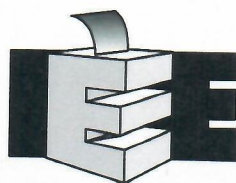




**UACH**  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE  
**CHIHUAHUA**

**Reporte técnico**  
**Pruebas Funcionales de Caja Negra**  
**al Sistema de Cómputo de las Urnas Electrónicas**  
**para el proceso del**  
**Plebiscito 2019**

**20 de noviembre de 2019**  
**Chihuahua, Chih.**



**INSTITUTO ESTATAL ELECTORAL**  
**CHIHUAHUA**

*[Handwritten signatures in blue ink]*

**Auditores:**

**José Rómulo Barrón Hernández**

**Víctor Alonso Domínguez Ríos**

**Arión Ehécatl Juárez Menchaca**

# Contenido

Contenido	2
Introducción.	3
Pruebas funcionales de caja negra.	4
Generación de archivos para habilitar urnas.	4
Emisión de votos	7
Cierre de la votación en la urna	14
Concentración de resultados	16
Generación de hash SHA-256 y SHA-512	18
Conclusiones	20



## Introducción.

Con el objetivo de realizar las pruebas funcionales de caja negra al sistema de cómputo a utilizarse en el plebiscito 2019 en la ciudad de Chihuahua, se llevó a cabo una reunión de trabajo el 20 de noviembre de 2019 donde se realizó un simulacro de votación en 4 urnas dispuestas por el Instituto Estatal Electoral (IEE) de Chihuahua, en las cuales se realizó el proceso de carga de la urna, la apertura, proceso de votación, cierre de urna, exportación de archivo con los votos y concentración de resultados.



## Pruebas funcionales de caja negra.

Para la prueba de caja negra, se contó con cuatro urnas de distintos modelos, de las cuales 3 modelos cuentan con Windows 10 como Sistema Operativo, y un modelo con Windows 7 (imagen 1). El sistema para la votación fue desarrollado en Visual Basic y la base de datos con Microsoft SQL Server Express 2012.



Imagen 1. Modelos de urnas disponibles para el plebiscito 2019

## Generación de archivos para habilitar urnas.

Como inicio de las pruebas funcionales, se verificó la generación de archivos de cada urna, donde carga la lista nominal que le corresponde (imagen 2), este archivo se encuentra encriptado para una mayor seguridad. Paso siguiente fue cargar desde la urna correspondiente el archivo que se encuentra ya localizado en una memoria USB (imagen 3).

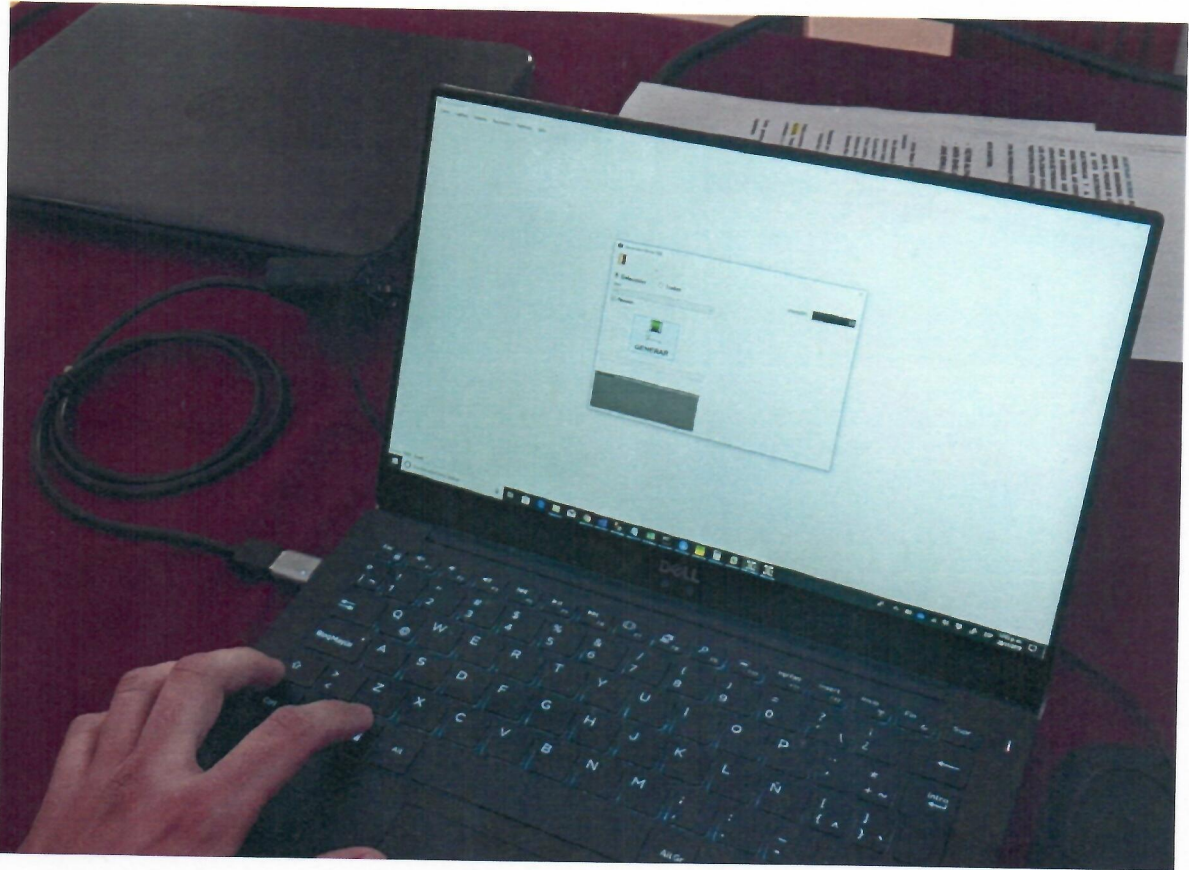


Imagen 2. Carga de archivo con la generación de datos para las urnas electrónicas

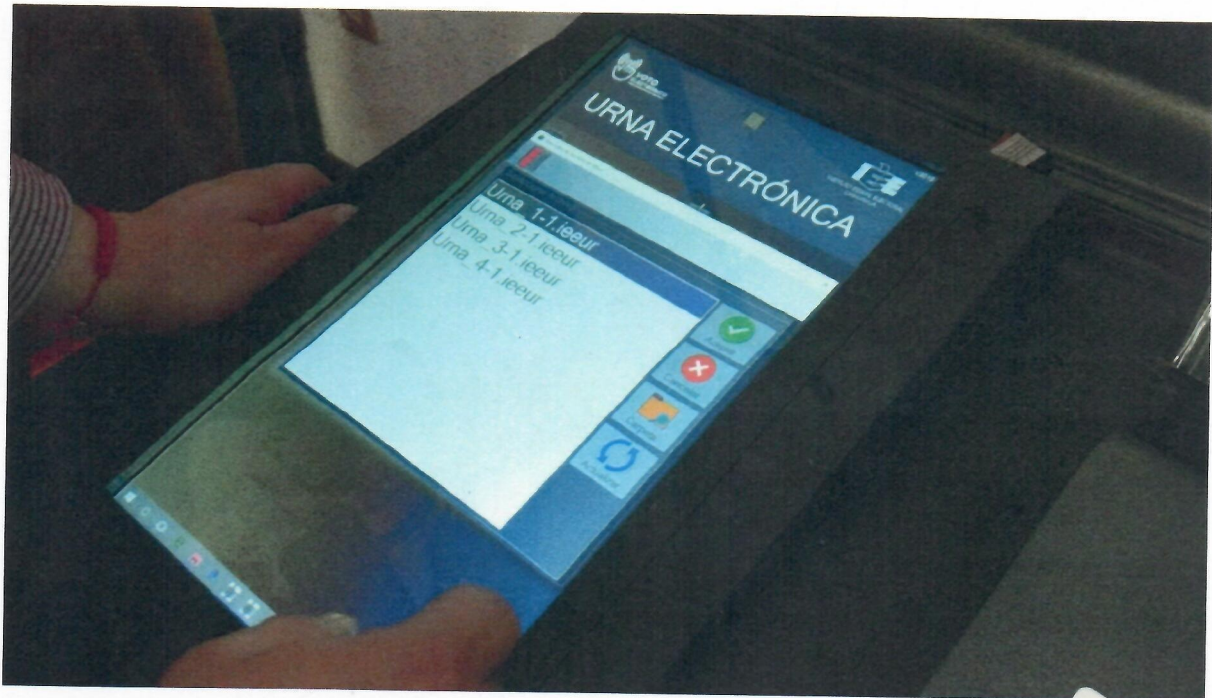


Imagen 3. Selección del archivo correspondiente a la urna para

*[Handwritten signatures in blue ink]*

la carga e inicio de la urna

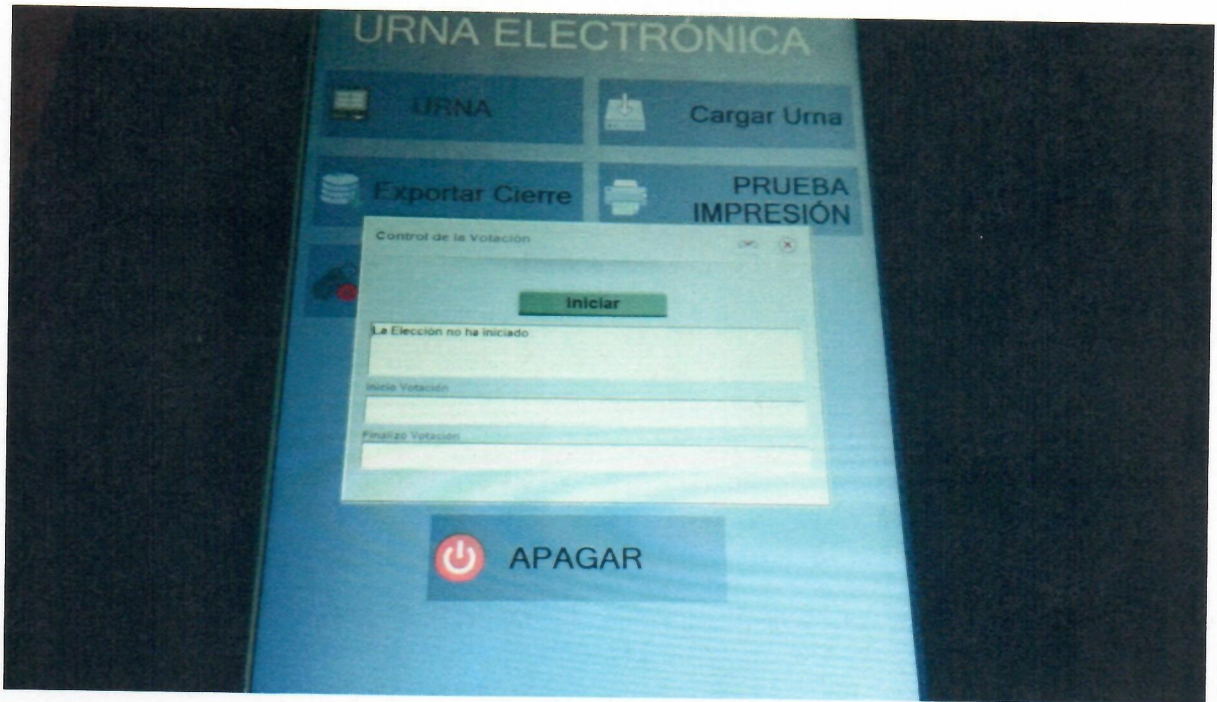


Imagen 4. Proceso de inicio de la votación

*[Handwritten signatures in blue ink]*

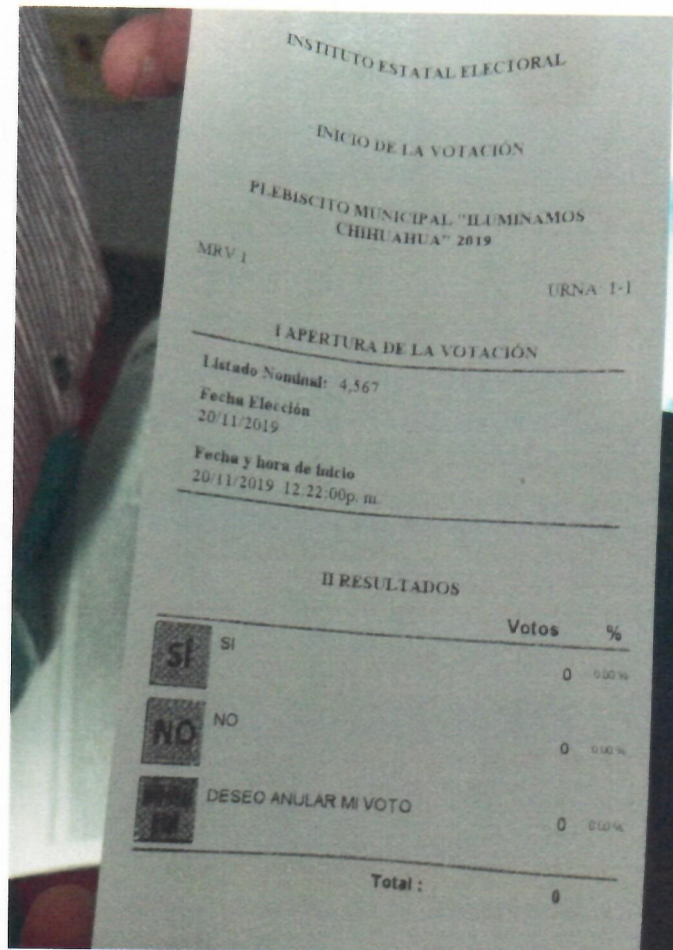


Imagen 5. Reporte de resultados en ceros para iniciar el proceso de votación

Este proceso de carga da inicio a las bases de datos para que el sistema de votación inicie en ceros, como se muestra en la imagen 4 y 5. Esta acción de verificar que las votaciones en las urnas inician en cero se realizó en los 4 modelos disponibles para las pruebas.

## Emisión de votos

Una vez verificado que el reporte muestra ceros las 3 opciones disponibles (SI, NO, DESEO ANULAR MI VOTO), se da inicio a la votación, introduciendo el OCR de la credencial elector. Se realiza este proceso en cada urna disponible, como resultado, en la primer urna se introducen 4 votos con la opción SI, 3 con la opción No y 3 con la opción

DESEO ANULAR MI VOTO, en la imagen 6 se observa el registro manual y en la imagen 7 el reporte que imprime el sistema con los resultados.

**INSTITUTO ESTADAL ELECTORAL CHIHUAHUA**

**AUDITORIA VOTO ELECTRÓNICO  
RESULTADOS DE LA VOTACIÓN POR URNA**

**UACH  
CHIHUAHUA**

FECHA: 20/11/2009  
HORA: 12:10 pm

**URNA 1**

											TOTAL
SI	✓	✓	✓	✓							4
NO	✓	✓	✓								3
NULO	✓	✓	✓								3

*[Handwritten signatures on the right side of the page]*

Imagen 6. Registro manual de los votos emitidos en la urna 1



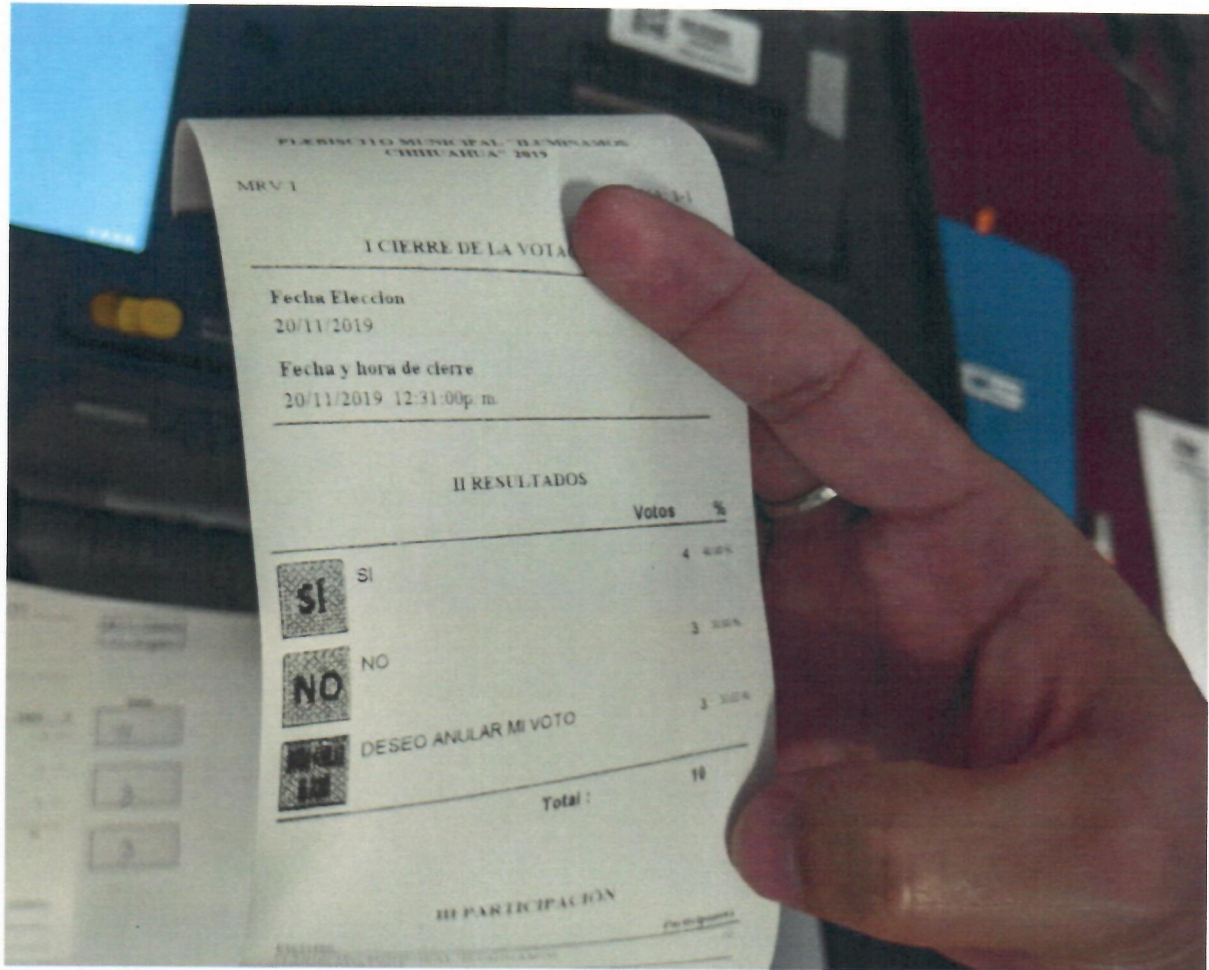


Imagen 7. Reporte de votos de la urna 1

Se observa entonces que los votos que reporta el sistema son los mismos que se emitieron como prueba de caja negra para la urna 1. En la imagen 8 se observan los votos contabilizados manualmente y por sistema. Este mismo procedimiento se realiza en las urnas 2 (imagen 9), 3 (imagen 10) y 4 (imagen 11).

*[Handwritten signatures in blue ink]*

**INSTITUTO ESTADAL ELECTORAL CHIHUAHUA**

**AUDITORIA VOTO RESULTADOS DE LA VOTACION**

**INSTITUTO ESTADAL ELECTORAL CHIHUAHUA**

**CIERRE DE LA VOTACION**

PLEBISCITO MUNICIPAL "ILUMINAMOS CHIHUAHUA" 2019

MKV 1 URNA 1-1

CHA: 20/11/2019  
ORA: 12:10pm

**I CIERRE DE LA VOTACION**

Fecha Eleccion: 20/11/2019  
Fecha y hora de cierre: 20/11/2019 12:31:00p.m.

**II RESULTADOS**

	Votos	%
SI	4	40.00%
NO	3	30.00%
DESEO ANULAR MI VOTO	3	30.00%
<b>Total</b>	<b>10</b>	

**III PARTICIPACION**

Electores: Participantes:

**URNA**

SI: [X] [X] [X] [X] [ ]

NO: [X] [X] [X] [ ] [ ]

NULO: [X] [X] [X] [ ] [ ]

**TOTAL**

4

3

3

Imagen 8. Comparación de votos en la urna 1

**INSTITUTO ESTADAL ELECTORAL CHIHUAHUA**

**AUDITORIA VOTO RESULTADOS DE LA VOTACION**

**INSTITUTO ESTADAL ELECTORAL CHIHUAHUA**

**CIERRE DE LA VOTACION**

PLEBISCITO MUNICIPAL "ILUMINAMOS CHIHUAHUA" 2019

MKV 2 URNA 2-1

CHA: 20/11/2019  
ORA: 12:35pm

**I CIERRE DE LA VOTACION**

Fecha Eleccion: 20/11/2019  
Fecha y hora de cierre: 20/11/2019 12:39:00p.m.

**II RESULTADOS**

	Votos	%
SI	3	37.50%
NO	4	50.00%
DESEO ANULAR MI VOTO	1	12.50%
<b>Total</b>	<b>8</b>	

**III PARTICIPACION**

Electores: Participantes:

**URNA**

SI: [X] [X] [X] [ ] [ ]

NO: [X] [X] [X] [X] [ ]

NULO: [X] [ ] [ ] [ ] [ ]

**TOTAL**

3

4

1

Imagen 9. Comparación de votos en la urna 2

*[Handwritten signatures and initials in blue ink]*

**INSTITUTO ESTATAL ELECTORAL**  
CHIHUAHUA

**AUDITORIA VOTO ELECCIONAL**  
**RESULTADOS DE LA VOTACION**

**INSTITUTO ESTATAL ELECTORAL**  
CIERRE DE LA VOTACION

PLEBISCITO MUNICIPAL "ILUMINAMOS CHIHUAHUA" 2019

MKV 3 URNA 3-1

1 CIERRE DE LA VOTACION

Fecha Eleccion: 20/11/2019  
Fecha y hora de cierre: 20/11/2019 12:46:00p. m.

IA: 20/11/2019  
A: 12:45pm

**URNA 3**

SI							
NO	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
NULO							

**II RESULTADOS**

	Votos	%
SI	0	0.00%
NO	6	100.00%
DESEO ANULAR MI VOTO	0	0.00%
<b>Total</b>	<b>6</b>	

**III PARTICIPACION**

Elecciones	Participantes
PLEBISCITO MUNICIPAL "ILUMINAMOS CHIHUAHUA" 2019	6

Fecha: 20/11/2019 12:47:16 p. m.

**TOTAL**

1

6

0

Imagen 10. Comparación de votos en la urna 3

**INSTITUTO ESTATAL ELECTORAL**  
CHIHUAHUA

**AUDITORIA VOTO ELECCIONAL**  
**RESULTADOS DE LA VOTACION**

**INSTITUTO ESTATAL ELECTORAL**  
CIERRE DE LA VOTACION

PLEBISCITO MUNICIPAL "ILUMINAMOS CHIHUAHUA" 2019

MKV 4 URNA 4-1

1 CIERRE DE LA VOTACION

Fecha Eleccion: 20/11/2019  
Fecha y hora de cierre: 20/11/2019 12:51:00p. m.

IA: 20/11/2019

**URNA 4**

SI	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
NO	✓	✓	✓	✓	✓		
NULO							

**II RESULTADOS**

	Votos	%
SI	7	58.33%
NO	5	41.67%
DESEO ANULAR MI VOTO	0	0.00%
<b>Total</b>	<b>12</b>	

**III PARTICIPACION**

Elecciones	Participantes
PLEBISCITO MUNICIPAL "ILUMINAMOS CHIHUAHUA" 2019	12

Fecha: 20/11/2019 12:51:00 p. m.

**TOTAL**

7

5

0

Imagen 11. Comparación de votos en la urna 4

*[Handwritten signatures and scribbles in blue ink]*

Asimismo, en cada voto emitido el sistema imprime el comprobante, para ser depositado en la urna de manera física, en las imágenes de la 12 a la 19 se observa los comprobantes obtenidos de la votación de la urna 2.

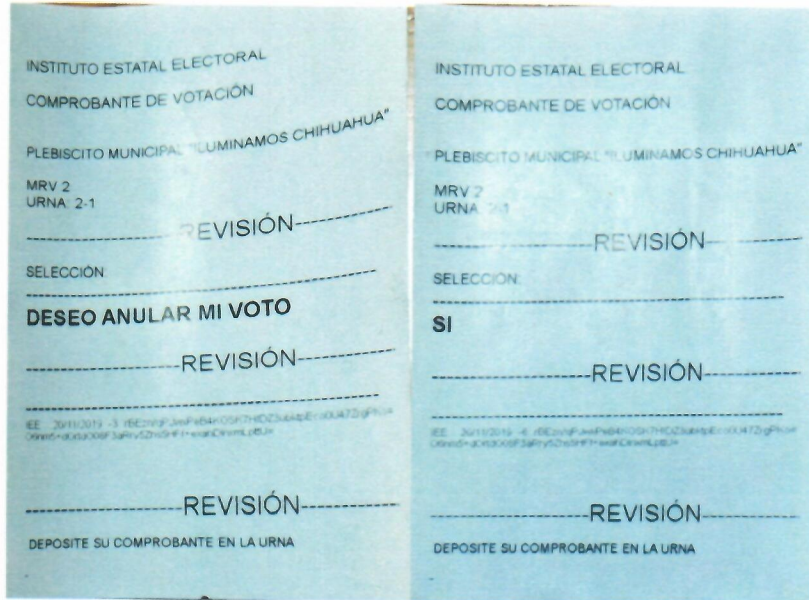


Imagen 12 y 13. Voto emitido en la urna 2

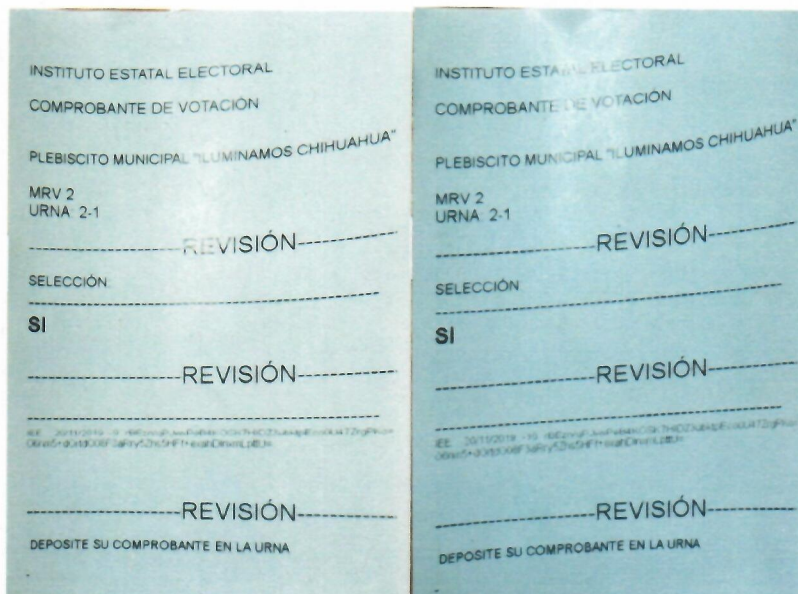


Imagen 14 y 15. Voto emitido en la urna 2

*[Handwritten signatures in blue ink, including a large signature and a smaller one with the initials 'JP']*

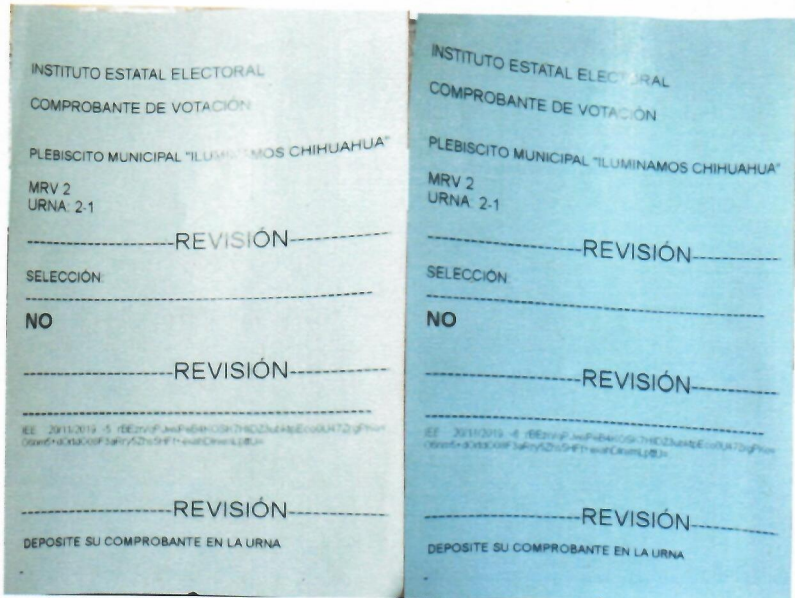


Imagen 16 y 17. Voto emitido en la urna 2

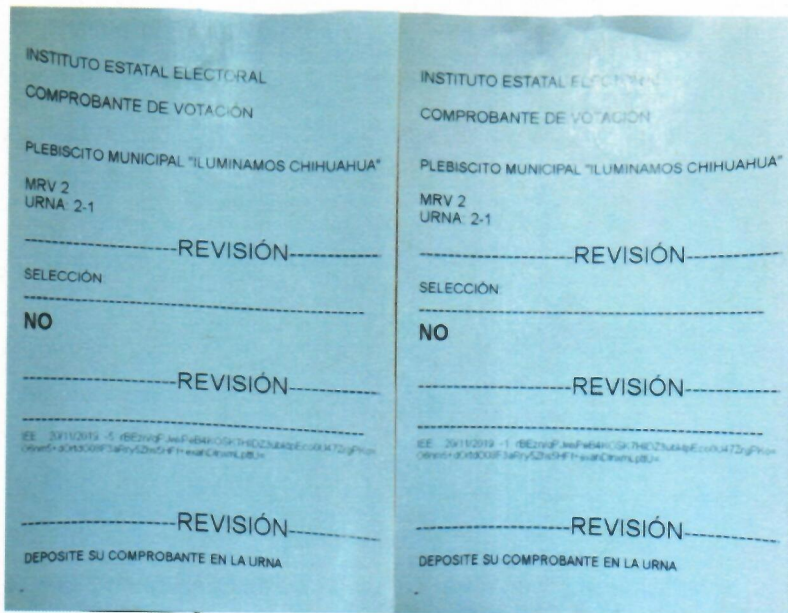
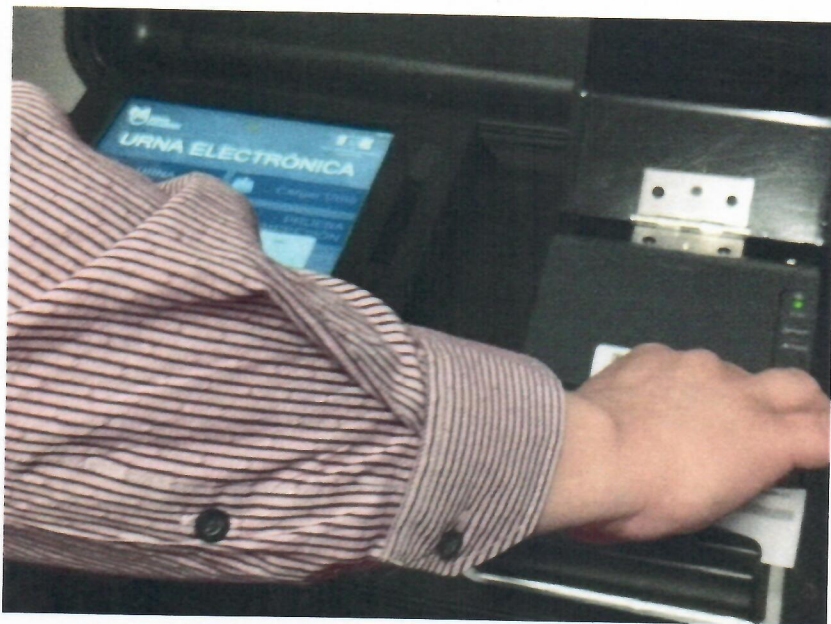


Imagen 18 y 19. Voto emitido en la urna 2

*[Handwritten signatures in blue ink]*

## Cierre de la votación en la urna

Posterior a la emisión de votos en cada urna, se procedió al cierre de las mismas, para ello se requiere de una clave que se ingresa mediante la lectura de una tarjeta con código de barras (imagen 20), después imprime los resultados que se vieron en las imágenes 8, 9, 10 y 11.



*[Handwritten signatures in blue ink]*

Imagen 20. Lectura de tarjeta con clave mediante lector de código de barras

Se verifica que una vez cerrada la urna, no permita seguir recibiendo los votos, comprobando que sólo deja imprimir o exportar los resultados como se muestra en la imagen 21.

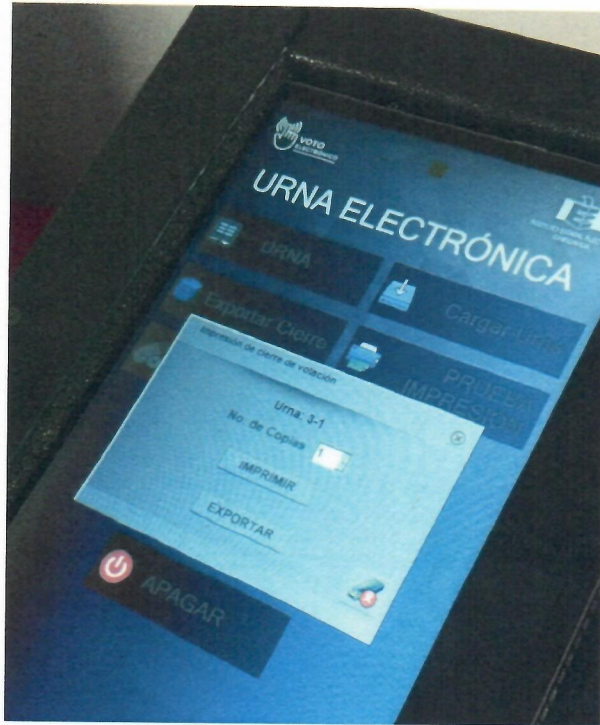


Imagen 21. Impresión o exportación de resultados

En el cierre, al final el sistema imprime un resumen de votos recibidos en la urna, a continuación, en la imagen 22 un ejemplo del reporte.

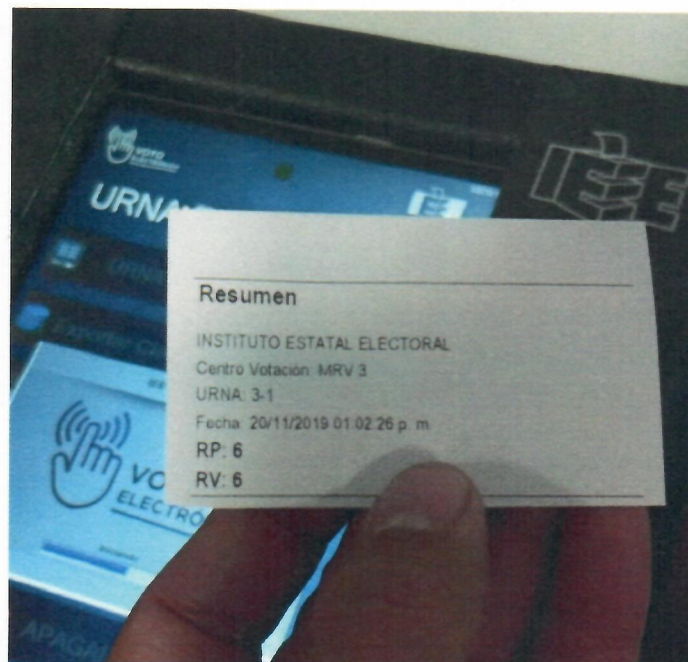
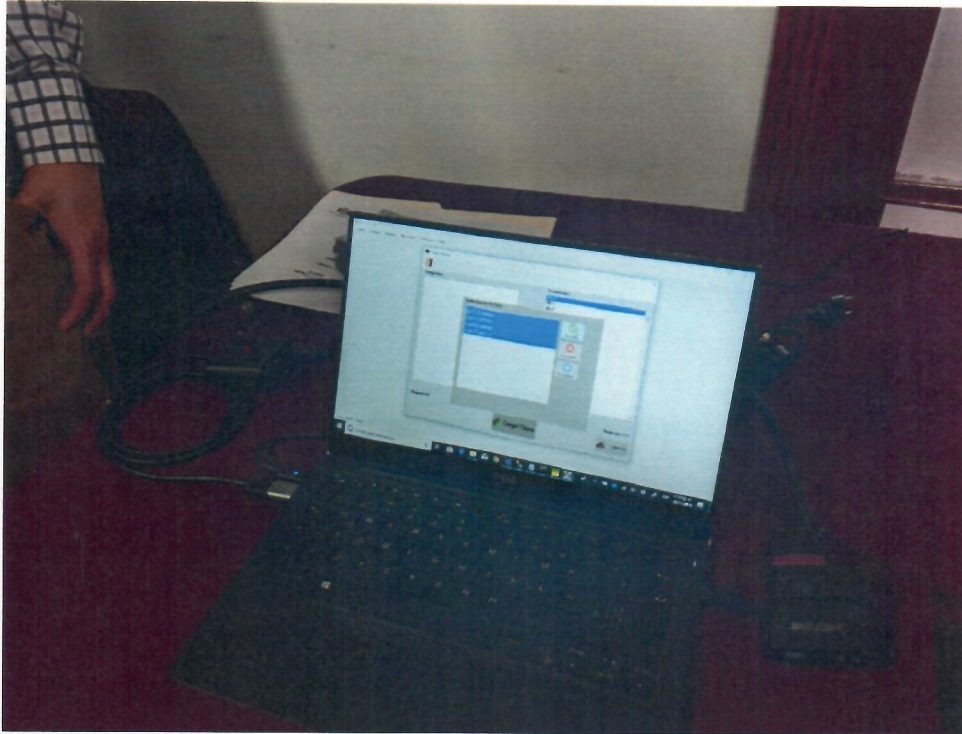


Imagen 22. Resumen del cierre de urna

*[Handwritten signature]*  
*[Handwritten initials JB]*

## Concentración de resultados

La concentración de resultados se lleva a cabo mediante la exportación de los resultados de cada urna, se concentraron en una memoria flash con conexión USB previamente revisada para que estuviera sin archivos adicionales. El sistema de concentración de resultados lee de la memoria los archivos y se reflejan en el sistema como se observa en la imagen 23.



*[Handwritten signature]*  
*[Handwritten signature]*  
*[Handwritten signature]*

Imagen 23. Lectura de archivos en la memoria flash



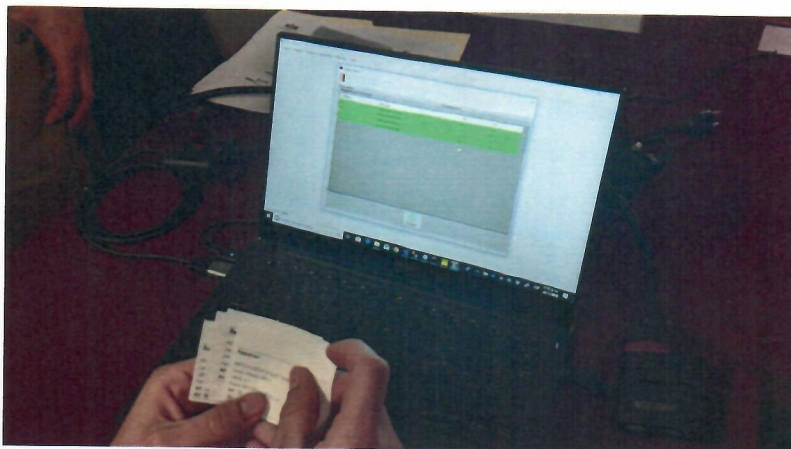


Imagen 24. Lectura de votación concentrados

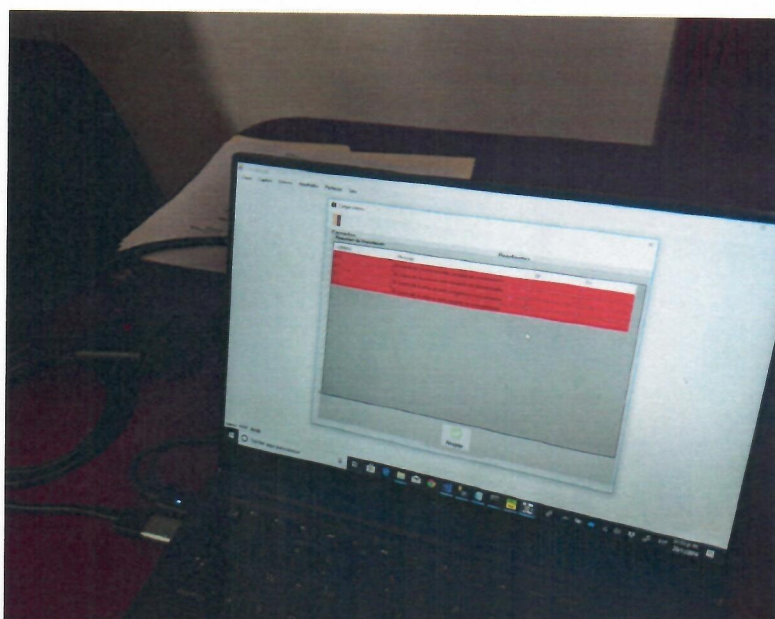


Imagen 25. Error al cargar archivos nuevamente

Handwritten signatures in blue ink, including a large, stylized signature and a smaller one below it.

Se verifica que no se puedan cargar nuevamente los archivos para no duplicar votos, la imagen 25 muestra que detecta que ya se habían cargado y muestra un error resaltando las casillas en rojo. Se realiza la prueba también si cambiando el nombre al archivo no lo detecta como diferente casilla, sin embargo, el resultado fue el mismo, marca con rojo que ya había sido capturada.

Para completar las opciones de lectura de resultados, se procedió a realizar una captura manual en el sistema, que significa que por alguna razón falló la urna y se tuvieron que

contar los votos de manera manual con los comprobantes impresos, para esto se elige capturar 24 votos para SÍ, 12 para No y 5 para DESEO ANULAR MI VOTO. Los resultados finales se mostraron como se observa en la imagen 26.

MRV	URNA	Tipo Resultado	Total	SI	NO	NULO	
1	MRV 1	1-1	CONCENTRACION DIGITAL	10	4	3	3
1	MRV 2	2-1	CONCENTRACION DIGITAL	8	3	4	1
1	MRV 3	3-1	CONCENTRACION DIGITAL	6	0	6	0
1	MRV 4	4-1	CONCENTRACION DIGITAL	12	7	5	0
1	MRV 5	5-1	COMPROBANTE DE RESULTADOS	24	12	7	5
<b>Totales</b>				<b>80</b>	<b>28</b>	<b>9</b>	

URNAS 5 de 377

Imagen 26. Resultados obtenidos del concentrador de votos

## Generación de hash SHA-256 y SHA-512

Las funciones Hash, también conocidas como funciones resumen son funciones que, utilizando un algoritmo matemático, transforman un conjunto de datos en un código alfanumérico con una longitud fija. Da igual la cantidad de datos que se utilice, el código resultante tendrá siempre el mismo número de caracteres<sup>1</sup>. Entonces se realizó la generación de los hash para el sistema de votación de las urnas y del concentrador de votos, en los formatos de hash 256 y de 512 para comprobar que sean los mismos que se utilizarán el día de la votación a los auditados en la reunión del 20 de noviembre de 2019.

A continuación, se presentan los hash resultantes de los sistemas auditados, cabe mencionar que existen dos versiones para las urnas, ya que unas cuentan con Windows 10 y otras con Windows 7, los cuales se establecen en la siguiente imagen (imagen 27). Asimismo, en la imagen 28 se muestra el proceso de extracción del hash.

<sup>1</sup> Gonzalo García-Valdecasas. (2019, 27 agosto). ¿Qué son las funciones Hash y para que se utilizan? Recuperado 22 noviembre, 2019, de <https://www.cysae.com/funciones-hash-cadena-bloques-blockchain/>

## ANEXO 1

Aplicación	Versión	SHA256	SHA512
Urna2019.exe	2019.10	C3D3F9F8D 147BBCD5A 336BC7CC5 876C65E639 0156C197AA A87C675461 E817C59	8C104FFCD84647246942FDF937737 B9A38C9E3E9F650525D7F4C377E1 5CCB0C558BE8F8F6087657E1B75B F831082BF612CC46126F4C04C985 B31B4910F6D96DA
Urna2019.exe	2019.10 Win 7	D58345E9D4 D7E4900208 F5ACD7AB2 3103614F4A 2563E327FA 3A514BB4A6 5FEE0	7E87DEDF9DAC647C7A6270B5A12 CA84774B9D8C24655F7840964D355 26A1670A30CC9E7BCC4A7E36BEB C714F66220821968FB4F0918E0E0F 356C5B698677AB1F
Concentrador.exe	2019.10	06E98C5C6 C57B674AC 5B7ECC36A BA1DD0CC8 9A69EC509 CC24CFFC2 FB656E085E	7E24E64C4792B2614FF43743EEA78 CD0F9412DFB605B10142BAD6681D 0AD7D57CF73946181BD20319666E 3926DE56E4DA63E2DECC15407AB 55F0668777917ED1

Imagen 27. Documentación de los hash SHA256 y SHA512 obtenidos

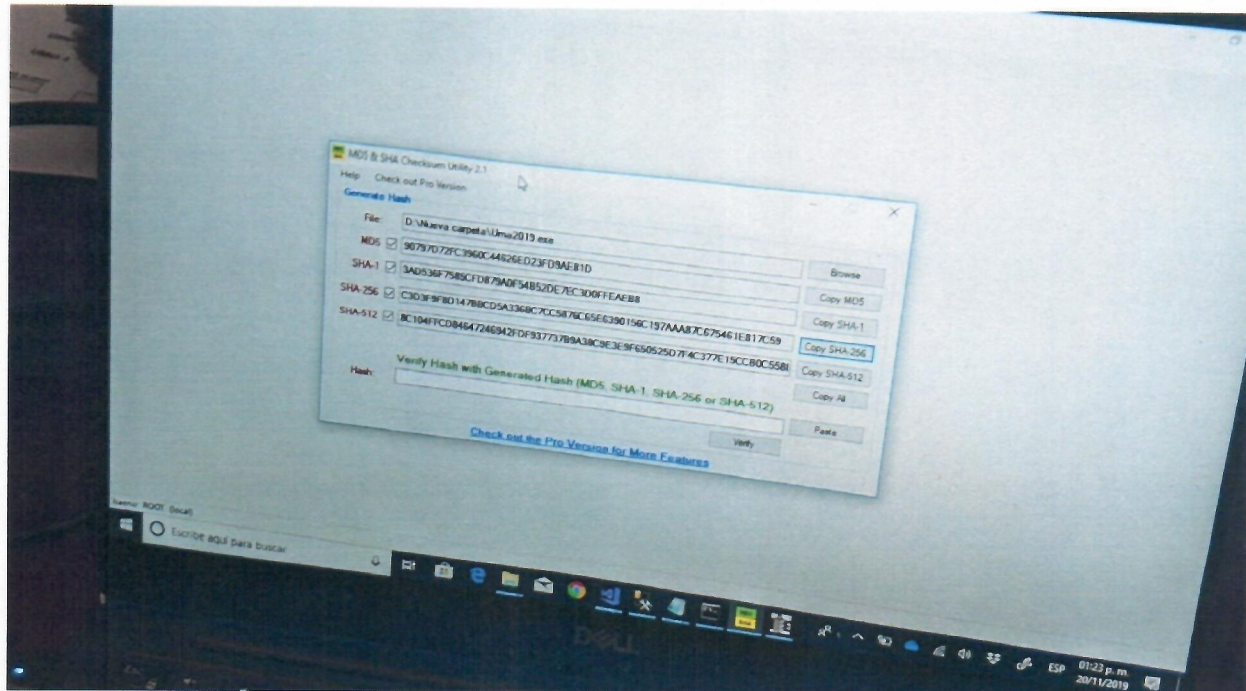




Imagen 28. Proceso de extracción del hash

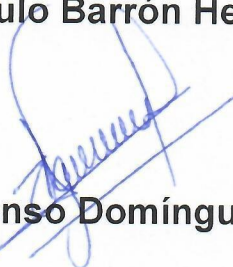
## Conclusiones

La auditoría de pruebas funcionales de caja negra se llevó sin contratiempos ni detección de vulnerabilidades que impidan su utilización en el proceso de votación del plebiscito del 24 de noviembre de 2019. El sistema cuenta con medidas de seguridad que dan certeza al proceso como lo es la encriptación de la base de datos así como de los archivos que se transfieren mediante memorias flash, sin embargo este movimiento de información no es del todo adecuado, por lo que se sugiere que en futuros usos de las urnas electrónicas se realice mediante una conexión de red, que permita una transferencia de datos de manera más segura.

La comprobación de los hash se llevará a cabo antes de las elecciones para comprobar que los sistemas utilizados en las urnas que recibirán las votaciones de los ciudadanos de Chihuahua, sea el mismo que fue auditado el 20 de noviembre del presente año.



**L.I. José Rómulo Barrón Hernández**



**Dr. Víctor Alonso Domínguez Ríos**



**M.I. Arión Ehécatl Juárez Menchaca**