

 <p>DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES ORGANISMO DE INVESTIGACION JUDICIAL (OIJ) PODER JUDICIAL, COSTA RICA</p> <p>ANÁLISIS PRELIMINAR DE MUESTRAS DE VOZ PARA COMPARACIÓN DE VOCES</p>	<p>PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN NORMADO ESPECIFICO</p> <p>P-DCF-ECT-ISF-21</p>
	<p>VERSION: 03</p> <p>Rige desde: 28/09/2021</p>

<p>Elaborado o modificado por:</p> <p>Lic. Marco Herrera Charraun Jefatura, Sección Imagen y Sonido Forense</p> <p>Lic. Laura Guerra Vargas Técnico en Video Forense</p> <p>Lic. José Rodríguez Arias Perito de Acústica Forense y Biometría de Voz</p>	<p>Revisado por Líder Técnico:</p> <p>Lic. Marco Herrera Charraun Líder Técnico Unidad Acústica Forense</p>
<p>Visto Bueno Encargado de Calidad:</p> <p>Lic. José Rodríguez Arias Encargado de Calidad Sección Imagen y Sonido Forense</p>	<p>Aprobado por:</p> <p>Lic. Marco Herrera Charraun Jefatura, Sección Imagen y Sonido Forense</p>

CONTROL DE CAMBIOS A LA DOCUMENTACIÓN

Versión	Fecha de Aprobación	Fecha de Revisión	Descripción del Cambio	SCD	Solicitado por
01	23/11/2017	06/05/2020	Versión Inicial del Procedimiento	003-SCD-ISF-2017	RVF
02	06/05/2020	28/09/2021	Cambios por actualización de software Batvox y cambios en redacción	028-SCD-ISF-2020	MHC
03	28/09/2021	-	Incluir SNR como criterio de aceptación y/o rechazo y corrección en numeración.	002-SCD-ISF-2021	MHC

ESTE PROCEDIMIENTO ES UN DOCUMENTO CONFIDENCIAL PARA USO INTERNO DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES SE PROHÍBE CUALQUIER REPRODUCCIÓN QUE NO SEA PARA ESTE FIN

La versión oficial digital es la que se mantiene en la ubicación que la Unidad de Gestión de Calidad defina. La versión oficial impresa es la que se encuentra en la Unidad de Gestión de Calidad. Cualquier otro documento impreso o digital será considerado como copia no controlada

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 03	PAGINA: 2 de 7
ANÁLISIS PRELIMINAR DE MUESTRAS DE VOZ PARA COMPARACIÓN DE VOCES	P-DCF-ECT-ISF-21	

1 Objetivo:

Unificar los pasos a seguir para realizar análisis preliminar de muestras de voz, con la finalidad de definir si son aptas o no para la pericia de comparación de voces.

2 Alcance:

El alcance de este procedimiento se concentra en la determinación de las razones técnicas del por qué una muestra de voz es apta o no para ser procesada biométricamente en comparación de voces, en archivos de audio remitidos por una autoridad judicial. Aplica para todo el personal que realiza una sesión de análisis preliminar de muestras en la sección de Imagen y Sonido Forense del Departamento de Ciencias Forenses.

3 Referencias:

- Andrzej Drygajlo, Michael Jessen, Stefan Gfroerer, Isolde Wagner, Jos Vermeulen and Tuija Niemi. Methodological Guidelines for Best Practice in Forensic Semiautomatic and Automatic Speaker Recognition, including Guidance on the Conduct of Proficiency Testing and Collaborative Exercises. European Network of Forensic Science Institutes (ENFSI). 2015.
- Michael Moser. (2009). Ingeniería Acústica. España: Springer.

4 Equipos y Materiales:

- Audífonos de orejera completa con rango de frecuencia entre 8 y 25 kHz o similar.
- Acrobat Reader DC .
- Certificado de firma digital, con su respectivo lector.
- Computadora con sistema operativo Windows 7 o superior con aplicaciones de ofimática.
- Dispositivo de memoria USB o equivalente.
- Formulario de Trabajo "Análisis Preliminar de Muestras de Voz y Comparación Biométrica".
- Formulario de Trabajo "Espacio Adicional (Anexo de todos los formularios periciales)".
- Lector de tarjetas.
- LibreOffice 4.4 o superior.
- Lupa.
- Programa (s) informático (s) con capacidad para determinar: Espectrograma de banda ancha y estrecha, formantes y tono fundamental, análisis de frecuencia, oscilograma y propiedades de los archivos de audio: frecuencia de muestreo, profundidad de bits, kilo bits por segundo (kbps).
- SADCF (Sistema Automatizado del Departamento de Ciencias Forenses).

5 Reactivos y Materiales de Referencia:

N/A.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 03	PAGINA: 3 de 7
ANÁLISIS PRELIMINAR DE MUESTRAS DE VOZ PARA COMPARACIÓN DE VOCES	P-DCF-ECT-ISF-21	

6 Condiciones Ambientales:

N/A.

7 Procedimiento:

7.1 Duplique mediante un software que asegure la réplica completa del contenido de cada dispositivo analizado en el disco duro de la estación de trabajo de la Unidad Acústica Forense en la unidad D: Archivos de trabajo, especificando el número de orden de trabajo. Realice una copia de inmediato y será ésta la que contiene los archivos que serán analizados.

7.2 Realice para cada uno de los dispositivos de almacenamiento aportados el cálculo de los códigos MD5 y/o SHA1 del material en ellos mediante software que genere sus reportes en CSV o TXT. Cada archivo resultante será convertido a PDF mediante el software de elección del analista.

Incorpore los PDF con los cálculos MD5 y/o SHA1 del contenido de cada uno de los dispositivos de almacenamiento al legajo durante el proceso de registro de la apertura de indicios.

Si el material aportado contiene un archivo describiendo algún cálculo Hash ejecutado anteriormente coteje con los resultados obtenidos durante la apertura. Reporte en el informe si se encontraron diferencias.

7.3 Determinación de propiedades de la grabación.

7.3.1 Determine las propiedades digitales de la grabación.

- Peso del archivo.
- Formato, códec o contenedor de grabación.
- Frecuencia de muestreo registrada.
- Profundidad de bits registrada.
- Tasa de bits por segundo (kbps), indicar si es constante o variable.
- Compresión.
- Tiempo de grabación.
- Tiempo de habla neta del locutor de interés.
- SNR (relación señal-ruido).

7.3.2 Determine las propiedades acústicas de la grabación mediante un programa que permita realizar análisis del espectrograma y el oscilograma para obtener los siguientes datos:

- Número de formantes que se observan en la grabación.
- Pico máximo de presión sonora expresado en decibeles.

7.3.3 Registre las propiedades indicadas en los puntos 7.3.1 y 7.3.2 en el formulario de trabajo "Análisis Preliminar de Muestras de Voz y Comparación Biométrica". Además para identificación del archivo indique el nombre, código MD5 y SHA1.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 03	PAGINA: 4 de 7
ANÁLISIS PRELIMINAR DE MUESTRAS DE VOZ PARA COMPARACIÓN DE VOCES	P-DCF-ECT-ISF-21	

7.4 Análisis pericial:

7.4.1 Determine la frecuencia de muestreo, lo ideal es que esta no sea inferior a 8000 Hz, de ser inferior, verifique la información de los formantes de la voz como se indica en el punto 7.4.6 antes de descartar la muestra.

7.4.2 Observe si el archivo de audio posee una profundidad de bits inferior a 16 bits, de ser así, proceda con el punto 7.4.6 antes de descartar la muestra. Lo ideal es tener una profundidad de bits igual o superior a 16 bits.

7.4.3 Analice la compresión del archivo por medio de los kilo bits por segundo (kbps), si ésta es inferior a 128 kbps, proceda con el punto 7.4.6 antes de descartar la muestra. Lo ideal es tener una compresión igual o superior a 128 kbps.

7.4.4 En ocasiones el formato en el que viene la muestra no permite importarlo al software Adobe Audition o similar, por lo que se debe convertir a un formato sin pérdida wav, proceda con algún software de conversión, preferiblemente ffmpeg con la siguiente fórmula: "ffmpeg -i nombredelarchivo.amr nombredelarchivo.wav".

7.4.5 Verifique que el tiempo de habla neta mínima sea de 30 segundos para las muestras que serán utilizadas como modelo (audios de entrenamiento) y 20 segundos para los audios de test. En caso contrario, los audios aportados no son aptos para comparación de voces.

7.4.6 Visualice la cantidad de formantes que registra la grabación, si no hay registro de al menos los primeros tres formantes de la voz, el archivo de audio no es apto para comparación de voces.

7.4.7 Revise la presión sonora de la señal de audio, si la misma supera los 0dB (cero decibeles), debe normalizarlo con las herramientas digitales apropiadas.

7.4.8 Revise la SNR, si la misma es inferior a 10 dB la muestra de audio no es apta para comparación.

7.4.9 Registre los puntos del 7.4.1 al 7.4.8 en el formulario de trabajo "Análisis Preliminar de Muestras de Voz y Comparación Biométrica", asimismo utilice el "Formulario de Espacio Adicional" para adjuntar imágenes y otros documentos que sean necesarios.

7.4.10 Agregue al legajo del caso el formulario de trabajo "Análisis Preliminar de Muestras de Voz y Comparación Biométrica" y el formulario de "Espacio Adicional".

7.5 Trámite administrativo de devolución de indicios al solicitante:

7.5.1 En la funcionalidad "Destino de los indicios", pestaña "Destino de los indicios" asigne un estado destino para cada embalaje, para cada objeto y para la cadena de custodia (Ver Manual de Instrucciones del SADCF).

7.5.2 Proceda al trámite de traslado y entrega de los indicios al personal administrativo para su devolución a la persona solicitante.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 03	PAGINA: 5 de 7
ANÁLISIS PRELIMINAR DE MUESTRAS DE VOZ PARA COMPARACIÓN DE VOCES	P-DCF-ECT-ISF-21	

Nota 1: Al realizar el análisis acústico se puede determinar las características de la muestra aportada, por medio de los gráficos espectrográficos los cuales permiten filtrar las ondas sonoras, descomponiéndolas en sus armónicos. El análisis de características digitales permite determinar propiedades del archivo digital. Aunque la muestra aportada pueda ser válida en apariencia, por escucharse y entenderse, siempre será necesario realizar el estudio instrumental, solo de esta manera, se puede determinar características de calidad de la muestra que en la mayoría de los casos no es perceptible por el oído humano.

8 Criterios de Aceptación o Rechazo de Resultados:

No.	Criterio de rechazo	Valor Límite	Corrección Aplicable
1	Audios que no cuenten con registro en al menos los primeros tres formantes.	Mínimo registro en el primero, segundo y tercer formante	Se rechaza la muestra y se indica que no es apta para comparación
2	Audios modelos o de entrenamiento con una duración inferior a 30 segundos de habla neta.	30 segundos de habla neta para audios modelo o de entrenamiento	Se indica que la muestra no es apta
3	Audios de test con una duración inferior a 20 segundos de habla neta.	20 segundos de habla neta para audios de test	Se indica que la muestra no es apta
4	Audios con una SNR inferior a 10 dB.	10 dB	Se indica que la muestra no es apta si el valor es inferior a 10 dB

9 Cálculos y evaluación de la incertidumbre:

N/A.

10 Reporte de Análisis y Resultados:

10.1 Indique al solicitante mediante informe o dictamen pericial, los alcances del material aportado, detallando si la muestra es apta o no. Debe incluir los parámetros por los cuales se determina el resultado final. En caso de ser necesario incluya figuras ilustrativas.

11 Medidas de Seguridad y Salud Ocupacional:

N/A.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 03	PAGINA: 6 de 7
ANÁLISIS PRELIMINAR DE MUESTRAS DE VOZ PARA COMPARACIÓN DE VOCES	P-DCF-ECT-ISF-21	

12 Simbología:

dB: decibeles.

Kbps: Kilobit por segundo.

KHz: KiloHertz.

Hz: Hertz.

N/A: No aplica.

PDF: Portable Document Format.

SADCF: Sistema Automatizado Departamento de Ciencias Forenses.

SNR: Relación señal-ruido (por sus siglas en inglés signal to noise ratio).

XLR Siglas de external live return, lo cual refiere a un tipo de conector balanceado más utilizado para conexiones de audio profesional.

13 Terminología:

Audio de entrenamiento: Fichero de audio que contiene la voz del sospechoso y que se usa para crear un modelo biométrico de su voz.

Audio de test: Audio que contiene voz cuya identidad es desconocida y que se utiliza para compararse con modelos de sospechoso con el objetivo de encontrar alguna coincidencia que permita identificar.

Batvox: Programa biométrico forense de comparación de voces.

Código hash: Algoritmo que consigue crear a partir de información registrada, un código alfanumérico de longitud normalmente fija que representa el contenido y asegura que no se ha modificado una transmisión o duplicación.

Compresión: Proceso por el cual se reduce la tasa de bits de una señal digital de audio buscando como fin la reducción de su peso en disco, a medida que se comprime el audio se reducen estos valores, con lo cual se pierde fidelidad con respecto al sonido físico.

Decibeles (dB): unidad de medida de la presión sonora.

Espectrograma: representación gráfica de la energía del contenido frecuencial de la señal de una de una grabación de sonido y sus variaciones en el transcurso del tiempo que ésta dura.

Formato de grabación: propiedades digitales de la forma en la que se almacenan los datos de una grabación de audio y cómo puede utilizarse en un sistema de administración de archivos.

Formato wav: formato de audio digital el cual normalmente se utiliza sin compresión de datos, utilizado para el sistema PC.

Frecuencia de muestreo: Es la cantidad de muestras de audio que se toman en un segundo. Esta se mide en Hertz (Hz). La cantidad de muestras tomadas definen la calidad de la muestra y su correspondencia respecto al original.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 03	PAGINA: 7 de 7
ANÁLISIS PRELIMINAR DE MUESTRAS DE VOZ PARA COMPARACIÓN DE VOCES	P-DCF-ECT-ISF-21	

Habla neta: tiempo real de duración de un relato leído, espontáneo o dialogado sin silencios ni interrupciones de un mismo locutor.

Hertz (Hz): unidad de medida de frecuencia del Sistema Internacional de Unidades.

Remuestreo: Reasignación en post-producción, de la cantidad de muestras de audio que se toman por segundo.

Relación señal-ruido: se define como la proporción existente entre la potencia de la señal que se transmite y la potencia del ruido que la corrompe. Este margen es medido en decibelios.

Vúmetro: indicador del nivel de volumen que entra a un equipo de audio expresado en decibeles (dB).

14 Anexos

N/A.

COPIA NO CONTROLADA