Perceptual Attributes of Voice". Journal of Voice: Official Journal of the Voice Foundation Mosby-Elsevier. pp 1-13. Marzo.
- Morrison GS. (2011). "Measuring the validity and reliability of forensic likelihood-ratio systems". Science & Justice, 51(3), 91-98. SITW. (2016) <http://www.speech.sri.com/projects/sitw/>
- Morrison GS & Enzinger E. (2016). "Multi-laboratory evaluation of forensic voice comparison systems under conditions reflecting those of a real forensic case", (forensic_eval_01). Introduction. Speech Communication, 85, 119-126.
- Rose P. (2002): Forensic Speaker Identification, London, Taylor & Francis.
- Univaso P. (2018), "[Cómo presentar la evidencia científica a la comunidad judicial: factor de Bayes](#)". Research Gate.
- Univaso P, Gurlekian JA. (2018), "[Grabaciones indubitadas y dubitadas en las pericias forenses de voz: un trabajo preliminar](#)". Research Gate.
- Univaso, P. (2016), "[Identificación forense de hablantes en Argentina: un tutorial](#)". Research Gate . DOI 10.13140/RG.2.1.4252.3768.
- Univaso P. (2016) "[Towards a Unified Methodology for Forensic Speaker Identification](#)". Research Gate", DOI 10.13140/RG.2.2.31571.58402.

- Univaso, P., Ale, J. M., y Gurlekian JA. (2015), "[Data Mining applied to Forensic Speaker Identification](#)". Latin America Transactions, IEEE (Revista IEEE America Latina), 13, 4, pp. 1098-1111.
- Univaso P, Martínez Soler M y Gurlekian JA. (2013), "[Human Assisted Speaker Recognition Using Forced Alignments on HMM](#)". International Journal of Engineering Research and Technology, ERSRA Publications, 2, 9.
- Univaso P, Martínez Soler M., y Gurlekian JA. (2012), "A preliminary approach to forensic speaker recognition using phonemes". En IberSPEECH 2012, VII Jornadas en Tecnología del Habla and III Iberian SLTech Workshop, Editorial: Escuela Politécnica Superior, Universidad Autónoma de Madrid, España.

7.- ANEXOS

- Anexo 1. Validación del software: Principios de Daubert y Métricas de evaluación
Anexo 2. Sistemas de identificación de hablantes

8.- MODIFICACIONES

Rev.	Fecha	Modificación	Responsable
00	26/05/18	Redacción del instructivo	Jorge A Gurlekian
01	28/05/18	Ejemplo Informe Pericial	Pedro Univaso
02	30/05/18	Formato y Gestión de calidad	Claudia G Bonelli
03	12/06/18	Revisión general	Humberto M Torres
04	1/07/18	Estructuración en Reglas	Germán Stalker
05	2/05/23	Reescritura orientada al ámbito Judicial	Jorge A Gurlekian

ANEXO 1

Sistemas de identificación de hablantes

Método Perceptual:

Se basa en la descripción y comparación de las características segmentales y suprasegmentales del habla, y de las características de la voz, tales como entonación, ritmo, prosodia, velocidad del habla, articulación, coarticulación, timbre, etc., realizadas por evaluadores perceptuales entrenados.

Referencias:

Método de puntajes de Hollien

Método de comparación por similitud y tipicidad, EVAPEFOR

Método Automático:

Se basa en el análisis y comparación de las características espectro-temporales presentes en el habla, realizadas en forma automática con diferentes algoritmos de computación.

Referencias:

Sistema BATVOX: método de modelos de mezclas gaussianas (GMM) (origen: España)

Sistema SIS I: método de modelos de mezclas gaussianas (GMM), tono y formantes (origen: Rusia)

Sistema SIS II: método de i-vectors, tono y formantes (origen: Rusia)

Sistema FORENSIA: método i-vectors y PLDA (origen: Argentina)

ANEXO 2

Validación del software

Principios de Daubert (1993)

- El método utilizado debe ser conocido en su totalidad. Se debe tener acceso público.
- Debe darse información sobre los márgenes de error del método.
- Deben indicarse las bases de datos utilizadas en los métodos automáticos y semi automáticos: Universal UBM, de referencia, del sospechoso y de calibración.
- El método debe estar validado con una base de datos de la institución que valida.

Métricas de Evaluación

Las métricas de evaluación proveen un dato numérico que describe la performance del método de identificación en términos de precisión, confiabilidad, poder de discriminación y calibración.

Cllr: la función de costo logarítmica (Cllr) mide la efectiva cantidad de información que el método de identificación le brinda al usuario, en forma independiente de la aplicación empleada.

Cllr_{min}: es el valor mínimo que puede obtenerse del método de identificación.

Cllr_{cal}: es la pérdida de calibración del método de identificación. $Cllr = Cllr_{min} + Cllr_{cal}$

EER%: la tasa de igual error (EER%) es la tasa de error en la que la probabilidad de falsas alarmas es igual a la probabilidad de casos perdidos.

PME H0: probabilidad de evidencia engañosa en favor de la hipótesis H1. Es la probabilidad de todos los LLR que son menores de 0, sabiendo que la hipótesis H0 es verdadera.

PME H1: probabilidad de evidencia engañosa en favor de la hipótesis H0. Es la probabilidad de todos los LLR que son mayores de 0, sabiendo que la hipótesis H1 es verdadera.

95% CI: intervalo de credibilidad de que en el 95% de los casos una medición de LLR se encuentra acotada por dicho intervalo. Corresponde a la confiabilidad de las mediciones del método (Morrison 2011).

El criterio de validación presenta condiciones relacionadas con las métricas de evaluación que deben cumplirse como una condición necesaria para que el método de identificación sea considerado válido. A modo de ejemplo, en la Tabla II se presentan los resultados para el sistema FORENSIA (**) realizado para la condición más frecuente de grabación dubitada por teléfono y grabación indubitada por micrófono.

Tabla II: Métricas de evaluación y criterios para la condición teléfono-micrófono

Métricas de evaluación	Información que provee la métrica	Criterio de Validación (*)	Resultado (**)	Cumplimiento del criterio de validación (**)
Cllr	Precisión	0.65	0.43	Si
Cllr _{min}	Discriminación	0.46	0.43	Si
Cllr _{cal}	Calibración	0.05	0.00	Si
EER%	Discriminación	13%	10%	Si
PME H1	Precisión	0.30	0.10	Si
PME H0	Precisión	0.15	0.10	Si
95% CI	Confiabilidad	1.50	1.38	Si

(*) Bases de datos: SITW 2016 de SRI International y Morrison (2016).

(**) Sistema FORENSIA^{2.0}, <http://www.BlackVOX.com.ar>



República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

Hoja Adicional de Firmas
Informe gráfico

Número:

Referencia: Protocolo para la Pericias Forenses de Voz

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 15 pagina/s.